LÜĞƏT VƏ ENSİKLOPEDİYALAR

10930

UŞAQLAR ÜÇÜN

ENSİKLOPEDİYA



ASTRONOMİYA





"Şərq-Qərb"
Bakı
2008

ICES
INTERNATIONAL CENTRE OF EDUCATIONAL SYSTEMS (ICES)
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ (МЦОС)
CENTRE INTERNATIONAL DES SYSTEMES D'EDUCATION (CISE)
INTERNATIONALES ZENTRUM FÜR AUSBILDUNGSSYSTEME (IZAS)
UNDP Reg. № 68873
UNESCO Agr. of 18.11.93
UNIDO Reg. no. 682393
UNEP Reg. of 24.08.89
UNESCO/ICES BEYNƏLXALQ KAFEDRA-ŞƏBƏKƏSİ
"TEXNİKİ VƏ PEŞƏKAR TƏHSİL VƏ KADRLARIN HAZIRLANMASI"

"Uşaqlar üçün ensiklopediya"lar Beynəlxalq təhsilverici sistemlər mərkəzi (BTSM) və YUNESKO/BTSM Beynəlxalq kafedra-şəbəkəsi tərəfindən hamı üçün fasiləsiz təhsil (continuing longlife education for all) sistemlərində dərs vəsaiti kimi tövsiyə edilmişdir.

Azərbaycan nəşri üzərində işləyənlər:

Əyyub Quliyev
AMEA-nın müxbir üzvü,
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru

Namiq Cəlilov
AMEA-nın müxbir üzvü,
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru

Elçin Babayev
fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, dosent

Ədalət Ətayi
fizika-riyaziyyat elmləri namizədi

Rəhim Zeynalov
fizika-riyaziyyat elmləri namizədi

Bayram Rüstəmov
fizika-riyaziyyat elmləri namizədi

Vaqif Xəlilov

ISBN 978-9952-34-191-1

520.3-dc22
Uşaq ensiklopediyası – Astronomiya

Uşaqlar üçün ensiklopediya. Astronomiya.
Bakı, "Şərq-Qərb", 2008, 704 səh.

© "Şərq-Qərb", 2008

OXUCUYA

Gözəl, əzəmətli, sonsuz, əbədi, müəmmalı... Bütün bunlar onun – ulduzlu səmanın haqqındadır. Ulduzlu səma musiqi bəstələməyə ruhlandırır, ulduzlu səma altında sevgililər gəzişir və şairlər şeir yazırlar, ulduzlu səma "əbədi" fəlsəfi suallar üzərində düşünməyə dəvət edir. Qədim yunanlar onun haqqında əfsanələr yaratmışlar. Müasir insan da özünün qayğılar və işlər ilə dolu bütün sərsəm həyatı şəraitində onu səmadakı ulduzlarsız, Ay işığı olmadan, digər planetlər haqqında yuxularsız təsəvvür etmir. Əlamətdar haldır ki, istər Günəş tutulması və ya kometaların təzahür etməsi olsun, hər hansı böyük astronomik hadisə təkcə mütəxəssislərin və ya astronomiya həvəskarlarının deyil, ümumiyyətlə, hamının, hətta astronomiyanı yalnız çoxlu elmdən sadəcə biri hesab edənlərin diqqətini cəlb edir. Belə bir fakt da təəccüblüdür ki, hər hansı başqa elmdə olduğu kimi deyil, məhz astronomiyada elmə sadiq, vurğun adamların sayı heç də az deyildir, yəqin ki, peşəkar alimlərin sayından hətta xeyli artıqdır. Astronomiyanın bütün tarixi ərzində bir çox elə hallar olmuşdur ki, məhz həvəskarlar kainatın dərk olunmasında kəşflər etmiş və yeni addım atmışlar ki, bunlar da elmin inkişafının yeni sıçrayışına gətirib çıxarmışdır.

Böyük fransız riyaziyyatçısı Anri Puankare XIX əsrin sonunda yazırdı: "Astronomiya ona görə faydalıdır ki, o bizi öz üzərimizdə yüksəldir". İnsan və Kainat bəşər idrakının başlıca məsələləridir. Hər şey bu iki sözdən irəli gəlir və elmin tədqiq etdiyi hər şey məhz onlara qayıdır. Bizim daxilimizdə və xaricimizdə olan əbədi qarşıqoymadır və əbədi cazibədir. Buna görə səma fiziki də, liriki də, xəyalpərvəri də, praqmatiki də cəlb edir. Beynəlxalq Astronomiya İttifaqı 2009-cu ili Astronomiya ili, bu heyrətamiz, sehrli, gözəl və romantik elm ili elan etmişdir. Kainat hələ nə qədər sirr və müəmma hifz edir... Ruhlanın, tədqiq edin, sevin, kəşflər edin!

GİRİŞ MƏQALƏSİ

Bu kitab qədim və çox gözəl elmə – astronomiyaya həsr olunmuşdur. Astronomiya səmada müşahidə olunan obyektləri və hadisələri öyrənir, səma isə qədim zamanlardan adamların diqqətini cəlb etmişdir. Təsadüfi deyildir ki, sivilizasiyamızın əcdadı, istər idrak məsələlərindən, istərsə də gözəllik məsələlərindən incədən-incəyə baş çıxaran qədim yunanlar doqquz ilham mənbəyi arasında astronomiyanın himayədarı Uraniyaya da hörmət bəsləyirdilər.

Yer üzünün bütün insanları eyni səma altında yaşayırlar. Onun gözəlliyi bizdə yüksək və işıqlı hisslər doğurur, yaradıcılıq ilhamı, sevinci bəxş edir. Onun sirləri insan zəkasını düşünməyə, fiziki dünyanı tədqiq etməyə səsləyir. Bu ucsuz-bucaqsız və daim dəyişən, müasir müşahidələr üçün əlyetər olan nəhəng bir sahəni özündə ehtiva edən dünyanı biz Kainat adlandırırıq. Biz burada planetləri ilə birlikdə Günəşi də, ulduzları da, qalaktikaları da, onların əmələ gətirdiyi saysız-hesabsız sistemləri və onların hamısının daxil olduğu seyrək mühiti də görürük. Bizim doğma planetimiz Yer bu dünyada kiçik bir zərrəcik timsalındadır...

* * *

Kainatda müşahidə olunan cisimlərin və hadisələrin təbiətini başa düşməyə, onların xassələrini izah etməyə, onların necə əmələ gəldiyini və inkişaf etdiyini dərk etməyə insanlar həmişə can atmışlar. Onlar dünyanın mənzərəsini malik olduqları məlumatlara müvafiq surətdə qurmuşlar.

Zaman keçdikcə dünyanın mənzərəsi dəyişirdi, çünki müşahidə olunan hadisələrin mahiyyəti haqqında yeni faktlar və yeni fikirlər meydana gəlirdi, başlıcası isə astronomiya ilə əlaqədar elmlərin və ən əvvəl, fizikanın nailiyyətlərindən istifadə etməklə müşahidələr və ölçmələr vasitəsi ilə bu və ya digər ideyaların düzgünlüyünü yoxlamaq imkanı yaranırdı. Dünyaya baxışların dəyişilməsi heç də həmişə adi dəqiqləşdirmə xarakteri daşımırdı – bəzən bu, köhnə təsəvvürlərin inqilabi surətdə, sözün əsl mənasında, kökündən dəyişdirilməsi, məsələn, Kopernikin heliosentrik sisteminin və ya Eynşteynin nisbilik nəzəriyyəsinin təsdiq edilməsi idi. Lakin belə dönüş məqamlarında da astronomlar öz sələflərinin əməyinə dərin hörmətlə yanaşaraq, onları həqiqətə doğru ümumi hərəkətdə ciddi və vacib bir mərhələ kimi qiymətləndirirdilər.

Öz kökləri ilə çox qədim zamanlarla bağlı olan astronomiyanın tarixi, hər biri öz zəmanəsini təmsil edən adamlar kimi, bu elmin yaradıcılarını gözlərimiz qarşısında canlandırır. Onlara adi bəşəri emosiyalar və zəifliklər xas idi, onların mühakimələrində həm dahiyanə fikirlər, həm də xoşagəlməz səhvlər var idi, lakin bu adamların hamısı Kainatın əzəmətindən heyrətə gəlmişdi və öz qüvvələrini onun haqqında həqiqətin dərk edilməsinə yönəltmişdi.

Peşəkar astronomlar o qədər də çox deyildir – bütün Yer kürəsində 10 min nəfərə qədər astronom vardır, lakin sivilizasiyanın elmi-texniki potensialının getdikcə artması sayəsində bu qədər astronomun olması astronomik tədqiqatların sürətlə irəliləməsi üçün kifayətdir.

Lakin bütün zəmanələrdə çoxlu həvəskar olmuşdur ki, astronomiya onlar üçün maraq mənbəyi idi, bəzən bu, o dərəcədə güclü həvəsə çevrilmişdi ki, sonralar həmin həvəskarlar peşəkar astronomlara çevrilmişdilər. Bəzi hallarda astronomiyanın tərəqqisi bir çox cəhətdən həvəskar müşahidəçilərin müvəffəqiyyətlərindən asılı olmuşdur. Məsələn, Günəş fəallığının tsikllərini həvəskar astronom kəşf etmiş, dəyişən ulduzun ilk tutulmasını kəşf edən də həvəskar astronom olmuşdur. Hətta radioastronomiya da bir elm kimi radiohəvəskarın işi ilə başlanmışdır. Hazırda astronomlar öz müşahidələri üçün elə nadir və bahalı aparatlardan istifadə edirlər ki, bir qayda olaraq, həvəskar astronomların onlarla rəqabət aparması mümkün deyildir. Müasir səviyyədə astronomiya ilə məşğul olmaq üçün təkcə həvəs kifayət deyildir, dərin peşəkar bilikləri gərəkdir. Bununla belə, müşahidələrin elə növləri vardır ki, həmin müşahidələrdə həvəskarlar indiyədək mütəxəssislərə əsaslı yardım göstərirlər. Məsələn, yeni kometaların kəşfi, dəyişən ulduzlar, meteorlar, gümüşü buludlar üzərində müşahidələr ənənəvidir və indiyədək həvəskar astronomların səylərinin tətbiq edilməsinin qüvvədə olan sahələridir.

Lakin həvəskar müşahidələri heç də təkcə elmi kəşflər xatirinə aparılmır. Axı insan özü üçün də kəşflər edə bilər. Səma obyektlərinin müstəqil müşahidələri çoxlu sevindirici dəqiqə bəxş edə bilər. Onlar adi göz üçün əlyetər olmayan obyektləri görməyə, uzaq səma cisimlərində proseslərin gedişini təsəvvür etməyə imkan verir. O müşahidələrin aparılması üçün, əlbəttə, lazımi alət əldə etmək, müşahidələrin qaydaları ilə tanış olmaq, astronomiyada istifadə olunan terminlər və anlayışlar dilini mənimsəmək lazımdır. Astronomiya elementləri ilə, səma ilə, səmada baş verən dəyişikliklərlə tanış olmaq lazımdır. Bu məlumatlar ümumi astronomiyanın mövzusunu təşkil edir, onun başlanğıcı "Səma və onun müşahidələri" bölməsində şərh olunmuşdur.

Hazırda astronomiya nə deməkdir? Ən əvvəl, o, müşahidələrə əsaslanmaqda davam edir. Lakin həvəskar astronomlardan fərqli olaraq, peşəkar müşahidəçilər, demək olar, öz teleskoplarına adi gözlə baxmırlar – onlar başqa, daha həssas şüalanma qəbuledicilərindən istifadə edirlər. Bu qəbuledicilər zəif işıq sellərinin təsirini toplamağa və ən incə ölçmələr aparılmasını təmin etməyə qadirdir. Bu, paradoksal səslənir, lakin astronomlar tərəfindən öyrənilən zəif obyektlərin çox hissəsini, ümumiyyətlə, onların müşahidə edildiyi teleskoplardan adi gözlə görmək olmaz. Müasir şüalanma qəbulediciləri informasiyanı birbaşa kompüterlərə verir. Sürətlə kompüter təhlili müşahidələrin səmərəliliyini xeyli yüksəltmişdir. Tədqiq olunan obyektin təsvirinin minlərlə müxtəlif sahəsində eyni vaxtda ölçmələr aparmaq mümkün olmuşdur.

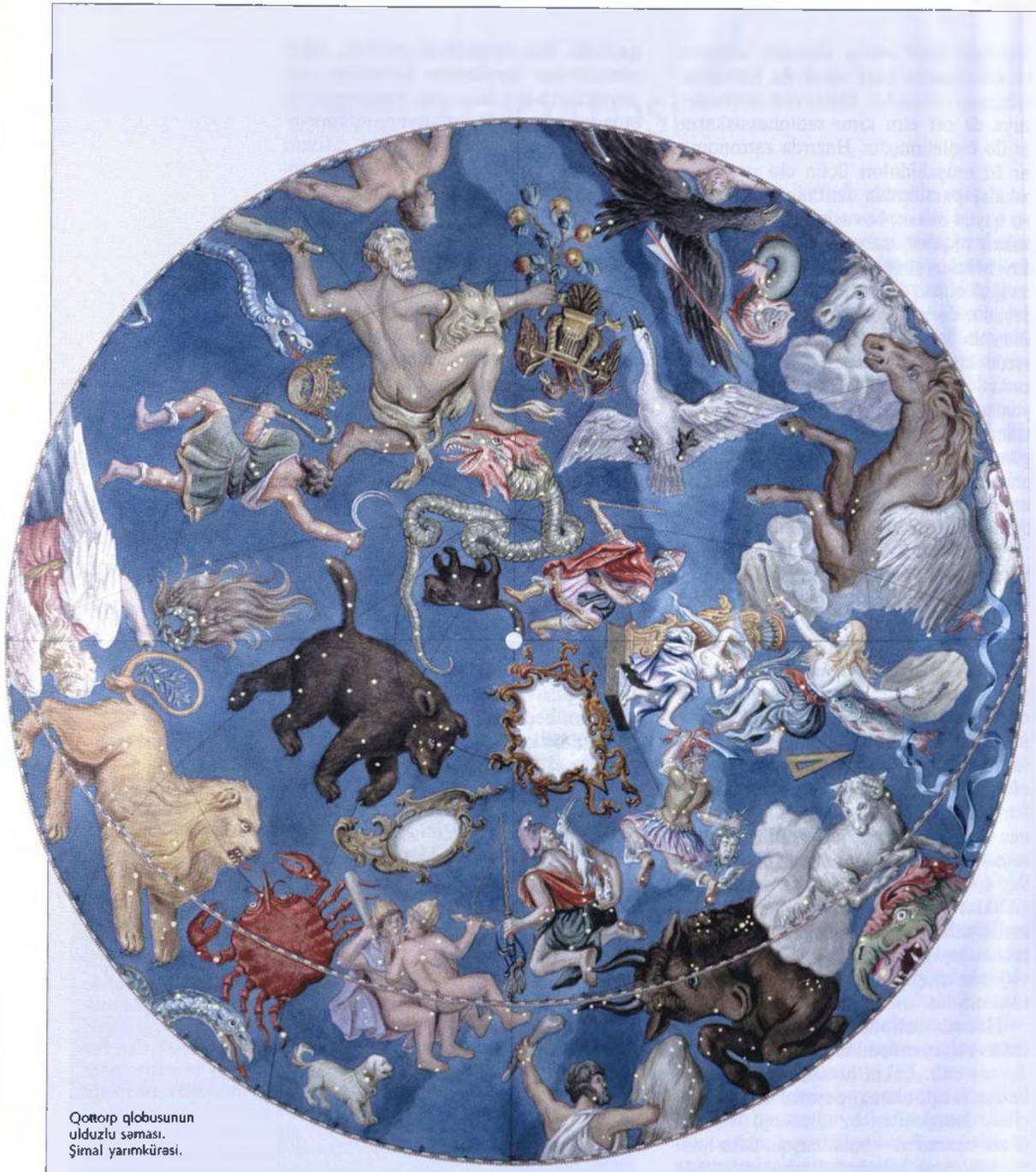
İyirminci əsr astronomiyanı heç də təkcə işıq kvantlarını "ədədi" qeydə alabilən mükəmməl texnika ilə təchiz etməmişdir. Kosmosdan gələn gözəgörünməz şüalanma sahəsinə nüfuz edilmişdir. Əvvəlcə kosmik radioşüalanma aşkar edilmişdir. Radioşüalanma üçün Yer atmosferi şəffafdır. Sonralar isə hündürlüklərə buraxılan raketlərin və kosmik tədqiqat vasitələrinin meydana gəlməsi ilə əlaqədar olaraq astronomlar uzaq infraqırmızı və ultrabənövşəyi diapazonda, rentgen və qamma-şüalarda səmanın necə göründüyünü öyrənmişlər. Başqa sözlə desək, astronomiya çoxdalğalı elmə çevrilmişdir. Əvvəllər varlığını heç kimin güman etmədiyi yeni obyektlər kəşf olunmuş, artıq məlum

Təbiətən bütün insanlar biliyə can atırlar...

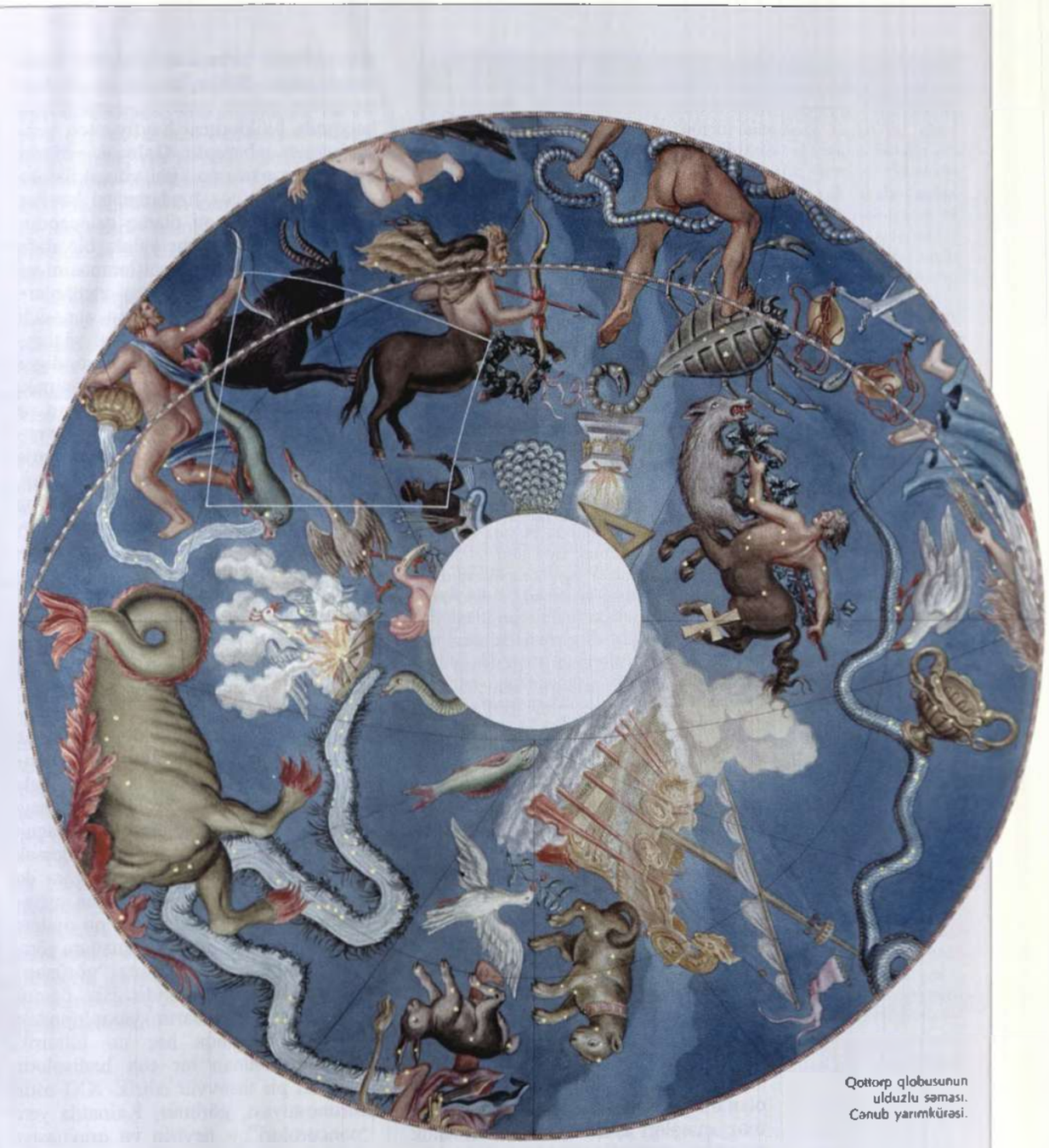
İndi də, keçmişdə də məhz heyrətlənmək insanları filosofluq etməyə sövq etmişdir. Həm də onlar əvvəlcə özlərində bilavasitə anlaşılmazlıq doğuran şeylərə təəccüblənirdilər, sonra isə tədricən irəliləyərək, daha əhəmiyyətli sualları, məsələn, Ayın, Günəşin, ulduzların hərəkəti və hətta Kainatın mənşəyi haqqında sualları qarşılarına qoyurdular. Lakin heyrətlənən və təəccüblənən insan axı hər hansı məsələni bilməyən subyekt olduğunu etiraf edir! Əgər insanlar bu minvalla biliksizlikdən yaxa qurtarmaq üçün filosofluq etməyə başlamışlarsa, onda, yəqin ki, hər hansı fayda götürmək naminə deyil, anlamaq naminə biliyə can atmağa başlamışlar. Şeylərin öz gedişi bunu təsdiq edir, yəni: insanlar, demək olar, hər şeyə malik olduqda, eləcə də həyatı yüngülləşdirən və adama həzz verən şeylərə yiyələndikdə, məhz o vaxt bu növ idrakı axtarmağa başladılar. Buna görə də aydındır ki, biz bilikləri hər hansı başqa ehtiyac üçün deyil, yalnız biliksizlikdən xilas olmaq üçün axtarırıq...

Başqasının xatirinə deyil, öz xatirinə yaşayan insanı biz azad insan adlandırırıq, eləcə də bizim elmimiz azaddır, çünki öz xatirinə mövcuddur.

(Aristotel)



Qottorp qlobusunun
ulduzlu səması.
Şimal yarımkürəsi.



Qottorp qlobusunun
ulduzlu səması.
Cənub yarımkürəsi.

Giriş məqaləsi

Astronomiya ona görə faydalıdır ki, bizi öz üzərimizdə ucaldır; astronomiya ona görə faydalıdır ki, o əzəmətlidir; ona görə faydalıdır ki, o gözəldir. Məhz o bizə göstərir ki, insan cismən heç nədir və ruhən əzəmətlidir, çünki onun ağlı parıldayan sonsuz dərinlikləri qucmağa qadirdir, elə dərinliklər ki, yalnız tutqun nöqtədir, onların sükuta dalmış harmoniyasından həzz almaq iqtidarındadır. Biz beləcə öz qüdrətimizi dərk etməyə yaxınlaşırıq və bu idrakın dəyəri böyükdür, çünki o bizi daha güclü edir.

Hər şeydən əvvəl, astronomiya bilavasitə daha çox fayda gətirən digər elmlərin işini asanlaşdırmışdır, onunla asanlaşdırmışdır ki, təbiəti başa düşmək qabiliyyətini ruhumuza aşılamışdır.

Məhz astronomiya qanunların mövcudluğunu bizə açmışdır. Digər xalqlardan əvvəl səmaya diqqətlə baxmağa başlamış xaldeylər aydın görmüşlər ki, bu çoxlu işıqsaçan nöqtə yığını, sadəcə, təsadüfün hökmü ilə hər kəsin dolaşdığı adi şeytanbazar deyil, intizamlı ordudur. Əlbəttə, bu intizamın qanunları onlara aydın deyildi, lakin ulduzlu gecənin harmonik tamaşası kifayət idi ki, onlarda nizam təəssüratı oyatsın, bu isə artıq çox şey demək idi. Hipparx, Ptolemey, Kopernik, Kepler bu nizamı ayırd etdilər və nəhayət, Nyuton təbiətin bütün qanunlarından ən qocamanını, dəqiqini, ən sadəsini, ən ümumisini aşkar etdi.

Biz bu nümunədən ibrət götürərək, Yerdəki dünyamıza diqqətlə baxmağa başladıq və bu zahiri nizamsızlıq altında burada da elə bir harmoniya tapdıq ki, onu bizə səmanın öyrənilməsi açdı. Burada da eyni nizam, dəyişməz qanunlara eyni tabelik vardır, lakin bu qanunlar daha mürəkkəbdir; bəzi qanunlar, sanki, birbirinə ziddir və adət etməmiş göz burada qarmaqarışıqlıq və özbaşınalıq aləmi görərdi. Burada qabaqcadan görmək daha çətindir. Axı indi də bəzən meteoroloqlar gözlərimiz qarşısında aldanırlar və bəzi adamlar bizə gülürlər. Əgər astronomların müvəffəqiyyətinin parlaq timsalı fiziklərdə inamı dəstəkləməsəydi, onlar çoxlu uğursuzluq nəticəsində ruhdan düşə bilərdilər!

Astronomiya bizi öyrətmişdir ki, təbiətin qanunları sarsılmazdır və deməli, onların əleyhinə çıxmaq qeyri-mümkündür, bu qanunlar heç də yerli əhəmiyyətə malik deyildir və dövlət qanunları kimi, bir ərazidən başqa ərazıyə keçdikdə dəyişmir. Teleskopun əlyetər olduğu hər yerdə Nyutonun qanununa tabelik sahəsi nəhayətsiz dərəcədə uzanıb gedir.

Astronomiya bizə hər şeydən daha möhkəm təlqin etmişdir: "Zahiri görünüşə etibar etmə!" Hərəkətsiz hesab olunanın hərəkətdə olduğunu, hərəkətdə olanın əslində sükunətdə olduğunu Kopernikin göstərdiyi gündən aydın oldu ki, uşaq mühakimələri nə dərəcədə aldadıcı ola bilər. "Biz isə belə görürük!" Kopernikin ideyalarının qalib gəlməsi, əlbəttə, zəhmətsiz olmamışdır. Lakin həmin vaxtdan elmdə kök salmış elə bir mövhumat yoxdur ki, biz ondan xilas olmaq iqtidarında ola bilməyək.

(Anri Puankare)

olan bir çox səma cisimlərinin gözlənilməz xassələri aşkar edilmişdir. Kosmik aparatlar vasitəsilə Günəş sistemi obyektlərinin – Ayın, Günəşin, planetlərin və onların peyklərinin, kometaların, asteroidlərin birbaşa tədqiqlərini buna əlavə edək. Bütün bunlar iri kəşflər toplusuna gətirib çıxarmış, ətraf dünya haqqında biliklərimiz keyfiyyətcə yeni səviyyəyə qalxmışdır. Gələcək əsrlərin elm və texnikası nə kimi yüksəkliklərə qalxsa da, bir çox fundamental kəşflər indiki əsrin xidməti olaraq qalacaqdır. Qalaktikalar dünyasını yalnız bir dəfə kəşf etmək, Kainatın genişlənməsini və relikt şüalanmanın, keçmiş zamanlardan, təbiətdə hələ ulduzların olmadığı bir vaxtdan bizə irs qalmış bu şüalanmanı aşkar etmək, Günəşin və digər ulduzların təxmini yaşını öyrənmək, protoulduzların, cırlaşmış ulduzların və neytron ulduzların, qara çuxurların varlığını yəqin etmək, digər ulduzlarda planetləri aşkara çıxarmaq, pulsarların, qalaktikaların fəal nüvələrinin... qəribə xassələrindən xəbər tutmaq mümkündür. Bütün bunların hamısı son onilliklərdə mümkün olmuşdur.

Hazırda insanların əslində birinci nəsli yaşayır ki, o, müşahidə edilən ən uzaq obyektlərədək məsafənin nə qədər olduğunu, bu obyektlərin necə təkamül etdiyini və yaşının neçə olacağını bilir. Bu o demək deyildir ki, gələcək nəsillərə yalnız təfərrüatı dəqiqləşdirmək qalır. Yox, biz daha çox bildikcə Naməlumla daha tez-tez təmasda oluruq, belə ki, həllini tələb edən problemlərin sayı azalmır. Məsələn, heç bir elektromaqnit dalğaları şüalandırmayan və ya, demək olar, şüalandırmayan və buna görə də müasir cihazlarla qavranılmayan materiya haqqında indiyədək heç nə məlum deyildir, hərçənd bəzi məlumatlara görə, Kainatda bu materiya hətta "görünən" materiyadan çox olmalıdır. Biz, demək olar, başqa ulduzların yaxınlığındakı planetlər haqqında heç nə bilmirik, müşahidə olunan bir çox hadisələrin təbiətini pis təsəvvür edirik. XXI əsrin astronomiyası, görünür, Kainatda yeni "pəncərələri" – neytrin və qravitasiya şüalanmasını öyrənməli olacaqdır. Ola bilsin, hələlik məlum olmayan digər şüalanma növləri də aşkar ediləcəkdir.

* * *

Açıq dənizdə gəminin istiqamətini müəyyənləşdirmək, ilin müddətini, bu və ya digər mövsümün başlanması vaxtını təyin etmək, vaxtın hesablanması sistemini müəyyənləşdirmək üçün astronomik müşahidələrin zəruri olduğu vaxtlar keçmişdə qalmışdır... Hazırda bu problemlər texniki vasitələrlə həll olunur.

Lakin müasir astronomiya heç də həyatdan ayrılmamışdır. Ölçmələrin daha yüksək dəqiqliyini tələb edən məsələlər hazırda da astronomiyanın ən yeni metodlarının tətbiq olunması ilə həll edilir. Məsələn, Yerin qlobal strukturunun dəyişikliklərini, materiklərin və Yer səthinin ayrı-ayrı rayonlarının hərəkətini öyrənməyə radioastronomiya kömək edir. Pulsarlar – neytron ulduzlar ən dəqiq vaxt siqnallarının ötürücüsü olmuşdur. Kosmik aparatların səmtləndirilməsi ulduzlara əsasən həyata keçirilir.

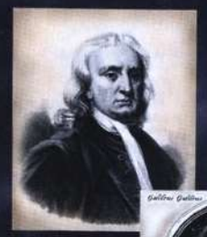
Günəşin və onun fəallığının Yerdə baş verən proseslərə təsirini tədqiq etmək bəşəriyyətin həyatı üçün vacibdir. Bununla da astronomiya məşğul olur. Başqa bir vacib problem asteroid təhlükəsi, Yerin asteroidlərlə və kometalarla toqquşmasının mümkünlüyüdür. XXI əsrdə Günəş sisteminin öyrənilməsində və daha uzaq kosmik səyahətlərdə astronomiya məlumatlarından fəal istifadə ediləcəkdir.

Yəqin, çoxlarını düşündürən daha bir problemi xatırlatmağa dəyər. Hansı şəraitdə planetlərdə həyatın yaranması mümkündür, bu tez-tezmi baş verir və bizi əhatə edən kosmos canlı orqanizmlərin inkişafına necə təsir göstərir? Ola bilsin, artıq XXI əsr bu suallara da cavab verəcəkdir.

Astronomiyanın inkişaf perspektivləri yeni nəhəng rəsədxanaların tikilməsi ilə bağlıdır; bu rəsədxanaların bir hissəsi planetimizdə, digərləri kosmosda yerləşəcəkdir. Çoxdalğalı müşahidələri təmin etmək, yerüstü tədqiqatları məhdudlaşdıran maneələri aradan qaldırmaq, saniyə bucağının milyardda bir hissəsi kəsiyinə malik teleskoplar yaratmaq yalnız kosmosda mümkündür.

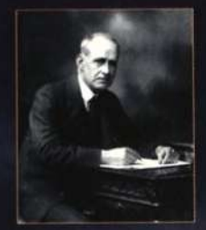
Astronomiya təcrid olunmuş elm deyildir, o digər bilik sahələri ilə, ən əvvəl, fizika ilə sıx bağlıdır, axı fizikanın qanunları təkcə yerdə deyil, həm də onun hüdudlarından kənarda ədalətlidir. Buna görə də kosmik fəzada cərəyan edən hadisələr fizika əsasında işlənilir. Digər tərəfdən, fizikanın özü də astronomiya məlumatlarından istifadə etməklə inkişaf edir. Elə bir fundamental fizika nəzəriyyəsi yoxdur ki, o hazırda astronomik müşahidələrlə yoxlanılmasın. Həqiqətən, astronomlar elə temperaturlarla və təzyiqlərlə, elə güclü sahələrlə əlaqədar işləyirlər ki, onları Yer laboratoriyalarında əldə etmək mümkün deyildir. Müasir fizikanın və digər fundamental elmlərin bir çox nəzəriyyələrini indi yalnız yerdənkənar astronomik obyektlərdə yoxlamaq mümkündür. Klassik mexanikanın və nisbilik nəzəriyyəsinin qanunları, kvant fizikasının əsas müddəaları, atomlar və elementar zərrəciklər fizikası – bütün bunlar astronomik obyektlərə tətbiq oluna bilir və dünyanın müasir mənzərəsi məhz onların əsasında qurulur.

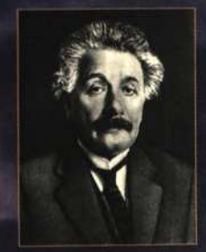
Budur, təsvirəgəlməz gözəlliyə və dərin sirrə malik əbədi ulduzlu səma başınız üzərindədir. O hamıya açıqdır və hamının həyatını işıq və məna ilə rövnəqləndirir.





İNSAN KAİNATI KƏŞF EDİR







UZAQ KEÇMİŞDƏN

ULU ƏCDADLARIMIZIN ASTRONOMİYASI

ZAMAN VƏ MƏKANIN MƏNİMSƏNİLMƏSİ

Heç bir heyvan yuxarı baxmaz... Yalnız bu yöndəmsiz məxluq – insan – göyə göz dikərək, əbəs yerə vaxt itirir.

Herbert Uells
"Bu, Daş dövründə olmuşdur".

Ulduzlu göyün mənzərəsi əzəmətlidir. Minlərlə ulduz sayrışaraq və cürbəcür rənglərə çalaraq, hər şeyi bilmək istəyən alimləri özünə cəlb edirdi. İnsan dərk etməyə cəhd göstərmiş və göstərir ki, Kainatda o hansı yeri tutur, bu dünya nə deməkdir, o necə yaranmışdır, həmişəmi mövcud olmuşdur, yoxsa sonradan yaranmışdır, sonradan yaranmışsa özümü əmələ gəlmiş, yaxud allahlar tərəfindən yaradılmışdır. Ulduzlar aləminin dərk edilməsi sonsuzdur, ancaq göyün dərk olunmasının başlanğıcı asandır, ona görə ki, göy hadisələrinin əksəriyyəti tamamilə eyni cür saysız-hesabsız dəfə təkrar olunur. Günəşin sutkalıq yolu, bürclərin doğma və batma nizamı, Ayın fazaları, ilin fəsilləri ilə əlaqədar göydəki dəyişikliklər eyni cür təkrarlanır. Bu göy hadisələri həyatla o dərəcədə bağlanmışdır ki, bunlardan insanlar, heyvanlar və bitkilər istifadə edirlər. Palıd "bilir" ki, onun tumurcuqları nə vaxt açılmağa başlaya bilər, insan isə saatsız belə dəqiq nəzərdə tutulmuş saat və dəqiqədə oyanmağı bacarır. Quşlar göydə Günəşin günlük hərəkətini nəzərə alaraq, ona görə səmtləşirlər; onların hətta öz "naviqasiya" ulduzları vardır, onlar bu ulduzlara görə Afrikaya və geriyə yol tapırlar. Şimali Amerika monarx kəpənəyi qışlamaq üçün Mərkəzi Amerikaya uçaraq yerini dəyişəndə heç vaxt yolu azmır.

Bütün bunlar təkamül prosesində canlı orqanizmlər tərəfindən şüursuz yaranmış astronomik səmtləşməyə misallardır. Dərrakəli insan peyda olduqda isə, o həm həyat naminə, həm də o zaman, demək olar, bütün vaxtını sərf etdiyi əmək fəaliyyəti naminə zaman və məkan daxilində şüurlu surətdə səmtləşməyə başlamışdır. İbtidai ovçular və balıqçılar heyvanların həyat tsikllərini və köç yollarını bilməli idilər. Heyvandarlara mal-qaranı vaxtında yeni örüşlərə sürmək, yerlərə bir növ bələd olmaq, yağışlı və quraqlıq mövsümlərin vaxtını müəyyənləşdirmək, şimaldakı yerlərdə isə qış və yayın başlanmasını qabaqcadan bilmək lazım idi. Əkinçilər mövsüm dəyişmələrindən daha çox asılı olurdular; onların əməyi – əkin və biçin – təqvimsiz mümkün deyildi.

Məhz praktik tələbatlar – zaman və məkan daxilində səmtləşmə – göy hadisələrinə, Günəşin, Ayın yerdəyişməsinin müşahidələrinə, ulduzların sutkalıq hərəkətinə insanların diqqətini cəlb edirdi.

İnsan min illərlə tonqal başında gecələyərək və göyə nəzər salaraq mənimsəmişdi ki, ulduzlar axşamdan-axşama eyni halda qalır və onların qarşılıqlı vəziyyətləri dəyişmir. O, bir neçə gözəçarpan fiqur – bürc ayırmışdı. 40 min il əvvəl onlar indiki görkəmdə deyildi, Böyük Ayı bürcü Böyük Toxmağa bənzəyirdi, qurşaqlanmış Orionun fiquru da əvvəlki kimi deyildi.

Əvvəlcə insanlar fikirləşirdilər ki, ulduzlar yalnız yastı Yerin üzərində yerləşir. Sonra aşkar olundu ki, sanki, üzərində bürclər çəkilmiş göy sfera kimi bizim ətrafımızda dönür. Bununla belə, ulduzların əksəriyyəti, Günəş və Ay kimi doğur və batır, lakin Günəşin gündüzlər heç vaxt olmadığı şimal tərəfdə ulduzlar var ki, ümumiyyətlə batmır. Onları yalnız uzun qış gecələri zamanı müşahidə etmək lazımdır. Əgər eyni bir yerdə dayansaq və hər hansı parlaq bir ulduzun doğduğunu gecədən-gecəyə izləsək, aydın olar ki, o, həmişə üfüqün eyni yerində doğur. Bunu uzaq bir obyektə – ağac və ya dağa istiqamətlənərək görmək olar. Bu həm də ulduzların batmasına aiddir.

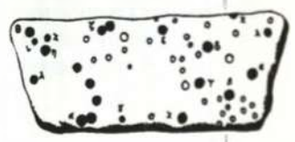
Ay isə öz doğma və batma nöqtələrini dəyişir. O nəinki ulduzlarla birgə soldan sağa hərəkət edir, hələ gecədən-gecəyə onların arasında sağdan sola da öz yerini dəyişir. Əgər görsək ki, hansı gecə isə Ay parlaq bir ulduzla yanaşı olmuşdur, onda o, həmin ulduzun yanına 27,3 sutkadan sonra qayıdacaqdır. Biz indi deyərdik ki, vaxt dövrü – Ay *siderik dövrü* (*lat.* sideris – "ulduz") belə kəşf olunmuşdur. Ay fazalarının dəyişməsi – *sinodik* (*yun.* sinodos – "birləşmə") ay isə 29,5 sutka ərzində tamamlanır. Bu ilk təqvimin – Ay təqviminin əsasını təşkil etmişdir. Onun meydana çıxması e.ə. IX-III minilliklərə aid edilir. Bu dövrdə ilk dövlətlər əmələ gəlir, mifologiya və dil, bütövlükdə təfəkkür formalaşır. Mişneada Bibliya mətnlərinin izahlı məcmuəsində belə deyilir: "Ay günlərin hesablanması üçün yaradılmışdır".

Ayın ulduzlar arasında biraylıq hərəkətini müşahidə edərək, insanlar kəşf etmişlər ki, o, göy sferinin indi zodiak qurşağı adlandırılan nisbətən ensiz zolağında hərəkət edir. Bu zolaq 27, yaxud 28 "ay stansiyasına" bölünmüşdü. Bunlar bir-birindən təqribən 13° aralanmış kiçik ulduz qrupları idi, belə ki, Ay göy qübbəsində hərəkəti zamanı hər gecə növbəti qrupda olurdu. Onların arasında nəzərə çarpan ulduz qrupları:



Qədim Şimal xalqlarının dünya haqqında təsəvvürləri. Şimala istiqamət verən Dünya qütbü onlarda Ölülər Ölkəsi təsəvvürünü yaradırdı.

Böyük Ayı bürcünün amuletdə təsviri.



QƏDİM ASTRONOMİYA

Astronomiya elminin hələ tam inkişaf etmədiyi dövrdə, 14 əsr əvvəl nazil olan Qurani-Kərimdə kainatın genişlənməsindən bəhs edilir: "Biz göyü "böyük bir qüdrətlə" bina etdik və şübhəsiz, biz onu genişlədəcəyik" (Zariyat surəsi, 47). Ayələrdə işlənən "göy" kəlməsi Quranın bir çox yerində fəza və kainat mənasında işlənilmişdir, yəni kainatın genişləndiyi göstərilmişdir. Elmin bu gün gəldiyi nəticə də Quranda bildirilənlərlə eynidir.

XX əsrin əvvəllərinə kimi elm dünyasında hakim olan yeganə görüş, "kainatın dayanan bir quruluşda olduğu və bunun sonsuzdan indiyə kimi gəldiyi" kimi idi. Ancaq dövrümüzün texnologiyası sayəsində reallaşdırılan araşdırma, müşahidə və hesablamalar kainatın bir başlanğıcının olduğunu və davamlı olaraq "genişləndiyini" meydana çıxardı. Rus fiziki Aleksandr Fredman və belçikalı alim Corc Lemaitre, əsrin əvvəllərində kainatın davamlı hərəkətdə olduğunu və genişləndiyini nəzəri olaraq sübut etdilər. 1929-cu ildə amerikalı astronom Edvin Habl ulduzların və qalaktikaların davamlı olaraq bir-birindən uzaqlaşdıqlarını kəşf etdi. Bu da kainatın davamlı olaraq genişlənməsi deməkdir.

GÖY YOLU

Günəş və Ayın yolundan başqa, gecə göyü Ağ Yolun dumanlı zolağı ilə əhatələnmişdir. Hüdudlarında bütün qədim mədəniyyətlərin yerləşdiyi cənub en dairələrinin sakinləri üçün Ağ Yolun ulduzlar topası çox gözəl işıqlı və geniş zolaq kimi görünür.

Göydəki gümüşü zolaq qədim insanlara bir yol kimi görünürdü. Payız gecələrində Ağ Yol gen bir yol kimi şimaldan cənuba doğru uzanır və göylər Leyləyi bu yol ilə cənuba doğru uçaraq köçəri quşlara vaxtı və istiqaməti göstərir. Uqor-finlərə və slavyanlara görə, bu Quş Yolu idi. Moldavanlarda bu, Qul Yolu (Krım xanlığında), ruslarda Mamay Yolu, macarlarda və rumınlarda isə Qaraçı Yolu idi. Ukraynalılar onu Çumak Şlyaxı (çumaklar – duzdaşıyanlar), ərəblər isə Saman Yolu adlandırırdılar.

Bir sıra adlarda Ağ Yol ruhların köçməsi ideyası ilə bağlanır. Qədim Hindistanda onu "Divatmoyya" – Allah Yolu, Assuriyada isə Böyük Uçurum Çayı adlandırırdılar. Normanlar Ağ Yolu Ruhlar Cığırı, yaxud Odin yolu kimi şərh edirdilər. Bəzi qədim yunan miflərində Ağ Yol allahların yolu, yaxud ölülərin ruhlarının keçdiyi yoldur.

Xristianlığın və islamın inkişafı xristianlarda Müqəddəs Moisey, Allah Yolu; İsa, Qüds Yolu; müsəlmanlarda Zəvvarlar yolu (Məkkəyə yol) kimi yeni adlar yaratdı. Ağ Yol adının yaranmasına səbəb olmuş yunan mifi yolla bağlı deyildir. Mifə uyğun olaraq, Zevs və ölümə məhkum olunmuş qadının oğlu Herakl yalnız Zevsin ona nifrət edən arvadı Geranın südünü əmməklə ölməzlik əldə edə bilərdi. O yatarkən hiyləgər Hermes çağa Heraklı gizlicə onun döşləri yanına qoymuşdur. Gera yuxudan oyanarkən çağanı özündən kənara itələmiş, möcüzəli süd onun döşlərindən süzülərək, göy üzünə səpələnmişdir. Beləcə Ağ Yol əmələ gəlmişdir. Ona ad vermiş mif həyat və ölməzlik ideyası ilə bağlıdır və buna görə, ehtimal ki, çox qədimdir.

Qoçun Başı, Ülkər, Aldebaranla (Buğanın Buynuzları) birlikdə Giadalar, Kastor və Polluks əkizləri, Requlla birlikdə Şirin Başı, təsirli Əqrəb, amma boş, ulduzsuz "stansiyalar" da vardı.

"Azan ulduzlar"ın – planetlərin zodiak boyu öz yerlərini dəyişməsinin kəşfi də böyük bir kəşf idi. Artıq çox qədimlərdə onları tanıyırdılar. Birinci olaraq Səhər və Axşam ulduzları kəşf olunmuşdu. Çox-çox əsrlərdən sonra astronomlar başa düşdülər ki, bu bir planetdir (Venera). Ehtimal ki, bunu ilk dəfə e.ə. VI əsrdə Samoslu Pifaqor başa düşmüşdü. Ona qədər bir neçə nəsil, əvvəl Homer bu hər iki "ulduzu" müxtəlif göy cisimləri kimi xatırlamışdır; sonra, ehtimal ki, Yupiter, onun ardınca isə parlaqlıq dərəcəsinə görə Mars kəşf olunmuşdu. Parlaq ulduzlar arasında güclə seçilən Saturn və çətin sezilən Merkuri planetlərini, şübhəsiz ki, göy müşahidələri ilə xüsusi məşğul olmuş insanlar (məsələn, kahinlər) kəşf etmişlər.

Günəşin hərəkətində məsələ daha mürəkkəb idi, axı, gündüz ulduzlar görünmür. Ancaq insanlar başa düşürdülər ki, Günəş də ulduzlara nisbətən yerini dəyişir. Günəşin doğması və batması zamanı insanlar müşahidə apararaq görmüşlər ki, onun üfüq üzərində qalxdığı yer hər gün bir qədər dəyişir. Onlar doğma və batma yerlərini işarə edərək, Günəşin hərəkətində yeni mühüm qanunauyğunluq tapmışlar. Yay gündönümü günlərində bu göy cismi şimal nöqtəsinə tərəf daha yaxında qalxır və enir və ildə bir neçə ən uzun gün batma və doğma yerlərini dəyişmirdi. Sonra doğma və batma nöqtələri yarım il ərzində cənuba ən yaxın yerlərə çatanacan günbəgün şimaldan uzaqlaşırdı ki, bu da qış gündönümünün başlanması deməkdi.

Ay Yolu zodiak bürclərə bölünərkən aydın olmuşdur ki, onlardan hansısa dan yeri ağaranda mütləq Günəşin doğduğu yer üzərində olur, başqası isə axşam onun batdığı yerdə parıldayır. Dan yeri ağararkən Günəşdən qabaqkı bürcü və batan yerdə ondan sonrakı bürcü bilərək, göy cisminin onlar arasındakı hansı bürcdə olmasını müəyyən etmək mümkün idi. Günəşin zodiak boyu illik hərəkəti belə aşkar olunmuşdur. Xüsusən, göy cisminin yolu üstündə o bürclər mühüm sayılmağa başlamışdır ki, orada doğum yerlərinin müşahidələrinə görə öz illik yolunu təqribən bərabər parçalara bölərək, Günəş dörd xüsusi nöqtədən keçirdi.

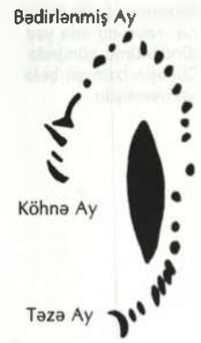
Bu nöqtələri orta iqlim qurşaqlarında həm də fəsillərin növbə ilə əvəzlənməsi kimi qeyd etmişlər. Yazda gecə-gündüzün bərabərliyi təbiətin dirçəlişinin əlaməti idi. Bundan sonra göy cismi ekliptika üzrə bürcdən bürcə hərəkət edərək, ən əzəmətli gündönümünə çatırdı. Sonra o, enməyə başlayır və payız gecə-gündüz bərabərliyi vaxtı Şimal və Cənub yarımkürələrinin sərhədini keçirdi. Günəş təbiətin günbəgün solması ilə birlikdə get-gedə göydə az müddət qalırdı. Nəhayət, qışın ortalarında qış gündönümündən sonra Günəş yorğunluğunu alaraq, yavaş-yavaş "canlılar aləminə" qayıtmağa başlayırdı. Qədim insanlar Günəşə sitayiş edirdilər. Onlar dualar etməklə bu göy cisminə onun ulduz yolunda qarşısına çıxa bilən bütün çətinlikləri müvəffəqiyyətlə dəf etməsi üçün kömək etməyə çalışırdılar.

İbtidai xalqlar gündönümlərinin, yaxud bərabərliklərinin gecə-gündüz nə zaman baş verdiyini bilirdilər, çünki çayların daşması, bu və ya başqa mövsümlərin başlanması bunlarla bağlı idi. Məsələn, maldarların yaz bayramı olurdu. O, yazın başlanması, yəni Günəşin yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsindən keçməsi və Ayın bədirlənməsi ilə müəyyən edilirdi. Bayram təqvimin müxtəlif günlərinə düşürdü. Onu hesablamaq lazım idi.

Beləliklə, zaman və məkan daxilində istiqamətlənmə zərurəti ilə bağlı olan astronomik müşahidələr insan mədəniyyətinin ilk çağlarında meydana gəlmişdir. Artıq o vaxt, yazı və dövlətlərin meydana gəlməsindən xeyli qabaq göy cisimlərinin vəziyyəti və görünən hərəkəti ilə bağlı bir çox mühüm kəşflər edilmişdi. Elmlərdən ən qədimi olan astronomiya belə yaranmışdır.

Daş dövrünün (e.ə. VI-III minilliklər) axırlarında əlverişli iqlim şəraitində Nil, Dəclə və Fərat, Hind, sonra Qanq, Xuanxe, daha sonralar Yantszı kimi böyük çayların yaxınlığında ikinci tayfalar meydana gəlmişdi. Qədim mədəniyyətlər o yerlərdə də yaranmışdır. Burada göyün müşahidəsi kahinlər üçün çox mühüm iş olmuşdur. Minilliklər ərzində astronomik biliklər tədricən toplanırdı. Astronomiyanın inkişaf səviyyəsinə görə qədim mədəniyyətin ümumi səviyyəsi barədə xeyli düzgün fikir söyləmək olar. Lakin maraqlıdır ki, ilk mədəni xalqlar astronomik biliklərini öz mövcudluğundan da qədim dövrə aid edirlər.

Beləliklə, insan Yer üzündə səmtləşməni öyrənəndən və coğrafiyanı yaradandan xeyli qabaq artıq Kainatda səmtləşərək, onun ilk modellərini yaratmışdı. Məkanın dərindən öyrənilməsi kosmosdan başlanmış və yalnız sonradan Yerə şamil edilmişdir.



Ayın fazaları. Mağaranın divarında çəkilmiş şəkil.

DAŞ DÖVRÜNÜN RƏSƏDXANALARI

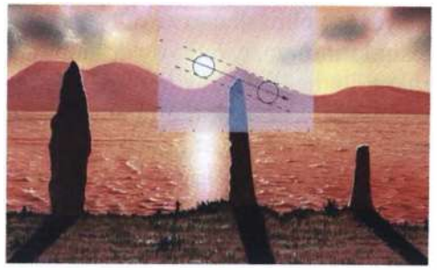
Hamıya məlumdur ki, dünya ölkələrində bir çox qədim qurğular mövcud olmuşdur. Həmin qurğuların təyinatlarından biri səma cisimlərini müşahidə etməkdən ibarət idi. Yalnız nisbətən yaxın zamanlardan alimlər arxeoloji abidələrə diqqət yetirmişlər. Onları astronomiya ilə arxeologiyanın qovşağında yerləşən gənc elmi istiqamət – *arxeoastronomiya* öyrənir. Onun tədqiq etdiyi qurğular bir qayda olaraq ibadətgahlar idi, ancaq bunlardan eyni zamanda, Günəş və Ay üzərində müşahidələr üçün də istifadə olunurdu. Tarixdən əvvəlki rəsədxanalar

İnsan – bu elə bir varlıqdır, onun təcrübəsizliyi bəzən təkcə onun marağı ilə müqayisə ola bilər – o, əkinçiliyin nəzəriyyəsindən, yaxud onun öz bədən quruluşundan əvvəl ulduzların sayı və Kosmosun quruluşu ilə maraqlanmışdır.

(Stanislav Lem)

10930

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin İşlər İdarəsi
PREZİDENT KİTABXANASI



Balloxroyda dik daşlar. E.ə. 1800-cü ildə yay gündönümü günündə Günəşin batması belə baş vermişdir.

cihazlardan, necə deyərlər, "üfüqi astronomiya"nın qurğu-alətlərindən ibarət idi, yəni göy cisimlərinin çıxma və batma yerlərini qeyd edirdi (göy cisminin üfüq üzərində hündürlüyünü hələ o vaxt ölçə bilmirdilər). Belə qurğular hər yerdə – Avropa, Asiya, Amerika və Afrikada tapılmışdır. Onların çoxu olduqca oxşar əlamətlərə malikdir. Bu belə fikirləşməyə əsas verir ki, müxtəlif xalqlarda astronomik təsəvvürlərin inkişafı yaxın yollarla getmişdir. Lakin hansısa ümumi, müstəsna qədim ənənələri də istisna etmək olmaz.

Günəşin pərəstişkarları inanırdılar ki, Günəşə yalvarıb, rəhm diləmək lazımdır ki, Yeri işıqlandırmasını dayandırmasın. İnsanın ulu Allaha müraciət edə biləcəyi yer, yəni məbəd belə yaranmışdır. Təsadüfi deyildir ki, qədim məbədlər, adətən, dairə formasında idi. Lakin Günəş nəinki allah, habelə etibarlı oriyentir idi, buna görə də nəinki daşlar dairəsinin, həm də üfüqün tərəflərinə doğru müəyyən qaydada yerləşən ayrıca şaquli qoyulmuş hündür daşın və ya daşlar qrupunun da ona aidiyyəti ola bilərdi. Belə daşlar eyni zamanda həm ilk saat, həm kompas, həm də təqvim idi.

Arxeoloqlar kifayət qədər çoxlu bu tipli daş qurğu tapmışlar. Onları *meqalitlər* (*yun.* meqas – "böyük", litos – "daş") adlandırırlar. Onlar, arxitekturasından asılı olaraq, mengirlərə, dolmenlərə, kromlexlərə və necə deyərlər, üstüörtülü xiyabanlara bölünür. Mengirlər (*bretonca* "hündür daşlar") 20 m-ə qədər yüksəklikdə tək-tək dayanan qüllə və ya yazılı sütunları xatırladan daşlardır. Dolmen (*bretonca* "daş masa") nəhəng daş pliətələrdən yığılmış darvazaya oxşayır. Kromlex (*bretonca* "qaya parçalarından dairə") şaquli qoyulmuş ayrıca daşlardan ibarət dairədir. Bəzən kromlexlər bunlardan cüt-cüt, yaxud üçqat, üstü dam kimi yuxarıdan üfüqi plitələrlə örtülmüş daşlardan ibarət daha mürəkkəb quruluşa malik olur. Dairənin ortasında dolmen və ya mengir qoyula bilər.

Belə tikililərə Avropa ərazisində kifayət qədər tez-tez təsadüf edilir. Onlar, xüsusən, Qafqazda, Britaniya adalarında, Fransada, Bretan yarımadasında daha çoxdur. Beləliklə, hələ Daş əsrində bütün Avropa ərazisində bir-birinə kifayət qədər qohum olan, kifayət qədər inkişaf etmiş mədəniyyətə, oxşar dini təsəvvürlərə malik tayfalar yaşamışdır. Bu tayfaları bəzən meqalitlərin inşaatçıları da adlandırırlar.

Alimlər uzun müddət romalı müəlliflərə istinadla düşünürdülər ki, Qərbi Avropada meqalitlərin inşaatçıları Hind-Avropa tayfalarından biri, müasir irlandların, şotlandların və bretonların əcdadı qədim keltlər olmuşlar. Meqalitlər isə kelt kahin druidlərinin məbədləri hesab olunurdu. İndi sübut olunmuşdur ki, bu tikililər Avropada hind-avropalılar peyda olduqdan çox-çox əvvəl qurulmuşdur və keltlər haqqında onların yaradıcıları kimi danışmaq lazım gəlir. Görünür, onlar bu daş rəsədxanalara rəğbət bəsləyirdilər, lakin Nyu-Qreyncdə olduğu kimi, onlardan istifadə etməyi bacarmırdılar.

ALTI "SEHRLİ TƏPƏDƏN" BİRİ AVROPANIN ƏN QƏDİM RƏSƏDXANASIDIR

Avropada astronomiya ilə bağlı olan ən qədim meqalitik abidə Nyu-Qreync hesab olunur. O, İrlandiyada, Dublin yaxınlığında tapılmışdır. Orada yerli əhali tərəfindən sehrli xassələrə malik olduğu hesab edilən təpə yerləşirdi. Deyilənlərə görə, onun daxilində pərilər yaşayır və hər il keltlərin "vaxtsız" hesab etdikləri noyabrın 1-nə keçən gecə, bir ilin qurtarıb öz yerini digərinə təhvil verdiyi zaman, onlar üzə çıxırlar. Qədim zamanlarda irlandlar bu təpənin yanında öz krallarını dəfn edirmişlər.



1963-cü ildə qazıntılar başlandı. Təpə açıldı və nəticələr gözlənildiyindən uğurlu oldu. Yer layı altında təqribən 1,8 m-dən 2,5 m-ə qədər ölçüdə böyük olmayan kobud mengir daş sütunlardan ibarət xarici halqa ilə əhatələnmiş, diametri 85 m-ə çatan və yerə düzülmüş düzgün formalı daş yarımsferaya bənzər boz və ağ daşlardan ibarət qəribə qurğu tapılmışdır. "Qübbə"nin içərisi qaya parçaları ilə dolu idi. Nyu-Qreyncin divarları dairə və spirallardan, çox ehtimal ki, vaxt rəmzi olan qəribə naxışlarla bəzədilmişdi.

Tunel cənub-şərqə, qış gündönümü günü düz Günəşin doğduğu yerə istiqamətləndirilmişdir. Dekabrın 21-nə yaxın bir neçə gün müddətində doğan Günəşin şüaları bu yolla daxili otağa yayılır və onu parlaq işıqlandırır. Bu effektli mənzərə hazırda ildə yalnız 14 dəqiqə davam edir.

Nyu-Qreync Günəş və zamanın məbədi idi. Xeyli sonra qurulmuş Stounhencdən fərqli olaraq funksiyasına yalnız bir astronomik əməliyyat – ilin başlanğıcını təyin etmək daxil idi ki, bunu da məbədin inşaatçıları 21 dekabrla əlaqələndirirdilər. Görünür, Günəş öz yolunun ən aşağı nöqtəsinə çatarkən, qışdan yaza və yaya doğru yüksəlməyə başlamalı olduğu Nyu-Qreync kahinləri yolun ən "çətin" yerində ona "kömək" etməyə çalışırdılar. Nyu-Qreyncin tarixinin təxminən e.ə. 3000-ci ildən başlandığı müəyyən edilmişdir. Bu, İrlandiyanın altı məşhur "sehrli" təpəsindən yalnız biridir! Başqaları hələ qazılmamışdır, onda hansı sürprizlərin gizləndiyini ancaq güman etmək olar.

◂ Nyu-Qreync. Qış gündönümü günü doğan Günəşin şüaları tuneldən daxili otağa keçir.

ULU STOUNHENC

Qədim zamanların nəhəng qurğularından heç birinə məşhur və sehrli Stounhencə olan qədər diqqət yetirilməmişdir. O, ədalət naminə insan təfəkküründün ilk abidələrindən biri adlandırıla bilər.

Cənubi İngiltərənin Solsberi düzənliyində ucaldılmış bu tikili nədən ibarət idi? Yerə şaquli basdırılmış, hündürlüyü 5,5 m-ə yaxın 30 yonma daş üstündən qoyulmuş pilətələr diametri 29,5 m olan halqavari "sütunlar sırası" təşkil edirdi. Onun içərisində mərkəzi daşın ətrafında

Stounhenc meqalitləri.



nalla ensiz "üçdaşlı darvaza" formasında beş trilit yerləşdirilmişdi. Abidə tabaşirlə doldurulmuş üç konsentrik oyuq halqa ilə əhatələnirdi, ondan şimal-şərq tərəfdə isə bəndlərlə əhatələnmiş "xiyaban" keçirdi, bunun axırında kütləsi 35 ton olan altımetrlik daş sütun – "Dabandaşı" yüksəlirdi.

Orta əsrlərdə hesab edilirdi ki, Stounhenc (*qədim ing.* Stan Hengues – "Asma Daşlar") brittlərin kelt tayfasının kralı sakslarla vuruşmasından xatirə olaraq tikdirmişdi. Rəvayətə görə, onu bir gecə ərzində brittlərin baş cadugəri Merlin tikmişdi. Stounhencin kelt mənşəli olması haqqında əfsanə heyrət ediləcək dərəcədə çox uzunömürlü olmuşdur.

Kral I Yakov (1566-1625) Stounhencə baş çəkərkən xarabalığın böyüklüyünə heyran qalmış və memar İniqo Consa əmr etmişdi ki, abidənin planını çəksin və onun məhz necə və kim tərəfindən yaradıldığını aydınlaşdırsın. Cons, Stounhenci diqqətlə tədqiq etmiş və bu nəticəyə gəlmişdi ki, druidlər belə abidəni tikmək iqtidarında olmamışlar.

XVII əsrin ikinci yarısında Stounhencin ilk elmi tədqiqatı aparılmışdır. Onu tarixçi və arxeoloq Con Obri yerinə yetirmişdir. O başa düşmüşdür ki, vaxtilə Stounhenc daha əzəmətli abidə olmuşdur. O, daş halqanın ətrafında yerin qazıntısına başlamış və aşkar etmişdir ki, yerin altında doğranmış tabaşirlə dolu qəribə quyular olmuşdur. Onların sayı 56 olub, bir-birindən bərabər məsafədə yerləşdirilmişdir. Sonralar "Obri oyuqları" adını almış bu oyuqlar bütövlükdə abidənin funksiyalarının müəyyən olunmasında böyük rol oynamışdır.

XVIII əsr tarixçisi Uilyam Styukli belə fərziyyə irəli sürmüşdür ki, Stounhenc bir növ Günəşlə bağlıdır. O, diqqət yetirmişdir ki, bütün abidənin baş xətti şimal-şərqi göstərir, o yeri ki, orada ilin ən uzun günlərində – yay gündönümü zamanı Günəş doğur. 30 il sonra, 1771-ci ildə Styukli fərziyyəsi doktor Con Smit tərəfindən inkişaf etdirildi. O, bütün daşları diqqətlə ölçərək bu nəticəyə gəldi ki, Stounhenc nəinki Günəş məbədidir, həm də təqvimdir. O qeyd etdi ki, məsələn, dairələrin hər birində daşların sayı 30-dur, yəni qəməri aydakı günlərin sayına bərabərdir, əgər onu 12-yə, yəni ayların sayına vursaq, onda qədim Günəş ilində günlərin sayına uyğun olan 360 alınar.

Müasir alimlər yekdil fikrə gəlmişlər ki, Stounhenc eradan əvvəl 1900 və 1600-cü illər arasında Misir ehramlarından təqribən min il sonra tikilmişdir, həm də o, üç mərhələdə inşa edilmişdir. Onun bünövrəsini Daş dövrünün axırında qoymuşlar. O vaxt ikiböndli halqavari xəndək qazılmış və bizim zəmanəmizə qədər qalmamış "nişangah" ağac direklər və şaquli daşlar qurulmuş, eləcə də "Obri oyuqları" düzəldilmişdi. 56 oyuğun hamısı daxili bənd boyunca dairə üzrə yerləşmişdi. "Xiyaban"ın qurtaracağında halqaya girişin 30 m-də nəhəng Dabandaşı qoyulmuşdu. Müşahidələrin göstərdiyi kimi, yay gündönümü günündə Günəş düz onun üzərində doğur. Zəmanəmizə qədər I Stounhencdən, Dabandaşı, oyuq və xəndək izlərindən başqa heç nə qalmamışdır.

Stounhenc. Quş uçuşu hündürlüyündən görünüşü.



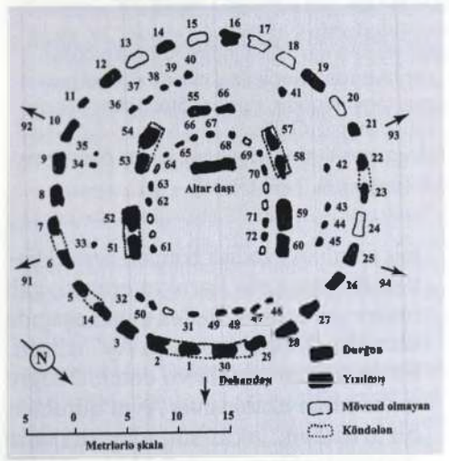
II Stounhencin tikintisi təxminən e.ə. 1750-ci ilə aid edilir. O zaman ilk meqalitlər qurulmuşdu. Daha 100 ildən sonra III Stounhencin tikintisi başlanmışdı. Mərkəzin ətrafında iki şaquli və onların üstündə üfüqi qoyulmuş üçüncü daşdan ibarət beş ədəd hündürlüyü 6 m-dən 7 m-ə qədər olan "darvaza" – trilitdən nal qurulmuşdu. Onlar üfüqi plitələrlə örtülmüş 30 şaquli daşdan ibarət halqavari tağ altında sütunlar sırası ilə əhatələnmişdi. III Stounhenc, həmişəki kimi, şimal-şərqə, Dabandaşına doğru istiqamətləndirilmişdi. Həmin istiqamət, keçmişdəki kimi görünür, bu nəhəng tikilidə ən mühüm sayılırdı. Tikinti təxminən e.ə. 1600-cü ildə başa çatdırılmışdı.

Stounhencin təyinatı və "quruluşu" orada aparılmış astronomik müşahidələr və daş "vizirlərin" tuşlandığı istiqamətlərin təhlili sayəsində aydın olmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, Stounhenc Günəş və Ayın hərəkətini izləmək məqsədilə tikilmiş nəhəng rəsədxana imiş. Onun köməyi ilə çox mühüm bir məsələ – Günəş şimal-şərqdə şimal nöqtəsinin maksimum yaxınlığında doğarkən yay gündönümü gününün təyin olunması məsələsi həll edilirdi. Həmin gündən bütün il üçün qabaqcadan zaman hesabını o vaxtadək aparmağa başlamaq olardı ki, Günəş yenidən düz Dabandaşı üzərində ucalaraq, illik tsiklin qurtardığını göstərmiş olsun. Yəqin ki, bu məqam hansısa təntənəli mərasim kimi qeyd olunurdu.

Qədim insanların bu nəhəng tikilini qurmasından yeganə məqsəd, yəqin ki, yalnız Günəşin hərəkətini müşahidə etmək olmamışdır. Axı, yay gündönümü günü Dabandaşı üzərində Günəşin doğmasını görmək üçün o daşın özünü qoymaq və müşahidələrin aparılacağı sahədə müəyyən nöqtəni qeyd etmək kifayət idi. Başqa daşlar nə üçün lazım idi?

"ASMA AĞACLAR" RƏSƏDXANASI

Stounhenc bu tipli yeganə rəsədxana olmamışdır. Məsələn, onun 3 km-də öz planlaşdırılmasına görə Stounhenci xatırladan qədim tikilinin qalıqları tapılmışdır. Ağacdan düzəldilmiş və Vudhenc (*ing.* wood – "ağac") adını almış bu tikili, əslində salamat qalmamışdır. Arxeoloqlar onun yerində vaxtilə yalnız xəndək və ağac direklər basdırılmış çoxlu çala aşkar etmişlər. Ehtimal ki, Vudhenc eyni astronomik funksiyaları yerinə yetirirmiş. Məhz bu "natura modelinə" əsaslanaraq, inşaatçılar ciddi səhvlərdən çəkinmədən nəhəng astronomiya məbədi olmuş təmtəraqlı Stounhenci qura bilmişlər.



Stounhencin planı.

Alimlər trilitlərin quruluşuna diqqət yetirmişlər. Onların içərisində şaquli daşlar bir-birinə çox yaxın, ancaq 30 sm məsafədə qoyulmuşdur. Beləliklə, qala bacasının içindən baxaraq insan istər-istəməz özünün görmə sahəsini olduqca çox məhdudlaşdırmışdı, belə ki, hər dəfə baxış "şüası" trilitin içərisindən keçərək, xarici sütunlar sırasının hər hansı oyuğuna düşürdü. Eləcə də, başqa mühüm istiqamətlər qeyd olunmuşdur. Tədqiqatların göstərdiyi kimi, trilitlərdən birinin içərisindən qış gündönümü günündə doğan Günəşə mənzərə açılır. Başqa iki trilit yay və qış gündönümü günlərində Günəşin batmalarının müşahidəsi üçün ayrılmışdı.

Ay üzərində müşahidələr üçün iki trilit işlədilirdi. Xarici sütunlar sırasının oyuqları onları daha dəqiq və təkmilləş-

GÖZƏL MEÇADA DAŞ AT

Bu daş Tula torpağından axıb Don çayına tökülən Gözəl Meça çayının sahilində Qırmızı təpənin zirvəsindədir. Onun barəsində pis şayiələr gəzirdi ki, guya ondan quraqlıq, məhsul qıtlığı və mal-qaranın qırılması baş verir. Onu xışla və traktorla şumlayar, keşişi də çağırardılar, guya çayda ocaq qalayardılar, ancaq o yenidən buradadır!

Bu qumdaşı qayasının uzunluğu 3 m-dən artıq və çəkisi 30-35 t-dur. Mənşəcə o, buradan 2-3 kilometrlikdəki daş karxanasındadır. Daş atı buraya kimin və nə vaxt sürütləyib gətirdiyi, üç dayaq üstünə qoyduğu və içərisində səliqə ilə düz nov yardığı məlum deyildir. Bu "nişangaha" bir ucdan baxırsan, ən qısa gündə Günəşin üfüqdən doğduğu yeri görürsən; digərindən baxırsan, yay gündönümü günündə onun batdığı yeri görürsən.

Rusiya torpaqlarında belə daşlar yeganə deyildir. Qədim Kulikovo çölünün də öz "Daş atı" vardır, bir çox Yarilin təpələrində Daş dövrünün bu passaj alətləri hələ də durur, bunlar Günəş təqvimləridir, Rusiya "Stounhenc"ləridir.

Elə hey saqqallı mütəfəkkir, xəbər-ətərsiz Qaliley vəhşi heyvan dərisində görünür. O, artıq bizə – onun uzaq nəsillərinə əlyetməz olan, özününsə inandığı nəyisə daşyonan alətlə təzə qayada nişanə qoyur.



miş edirdi. Ay zodiak bürcləri üzrə ekliptika boyunca elə hərəkət edir ki, gah ondan yuxarıda (5°-dək), gah aşağıda olur. Bu, "yüksək və aşağı Ay" adlanır. Ekliptikadan şimala və cənuba doğru maksimum uzaqlaşmış Ayın qürubları bir trilitdən, lakin sütunlar sırasının müxtəlif tağlarından müşahidə edilirdi.

Ayın ekliptikanı kəsib keçdiyi günlərdə Ay və ya Günəş tutulması imkanı yaranır. Bu "təhlükə" haqqında əvvəlcədən xəbərdarlıq etmək üçün təkcə heç də rəsədxana-təqvimdən ibarət olmayan Stounhenc tikilmişdir. Cerald Hokinsin fərziyyəsinə görə ondan həm də Ayın ekliptikaya yaxınlaşmasını izləmək, Günəş və Ay tutulmalarını qabaqcadan demək imkanı verən nə isə "hesablayıcı maşın" kimi istifadə olunmuşdur.

Hokins göstərmişdir ki, e.ə. II minillikdə Ay və Günəş tutulmaları qış zamanı Ay Dabandaşının üzərində doğanda baş verirdi. Bundan başqa, Ay tutulmaları payızda da baş verə bilirdi. Hər dəfə bundan əvvəl Ayın çıxması nöqtəsi xarici dairənin müəyyən daşına uyğun gəlirdi. Onun bu nöqtədə yenidən görünməli olduğu müddətdən ibarət interval 18 il təşkil edir. Üç tsikldən sonra bu təqribən 56 il edir. Axı, 56 elə "Obri oyuqları"nın sayıdır! Ehtimal ki, onlar məhz buna xidmət edirmiş: oyuqlardan istifadə edərək, Günəş və Ay yaxınlaşarkən ən "təhlükəli" anları qabaqcadan demək mümkün olurdu. Müəyyən sayda günlərdən sonra daşı bir oyuqdan qonşu oyuğa qoymaq kifayət idi. Hokinsin mülahizəsinə görə, Stounhencin yaradıcıları yeri dəyişdirilən altı daşdan istifadə etməklə nəinki tutulmanın baş verəcəyi ili, hətta mövsümü də qabaqcadan görə bilirdilər.

Stounhencin əsas daşının adı maraqlıdır: Obri onun adını, hesab edildiyi kimi, "Dabandaşı" qoymuşdur, çünki onun üzərində daban izini xatırladan kiçik oyuq görmüşdür. Lakin alim, çox ehtimal, yerli sakinlərin sözlərinə əsasən qədim brittlərdən qalmış qədim adı qeyd etmişdir. Onlar daşı "günəşli" ("kelt" sözü "haol" – "Günəş", ingilis sözü "heel" – "daban" ilə oxşar səslənir) adlandırmışlar.

YENİ DÜNYANIN İBTİDAİ RƏSƏDXANALARI

Şimali Amerikanın düzənliklərində təpələrin zirvələrində daş dairələr şəklində külli miqdarda arxeoloji abidələr aşkar olunmuşdur. Kanadanın Maxorvill ərazisindəki dairə ən qocaman dairədir. O, e.ə. 2500-cü ilə yaxın tikilmiş və Misir ehramlarının müasiridir.

Dairələrdən bəziləri, şübhəsiz ki, astronomik məqsədlidir. Bu tipli ən vacib abidələrdən biri Biq Horn (*ing.* Big Horn – "Böyük Buynuz") ABŞ-ın Vayominq ştatında Təbabət dağında yerləşir. Ona görə, ehtimal ki, daş dairələr gözlənilməyən "təbabət dairələri" adını almışdır. Bununla belə, hər şey tərsinə ola bilərdi. Avropa sözü olan *medicine* (təbabət) hindilərdə həm də "sehr" deməkdir və dağ da cadugər daş dairəsi olduğuna görə "Təbabət" adlanmağa başlamışdır. Biq Horn böyük daşlar qrupudur ki, ondan hərəsinin uzunluğu orta hesabla 12 m olan "şüalar" çıxır. Onların qurtaracaqları daş çevrə ilə dövrələnmişdir. Altı şüadan hər birinin sonunda bayırdan bir qədər kiçik daş topaları tökülmüşdür, həm də onlardan beşi çevrəyə toxunur, altıncı, cənub-qərb şüası isə Stounhenc "xiyabanı" kimi, dairənin hüduddan kənara çıxan şüanın sonunda yerləşmişdir. Ondan dairənin mərkəzinə yönələn istiqamət yay gündönümü günündə Günəşin doğma istiqaməti ilə üst-üstə düşür.

Şüaların daha üç istiqamətini ulduzlarla bağlamaq olar – bunlar Aldebaran, Rigel və Siriusun doğmalarıdır. Bütün hallarda müşahidə məntəqəsi eynidir, yəni şimal-qərb daş topasıdır, "arpacıq" isə iki şərq və mərkəzi topalardır.

E.ə. 1500-cü ilə yaxın Aldebaranın heliakik doğması (yəni Günəşin doğması ərəfəsində onun görünməyə başlaması) yay gündönümü gününə yaxın baş verirdi və gündönümündən qabaq baş verən və onu təsdiq edən əlavə hadisə kimi bir neçə əsr müddətində ondan istifadə edilə bilərdi. Digər iki ulduz belə ardıcıllıqla heliakik doğumlara malik idi: Rigel Aldebarandan 28 gün sonra, Sirius isə Rigeldən 28 gün sonra. Xüsusən, nəzərə alınsa ki, bütün zodiak üzrə Ay Yolunun vaxtı 27,3 sutkadır, bu, rəqəmlərin lap hansısa sehridir.

Güman etmək olar ki, dairələr təqvim və mərasim məqsədləri üçün düzəldilmişdir. Şimali Amerikanın "Təbabət dairələri" göstərir ki, onun sakinləri üçün yay gündönümü ilin başlanğıcı imiş.

EKVADORUN "ULDUZ" EHRAMLARI

Ekvadorun paytaxtı Kitonun 40 km-də Koçaski adlanan yerdə müxtəlif hündürlük və sahələrə malik 15 kəsik ehramı əhatə edən kompleks yerləşir. Həmin ehramlar müxtəlif vaxtlarda inşa edilmiş və ola bilsin ki, e.ə. təxminən 800-cü ilində meydana gəlmiş, 700-1200-cü illərdə özünün çiçəklənmə dövrünü yaşamış və iki əsrdən sonra yoxa çıxmış Karanki mədəniyyətinə aid olmuşdur.

Ehramlardakı geniş meydançalardan, çox güman ki, dini mərasimlər üçün istifadə edilirdi. Doqquz ehramın yuxarı

RUSİYADA ASTRONOMİYA

Qədim slavyanların ulduzlu göyü nə qədər yaxşı bilmələri haqqında bütün məlum mənbələrdə çox az məlumat vardır. Bunun səbəbləri, ümumiyyətlə, məlumdur. Rusiyada göy təqribən yarım il bulud və dumanlarla örtülü olur. Bundan başqa, yay vaxtı gecələr olduqca işıqlıdır. Nəhayət, slavyanlar zəngin müşahidə materialı toplamış xalqlardan uzun müddət təcrid olunmuşlar. Hər şeydən əvvəl, söhbət yunan və romalılardan gedir ki, keltlər və germanlar ulduzlu göy haqqında öz təsəvvürlərini onlardan əxz etmişlər. Ulduzları yaxşı tanıyan köçəri xalqlar isə tez-tez slavyanlarla vuruşurdular.

Böyük və Kiçik Ayı bürcləri Qütb ulduzu ilə birlikdə slavyan xalq ənənəsinə görə "Çömçə", "Sığın", "Haça Xış", "Araba" və s. adlandırılırdı. "Sığın", "Haça Xış" adları, görünür ki, əsas məşğuliyyəti ovçuluq olan qədim slavyanların şimal-şərq qonşuları uqor-fin xalqlarından keçmişdir. "Araba" qədim germanlardan keçmiş, yaxud çox qədim dövrdə (e.ə. II-I minilliyin sonunda) hələ onlar ayrılmamış iki xalq üçün ümumi ad olmuşdur. Slavyanlar Qütb ulduzunu ətrafında ulduzların hərəkət etdiyi "Paya" kimi təsəvvür edirdilər. Ancaq bu cür anlam başqa xalqlarda da var idi.

Slavyanlarda Ülkər ulduzlar topası (*rus.* "Pleyadı") daha məşhur idi. O, müxtəlif cür (*rus.* "Volosını", "Volosa", "Stojarı", "Volosojarı" və s.) adlandırılmışdı. Ola bilsin ki, allah Veles, yaxud "mal-qara" allahını onlar belə təsəvvür edirmişlər. Yalnız qışda görünən Ülkər ulduzlar topasını təsərrüfat fəaliyyətində, necə deyərlər, məcburi boşdayanma kimi qeyd edirdilər.

"Taya dirəyi" (*rus.* "Stojar") adı "taya" sözündən əmələ gəlmişdir. Şərqi slavyanlar ot tayasını bərkitmək üçün yerə sancılmış payanı "taya dirəyi" adlandırırdılar. Doğrudur, tərs əlaqə də mümkündür: Ülkər göy qübbəsindən çəkiləndə mal-qaranı çölə örüşə çıxarmaq vaxtı gəlir. Slavyanlar Orion bürcündə Orion qurşağı adlanan üç mərkəzi ulduza diqqət yetirmişlər və onların "Üç kotan" adını qoruyub saxlamışlar. Başqa xalqlar kimi, slavyanlar da Veneranı iki ulduz – Axşam və Səhər, yaxud Dan ulduzu kimi qavrayırdılar. Veneranın "vəhşi heyvan" adları da vardır: "Canavar ulduzu" – canavarın axşam ovuna çıxması vaxtı; "Öküz" – mal-qaranın səhər otlağa çıxarılması vaxtı. Başqa bürclərin də xalq adları vardır, lakin onların tarixini təyin etmək çətindir. Slavyanlar, əsasən, meşələrdə və üfüqün cəhətlərinə: bitkilərə, yerin relyefinə, küləklərin istiqamətlərinə, mövsümlərə və s. görə çoxlu köməkçi oriyentirlər verən çayların sahillərində yaşayırdılar. Onlar dünyanı, məsələn, açıq səmaya, səhra və çöllər məkanına malik cənub enlik dairələrində məskən salmış, yaxud naviqasiya məqsədləri üçün ulduzlu göy haqqında elmi biliklərdən istifadə edən və dəniz sahillərində məskunlaşmış xalqlardan fərqli olaraq başqa cür qavrayırdılar.

meydançalarına aparan yastı panduslar uzun müddət anlaşılmaz qalırdı. Lakin aydınlaşdırıldı ki, onlar müəyyən astronomik məna daşıyır. Bütün panduslar ehramlarla şimal-şərq tərəfdən birləşir və onlardan ən böyüyünün uzunluğu 300 m-ə çatır. Hesablamalar göstərmişdir ki, bir neçə əsr bundan əvvəl həmin istiqamətdə Böyük Ayı bürcünün quyruğunun ucunda yerləşən ulduzun doğmasını müşahidə etmək mümkün idi. İndi Benetnaş adlandırdığımız həmin ulduz yeddi ulduz içərisində axırıncı doğur və bu o deməkdir ki, Böyük Ayı bürcünün bütün alovu göy qübbəsində öz gözəlliyi ilə diqqəti cəlb edir.

Ehramın kənarının əmələ gətirdiyi süni üfüq xəttində ulduzun doğuşunu müşahidə edən şəxs üçün ulduzun peyda olması anını qeyd etmək xeyli asanlaşır və ən əsası da budur ki, "sönmə bucağı" ona təsir etmir. Adətən, ulduzları üfüqdən yalnız 6-8°-dən artıq hündürlüklərdə ayırmaq mümkün olur. Burada isə ulduz birdən-birə 10° hündürlükdə peyda olur. Bütün ehramların pandusları əslində bu cür eyni meyil bucağına malikdir.

Bəs Benetnaş ulduzunun doğuşu hindlilər üçün hansı səbəbdən bu qədər maraq doğurmuşdur ki, onu müşahidə etməkdən ötrü ehramlar ucaltmışlar? Qədim zamanda bu ulduzun *heliakik* (Günəşin doğuşundan əvvəl) doğuşu oktyabrın axırlarında – noyabrın əvvəllərində baş verirdi ki, bu da yağışlar mövsümünün başlanmasına və kənd təsərrüfatı ilinin əvvəlinə təsadüf edirdi. Tropik zonada bu mövsüm, bir qayda olaraq, qəflətən və coşqun gələrək, əkinçiləri gözlənilmədən yaxalamaq qorxusu törədir. Ona görə də Koçaski sakinlərinə astronomik metodlarla fəlakəti qabaqlamağı çox vacib idi.

QƏDİM SİVİLİZASİYALARIN ASTRONOMİYASI

EHRAMLAR ÖLKƏSİNİN ULDUZ ELMİ

Günəş diski "Göylərin və ulduzların xanımı, Günəşin Anası" – ilahə Nutun əllərində.



Yeni eradan təxminən dörd min il əvvəl Yer üzündə Nil vadisində ən qədim sivilizasiyalardan biri – Misir sivilizasiyası yaranmışdır. Bundan daha min il sonra iki çarlığın (Yuxarı və Aşağı Misirin) birləşməsi nəticəsində güclü bir dövlət meydana gəlir. Qədim çarlıq adlanan o dövrədək misirlilər artıq dulusçu çarxını işlədir, misi əridə bilirdilər, yazını ixtira etmişdilər. Ehramlar məhz həmin dövrdə inşa olunmuşdu. Ehtimal ki, elə o vaxt Misir təqvimləri yaranmışdı: dini *Ay-ulduz* təqvimi və *sxematik* mülki təqvim.

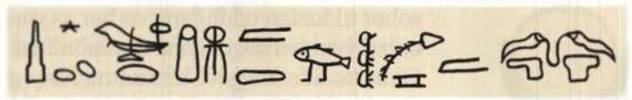
Əsl qışı olmayan Nil vadisinin sakinləri ili üç mövsümə bölürdülər ki, bunlar da çayın daşmasından asılı idi. Birinci mövsüm "axet" (qədim misirlilərin dilində "daşqın" deməkdir) Nil çayının daşması ilə bağlı idi. Bu vaxt – iyuldan oktyabra kimi çay bütün düzənliyi basırdı. "Peret" (quru sahələrin üzə çıxması) adlanan növbəti mövsüm də təxminən 4 ay davam edirdi. Torpağı rütubətləndirməklə və lil çöküntülərilə gübrələməklə çay geri çəkilirdi; mövsüm səpinlə başlanır və məhsul yığımı ilə qurtarırdı. Mart ayından etibarən Böyük səhra tərəfdən bir ay yarım davam edən, torpağı qurudan küləklər əsir və ilin son mövsümü olan "şemu" (su qıtlığı) başlanırdı. Bu qədim sivilizasiyanın astronomiyası da bütün misirlilərin həyatının asılı olduğu Nildən başlanırdı. Qədim yunan tarixçisi Herodotun yazdığı kimi, "Misir Nil çayının hədiyyəsidir".

Misirli kahin-astronomlar çay suyunun qalxmağa başlamasından bir qədər əvvəl iki hadisənin baş verməsini: yay gündönümü və 70 gün ərzində göy qübbəsində görünməyən Sirius ulduzunun səhər şəfəqində peyda olmasını müəyyən etmişdilər. Göyün ən parlaq ulduzu olan Siriusa misirlilər İlahə Sopdetin adını vermişdilər. Yunanlar bu adı "Sotis" kimi tələffüz edirdilər.

O vaxta qədər Misirdə 12 aydan ibarət ay təqvimi mövcud idi. Ayın uzunluğu təzə ay fazasından növbəti təzə ay fazasına qədər olmaqla 29 və ya 30 gün qəbul edilirdi. İlin aylarının mövsümə uyğunluğunu təmin etmək üçün hər iki-üç ildən bir 13-cü ayın daxil edilməsi tələb olunurdu. Bu ayın əlavə edilməsi vaxtının müəyyən edilməsinə Sirius ulduzu "kömək edirdi". Sirius ulduzunun qayıdışından sonra, təzə ay fazasının birinci günü ay ilinin birinci günü hesab olunurdu.

Qeyri-müntəzəm olaraq əlavə ayın daxil edildiyi belə "müşahidə" təqvimi ciddi hesabat və qayda-qanunun mövcud olduğu dövlət üçün yaramırdı. Buna görə də inzibati və mülki ehtiyaclar üçün sxematik təqvim tətbiq edilmişdi. Bu təqvimdə il, hər biri 30 gündən ibarət 12 aya bölünürdü və ilin sonunda ona 5 gün əlavə edilməklə düz 365 gündən ibarət olurdu.

Misirlilər bilirdilər ki, həqiqi ilin uzunluğu bu daxil edilmiş təqvim ilindən günün dörddə bir hissəsi qədər uzundur və ona görə də ili mövsümlərlə uzlaşdırmaq üçün hər dördüncü uzun ilin sonuna 5 gün əvəzinə 6 gün əlavə etmək kifayətdir. Lakin buna əməl olunmadı. Qırx il müddətində, yəni bir nəslin ömrünə bərabər vaxt ərzində təqvim ili həqiqi ili on gün qabaqlayırdı ki, bu da o vaxtlar üçün o qədər də böyük kəmiyyət sayılmırdı və təsərrüfatı idarə edən mirzələr mövsümlərin başlanması tarixlərinin belə yavaş dəyişilməsinə asanlıqla uyğunlaşdırdılar. Bir müddət sonralar Misirdə belə dəyişkən mülki təqvimə uyğunlaşdırılmış daha bir Ay təqvimi ortaya çıxır. Bu təqvimə əlavə aylar elə daxil edilirdi ki, ilin başlanğıcını Siriusun peyda olması anına yaxın deyil, mülki ilin başlanğıcına yaxın salmaq mümkün olsun. Həmin "dəyişkən" Ay təqvimindən başqa iki təqvimlə yanaşı istifadə olunurdu.



"Böyük Sotis göydə parıldayır və Nil öz sahillərindən çıxır" mənasını verən heroqlif yazısı.

Qədim çarlığın başlanğıcında yaranmış mülki təqvim Misirdə, ölkənin Roma imperiyasının tərkibinə daxil edilməsinə qədər davam etmişdir; düzdür, uzun illəri daxil etməklə onu düzəltmək cəhdləri də olmuşdu. Hətta ptolemeylər sülaləsindən olan yunan çarları ənənənin gücünə müqavimət göstərə bilmədilər.

* * *

Qədim Misirdə çoxlu sayda allahlarla bağlı mürəkkəb mifologiya mövcud idi. Misirlilərin astronomik təsəvvürləri mifologiya ilə sıx bağlı idi. Onların inamına görə, allahların əcdadlarından biri, insanları yedirən və müdafiə edən Geb dünyanın ortasında idi. O, Yeri təcəssüm edirdi. Gebin arvadı və bacısı Nut isə Səmanın özü idi. Onu ulduzların Nəhəng anası və allahları Doğan adlandırdılar. Onun hər

MİSİRLİLƏRİN AFORİZMİNİN RƏMZİ

Günəşdə ləkələrin və protuberansların sayı çox olduğu vaxt, Günəş tacı "pərişan" (daranmamış) görkəmdə olur. Tacın əyilmiş şüaları, yuxudan oyanmış adamın pırtlaşıq saçları kimi hər tərəfə sallanmış olur. Günəşdə ləkələrin sayı az olduqda isə, Günəş tacı, Günəş ekvatoru boyunca qanadlar və ya yelpiklər şəklində gərilmiş olur.

Astronom Nina Mixaylovna Subbotina belə bir fərziyyə irəli sürmüşdür ki, misirlilərdə Günəşin aforizmlə təsviri onların müqəddəs və sevimli böcəyə bərabər rəmzindən, Günəşin tacı ilə birlikdə təsvirindən başqa bir şey deyildir.

Tutulma zamanı adi gözlə aydın görünən Günəş tacı, müşahidəçi Misir kahinlərinə sarsıdıcı təəssürat oyatmaya bilməzdi; belə ki, onlar Günəşi ilahiləşdirmiş və Günəşin aforizmli təsvirini yaratmışdılar.

(B.A.Vorontsov-Velyaminovun "Kainat haqqında oçerklər" kitabından, 1976-cı il)



Ay allahı Totu təsvir edən keramika heykəlciyi.

səhər ulduzları udduğunu və hər axşam onları yenidən doğduğunu düşünürdülər. Onun bu adətinə görə bir vaxtlar Nut və Geb bir-birindən küsürlər. Bu vaxt onların atası Şu (Hava) Səmanı Yerdən yuxarı qaldırır və ər-arvadı bir-birindən ayırır. Nut, Ra (Günəş) və ulduzların anası idi və onları idarə edirdi. Öz növbəsində, Ra gecə səmasında öz müavini kimi Totu (Ayı) yaradır.

Başqa bir mifə görə, Ra gündüz səma Nili boyunca üzür və Yeri işıqlandırır, axşam isə Duata (cəhənnəmə) enir. Burada o, yeraltı Nildə səyahət edir və səhər yenidən üfüqdə peyda olmaq üçün zülmət qüvvələri ilə vuruşur. Ra şahin sifətində, bəzən isə nəhəng pişik şəklində təsvir edilirdi. Dördüzlü ehram şəklində hazırlanmış abidə də onun rəmzi olmuşdur. Özlərini Ranın övladları sayan məhz onun şərəfinə fironlar sərdabələrinə ehram forması verirdilər. Ranın şərəfinə gecə ibadətləri zamanı kahinlər, yeraltı Nil boyunca çətin üzgüçülük səyahətinə çıxmış allaha kömək etməli idilər. Bunun üçün onlara gecə də vaxtı təyin etmək lazım idi. Misirlilərin *ulduz saatı* yaratmaq üçün üç dəfə cəhd etdikləri barədə məlumat bizə gəlib çatmışdır.

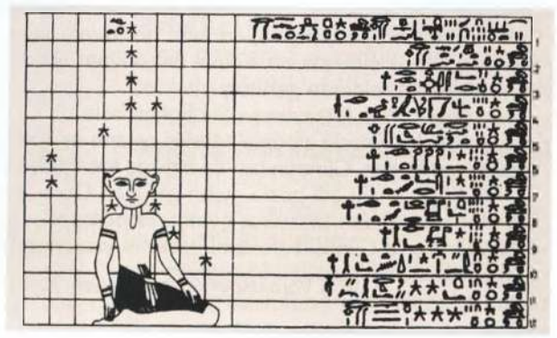
Müşahidə alətlərinin istifadə edildiyi üçüncü cəhd daha dəqiq olmuşdur. Gecə saatlarının ulduzlara əsasən təyin edilməsinin bu metodu eramızdan təxminən 1500 il əvvəl ixtira edilmişdir. Həmin metodu, müəyyən ulduzların göy meridianından və səmanın qonşu sahələrindən ötmə vaxtını qeyd etməklə həyata keçirirdilər. Müşahidəçi, üzü cənuba tərəf olmaqla "meridianda" oturmuş adam fiqurunun qarşısında əyləşirdi. Bu adamın kim: məbədin keşikçisi, yoxsa müqəvva olduğu məlum deyil. Müşahidəçi vizir alətinin – yuxarı hissəsində kəsiyi olan taxta parçasının köməyilə "saat ulduzunun", "fiqurun" üzərindən keçməsini izləyirdi.

Ulduzlar və gecənin 12 saatından hər biri üçün onların vəziyyətlərini göstərən cədvəllər mühafizə edilmişdir. Cəmi yeddi vəziyyət bu cümlələrlə göstərilirdi: "ürəyin qarşısında" (fiqurun ortasında), "sağ gözünün üzərində", "sol qulağının üzərində", "sağ çiyninin üzərində". Birinci iki metod kimi, dəyişkən təqvimlə bağlı vaxtın təyini cədvəllərin daim təzələnməsini tələb edirdi və ona görə uzunmüddətli olmadı.

* * *

Karnakda Fiv yaxınlığında, misirlilərin ən qədim su saatı tapılmışdır. Bu saat e.ə. XIV əsrdə hazırlanmışdır. Ola bilsin ki, bu cür saatlar həmin vaxtdan 300 il əvvəl məlum idi: onlar axırıncı ulduz saatlarının ixtira edilməsindən bir qədər əvvəl meydana gəlmişdi. Yunanların sonralar klepsidra adlandırdıqları su saatı çox kiçik deşiyə malik kasadan ibarət idi ki, həmin deşikdən az-az su axar və ya damcılayırdı. Kasanın daxilində xüsusi şkalalar yerləşdirilirdi ki, onlara əsasən nə qədər vaxtlar keçdiyini mülahizə etmək mümkün olurdu. O dövrün misirliləri gecə və gündüzü 12 saata bölürdülər və mövsümdən asılı olaraq, saatlar müxtəlif alınırdı. Ona görə də hər ay üçün ayrıca şkaladan istifadə olunurdu və hər şkalaya da həmin ayın adı verilirdi. Bölgü şkalalarının sayı 12 idi, halbuki 6 şkala kifayət edərdi, çünki gündönümündən

Fironun türbəsinin divarında həkk olunmuş ulduz vəziyyətlərinin cədvəli.





eyni məsafədə olan günlərin uzunluğu əslində eyni olurdu. Lakin misirlilər ənənələrin əsiri idilər və klepsidranın ilkin konstruksiyalarının dəyişdirilməsinə son dərəcə həvəssiz razı olurdular. Saatları gecənin əvvəlində su ilə doldururdular, həm də başlanğıc nöqtəsi, məsələn, Günəşin batması ola bilərdi, sonra isə vaxt xidməti zamanı kahinlərin göyə baxmasına lüzum yox idi.

Su saatlarını nizamlamadan keçinmək mümkün deyildi. Ola bilsin ki, bu məqsədlə klepsidraların deşiklərini mumla tutur, sonra isə mumda lazımi ölçüdə deşik açırdılar. Lakin bu saatların "işini" gündüzün həqiqi uzunluğu ilə uzlaşdırmaq da tələb olunurdu, yəni Günəş saatı lazım gəlirdi.

Əlbəttə, Misirdə əsas Günəş saatları Ra – Günəşə həsr edilmiş obelisklər (daş abidələr) olmuşdur. Şaquli sütun şəklində olan belə astronomik alət *qnomon* adlanır. Bu, kölgəsinin uzunluğuna görə Günəşin üfüqdən hündürlüyünü təyin etməyə imkan verən birinci alət idi. Bu qayda ilə misirlilər ən qədim "üfüqi" astronomiyanı şaquli ölçülər vasitəsilə hündürlük bucağını təyin etməklə tamamlayırdılar, halbuki Stounhencdə göy cisimlərinin yalnız azimutları ölçülürdü. Qnomonun kölgəsi ən qısa olduqda günorta başlanırdı. Gündüzün başqa saatlarını bu obelisklər o qədər də dəqiq göstərə bilmirdi.

* * *

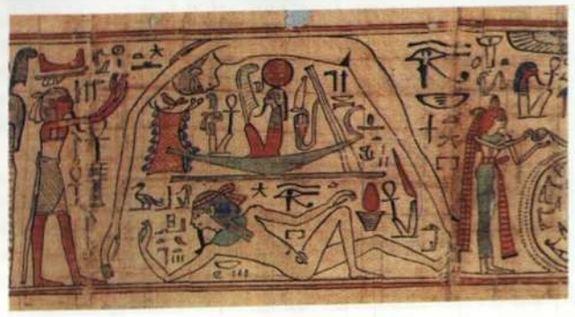
Bütün xalqlar kimi, qədim misirlilər də göyü bürclərə bölürdülər. Misirlilərin bürcləri haqqında biz məbədlərin və sərdabələrin tavanlarındakı mətnlərdə işarələrə və rəsmlərə əsasən fikir yürüdə bilirik. Misir bürcləri nə Babilistan, nə də qədim yunan bürclərinə oxşayır. Cəmi 45 bürc məlumdur. Salamat qalmış tavan rəsmləri ulduz xəritəsini əmələ gətirmir və Misir bürclərinin göydə vəziyyətini yalnız təqribi müəyyən etmək mümkün olur. Məsələn, Mes bürcünü (yəqin, Böyük Ayı bürcüdür, o, öküz ayağı şəklində təsvir edilirdi) nizə ilə deşən şahin başlı fiqur şəklində An bürcü, arxasınca nəhəng Timsahın əyildiyi dişi Begemot bürcü xatırladılır. Qədimi mətnlərdə batmayan qütbətrafı bürclər "dağılmayan" bürclər adlandırılırdı.

Misirlilərə planetlər qədim vaxtlardan məlum idi. Misir kahinləri onları çox tez iki qrupa ayıra bildilər. Günəşlə qarşıdurmada müşahidə edilə bilən yuxarı planetləri Xor allahının təcəssümü sayırdılar. Məsələn, Yupiter "hər iki Yeri işıqlandıran Xor", Saturn "Xor – səmalar öküzü", Mars isə "Qırmızı Xor" adlanırdı. Gah səhər, gah axşam görünən aşağı planetləri misirlilər, görünür ki, e.ə. II minilliyin ortalarından etibarən bir göy cismi kimi bilirdilər. Veneranın qədim adı "Yolkəsən", yəni Günəşin yolunu kəsən ulduz kimi tərcümə olunur. Merkurini

Klepsidra – su saatı.



Günəş allahının üçqat təsviri: Gepri – doğan, Ra – gündüz, Atum – batan.



Qədim misirlilərin təsəvvürlərinə görə dünyanın mənzərəsi. Göy (Nut), Yer (Geb) və Günəş (Ra) allahlarının təsvirləri.

səhər və axşam alaqaranlıqlarının allahı kimi təqdim edirdilər.

Belə çıxır ki, Misir astronomiyası xüsusi nailiyyətləri ilə öyünə bilməzdi. Çox da geniş olmayan çay vadisində oturaq həyat keçirən misirlilərin astronomik metodlarla səmtlənməyə ehtiyacı yox idi. Misirlilərə kənd təsərrüfatı işlərinin vaxtını çayın özü bildirirdi və onun daşmasının başlanğıc anını müəyyən etmək kifayət idi ki, göyə baxmadan sonra nələr olacağını biləsən. Kahinlər ulduzları, əsasən, gecə vaxtını ölçmək üçün müşahidə edirdilər, mirzələrin sadələşdirilmiş təqvimləri də mövsümlərlə bağlanmamışdı və elə bil, astronomiyaya biganə idi.

Bununla belə, müasir astronomiyanın əsaslarını qoymuş yunan alimləri sonralar Misir torpağında, İskəndəriyyədə işləmişlər. Samoslu Aristarx, Timoxaris, Eratosfen burada çalışmışlar, Klavdi Ptolemey özünün məşhur astronomik əsərini məhz burada yazmışdır. Misir elmi onlara təsir göstərmişdirmi? Şübhəsiz, özü də məhz elmin o hissəsində ki, göyün vaxtaşırı dəyişmələrini kor-koranə izləməkdən imtina etmişdir. Sxematik təqvim mövsümləri izləmirdi, lakin o bir-birindən bir çox illər sonra müşahidə olunan tutulmalar arasındakı vaxt intervallarını təyin etmək üçün ideal bərabər bölgülü şkala rolunu oynayırdı. Ptolemey, sonralar isə Kopernikin özü də hesablamalarında məhz bu təqvimdən istifadə etmişlər. Günün uzunluğundan asılı olmayan saata dair Misir ideyası, bütün astronomik müşahidələrin əsasını təşkil etdi. Hazırda ilin bütün fəsilləri üçün eyni olan və sutkanın 1/24 hissəsini təşkil edən saatlardan istifadə edərkən yadda saxlamalıyıq ki, bu vaxt hesabının aparılmasını dünyaya qədim misirlilər təklif etmişlər.

VEDALARIN KAİNAT MİFOLOGİYASI

E.ə. II minillikdə şimal-qərb tərəfdən Hind-Avropa mənşəli qəbilələrdən biri – arilər Hindistan ərazisinə köçürlər. Onlar Hindistana yeni mədəniyyət gətirmişdilər və sonralar bu mədəniyyət ölkənin simasını müəyyən etmişdir. Veda mədəniyyəti Avropa mədəniyyətinə yaxındır. Bizim bu mədəniyyətlə ümumi keçmişimiz olmuşdur, veda allahlarının adları bizə tanış gəlir: Parcanya – Perun, Savitar – işıq allahı, Aqni – od allahı, Bhaqa (hərfi mənada Paylayan, Zənginlik, Xoşbəxtlik, Rifah – rusların "Boq" sözünə yaxın ad).

Vedalar Hindistanın ən qədim ədəbi abidələridir. "Veda" sözü "müqəddəs bilik" mənasını verir. Bu biliklər allahlara ithaf olunan himnləri və yalvarışları əhatə edən 4 topludan ibarətdir. Onlardan Riqveda (himnlər vedası) ən qədimidir. Onun 3000 ildən çox yaşı vardır. Vedalarda arilərin kosmoloji təsəvvürləri əks olunmuşdur.

Dünyanın əzəli vəziyyəti xaotik və nizamsız olmuşdur: "O zaman nə əsas olanı, nə də əsas olmayanı vardı. Nə hava fəzası, nə də onun üzərində göy vardı... Gecə ilə gündüz arasında fərq yox idi, hər şey fərqedilməz – axıcı idi... O vahid küləksiz nəfəs alırdı və ondan başqa heç nə mövcud deyildi".

Əvvəlcə sular əmələ gəlmişdir. Onlar odu yaratmışdır. İstiliyin möhtəşəm gücü ilə bu sularda Dünya Yumurtası yaranmışdı. Həmin yumurtadan yaradıcı allah Pracapati (sonralar hind mifologiyasında onu Brahma əvəz etdi) çıxdı. Yumurtanın yuxarı yarısı Səma, aşağı yarısı Yer oldu, onların arasında isə onları bir-birindən ayırmaq üçün yaradıcı allah Havanı yerləşdirdi.

Digər versiyaya görə, dünya ilk insan Puruşinin bədənindən yaradılmışdır. Onun zəkasından Ay, gözündən Günəş yarandı, onun başı Səmaya, ayaqları Yerə çevrildi, qulaqlarından isə dünya ölkələri yaradıldı. Möhtəşəm qurbandan, əbədi allahlar dünyanı bu cür yaratmışlar.

Vedalar Kainatı üç qata, üç dünyaya – Yerə, Hava sahəsinə və Səmaya bölürdülər. Öz növbəsində, hər dünya üç hissədən ibarət idi. Brahmanın sol ayağının barmağından qız doğuldu. Onun adı Virini – Gecə idi. Gecənin 50 qızı vardı. Onlardan 27-ni o, Ay allahı Somaya ərə vermiş və onlar zodiak bürclərinə çəkilmişdilər.

Allah Dakşi Brahmanın sağ ayağının baş barmağından yarandı. Dakşanın nəvələri – 12 qardaş dünyanın möhtəşəm allahlarıdır. Varuna, Mitra, Bhara, İndra, Vivasvat onların arasında idi. Vivasvat, əlsiz-ayaqsız doğulmuşdu – kürə kimi dəyirmi və hamar idi. Qardaşları ona baxıb dedilər: "Biz onu düzəldərik". Onlar kürədə artıq olan nə var idisə hamısını kəsib götürdülər və insanabənzər allah – Günəş allahı Surya alındı.

Hesab olunurdu ki, Günəş – Surya dünyaları idarə edir və bürcləri gizlənməyə məcbur edir. Mətnlərdən birində gecələr onun Yerdən aşağıda olması barədə deyilir: "Günəş bizim tərəfdə gecəni, o biri tərəfdə gündüzü yaradır, sonra isə tərsinə". Burada Dünya Yumurtası haqqında mifin əks-sədasını görmək mümkündür. Həmin mifə görə, yumurta qabığı şəklində səma ortada asılmış yastı Yeri "qucaqlayır".

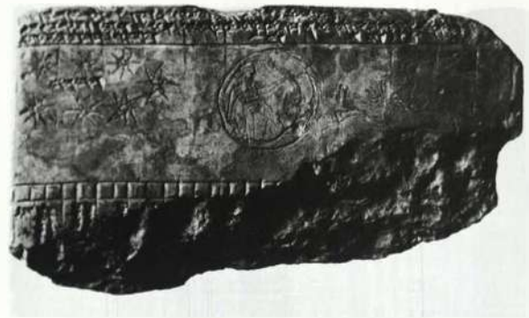
Vedalıların ekliptika haqqında aydın təsəvvürü vardı və onlar ekliptikanı Suryanın Cığırı adlandırırdılar. Vedalarda deyilirdi ki, Günəş üçün səmada hamar yolu aşağı və yuxarı suların allahı, yunanların mifologiyasındakı ulduzlu göyün allahı Uranın qohumu Varuna düzəltmişdir. Hindlilər ekliptikanı 28 bürcə – "Ay dayanacağına" bölmüşdülər (Ay ekliptikanın ətrafında 27,3 sutka ərzində dövrə vurur). Sonralar bürclərin sayı 27-yə qədər azaldıldı.

Soma – Ay allahının 27 arvadı vardı, lakin o, təkcə Rahini sevirdi. Gecənin əri Dakşa ona deyirdi: "Sən mənim bütün qızlarımı sevməlisən". Ancaq Soma Rahinin evindən getmək istəmirdi. Onda Allahların Atası Dakşa Somaya xəstəlik göndərdi. Soma halsızlaşmağa və arıqlamağa başladı, Yerdə isə güllər və otlar solmağa, sonralar isə heyvanların çoxu tələf olmağa başladı. Ona görə də allahlar Somanın üstündən cadusunu götürməyi Allahların Atasından xahiş etdilər. "Qoy o, mənim qızlarımın hamısına baş çəksin" – deyə Dakşa cavab verdi. Soma da ekliptika boyunca hərəkət edərək, hər gecə yeni evdə olan "Ay o vaxtdan etibarən aydın gecələrdə gəlir, gecələr qaranlıq olanda isə gedir". Soma – Ay həm də planetləri "idarə edirdi", Budha – Merkuri isə onun oğlu idi.

SAXSI LÖVHƏLƏRDƏ ASTRONOMİYA

Mesopotamiya və ya Çaylararası, Yaxın Şərqdə yanaşı axan iki böyük çayın – Dəclə və Fəratın sahilləri boyunca yerləşən bölgədir. E.ə. IV əsrin axırlarından e. I əsrinə qədər keçən 3 min il ərzində sivilizasiyanın mərkəzi burada yerləşmişdi və onun mədəni təsiri qərbdə Aralıq dənizi sahillərindən tutmuş şərqdə İranın dağlıq ərazilərinə qədər və şimalda Qafqaz dağlarından tutmuş cənubda İran körfəzinə kimi yayılmışdı. Bu sivilizasiyanın çoxsaylı nailiyyətləri içərisində astronomiyanın inkişafı xüsusi yer tuturdu.

Nadir qədim yunan elmi istisna olmaqla, bütün qədim elmlər kimi, buranın astronomiyası da aqrar və dini ehtiyaclar üçün ulduzların hərəkətini öyrənməklə, əsasən, tətbiqi xarakter daşıyırdı. Lakin məhz Mesopotamiya alimləri tərəfindən toplanmış məlumatlar, riyazi üsullar Hipparxa və Ptolemeyə astronomiya elminin bünövrəsini qoymağa imkan vermişdir.



Ay və Ülkər. Babilistandan saxsı lövhəsində ulduzlu göyün təsvirinin fraqmenti.

* * *

E.ə. III minillikdə Mesopotamiyada dili hazırda bizə məlum olan müasir və qədim dillərdən heç birinə qohum olmayan şumerlər məskunlaşmışdı. Şumerlər Cənubi Mesopotamiyada bir neçə şəhər-dövlət yaratmışdılar ki, onlar da mədəni inkişaf mərkəzlərinə çevrilmişdi. Bunlardan ən əhəmiyyətliləri Fəratda yerləşmiş Ur və Uruk, İkiçayarasında yerləşmiş Laqaş və Nippur idi. Şumer şəhərlərinin mərkəzində, adətən, çoxpilləli ehramlardan ibarət məbədlər yerləşirdi. Ehramın üst meydançasında ortaölçülü məbədin özü dururdu. Zikkuratlar adlanan bu cür qurğular qalan tikililərdən hündür olur və "səmalarla yerin əlaqəsi" ideyasını ifadə

Ay (Nanna) allahının şumer zikkuratı.





Ay allahına sitayiş. Qədim şumer təsviri.

edirdi (Nippurda yerləşən zikkurat belə ad daşıyırdı). Belə adlar zikkuratların həm də astronomik əhəmiyyətini təsdiq edirdi.

Şumerlərin ən mühüm mədəni nailiyyəti yazını yaratmaları idi. Yazı üçün material kimi çiy gildən ibarət lövhələrdən istifadə edilirdi ki, bunların üzərində itiuclu çubuğun köməyi ilə pazaoxşar işarələr həkk edilirdi. Bu yazı sistemi mixi yazı adlanırdı. Yazılarla dolmuş gil lövhələri yandırırdılar; bu onların min illər boyu salamat qalmasını təmin edirdi. Mixi yazı sistemi əsasında bütöv bir ədəbiyyat inkişaf etmişdi ki, orada çoxlu astronomik mətnə rast gəlinirdi.

Şumer dövrünün astronomiyası müşahidə astronomiyası olmuşdur. Şumerlər göy cisimlərini ilahiləşdirirdilər (An – Səma, Utu – Günəş, Nanna – Ay və İnanna – Venera). Artıq e.ə. III minilliyin başlanğıcında şumerlər bilirdilər ki, Səhər (Dan) və Axşam ulduzu eyni bir göy cismi – Venera planetidir. Həmin minilliyin sonunda isə mixi xətlə yazılmış şumer bürclərinin siyahısı tərtib edilir və həmin bürclər də ilahi sayılırdı. Bu fakt onu göstərir ki, şumerlər planetləri göy cisimlərinin xüsusi müstəqil kateqoriyası kimi ayırırdılar. Tərpənməz ulduzlardan fərqləndirmək üçün onlar planetləri "vəhşi qoyunlar" adlandırırdılar. Lakin, onlara neçə planetin məlum olduğu aydın deyildi.

Aşağı Mesopotamiyanın şimal hissəsində qədim zamanlardan şərqi semitlər məskunlaşmışdılar. Onlar tədricən şumer şəhərlərinin işində getdikcə daha çox iştirak etməyə başladılar. E.ə. XXIV əsrdə çevriliş nəticəsində vilayətlərdən birində qeyri-zadəgan mənşəli semit – Qədim Sarqon hakimiyyətə gəldi. O, Akkad şəhərinin əsasını qoydu və sonralar bu şəhər eyni adlı dövlətin paytaxtı oldu. Akkadlılar mixi yazını öz dilinə uyğunlaşdırmaqla, şumer mədəniyyətini dağıtmadılar, əksinə, mənimsədilər və inkişaf etdirdilər. Vaxt keçdikcə Mesopotamiyada şumer dili sıxışdırılıb aradan çıxarıldı və onu akkad dili əvəz etdi.

* * *

E.ə. II minilliyin başlanğıcında Fərat çayının orta axarında o vaxta qədər adi kənd olmuş Babilistan şəhəri salındı. Çar Hammurapinin hakimiyyəti dövründə şəhər ən yüksək tərəqqiyə çatdı. Bizə gəlib çatan, əslində ilk astronomik mətnlər, köhnə Babilistan dövrü adlanan həmin vaxta aiddir. Bu mətnlər 21 il ərzində Venera üzərində aparılmış müşahidələrin nəticələrini özündə əks edir. Bəzən onların astroloji məqsədləri aydın görünür. Məsələn, mətnlərdən birində deyilir: "Əgər, nisanu ayının 2-də Venera şərqdə doğularsa, ölkə ehtiyac içində olacaq... Üç aydır o, səmada görünmür. Addaru ayının 7-də Venera səmanın qərbində peyda olacaqdır və çarlardan biri digərinə düşmənçilik edəcəkdir". Günəş (Şamaş) və Ay (Sin) iqlimə və təqvimə, Venera (İştar) isə məhsuldarlıq və müharibələr üçün "cavabdeh" idi. Ona görə də bu planetin "xasiyyətini" öyrənmək lazım idi.

* * *

E.ə. təxminən 1600-cü ildə şərqdən gəlmələr – kassitlər Babilistanı fəth etdilər. Onların hakimiyyəti təxminən 500 il davam etdi. "Kassit dövrü" adlanan həmin vaxtdan "Enuma Anu Enlil" deyilən bir sıra astronomik mətnlər saxlanılır ki, bu mətnlərdə 7 minə yaxın öncəgörmə verilir. Öncəgörmələr, əsasən, çarın və onun ailəsinin və bütövlükdə ölkənin həyatına aid idi. Onlar sadə adamların taleyinə toxunmurdu.

O vaxt artıq beş planet məlum idi və onların qəribə hərəkətlərinin elementləri böyük səylə müşahidə edilirdi. E.ə. II minilliyin sonuna yaxın parlaq ulduzların əksəriyyəti artıq bürclərdə birləşdirilirdi və bürclərin sayı 70-ə çatırdı. Mesopotamiya bürcləri qismən müasir bürclərə uyğundur. Məsələn, onların arasında Əkizlər, Xərçəng, Şir, Tərəzi, Əqrəb bürcləri və s. vardı. Fərqlər də mövcud idi. Məsələn, mesopotamiyalı müşahidəçilər Böyük Ayı bürcünün yerində Araba, Qoç bürcü yerində Muzdlu İşçi, Balıqların yerində Böyük Qaranquş bürcünü ayırmışdılar. Ulduzların heliakik doğmalarının müşahidəsinə, yəni ulduz və ya bürcün ilin hansı günlərində Günəş doğmazdan əvvəl səmanın şərq tərəfində ilk dəfə görünməyə başlamasının müşahidəsinə xüsusi əhəmiyyət verilirdi. Hətta xüsusi ulduz təqvimləri tərtib olunmuşdu. Bunlarda hər aya müvafiq olaraq, heliakik doğuşu həmin aya düşən üç-üç bürc qoyulurdu.

* * *

Mesopotamiya astronomiyasının çiçəklənməsi e.ə. I minilliyə təsadüf edir. O vaxtlar Mesopotamiyada iri siyasi və mədəni dəyişikliklər baş verirdi. Babilistanın təsirini zəifləyən Assuriya gücləndi və qüdrətli dövlətə çevrildi. Sonra e.ə. 612-ci ildə midiyalıların və babillərin müttəfiq qoşunları Assuriyanın paytaxtı Nineviyanı dağıtdı. Sonuncu Assuriya çarı Aşşurbanipalın sarayının dağıntıları arasında arxeoloqlar kitabxana tapdılar. Kitabxanada çoxlu saxsı "kitab" arasında Assuriya kahin-astronomlarının mətnləri də aşkar edildi. E.ə. I minilliyin ortalarında akkad dilini aramey dili sıxışdırıb aradan çıxarmışdı.

"Mul Apin" (Kotan Ulduz) mixi mətnləri seriyasının yaradılması Assuriya dövrünə aid edilir. Onlarda astronomiyanın bütün əvvəlki inkişafına yekun vurulur. Bürclərin və ulduzların kataloqundan və onların səhər doğuşları günlərinin siyahısından başqa, burada bəzi ulduzların ardıcıl kulminasiyalarının siyahısı 18 bürcdən ibarət (müasir zodiakın timsalı) "Ayın yolu üstündəki bürclərin" siyahısı vardır. Günəş ili 4 fəslə bölünür. Həm də təsdiq olunur ki, Günəş il ərzində məhz Ayın bir ayda keçdiyi bürclərdən keçir. "Mul Apin"nin tərkibinə həm də qnomonun kölgəsinin ölçüsü üzrə gündüz vaxtın müəyyən edilməsi üçün cədvəllər daxildir.



Assurilərin zodiak dairəsi.

E.ə. VIII-VII əsrlərdə hökmranlıq etmiş sonuncu Assuriya çarları dövründə astrologiya və astronomiya mühüm dövlət məşğuliyyətləri sırasına aid idi. Mesopotamiya astronomik müşahidələr aparılan məbədlərin şəbəkəsi ilə örtülmüşdü. Müşahidələrin nəticələri haqqında çara müntəzəm məlumat verirdilər. Aşşurbanipalın kitabxanasından 600-ə yaxın belə məlumat dövrümüzə gəlib çatmışdır. Əvvəlki dövrlərdə olduğu kimi, bədbəxtlik əlamətləri sayılan Günəş və Ay tutulmalarının müşahidələri diqqəti xüsusilə cəlb edirdi. E.ə. VIII əsrin ortalarından müşahidə olunan Ay tutulmalarının tarixlərini xüsusi siyahılarda qeyd etməyə başladılar. Məhz qədim tutulmaların vaxtlarını bilmək Hipparxa, Ptolemeyə və Kopernikə ilin uzunluğunu böyük dəqiqliklə hesablamağa imkan verdi. Babilistan çarı Navuxodonosorun

İNKLƏR AĞ YOLDA

XII əsrdən XVI əsrin əvvəllərinə kimi Peru, Çili və Ekvadorun dağlıq rayonlarında yaşamış əfsanəvi inklər Ağ Yolu – Mayyanı (Səma Çayını) ən mühüm göy obyekti hesab edirdilər. İnklərin təsəvvürünə görə, göy qübbəsinin çox və ya az əhəmiyyət kəsb edən obyektləri məhz onun üzərində yerləşmişdir. Səma Çayı Vilkanota – bütün inklərin paytaxtı Kusko şəhəri yaxınlığında axan yer çayı şəklində davam edirdi.

İnklər Ağ Yolda bürclərdən daha çox ulduzlararası tozun ləkələrini üzərində tutqun siluetlər kimi görünən kömür kisələrini ayırırdılar. Bu "qara bürclər" heyvan adlarını daşıyır. Sanki, onlar üfüqün arxasından qalxaraq, bir-birini izləyir. Ekliptika və zodiak isə görünür, qədim Peru astronomlarına məlum olmamışdır.

Günəş inklərin əsas sitayiş obyekti idi: onların dövlətinin ali hökmdarı Böyük İnka onunla təmsil edilirdi. Qədim Kuskoda dağın təpəsində sonralar konkvistadorlar tərəfindən dağıdılmış daş sütunlar dururdu. Onların sayı 8, ola bilsin ki, hətta 16 idi. Yarısı şəhərin qərb, yarısı isə şərq hissəsi üzərində ucalırdı. Şəhərin əsas məbədindən müşahidələr aparan kahinlər gecə-gündüzün bərabərliyi və gündönümü günlərində Günəşin çıxması və batması nöqtələrini müşahidə edirdilər.

İnklərin "rəsədxanalarının" daha bir tipi – intiuatanası, yəni "Günəşin bərkidildiyi, bağlandığı yer", yaxud "Günəşin yanalma yeri" var idi. İntiuatanalar qayalarda çapılırdı. "Çapılma yerinin" ortasında daş dirək – qnomon yerləşirdi. Onun kölgəsinə görə "saatın neçə" olduğunu təyin etmək mümkün idi. İldə iki dəfə (günorta vaxtı Günəş dəqiq zenitdə olarkən) bu dirək əsla kölgə salmırdı və özünə məxsus təqvim ola bilirdi.

İldə hərəsi 30 gün olan 12 aydan başqa inklərin bayramlara ayrılan 5 (uzun ildə isə 6) tamamlayıcı gün var idi.

Qədim perulların astronomik sistemi öz yaradıcılarına mayya qəbiləsinin, yaxud misirlilərin astronomiyasından pis qulluq etmirdi. Qədimdə, hər yerdə olduğu kimi, o, məsələn, tarla işlərinin müddətini müəyyən edə bilirdi. Onların başlanması və qurtarması müddəti kahinlər tərəfindən bir günə qədər dəqiqliklə göstərilirdi. Burada ən vacib kənd təsərrüfatı işlərinin növləri isə 18-dən az deyildi (!). Onlar bir yarım-iki həftədən iki ay yarıma kimi davam edir və bütün ili əhatə edirdi.



Qədim inklərin təqvimi və saçaqlı düyünlü çötkəsi.

taxta çıxması ilini Klavdi Ptolemey öz astronomiya təqvimi üçün başlanğıc nöqtə kimi seçdi. Çünki, onun yazdığı kimi: "...Bu elə bir dövr idi ki, ondan başlayaraq aparılan qədim müşahidələr indiki zəmanəyədək gəlib çıxmışdır".

Müşahidələr aparmaq və "müşahidə gündəlikləri" tərtib etmək ənənəsi e.ə. I əsrədək davam etmişdir. Ay tutulmalarından başqa, təzə Ay doğması, bədirlənmiş Ay, Ayın ulduzlara nisbətən vəziyyəti, ulduzlara və Günəşə göre planetlərin yerdəyişmələri, gündönümləri günləri gecə-gündüzün bərabərliyi, habelə kometaların peyda olması, meteoritlərin düşməsi "gündəliklərdə" müntəzəm surətdə qeyd olunurdu. Mesopotamiya astronomlarının müşahidələri öz elmi əhəmiyyətini müasir dövrdə də qismən saxlamışdır.

Mesopotamiya astronomlarının hər hansı bucaqölçən alətlərdən istifadə edib-etmədikləri haqqında heç bir məlumat yoxdur. Onların müşahidələrinin azdəqiqliyi göstərir ki, onlar səma cisimləri və "istinad" ulduzları arasındakı məsafələri gözəyarı təyin edirdilər. Onların əsas alətləri su saatı idi. Mesopotamiya astronomları sutkanı "beru" adlandırdıqları 12 saata, hər saatı isə 30 "vaxt dərəcəsinə" ("uş") bölürdülər. Bir vaxt dərəcəsi bizim düz dörd dəqiqəmizə bərabər idi. Məhz belə dəqiqliklə astronomlar gecələr vaxtı təyin edə bilirdilər.

Assuriyanın süqutundan sonra Babilistanın 90 il davam edən çiçəklənmə dövrü başlandı ki, o da e.ə. 539-cu ildə Böyük Keyxosrovun Babilistan çarlığını İran şahlığının tərkibinə qatması ilə sona yetdi. E.ə. IV əsrdə Babilistan Makedoniyalı İskəndərin qısaömürlü imperiyasının paytaxtı oldu, imperiyanın parçalanmasından sonra isə Selevkilər sülaləsindən olan hökmdarların hakimiyyəti altına keçdi. Ancaq tarixi təlatümlərə baxmayaraq, Mesopotamiya astronomiyası yeni eranın başlanğıcınadək mövcud ola bildi.



Qədim Babilistanda Günəşə sitayiş.

Yeni Babilistan dövrünün Mesopotamiya astronomiyasının ən böyük nailiyyəti Ayın və planetlərin hərəkətini adi gözlə müşahidələr apararkən kifayət edən dəqiqliklə əvvəlcədən hesablamağa imkan verən riyazi nəzəriyyənin inkişafı oldu. Farsların istilası ilə birlikdə gəlmiş səmavi allah Ahuramazdaya pərəstiş astrologiyanın və astronomik tədqiqatların inkişafını stimullaşdırırdı.

Ekliptikanın – zodiak qurşağında hərəsi 30° olan 12 bərabər hissəyə bölünmüş böyük çevrənin meydana gəlməsi o dövrün çox mühüm astronomik yeniliyi oldu. Bu çevrə Günəşin, Ayın və planetlərin vəziyyətlərini təyin etmək üçün riyazi şkala kimi xidmət edirdi. Bu hissələrin, *zodiak işarələrinin* hər biri müvafiq bürcün adı ilə adlandırılırdı.

Təxminən elə o vaxt tamamlayıcı qəməri aya əlavələri tənzimləyən 19 illik təqvim tsikli kəşf olunmuşdu. Mesopotamiyada hələ şumerlərin vaxtından Ay-Günəş təqvimindən istifadə edilirdi. 29, yaxud 30 gündən ibarət olan təqvim ayı axşam təzə Ay oraq şəklində görünəndə başlanırdı. İl yazda başlanırdı və 12, yaxud 13 qəməri aydan ibarət idi. İlin başlanğıcını arpanın yetişməsi vaxtı ilə əlaqələndirmək üçün tamamlayıcı ay daxil edilmişdi, bu isə dini bayramlara əməl etmək üçün vacib idi. 19 illik tsikl

QANLI ASTEKLƏR TƏQVİMİ

XII əsrdən XVI əsrin əvvəlinə kimi Mərkəzi Meksikada yaşamış döyüşkən asteklər öz təcavüzkar xarici siyasətinə görə Yeni Dünyanın "romalıları" adlandırılmışdılar. Lakin onlar da elmlərə, o cümlədən astronomiyaya xüsusi diqqət yetirirdilər.

Asteklər əkinçiliyin ehtiyacları üçün sələflərindən əxz olunmuş biliklərdən istifadə edərək, dəqiq təqvim sistemi işləyib hazırlamışdılar. Onun əsasını 52 illik Ay-Günəş tsikli (nəsə bizim "əsr" anlayışımıza oxşar bir şey) təşkil edirdi. Tsiklin sonunda, onların təsəvvürlərinə görə, bütün canlıları məhv edən dünya fəlakəti (Günəş tutulması?) baş verə bilərdi. Bunun baş verməməsi üçün insanları qurban verməklə qəribə təntənəli Yeni Od mərasimi keçirilirdi. Tsiklin 52-ci ilinin axırıncı "uğursuz" 5 günü asteklər Yeni Odu yandırmaq üçün evlərdə qapanıb oturur, bütün işıqları söndürür və yeni tsiklin birinci günü dan yerinin ağarmasını gözləyirdilər. Bu günlərdə qadınlara və uşaqlara evdən bayıra çıxmaq qəti qadağan edilirdi ki, pis ruhlar onları oğurlamasın.



"Günəş daşı".

Astek ili hərəsi 20 gündən ibarət 18 aya bölünürdü. İlin axırında onlara artıq adları çəkilmiş "uğursuz" günlər əlavə edilirdi. Nəinki hər ayın, hətta hər günün öz adı vardı: birinci gün – "alliqator" (timsah), ikinci – "külək", üçüncü – "ev" və s. Bundan başqa, asteklərdə gündüzün və gecənin hər saatı üçün adlar var idi. Onlar allahların adları ilə bağlı idi. 1790-cı ildə Mexiko şəhərində diametri 3,7 m və çəkisi 24 t olan "Günəş daşı" – bazalt dairə şəklində asteklərin təqviminin təsviri tapılmışdır.

Daş 20 astek gününü, dörd eranı (Günəşin) və firuzədən düzəldilmiş iki ilanı – qədim səmanın rəmzlərini ifadə edən piktoqrafik işarə rəmzlərlə örtülü idi. "Günəş daşı"nı 1968-ci ildə Mexikoda keçirilmiş Olimpiya oyunlarının rəmzi seçmişdilər.

MAYYA KAHİN-ASTRONOMLARI

Mərkəzi Amerikanın Yukatan yarımadasında yaşamış mayya tayfasının qədim hindilərini – yeni dünyanın "yunanlar"ını Kolumbaqədərki Amerikanın əsl intellektualları hesab etmək qəbul olunmuşdur. Onlar haqqında ən ilkin məlumatlar e.ə. 1000-ci ilə aiddir.

Mayya kahin-astronomları bütün həyatlarını Tikal, Kopan, Palenk, Çiçen-İtsa və b. şəhər-dövlətlərdə yerləşmiş öz (monumental) daş rəsədxanalarından – karakollardan (balıqqulaqlarından) göy cisimlərinin müşahidələrində keçirirmişlər. Onlar 5 planet tanıyırdılar. Onların öz bürcləri var idi. Kahinlərdən bu və ya digər kənd təsərrüfatı işlərinin başlanğıcı haqqında göstərişlər gəlirdi.

Meşələri qırıb-yandırma mayya əkinçiliyi üçün son dərəcə zəruri idi. Kahinlərin qəti göstərdikləri müəyyən gündə hindilər qalın tropik meşədə daş baltalarla ağacları dibindən kəsir, yaxud onların qabığını halqavari soyurdular. Məhv edilmiş ağaclar quruduğu vaxt onları yandırırdılar. Burada 5-6 ay dalbadal davam edən leysanların maneçilik törətməməsi üçün quraqlıq dövrünün lap sonunda, həm də gecikmədən bunu etmək lazım idi. Sonra əmələ gəlmiş tarlalara müxtəlif bitkilərin toxumlarını səpirdilər. Bir neçə gündə buraxılmış səhv işlərin bütün tsikli üçün fəlakətli ola bilərdi.

Mayyanın tipik rəsədxanaları arasında ikipilləli düzbucaqlı platforma üstünə qoyulmuş qübbə şəklində Çiçen-İtsa karakolu (dirəyi) öz ölçüləri ilə seçilirdi. Onun iri olmayan pəncərələri yaz və payız gecə-gündüz bərabərliyi, yay və qış gündönümü günlərində Günəşin və Ayın doğma və batma nöqtələrinə baxır.

Mayya təqvimi 13 günlük həftədən, 20 günlük aydan və 365, yaxud 366 günlük ildən ibarət idi. O, mövcud olmuş bütün təqvimlərdən ən dəqiqi sayılırdı. Həqiqi illə müqayisədə bu təqvimdə artıq sutka yalnız 10 min il keçəndən sonra yığılardı. Müqayisə üçün: Yuli Sezarın təqvimi 128 ildə, bizim müasir təqvim 3 min ildə, Ömər Xəyyamın (XII əsr) təqvimi 8 min ildə bir sutka xəta verirdi. Lakin təqvimdə uzun illərin hesablanmasının yalnız dəqiqliyi deyil, sadəliyi də vacibdir. Mayya bütöv təqvimə malik idi.



Mayya qədim astronomiya rəsədxanası.

Mayya astronomiya elminin təsərrüfat istiqamətliliyini onların aylarının adlarından da, məsələn, "yığım" (qarğıdalı məhsulunun yığımı), "maral" (ov mövsümünün başlanması), "buludlu" (yağışlar mövsümünün başlaması) və sairdən görmək olar. Günlərin adları işlərin hər hansı növü ilə bağlı deyildi. Bu kahin fantaziyasının: "kib" (mum), "kavak" (burma), "axav" (hakim) məhsuludur.

Mayya kahinləri, hətta, Günəş və Ay tutulmalarının nə vaxt başlanacağını da hesablamağı bacarırdılar. Onlara nəzarət edə bildiklərini hiss etdirməklə, kahinlər xalqı qorxu və itaət altında saxlamaq üçün öz biliklərindən istifadə edirdilər. Astronomiya onların əlində hakimiyyət aləti idi.



◄◄ Günəşin vəziyyətlərinin müşahidələri üçün mayyaların istifadə etdikləri mağaralar.

◄ Günəş şüası müşahidə kameralarına yalnız müəyyən günlərdə düşür.



Qədim mayyaların göyə sitayişi.

müəyyən qaydada 19 il ərzində yeddi 13-cü ayın əlavə olunmasını nəzərdə tuturdu, həm də növbəti tsiklin başlanğıcınadək Ay eyni fazada olurdu. Avropada bu tsikl *meton* tsikli adlanır, çünki bunu e.ə. 433-cü ildə Afina astronomu Meton təklif etmişdi, ola bilsin ki, buna Babilistan da təsir göstərmişdi.

Həmin dövrdə uzun illərin müşahidələri əsasında Ay tutulmalarının 18 illik təkrarlanma dövrü – *saros* (*yun.* "təkrar") kəşf olundu. Bu, Ay tutulmalarını ilk uğurlu öncəgörmələrinə imkan verdi. Planetlərin hərəkətlərinin dövrü qanunauyğunluqları da tapılmışdı.

Güman etməyə əsas vardır ki, e.ə. IV əsrin axırına kimi Ayın və planetlərin hərəkəti haqqında nəzəriyyələr artıq tamamlanmışdı. Onların əsası ədədi silsilələrdən istifadə ilə hesablama üsulları idi. Lakin demək olar ki, bu nəzəriyyəni yaradanlar haqqında heç nə məlum deyildir. Yunan coğrafi Strabon Selevki şəhərindən olan Kidinn, Qaburiana və Selevka kimi məşhur Mesopotamiya astronomlarının adlarını çəkir. Birinci iki ada mixi yazı mənbələrində də rast gəlinir.

Astronomik məzmunlu ən son mixi yazı e. 75-ci ilinə – Mesopotamiya sivilizasiyasının ağır süqutu vaxtlarına təsadüf edir. Amma bu yazıların astro-

ÇİN ASTRONOMİYASI

Avropada qədim Çin astronomiyası haqqında, eləcə də haradasa Uzaq Şərqdə yerləşən ölkənin özü haqqında demək olar ki, heç nə bilmirdilər. Çinlilərin özlərinin də başqa ölkələr haqqında məlumatı az idi. Çinlilərə elə gəlirdi ki, onların ölkəsi dünyanın mərkəzində yerləşir. Onlar ölkələrini elə-belə də adlandırırdılar: Orta dövlət (Çjun Qo).

Çinlilərin təsəvvüründə Göy və Yer sıx bağlı idi. Göyü Allah, ölkəni isə imperator (Göyün Oğlu) idarə edir. Ona görə ölkə bir də Asiman (Tyansya) adlanırdı. Əgər Göydə nəsə ayrı cür olsa, deməli, Yerdə də hansısa qarışıqlıq olacaq. Buradan nəticə çıxırdı ki, göy cisimlərini izləmək və vaxtında imperatora məlumat vermək lazımdır. Saray astronomları müşahidələr aparmalı və qeyri-adi hadisələr haqqında xəbərdarlıq etməli idilər. İşə can yandırmayanlar cəzalandırılırdı. Xi və Xo astronomları ilə bağlı əhvalat məlumdur. Guya, onlar qayğısız həyat keçirmiş və Günəş tutulmasını qabaqcadan söyləyə bilməmişdilər. Buna görə onların başlarını üzmüşdülər. Başqa mənbələrə görə, hər şey başqa cür olmuşdur. Astronomların adları Si və Xe idi və onlar vətəndaş müharibəsində iştirak etdiklərinə görə edam edilmişdilər. Ancaq astronomları ona görə cəzalandırmışdılar ki, onlar təqvim buraxmış və tutulmanı "unutmuşdular". Söhbət e.ə. 2137-ci il oktyabrın 22-də baş vermiş tutulmadan gedirdi. Çətin ki, o zamanlar tutulmanı əvvəlcədən dəqiq demək mümkün olaydı.

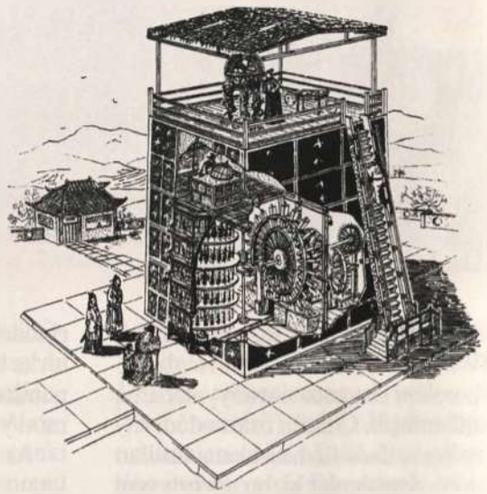
Qədim Çin astronomiyasının ən mühüm nailiyyəti təqvimin yaradılması idi. Onun ilk dəfə xatırlanması e.ə. III minilliyə aid edilir. Əvvəlcə təqvim Ay təqvimi idi. Eramızdan 600 il əvvəl Günəş-Ay təqvimi tətbiq olunmuşdur. E.ə. 350-ci ilə yaxın alimlərə məlum olmuşdur ki, Günəş ilinin uzunluğu 365,25 sutka, Ay təqvimi üzrə isə bir ay 29,5 sutkadır. Kənd işləri üçün Günəş təqvimindən istifadə olunurdu. Məişətdə isə tsiklik təqvim tətbiq edilirdi. Bu təqvimdə illər 60 illik tsikllərdə birləşdirilmişdi. 12 heyvan nişanı tsiklin "Yer budaqlarının" işarə olunmasına xidmət edirdi. Bu təqvimdən indi də Şərqi və Cənub-Şərqi Asiyada istifadə olunur. O, Yupiterin göy sferasında təqribən 12 (11,86) il ərzində tam dövrünü nəzərə alır. Göyün tsikl üçün əsas 60 il, yəni Saturnun göy sferasında təqribən iki dövrü (29,58 il) daha qəbul olunmuşdur. Bu müddət ərzində Yupiter 5 dəfəyə yaxın dövr edir. 60 illik tsikldə hər heyvan 5 dəfə (12 ildən bir) rast gəlir, illərin fərqlənməsi üçünsə rəngli simvollar işlədilir. Yeni il yanvarda, yaxud fevralda təzə Aya (yanvarın 21-dən fevralın 20-dək olan müddətdə) təsadüf edir. Tsiklik təqvim 2600 ildən artıq mövcuddur. Bu, dünyada vaxtın hesablanmasının ən qədim üsuludur.

Təqvimin inkişafı görkəmli astronom Çjan Henin (78-139) adı ilə bağlıdır. "Kainatın quruluşu" əsəri də ona məxsusdur. Orada deyilir ki, göyün yalnız şimal yarımkürəsində 124 bürcdə yerləşmiş 2500 ulduz vardır. Çjan Hen armillyar sfera yaratmışdır ki, onun köməyi ilə göy cisimlərinin ekvatorial koordinatları müəyyən edilirdi. Ulduzların ən qədim kataloqu e.ə. 360-cı ilə aiddir. Onu Şi Şen tərtib etmişdir. Siyahıda 809 ulduzun yerləşdiyi 122 bürc vardır. Təəssüf ki, ulduz xəritələrində bütün ulduzlar onların parlaqlıqlarından asılı olmayaraq eyni cür nöqtələrlə göstərilmişdir və onları eyniləşdirmək çətindir.

Qədim Çində çoxlu ixtira olmuşdur ki, onların arasında qnomon, kompas, günəş və su saatları və s. vardır. Qnomondan ekvatorun ekliptikaya meylini müəyyən etmək üçün istifadə olunurdu.

Çin salnamələri elm üçün ən qiymətli olmuşdur. Burada Günəş və Ay tutulmaları, kometaların görünməsi, yeni ulduzların alışmaları, Günəş ləkələri və s. haqqında məlumatlar verilmişdir. Məsələn, e.ə. 1302-ci ildə Günəş tutulması zamanı protuberansların müşahidəsi təsvir edilmişdir. Yaxud 989, 1066, 1145 və 1301-ci illərdə kometaların görünməsi qeydə alınmışdır (sonralar aydın olmuşdur ki, bu, Halley kometası olmuşdur). Nəhayət, 1054-cü ildə Buğa bürcündə ən yeni ulduzun alışması müşahidə olunmuşdur. Yengəcşəkilli dumanlığı törədən bu hadisənin təsviri yalnız Çin salnamələrində tapılmışdır: "qonaq" ulduz 1054-cü ilin iyununda peyda olmuşdur. O, hətta gündüz görünürdü və iki ildən sonra, 1056-cı ildə yoxa çıxmışdır. Başqa ulduzların da alışması müşahidə edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, o dövrdə, çinlilərdən başqa, heç kəs astronomik müşahidə aparmamışdır.

Orta əsrlərdə və sonralar Çin astronomiyası Avropa sivilizasiyasının təsirini hiss etməyə başlamışdır. O, təcrid olunmaya son qoydu.



"Tyan-Hen" göy sferasının modeli. Cihaz saat, göy qlobusu və armillyar sferadan ibarət idi. Sonuncunun köməyi ilə Günəş, Ay, beş planet və ulduzların koordinatları təyin edilirdi.

nomiyaya gətirdiyi nailiyyətlər antik dünya alimlərinin nailiyyətlərinə çevrilərək bu elmin tarixində mühüm rol oynamışdır. Məsələn, Hipparxın Ay nəzəriyyəsi əhəmiyyətli dərəcədə Babil məlumatlarından qaynaqlanırdı. Antik bürclər sistemi Mesopotamiyada məlum olanlardan çox şeylər əxz etmişdi. Biz bu gün də qədim İkiçayarasının astronomlarının etdiyi kimi göy sferasının böyük dairəsini 360 dərəcəyə bölməkdə davam edirik.

ANTİK ASTRONOMİYA

Qədim Yunan və Roma astronomiyası elm tarixində xüsusi yer tutur. Müasir elmi təfəkkürün əsası məhz Qədim Yunanıstanda qoyulmuşdur. Kainatın dərk edilməsində ilk addımlarını atmış Falesdən və Anaksimandrdan tutmuş göy cisimlərinin hərəkətinin riyazi nəzəriyyəsini yaratmış Klavdi Ptolemeyə qədər qədim alimlər yeddi əsr yarım vaxt ərzində böyük yol keçmişlər. Antik astronomlar onlardan xeyli əvvəl Babilistanda alınmış məlumatlardan istifadə etmişlər. Ancaq bu məlumatları işləmək üçün onlar tamamilə yeni riyazi üsullar yaratmışlar ki, orta əsr ərəb və sonralar Avropa astronomları bu üsullara əsaslanmışlar.

KAİNAT ƏNƏNƏVİ YUNAN MİFOLOGİYASINDA

Fiva şairi Hesiodun "Teoqoniya" (Allahların mənşəyi haqqında) poeması əsasında e.ə. VIII əsrdə yunanların dünyanı necə təsəvvür etmələri haqqında fikir söyləmək olar. O, dünyanın yaranması haqqında hekayəsinə belə başlayır:

İlk əvvəl Kainatda
Xaos əmələ gəlmişdir, ardınca isə –
Hamının təhlükəsiz yurdu... Geniş sinəli Geya
Geya – Yer isə özünə tən genişlik,
Ulduzlu göyü – Uranı yaratdı ki, onu
hər tərəfdən tamamilə örtsün.

Göy müstəvi Yerin üstündə bərqərar olmuşdur. Bəs Yer özü nəyin üstündə dayanmışdır? Heç nəyin. Sən demə, Yerin altında ucsuz-bucaqsız boş fəza allahların qalib gəldiyi titanlar üçün həbsxanaya çevrilmiş Tartar uzanıb gedir.

Göy nə qədər uzaqdadırsa, titanları da Yerin o qədər
uzaq dərinliyinə atıblar, çünki çox qaranlıq
Tartar bizdən o dərəcədə uzaqdadır.
Əgər mis zindanı göydən tullasaq,
Doqquz gün, doqquz gecəyə Yerə gəlib çatar,
Əgər mis zindanı Yerdən tullasaq,
doqquz gün, doqquz gecəyə
Tartarın mərkəzinə çatar.

Qədim yunanların təsəvvürlərinə görə, Yer Kainatı işıqlı və qaranlıq hissələrə bölür: yuxarı hissə göydür, aşağı hissədə isə Ereb – yeraltı zülmət hökmranlıq edir. Hesab olunur ki, Günəş aşağı hissəyə boylanmır. Gündüzlər Günəş arabada göyü gəzib-dolanır, gecələr isə qızıl kasada Yeri əhatə edən okeanla çıxacağı yerə tərəf üzür.



Ulduzlu göyün metal qlobusu.



Daş sütunun parçasında Metonun təqvimi.

TƏQVİM VƏ ULDUZLAR

Qədim Yunanıstanda, Şərq ölkələrində olduğu kimi, dini və mülki təqvimlər qismində *Ay-Günəş* təqvimlərindən istifadə edilmişdir. Burada hər təqvim ayının başlanğıcı təzə ay fazasına mümkün qədər yaxın yerləşməli, təqvim ilinin orta uzunluğu isə yaz gecə-gündüz bərabərlikləri arasındakı vaxt kəsiyinə (hazırda "tropik il" adlanır) mümkün qədər uyğun olmalı idi. Bu halda 30 və 29 günlük təqvim ayları növbələşirdi. Ancaq 12 qəməri ay bir ildən təqribən ayın üçdəbiri qədər qısadır. Odur ki, ikinci tələbi yerinə yetirmək üçün vaxtaşın *interkalyasiyalara* müraciət etmək – ayrı-ayrı illərə əlavə, on üçüncü ayı qoşmaq lazım gəlirdi.

Hər polisin – şəhər-dövlətin hökuməti tərəfindən qeyri-müntəzəm əlavələr edilirdi. Bunun üçün təqvim ilinin Günəş ilindən nə qədər geri qalmasına nəzarət edən xüsusi şəxslər təyin edilirdilər. Kiçik dövlətlərə bölünmüş Yunanıstanda təqvimlər yerli mənaya malik idi – Yunan dünyasında təxminən 400 ay adı mövcud idi. Riyaziyyatçı və musiqişünas Aristoksen (e.ə. 354-300) təqvim nizamsızlığı barədə yazırdı: "Korinflilərdə ayın onuncu günü afinalılarda beşinci, hər hansı başqalarında isə səkkizinci gündür".

Hələ Babilistanda istifadə olunan, sadə və dəqiq 19 illik tsikli e.ə. 433-cü ildə afinalı astronom Meton təklif etmişdi. Bu təklif 19 il ərzində 7 əlavə ayın daxil edilməsini nəzərdə tutur; onun xətası bir tsikldə iki saatdan çox olmurdu.

Mövsümi işlərlə məşğul olan əkinçilər hələ qədimdən Günəşin və Ayın mürəkkəb hərəkətlərindən asılı olmayan *ulduz təqvimindən* də istifadə edirdilər. Hesiod "Əmək və günlər" poemasında qardaşı Persə, kənd təsərrüfatı işlərinin görülməsi vaxtını Ay-Günəş təqvimi üzrə deyil, ulduz üzrə göstərir:

Atlantidanın Ülkəri yalnız şərqdə doğanda
Tələs biçməyə, batandasa əkməyə...
Bax səmaya, Orionla Sirius qalxıb,
Rəngarəng şəfəq Arkturu görəndə
Ey Pers, üzüm salxımlarını dər evinə apar.

Beləliklə, ulduzlu göyü yaxşı bilmək (müasir dünyada az-az adam bununla öyünə bilər) qədim yunanlara lazım olmuş və görünür, geniş yayılmışdı. Ola bilsin ki, bu elmi ailələrdə uşaqlara kiçik yaşlarından öyrədirmişlər.

Ay-Günəş təqvimindən Romada da istifadə edilirdi. Ancaq burada "təqvim özbaşınalığı" daha çox hökm sürürdü. İlin başlanğıcı və uzunluğu tez-tez öz hüququndan mənfəəti üçün istifadə edən pontifiklərdən (*lat.* pontifices), romalı kahinlərdən asılı idi. Belə vəziyyət Roma dövlətinin böyük sürətlə çevrildiyi Roma imperiyasını qane edə bilməzdi. E.ə. 46-cı ildə təkcə dövlət başçısının deyil, həm də ali kahinin vəzifəsini yerinə yetirən Yuli Sezar (e.ə. 100-44) təqvim islahatı apardı. Onun göstərişi ilə yeni təqvimi yunan əsilli, iskəndəriyyəli riyaziyyatçı və astronom Sozigen hazırladı. Sozigen əsl Misir Günəş təqvimini əsas götürdü. Ay fazalarını nəzərə almaqdan imtina etməsi ona kifayət qədər sadə və dəqiq təqvim hazırlamağa imkan verdi. Xristian dünyasında, *Yuli təqvimi* adlanan bu təqvimdən XVI əsrdə katolik ölkələrində dəqiqləşdirilmiş Qriqori təqvimi tətbiq olunana qədər istifadə edilmişdi.

İllərin Yuli təqviminə görə hesablanması e.ə. 45-ci ildən başlandı. İlin başlanğıcı yanvarın 1-nə keçirildi (əvvəllər birinci ay mart idi). Təqvimi tətbiq etdiyinə görə təşəkkür əlaməti olaraq senat Sezarın anadan olduğu kvintilis (beşinci) ayını yulius (iyul) ayı adlandırmağa qərar verdi. Eramızın 8-ci ilində sonrakı imperator Oktavian Avqustun şərəfinə sekstilis (altıncı) ayı avqustus adlandırıldı. Senatorlar üçüncü prinseps (imperator) Tuberiyə, septembr (yeddinci) ayını onun adı ilə adlandırmağı təklif etdikdə, guya imtina edərək, cavab vermişdi: "Bəs on üçüncü prinseps nə edəcəkdir?" Yeni təqvim sırf mülki təqvim oldu, dini bayramlar, ənənəyə görə, əvvəlki kimi Ayın fazalarına müvafiq surətdə qeyd olunurdu. Hazırda da Pasxa bayramı Ay təqviminə görə razılaşdırılır, həm də onun vaxtını hesablamaq üçün hələ Meton tərəfindən təklif olunmuş tsiklдən istifadə edilir.

FALES VƏ TUTULMALARIN QABAQCADAN XƏBƏR VERİLMƏSİ

Fales (e.ə. VII əsrin sonu – VI əsrin ortaları) Kiçik Asiyada yerləşən yunan ticarət şəhəri Miletdə yaşamışdır. Qədim zamanlardan tarixçilər Falesi "fəlsəfənin atası" adlandırırdılar. Çox təəssüf ki, onun əsərləri bizə gəlib çatmamışdır. Təkcə o məlumdur ki, Fales hadisələrin təbii səbəblərini tapmağa çalışır, suyu hər şeyin başlanğıcı hesab edir, Yeri suda üzən ağac parçasına bənzədirdi.

Herodot, Şərq ölkələri Lidiya və Midiya arasında gedən müharibədən danışaraq məlumat verirdi: "Dəyişkən üstünlüklə bu müharibə davam edirdi və müharibənin altıncı ilində döyüşlərdən biri gedən vaxt gündüz gecəyə çevrildi. Bunun Günəş tutulması olduğunu Miletli Fales qabaqcadan söyləmiş və hətta tutulmanın olacağı ili əvvəlcədən dəqiq müəyyən etmişdi. Lidiyalılar və midiyalılar gündüzün gecəyə çevrildiyini görərək... tez sülh bağladılar".



Sozigen yeni təqvimi Yuli Sezara göstərir.

Müasir hesablamalara görə, bu tutulma e.ə. 585-ci il mayın 28-də baş vermişdir.



Daş sütunda Yuli təqvimi.

Tutulmaların dövriliyini müəyyən etmək üçün Babilistan astroloqlarına neçə-neçə əsr lazım olmuşdur. Çətin ki, Fales tutulmaları qabaqcadan müstəqil xəbər vermək üçün kifayət qədər məlumatlara malik ola biləydi, Fales astronomiyaya riyaziyyatçı kimi daha çox fayda vermişdir. Ola bilsin ki, riyazi isbatların axtarışının zəruriliyi haqqında fikrinə birinci olaraq Fales gəlmişdir. O, məsələn, bərabəryanlı üçbucağın oturacağına bitişik bucaqların bərabərliyi haqqında teoremi isbat etmişdir. Onun üçün nəticənin özü deyil, məntiqi mühakimə prinsipi vacib idi.

Astronomiya üçün bu da əhəmiyyətlidir ki, Fales bucaqların həndəsi öyrənilməsinin banisi olmuşdur.

Fales birinci olaraq deyə bilərdi: "Riyaziyyatı bilməyən kəs astronomiya məbədinə də daxil olmur".

ANAKSİMANDR

Miletli Anaksimandr (e.ə. təxminən 610–547) Falesin şagirdi və qohumu olmuşdur. Müəllimi kimi, Anaksimandr da təkcə elmlərlə deyil, həm də ictimai və ticarət işləri ilə məşğul olmuşdur. Onun "Təbiət haqqında" və "Sferalar" kitabları qalmamışdır, bu kitabların məzmununu onları oxuyanların söylədiklərindən bilirik. Anaksimandrın təsvir etdiyi aləm qeyri-adidir. Alim göy cisimlərini ayrı-ayrı cisimlər deyil, odu gizlədən qeyri-şəffaf örtüklərdə

MİLETLİ FALES İLK AVROPA ASTRONOMUDUR

Nəzəri idrakı birinci tətbiq edən və insan dərrakəsinin elmi mədəniyyətə doğru ilk addımları atan Fales olmuşdur.

İmmanuel Kant

Ellinlər (qədim yunanlar) Falesə yeddi yunan müdrikindən ən müdriki kimi ehtiram edirdilər. Onun "akme"si (40 illiyi, mənəvi qüvvələrinin çiçəklənməsi) e.ə. 585-ci ilə təsadüf edir. Falesin kitabları bizə gəlib çatmamışdır, ancaq elm tarixçisi Diogen Laertskinin məlumatına görə, "Günəşin gündönümündən növbəti gündönümünə qədər hərəkətin vaxtını (ilin fəsillərinin uzunluğunu) birinci o kəşf etmiş və birinci hesablamışdır ki, Günəşin və Ayın görünən diametrləri çevrənin 1/720 hissəsidir (0,5°). Ayın axırıncı gününü birinci olaraq o, otuzuncu gün adlandırmışdır və təbiət haqqında birinci o mühakimə yürütmüşdür".

Yunanıstan və Roma alimləri aşağıdakıları təsdiqləyirlər.

Platon:

– Belə söyləyirlər ki, Fales ulduzları müşahidə üçün göyə baxarkən quyuya düşür, hansısa frakiyalı qəşəng və ağıllı xidmətçi qadın onu ələ salır: o guya, göydə nə olduğunu bilmək istəyir, ancaq qabağında, ayaqları altında nə olduğunu görmür.

Ippolit:

– Fales deyirdi ki, Kainatın başlanğıcı da, sonu da sudur. Çünki hər şey sudan, onun bərkiməsi, habelə buxarlanması yolu ilə əmələ gəlir. Hər şey suda üzür, bu səbəbdən zəlzələlər, axınlar və ulduzların hərəkəti baş verir. O, Allahı "başlanğıcı və sonu olmayan" varlıq hesab edir.

Plutarx:

– Ellinlərin ən müdrikləri – Fales, Platon, Evdoks və Pifaqor – Misirə gedir və kahinlərdən dərs alırdılar. Fales heç bir alətdən istifadə etmədən ehramı çox asanlıqla ölçə bilməsi ilə firon Amasisi hədsiz heyrətə gətirmişdi. O sadəcə olaraq saldığı kölgənin sonunda çubuq qoymuşdu. Ehramın və çubuğun təpələrinə işıq şüası toxunmaqla iki üçbucaq əmələ gəlmişdi. Fales əyani şəkildə göstərmişdi ki, çubuğun hündürlüyünün ehramın hündürlüyünə nisbəti müvafiq surətdə onların kölgələrinin nisbətinə bərabərdir.

Evdem:

– "İki bucağı və bir tərəfi bərabər olan iki üçbucaqlı bərabərdir" teoremini Evklidə qədər, ehtimal ki, Fales bilirdi. Çünki sahildən dənizdə olan gəmiyə qədər məsafəni təyin etmək üsulu, rəvayətə görə, Falesə məxsusdur. Bu üsulu tətbiq etmək üçünsə həmin teoremdən istifadə etmək lazımdır.

Stobey:

– Fales təsdiq edirdi ki, Ay torpaqdan ibarətdir. Ulduzlar da torpaqdan ibarətdir, ancaq onlar közərmişdir.

Siseron:

– Günəşin tutulması Ayın onu örtməsi nəticəsində baş verir. Beləliklə, Günəşin tutulması yalnız yeni ay fazasında (hərçənd bütün yeni ay fazalarında yox) baş verir. Deyilənə görə, bunu birinci dəfə Miletli Fales başa düşmüşdür.

Böyük Plini:

– Yunanlardan Miletli Fales Günəşin tutulmasının səbəbini birinci tədqiq edərək (tutulma e.ə. 585-ci il mayın 28-də baş vermişdir), 48-ci olimpiadanın dördüncü ilində qabaqcadan xəbər vermişdir.

Higin:

– Nə üçün Qütb ulduzunu Finikiya ulduzu adlandırırlar? Çünki birinci dəfə Fales göstərmişdir ki, Böyük Ayı bürcünə nisbətən Qütb ulduzu və Kiçik Ayı bürcü şimalın daha dəqiq göstəriciləridir. Herodotun dediyinə görə isə, Fales əslən finikiyalıdır.



Hər səhər Günəş allahı Helios qızıl arabada Şərq dənizindən qalxır və Yerin yastı diski üzərində göydə öz yoluna davam edir.

pəncərələr hesab edirdi. Onun fikrincə, Yer sütun hissəsi şəklindədir. Onun hamar və ya dairəvi səthində insanlar yaşayırlar. Yer dünyanın mərkəzində heç nəyə söykənmədən asılı halda qalır. Yeri odla dolu, son dərəcə böyük boruşəkilli halqalar əhatə edir. Odun az olduğu ən yaxın halqada kiçik deşiklər – planetlər vardır. Daha güclü oda malik ikinci halqada bir böyük deşik – Ay yerləşir. O qismən və ya tam örtülə bilər (filosof Ay fazalarının növbələşməsini və göy cisminin tutulmasını belə izah edirdi). Üçüncü uzaq halqada da Yer boyda nəhəng deşik vardır. Onun içindən ən güclü od – Günəş şəfəq saçır. Ola bilsin ki, Anaksimandrın Kainatını deşiklərlə dolu bütöv sfera qapayır və bu deşiklərdən onları əhatə edən od görünürdü. İnsanlar bu deşikləri "hərəkətsiz ulduzlar" adlandırırdılar. Təbii ki, onlar yalnız bir-birinə nisbətən hərəkətsizdir. Yeri əhatə edən göy cisimlərinin bərk orbitlərinə malik Kainatın bu ilk geosentrik modeli Günəşin, Ayın və ulduzların hərəkətlərinin həndəsəsini başa düşməyə imkan verirdi.

Anaksimandr nəinki dünyanı həndəsi cəhətdən dəqiq təsvir etməyə, həm də onun mənşəyini başa düşməyə cəhd edirdi. Filosof apeyronu – "sonsuzluğu" bütün varlıqların başlanğıcı hesab edirdi: "Sonsuzluğun hansısa təbiəti vardır ki, göy qübbələri və onlardakı kosmoslar ondan əmələ gəlir". Anaksimandra görə, Kainat olimpiya allahlarının müdaxiləsi olmadan, öz-özünə inkişaf edir.

Filosof kainatın yaranmasını təxminən belə təsəvvür edirdi: apeyron düşmənçilik edən ünsürləri – "istini" və "soyuğu" doğurur. Onların maddi təcəssümü od və sudur. Yaranmış kosmik axında ünsürlərin mübarizəsi maddələrin yaranmasına və parçalanmasına gətirib çıxarmışdır. "Soyuq" – su və hava ilə əhatə olunmuş Yer axının mərkəzində, od isə xaricindədir. Odun təsiri ilə hava örtüyünün yuxarı qatları bərk qabığa çevrilmişdir. Bərkimiş aerin (havanın) bu sferasına qaynayan yer okeanının buxarı təzyiq göstərməyə başladı. Örtük davam gətirə bilmədi və şişərək, mənbələrdən birində deyildiyi kimi, "qopub ayrıldı". Bu halda o, odun əsas kütləsini dünyamızın xaricinə sıxışdırıb çıxarmalı idi. Hərəkətsiz ulduzlar sferası belə yaranmışdı, ulduzlar özü isə xarici örtükdəki məsamələr oldu.

Bu möhtəşəm mənzərənin yekun ştrixi canlı varlıqların yaranmasıdır. Okean qaynayıb buxarlandı, quru üzə çıxdıqdan sonra canlı varlıqlar "torpaqdan və isinmiş sudan" törəmiş və "lilli qabığın daxilindəki rütubətdə" doğulmuşlar, yəni Anaksimandra görə, təbii inkişaf nəinki dünyanın yaranmasını, hətta həyatın özözünə törəməsini təmin etmişdir.

Filosof Kainatı canlı varlığa oxşar hesab edir. Qocalmayan zamandan fərqli olaraq Kainat yaranır, yetkinlik yaşına çatır, qocalır, yenidən törənmək üçün məhv olur: "Aləmlərin məhv olması, xeyli əvvəl isə onların doğulması baş verir, belə ki, əzəldən (qədimdən) bəri eyni bir hadisə dairə üzrə təkrarlanır". Beləliklə, Anaksimandr, birinci dünya sistemini (Kainat modelini), dünyanın birinci kosmoloji mənzərəsini (hər şey nədən başlamışdır) və birinci kosmoqonik fərziyyəni (hər şey olduğu kimi necə oldu) bizə miras qoymuşdur.

Bütün cisimlərdən böyük Allahdır, çünki o doğulmayıb.
Hamıdan gözəl kosmosdur, çünki onu Allah yaratmışdır.
Hər şeydən sürətli fikirdir, çünki o dayanmadan qaçır.
Hər şeydən fəza böyükdür; çünki ona hər şey sığır.
Hamıdan müdriki zamandır, çünki o hər şeyi aşkar edir.
Bir Hikmət axtar.
Bir Rifah seç.

(Miletli Fales)

ANAKSAQOR. "METEOROLOJİ KOSMOS"

Qoy hər il mənim vəfat etdiyim ayda uşaqları tətilə buraxsınlar.

Anaksaqor. Vəsiyyət.

Anaksaqor (e.ə. təqribən 500-428) Miletin yaxınlığında olan Klazomen şəhərindəndir. O, Milet filosoflarının təlimləri ilə tanış idi. Perikl və Yevripidin müəllimi idi. Anaksaqor ömrünün çox hissəsini Afinada keçirmişdir. Siyasi laqeydliyinə görə hansısa filosof Anaksaqoru məzəmmət edərək demişdi: "Görünür, vətən sənin vecinə deyildir". "Görüm dilin lal olsun! – Anaksaqor cavab vermişdi. – Mən elə ancaq vətən haqqında düşünürəm!" Sonra o, barmağı ilə göyü göstərmişdi. Hər şeyin başlanğıcının su olduğunu qəbul edən Falesdən və ya apeyronu tətbiq edən Anaksimandrdan fərqli olaraq, Anaksaqor bütün maddələrin "toxumlarının" nə isə birinci qarışığını Kainatın başlanğıcı hesab edirdi. Sonsuz Kainatı doldurmuş bu qarışıq sakitcə durmuşdur. Ancaq onun hansısa bir hissəsində çox sürətli axın yaranmışdır. Onun meydana gəlməsi səbəbini filosof nus (idrak), "hər şey haqqında bütün biliklərə və ən böyük qüvvəyə malik" allah adlandırmışdır. Kainatın sonrakı inkişafını Anaksaqor belə təsəvvür edirdi: "Bu fırlanma kiçikdən başlanmışdır, hal-hazırda böyük fəzanı əhatə edir və daha böyük fəzanı əhatə edəcəkdir".



Başlanğıc fırlanma çox sürətli olmuşdur. Başlanğıc qarışığın axına cəlb olunmuş hissəsindən ayrı-ayrı maddələr ayrılmışdır. Onlardan sıx olanları axının mərkəzinə düşmüş və burada düz dairəvi Yer yaranmışdır. Ən yüngüllər – soyuq hava və isti nazik efir xaricə atılmışdır. Dünyanın inkişafının müəyyən mərhələlərində Yerin kənarlarından parçalar ayrılmış və bu parçalar sonralar göy cisimləri olmuşdur. Tədricən hərəkət axının mərkəzindən kənarına getmişdir. Yer dayanmış, göy isə fırlanmaqda davam etmiş və hansısa bir anda o, "maili vəziyyət almışdır".

Anaksaqor hesab edirdi ki, göy cisimləri Yerin altından keçir, Günəş və Ay tutulmalarının səbəblərini artıq bilirdi. Ancaq Günəşin "dönüşlərini", yəni onun üfüq üzərində hündürlüyünün yay və qış gündönümü anlarından sonra dəyişməsini filosof havanın qızması və ya soyumasının təsiri ilə izah edirdi.

Bu vacib detaldır. Doğrudan da, göy yalnız qütbdə dəqiq şaquli ox ətrafında fırlanır, Yunanıstanda isə dünya oxu nəzərəçarpacaq dərəcədə: Afinada üfüq müstəvisinə 38° meyillidir. Ona görə fırlanan müstəvi Yerə malik dünya sistemi mümkün deyildir, orada göyün görünən fırlanma hərəkəti Yerin hərəkəti ilə izah edilərdi.

Anaksaqorun Kainatı, mərkəzində havaya söykənən yer diskinin yerləşdiyi genişlənən sferik qabarcıqdır. Yerin ətrafında efir axını fırlanır. Efir axını Günəşi – bərk közərmiş metal qayanı və ya ölçücə Peloponnesdən çox böyük olan daşı və məskənlər, həmçinin yarğan və təpəciklər olan Ayı daşıyır. Efir axını həmçinin ulduzları – Günəşdən çox kiçik bərk közərmiş daşları daşıyır.

E.ə. 466-cı ildə, Anaksaqorun 34 yaşı olanda Frakiyada Eqospotama çayının sahilinə böyük meteorit düşmüşdü. Bir sıra qədim müəlliflər məlumat verirlər ki, meteoritin düşməsini Anaksaqor gününə qədər dəqiqliklə qabaqcadan xəbər vermişdi. Aşkardır ki, bu, əfsanədir, ancaq onun əsası vardı. Axı, Anaksaqor demişdir: "Əgər göy öz fırlanmasını ləngidərsə, bütün daşlar düşər". Bu isə müəyyən mənada oxşar hadisələrin qabaqcadan xəbər verilməsi kimi hesab oluna bilər. Yaxud, əksinə, ola bilər ki, meteoritin düşməsi alimi bu fikrə gətirmişdir?



Afinanın allahazidd "Günəş modelinə" görə Anaksaqoru ölümə məhkum etdilər. "Afina xalqı, məni və mənim həyatımı nədə isə qınaya bilərsənmi? – deyə Perikl məhkumu müdafiəyə qalxdı. "Heç nədə", – xalq cavab verdi. Perikl dedi: "Anaksaqor mənim müəllimimdir". Anaksaqoru Afinadan qovdular.

DEMOKRİT. ALƏMLƏRİN ÇOXLUĞU

Universal, sonsuz bölünən materiya hipotezini təklif edən Anaksaqor təlimi ilə yanaşı, əks nəzəriyyə – maddələrin atomlardan ibarət olması nəzəriyyəsi yarandı. Bu nəzəriyyənin tərəfdarları hesab edirdilər ki, maddədən əlavə, saysız-hesabsız bölünməz hissəciklərin – atomların hərəkət etdiyi yoxluq – sonsuz boşluq mövcuddur. Atomlar bir-biri ilə toqquşur, müxtəlif vəziyyətlərdə birləşir, cürbəcür maddələr və əşyalar əmələ gətirir. Aləmlər də belə yaranır və ucsuz-bucaqsız Kainatda onların sayı-hesabı yoxdur.



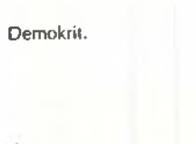
Belə çıxır ki, aləmlər təsadüfən yaranır? Heç də yox. Empedokldan (e.ə. təqribən 490-430) sonrakı atomistlər nizamlılığın nizamsızlıqdan meydana gəlməsinin mümkünlüyünü təsdiq edirdilər. Həqiqətən də, atomlar təsadüfi birləşmələrdə bir-biri ilə qarşılaşır, ancaq onlardan yalnız uğurluları dayanıqlı olur. Məhz belə atomlar yığılır, bir-birinə qarşılıqlı təsir göstərir və mürəkkəb birləşmələr əmələ gətirir.

Eramızın III əsrinin müəllifi İppolit məşhur filosof-atomçu Demokritin (e.ə. təxminən 470 və ya 460-cı ildə anadan olmuş, 100 ildən çox yaşamışdır) astronomik baxışlarını belə təsvir edir: "O demişdir ki, ...aləmlər saysızdır və böyüklüyünə görə müxtəlifdir. Bu aləmlərin bəzilərində Günəş və Ay yoxdur, digərlərində isə bizim aləmdə olduğundan çoxdur, başqa aləmlərdə isə onlar daha çoxdur. Aləmlər arasında məsafələr fərqlidir; bundan əlavə, bir yerdə aləmlərin sayı çox, başqa yerdə azdır. Bəzi aləmlər böyüyür, digərləri çiçəklənmə həddinə çatmışdır, üçüncüləri artıq zəifləməkdədir... Onlar bir-biri ilə toqquşaraq məhv olur".

Atomistlər bu aləmlərin mənşəyi məsələsini özləri üçün həll etmişdilər. Laertli, Diogen, Demokritin müəllimi Levkippin baxışlarını belə ifadə edirdi (bu mətndə atomlar "cisimlər" adlandırılmışdır): "...böyük boşluğa müxtəlif görünüşlü cisimlər gətirilir; onlar toplanaraq vahid axın əmələ gətirir, burada bir-biri ilə toqquşaraq və hər vasitə ilə fırlanaraq, qarşılıqlı oxşarlığa görə ayrılır... Yüngül cisimlər xarici boşluğa uçur, sanki, toza dönərək burada yayılır, digərləri yerlərində qalaraq, bir-biri ilə bağla-



Demokrit.



Anaksaqor əllərində qnomon (Günəş saatı) ilə.

nır və nəsə kürə formasında başlanğıc birləşmə yaradır. Öz növbəsində, bu birləşmə, elə bil, müxtəlif formalı cisimlərin daxil olduğu örtüyü özündən ayırır".

Bu "örtük" xarici yüngül atomların axını hesabına böyüyür, onun altında göy cisimləri yaranır və yanır. Yer isə axının mərkəzində yaranır və burada qalır, o fırlanmır və qaval formasına malik olur. Atomistlərin və Anaksaqorun maddələrin təbiəti və aləmlərin yaranması üsullarına baxışlarının müxtəlif olmasına baxmayaraq, onların təklif etdikləri aləmlər çox oxşardır. Hər iki aləmdə, daxilində fırlanan göy cisimləri olan örtüklə əhatə olunmuş tərpənməz müstəvi Yer vardır. Belə görünür ki, atomistlərin göyü sonsuz dünyaya açılan pəncərə, ulduzları isə uzaq dünyaların günəşləri hesab etmələrinə bir addım qalırdı. Ancaq atomistlər bu addımı atmadılar, onlara fırlanan bütöv göy sferası haqqında təsəvvür mane oldu. Digər mühüm addım da atılmadı – onlar Yerin kürəşəkilli olduğunu da qəbul etmədilər, halbuki o vaxtlar Parmenid və Empedokl artıq bu barədə yazmışdılar.

PİFAQORUN SİRLƏRİ

Pifaqor (e.ə. VI əsr) haqqında az etibarlı məlumatlar qalmışdır. Məlumdur ki, o, Samos adasında anadan olmuşdur; ehtimal edilir ki, gəncliyində Miletə gəlmiş, burada Anaksimandrdan dərs almışdır; ola bilsin ki, daha uzaqlara səyahət etmişdir. Yetkinlik yaşında filosof Kroton şəhərinə köçmüş və dini cəmiyyətə bənzər cəmiyyəti – Pifaqor birliyini yaratmışdır. Bu birlik Cənubi İtaliyanın bir çox yunan şəhərlərinə öz təsirini göstərmişdir. Birliyin həyatı sirlərlə dolu idi. Birliyin yaradıcısı Pifaqor haqqında hələ onun sağlığında əfsanələr gəzirdi və yəqin ki, bu əfsanələrin nəsə bir əsası olmuşdur: böyük alim həm də böyük siyasətçi və uzaqgörən adam idi.

Pifaqor. XVI əsrin qravürasından.



Pifaqorçuların fikrincə, təbiət haqqında fundamental bilik gizli saxlanılmalıdır. Yalnız həqiqəti dərk edə bilənlər və onun böyüklüyünü qiymətləndirməyi bacaranlar bu biliyə yiyələnməlidirlər. Elmi qeybət meydanına çıxarmaq olmaz.

Pifaqor təliminin əsası qəlblərin köçürülməsinə və dünyanın harmonik quruluşuna inamdan ibarət idi. Onun fikrincə, insan qəlbini musiqi və zehni əmək təmizləyir, odur ki, pifaqorçular "dörd incəsənətdə" – hesab, musiqi, həndəsə və astronomiyada kamilləşməyi məcburi hesab edirdilər. Pifaqor özü ədədlər nəzəriyyəsinin əsasını qoymuşdur, onun isbat etdiyi teorem isə indi hər bir məktəbliyə məlumdur. Əgər Anaksaqor və Demokrit dünyaya baxışlarında təbiət hadisələrinin fiziki səbəbləri haqqında Anaksimandrın ideyalarını inkişaf etdirirdilərsə, Pifaqor kosmosun riyazi harmoniyasına onun əminliyinə şərik çıxırdı.

Pifaqorçular İtaliyanın yunan şəhərlərində bir neçə onillik ərzində hökm sürdülər, sonra tar-mar oldular və siyasətdən uzaqlaşdılar. Ancaq, Pifaqorun ruhlandırdığı bir çox pifaqorçular yaşadılar və elmə böyük təsir göstərdilər. Pifaqorun özünün verdiyi töhfəni indi onun tərəfdarlarının nailiyyətlərindən ayırmaq çox çətindir. Bu, pifaqorçuların bir neçə prinsipial ideya irəli sürdüyü astronomiyaya xüsusilə aiddir. Bu ideyalar haqqında sonrakı pifaqorçuların təsəvvürləri barəsində bizə gəlib çatan cüzi məlumatlara və Pifaqor ideyalarının təsirini hiss etmiş filosofların təlimlərinə əsasən fikir yürütmək olar.

PARMENİD. YER KÜRƏDİR!

İtaliya şəhəri Eleydən olan, Pifaqorun kiçik müasiri Parmenid (e.ə. təxminən 540-480) tarixə uzun əsrlər boyu fəlsəfənin simasını və problemlərini müəyyən etmiş qeyri-adi mütəfəkkir kimi daxil





◂◂ Boetsi, Pifaqor və hesabın alleqoriyası.

▲ Rafael Santi. Afina məktəbi. Freskadan fraqment.

olmuşdur. Şübhəsiz ki, Parmenid Pifaqorun təlimi ilə tanış idi: məsələn, belə bir məlumat var ki, "o, pifaqorçu Aminiyə qoşulmuşdu".

Parmenid, tamamilə Anaksimandr ruhunda odu və gecəni bütün varlığın başlanğıcı hesab edirdi. Günəşin təbiətinin başa düşülməsində də filosof, görünür, Anaksimandrla razılaşırdı. Məlumatların birində deyilir ki, Parmenidin "Günəşi odun nəfəsliyidir". Onun Ayı isə işığını Günəşdən alır; deməli, o ayrıca bir göy cismi olmalıdır. Ay "aeranın (bərkimiş tutqun havanın) və odun qarışığıdır". Ancaq başlıcası odur ki, Yerin kürəyəbənzər olması ilk dəfə Parmenidin dünya sistemində xatırladılır. Bu isə dünyanın dərk edilməsində mifdən reallığa doğru atılmış nəhəng addımlar demək idi. Həmin dövrdə, çox-çox sonralar olduğu kimi, alimlərdə planetin kürəyəoxşar olduğuna şəksiz dəlalət edən müşahidə materialları yox idi. Bu, heç olmazsa ondan görünür ki, Parmenidden yüz il sonra yaşamış və şübhəsiz, onun "Təbiət haqqında" poemasından xəbəri olan Demokrit Yeri yastı hesab etmişdir.

Biz uşaqlıqdan bilirik ki, Yer kürə formasındadır, ancaq bunu qəbul etmək bizim üçün çox çətin olmuşdur. Yerin kürəşəkilli olmasını qəbul etmək dünya haqqında təsəvvürlərin əsaslarında ciddi sarsıntıya səbəb oldu. Bu nəsillərin və dinin müqəddəs saydığı çoxəsrlik ənənələrdən imtina etməyi nəzərdə tuturdu.

Yerin kürəşəkilli olması ideyasının müəllifi Parmenid idimi? Bu suala cavab verdikdə müxtəlif mənbələr həm Parmenidin, həm də Pifaqorun adını çəkir. Yəqin ki, üstünlüyü Pifaqora vermək lazımdır. Çünki, birincisi, Yerin kürə şəklində olması faktı Parmenidin "Təbiət haqqında" poemasında öz ideyalarının şərh olunduğu hissəyə deyil, "adi adamların fikirləri"nin şərh olunduğu hissəyə daxildir. İkincisi, Parmenid daha ümumi problemlərlə məşğul olmuş və çətin ki, astronomiyada "inqilab" etmək fikrində olaydı. Pifaqorun, əksinə, səbəbləri var idi.

Pifaqor fəlsəfəsinin əsası dünya harmoniyasıdır. Məlumdur ki, pifaqorçular sferanı daha mükəmməl fiqur hesab etmişlər. Diskəbənzər Yer isə sferik göy ilə harmoniya yaratmırdı. Ola bilsin ki, məhz bu, Yerin kürəşəkilli olmasını etiraf etməyə səbəb olmuşdur. Əgər bu kəşf Pifaqorçular məktəbinə aiddirsə, onda

çətin ki bu kəşfi, məktəbin yaradıcısından savayı, kimsə etsin.

Yeri kürəşəkilli qəbul etmək üçün təkcə bir çox ənənələrdən imtina etmək kifayət etməmişdir. Həmçinin cisimlərin aşağı düşmək cəhdini onların mərkəzə doğru hərəkət cəhdi ilə əvəz etmək tələb olunmuşdur. Bu məsələni isə Parmenid gözlənilmədən həll etmişdi. Dünyanın mərkəzində filosof, ilahə Afroditanı və sevgi hissinin təcəssümü olan ana Erotu yerləşdirmişdi. Yada salmaq lazımdır ki, Parmenid varlığı yaradan birinci səbəbkar odu hesab etmişdir. Ancaq odu dünyanın mərkəzində pifaqorçu Filolay yerləşdirmişdir.

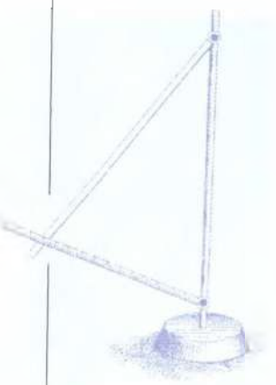


Filolayın dünya sistemi.

YERİN MÜTƏHƏRRİKLİYİ. FİLOLAY KAİNATI

Yerin hərəkəti haqqında bütün əvvəlki fərziyyələr pifaqorçularla bağlıdır. Bu təəccüblü deyildir. Hərəkətin nisbiliyi anlayışı, heç olmazsa, bir dəfə qayıqda üzmüş hər kəsə məlumdur. Ancaq, bu prinsipi göyə və yerə yalnız Yeri kürəşəkilli hesab edənlər tətbiq edə bilərdilər.

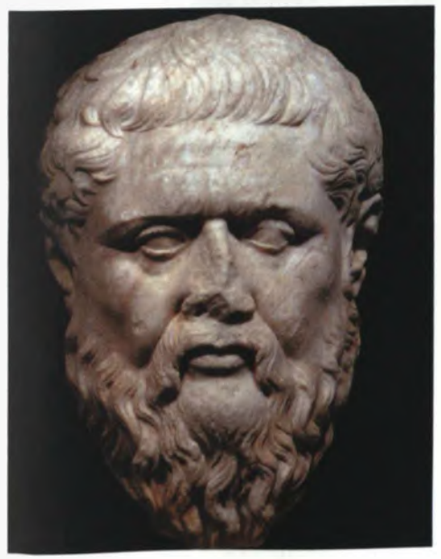
Çox vaxt pifaqorçular Ekfantı və Giketi Sirakuzalı Yerin öz oxu ətrafında fırlanması ideyasının müəllifləri adlandırırlar. Bu pifaqorçular haqqında, demək olar ki, heç nə məlum deyil. Əldə olan məlumata görə, Ekfant hesab etmişdir ki, "Yer irəliyə doğru hərəkət etmir, yalnız öz oxu ətrafında fırlanır. Yerin hərəkəti təkərin hərəkətinə oxşardır və qərbdən şərqədir". Giket haqqında, bu cür məlumatlarla yanaşı, əlavə məlumatlar da vardır. Giket iki Yerin olduğunu qəbul etmişdir: "bu və Antiyer (Antixton)". Antiyer haqqında söhbətimiz qabaqdadır, Yerin fırlanması isə göy hərəkətlərindən ən sürətlisi olan "tərpənməz ulduzlar göyünün" dünya oxu ətrafında sutkalıq fırlanmasını "dayandırmağa" imkan vermişdir. Bu məlumatlar əbəs olmadı. Qədim astronomları öz sələfləri hesab edən Kopernik 1542-ci ildə məşhur "Göy sferalarının fırlanmaları haqqında" kitabında bu məlumatlara istinad etmişdi. O, Filolayı da yada salmışdır. Filolayın dünya sistemi haqqında, az da olsa, məlumatı vardır və bu cəhətdən o yeganə pifaqorçu filosofdur.



Bir çox antik müəlliflər belə hesab edirlər ki, Krotonlu Filolay (e.ə. təxminən 470–388) pifaqorçuların təlimini elan etmiş birinci pifaqorçudur. Filolay tam həcmdə bizə gəlib çatmayan "Təbiət haqqında" kitabını yazmışdır. Bu kitabda Kainatın quruluşundan danışılırdı. Aristotel yazır ki, Filolaya görə, "Yer ulduzlardan biridir (planetlərdən), mərkəz ətrafında dairə boyunca hərəkət edir və nəticədə gecə və gündüz növbələşir". Filolayın dünya sistemi fantastik detallarla doludur. Bizans yazıçısı Stobey bu barədə demişdir: "Filolay ortada, mərkəzdə odu yerləşdirir, onu Kainatın ocağı, Zevsin Evi, allahların Anası adlandırır... Bundan əlavə, o, hər şeydən yuxarıda yerləşən və bütün ətrafa xidmət edən digər odun olduğunu zənn edir. Təbiətdə birinci Mərkəzi oddur; onun ətrafında on ilahi cisim: göy və planetlər, onların ardınca Günəş, onun altında Ay, onun altında Yer, onun altında Antiyer, onun hamısından sonra isə od fırlanır".

İki xəyali göy cismini – Mərkəzi odu və Antiyeri daxil etməkdən əlavə, Filolay zənn edir ki, Günəş əks olunan işıqla şəfəq saçır. Bu barədə məlumatların birində deyilir: "Pifaqorçu Filolaya görə, Günəş şüşəyəoxşardır, o, kosmosda olan odu əks etdirir". Aşkardır ki, güzgü – Günəş Yerə Mərkəzi odun bir hissəsini bəxş edir.

Aristotel və Stobey dünyanın qədim yunanlar üçün ənənəvi olan geosentrik sistemini deyil, nəsə başqa, "odsentrik" sistemini təsvir edirdilər. Mərkəzi odun ətrafından Antiyerin, Yerin, Ayın, Günəşin, planetlərin və ulduzların orbitləri keçir. Bununla bərabər, Yerin bir yanı həmişə oda tərəf çevrilir (Ayın Yerə nisbəti kimi) və təbiidir ki, üstündə yaşadığımız yanı ilə yox. Antiyer Yer ilə sinxron hərəkət edir və bizim üçün görünməzdir, "çünki onu Yerin cismi örtür". Prinsipcə bu fərziyyəni çox sadə şəkildə yoxlamaq olar: yaxşı təchiz olunmuş ekspedisiya uzunluq dairəsi ilə Yer kürəsi qövsünün dörddəbirini qət edərək odu da, Antiyeri də müşahidə edə bilərdi. Əlbəttə, bu bir zarafatdır: o dövr üçün belə məsləhət vermək, bizim astronomlara Qalaktikanın mərkəzinə uçmaq və orada qara çuxurun olub-olmadığını yoxlamaq təklifini verməyə bərabərdir. Özündən böyük müasiri Anaksaqordan sonra Filolay da zənn edirdi ki, Ayda yaşayış vardır. Stobey bu barədə məlumat verərək demişdir: "Pifaqorçulardan bəziləri, məsələn, Filolay, güman edirlər ki, Ay bizim Yer kimi, ancaq daha böyük və gözəl heyvan və bitkilərlə məskunlaşmışdır. Ayda yaşayan heyvanlar Yerdəkindən on beş dəfə böyükdür". Bu isə onunla izah olunur ki, orada gün Yerdəkindən 15 dəfə uzundur.



PLATON. SFERALARIN HARMONİYASI

Məşhur mütəfəkkir, təxminən min il (e. 529-cu ilinədək mövcud olmuş Akademiyanın – fəlsəfi məktəbin yaradıcısı Afinalı Platonun (e.ə. 427–347) Kainat haqqında təsəvvürləri çox halda pifaqorçuların təsəvvürləri ilə eynidir.

Dünyanın quruluşu probleminə Platon özünün sonrakı söhbəti şəklində yazılmış "Dövlət" və "Timey" əsərlərində toxunur. Bu əsərlərdə Kainat Anankenin (Zərurətin) təkərlərində quraşdırılmış fırlanan milə bənzədilir. O, bir oxa taxılmış almaz hissələrdən toplanmışdır, filosof bunu val (fırlanan silindr) adlandırmışdır.

Platon dünyanın və ekliptikanın oxlarını da fərqləndirmirdi. Kainat bir növ kəsikdə göstərilirdi: "Bütün valların sayı 8-dir (Ay, Günəş, o vaxtlar məlum olan 5 planet və ulduzlu göy), onlar bir-birinə daxil edilmişdir, onların kənarları ümumi oxu olan çevrələrdir, belə ki, xarici hissə vahid valın arasıkəsilməz səthidir". Bu o deməkdirmi ki, Platon həqiqətən göy cisimlərinin bərk şəffaf sferalarda bərkidildiyini hesab edirdi, yoxsa bu, göy cisimlərinin orbitlərinin sarsılmaz olduğunu söyləyən poetik metaforadır? Çox



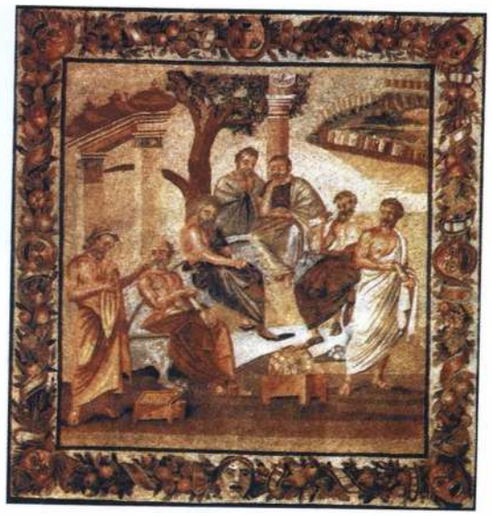
Aristotel.

Gözlərimiz göy cisimlərinin axınına necə dikilmişsə, qulaqlarımız da səslərin həmahəngliyini eşitmək intizarındadır. Musiqi ilə astronomiya, sanki, doğma bacılardır. Pifaqorçular belə təsdiq edirlər və sənin lə biz də onlarla razılaşırıq.

(Platon. "Dövlət")



Platon.



Platonun Akademiyası.

güman ki, ikincisi doğrudur. Mənzərənin axırıncı ştrixi belə görünür: "Milin bütün dairələrinin başında Sirenalar (qədim yunan əsatirində: dəniz pərisi) əyləşiblər, dairələrlə birlikdə fırlanırlar və onlardan hər biri yalnız bir səs verir. Bütün səslərdən (onların sayı 8-dir) düzgün ahəng alınır".

Göy cisimlərinin hərəkətlərinin musiqi ilə bağlı olması ideyası pifaqorçulara məxsusdur. Yəqin ki, hələ Pifaqor aşkar etmişdir ki, harmonik səslənən tonlar simlərin uzunluqlarının müəyyən nisbətlərinə uyğundur. Riyaziyyatı və təbiəti bağlayan bu kəşf, pifaqorçular tərəfindən göy cisimlərinə də yayıldı. Çoxdan məlum olmuşdur ki, böyük sürətlə hərəkət edən cisimlər səs verir. Göy cisimləri bizdən çox uzaqda olduqlarından böyük sürətlə hərəkət etməli və deməli, səs verməlidir. Buradan göy cisimlərinə qədər məsafə ilə səslərin gurluğu arasında harmonik əlaqənin olması nəticəsi çıxarıldı. Pifaqorçulara görə, ən gur səsi böyük sürətlə hərəkət edən ulduzlar sferası, ən alçaq səsi isə Ay verir. "Harmonik qurulmuş dünya necə meydana çıxa bilər?" – sualına Platon cavab vermişdi ki, o, müəyyən plan üzrə yaradılmışdır. Platona görə, dünya həmişə mövcud olan Allah tərəfindən düşünülmüş və yaradılmış, həmçinin onun tərəfindən canlandırılmış və ilahiləşdirilmişdir.

Burada pifaqorçuların təsəvvürləri ilə oxşarlıq görünür, lakin Platonun təsəvvürlərində Mərkəzi Od və Sonuncu Olimp rolunu Qəlb oynayır. Arxaik (qədim, köhnəlmiş) mifologiya mücərrəd anlayışlarla əvəz edilir.

Dünyanın bütöv və mükəmməl formada qurulmuş canlı bir varlıq olduğunu qəbul edən Platon Yer cisimlərinin mərkəzə doğru cazibəsinin konkret mexanizmlərini və ya Günəş işığının təbiətini araşdırmağı lazım bilmədi.

Platonun əsərlərində Allahın – Yaradıcının yeganəliyi ideyasına rast gəlinir. Onu Platon Demiurq (Usta) adlandırır. Platona görə, Kainatı qurmaq üçün Demiurq iki əsasın – "bölünməz ideal"ın və "bölünən maddi"nin qarışığından ibarət xüsusi maddə yaratmışdır. Sonra o, "bu maddəni uzunluğuna görə iki hissəyə bölmüş", onları bükmüş və birindən tərpənməz ulduzlar göyü düzəltmiş, ikinci hissəni isə aralarında ikiqat və üçqat intervallar saxlamaqla "yeddi bərabər olmayan dairəyə bölərək", qalan göy cisimlərini düzəltmişdir. Yer ilə göy cisimlərinin orbitləri arasında olan məsafəni təyin edən belə bölgü sferaların Platon harmoniyası adlanır. Yerdən göy cisimlərinə qədər nisbi məsafə aşağıdakı kimi alınmışdır: Ay – 1, Günəş – 2, Venera – 3, Merkuri – 4, Mars – 8, Yupiter – 9, Saturn – 27. Platon tərəfindən təklif olunan intervallar həqiqətə uyğun deyil, yalnız tarixi məna daşıyır. Ancaq orbitlərin ölçülərində qanunauyğunluq axtarmaq prinsipi astronomiya tarixində əhəmiyyətli rol oynayır. "Timey"də Platon Demiurq haqqında danışarkən Yerin hərəkətdə olmasına ötəri işarə edir. "Bizi qidalandıran Yer, Kainatdan keçən ox ətrafında fırlanmanı şərtləndirir və Kainatı gündüz və gecənin nəzarətçisi təyin edir". Belə hərəkət, filosofun ulduzlar göyünə aid etdiyi fırlanmaya əksdir. Ola bilsin ki, Platon hansı hərəkəti üstün tutmaqda tərəddüd edirdi. Bununla belə, o, əsərində astronomik təfsilatı "ikinci dərəcəli şey" adlandırmışdır.

Qədim yunan filosofları. Boşqab fraqmenti.



EVDOKS. PLANETLƏRİN HƏRƏKƏTLƏRİNİN BİRİNCİ NƏZƏRİYYƏSİ

IV yüzilliyə qədər yunan elmi artıq ümumi mülahizələrdən təbiəti ardıcıl öyrənməyə keçmək üçün təkmilləşmişdi. Bu istiqamətin görkəmli alimi Platonun kiçik müasiri Evdoks (e.ə. təxminən 408-355) oldu. O, Kiçik Asiyanın Knid şəhərində anadan olmuşdur. Bioqraflar onu astronom, həndəsə alimi, coğrafiyaçı, həkim və qanunverici adlandırırdılar. Gənclik illərində Evdoks Afinaya təhsil almağa gedir. Kasıb olduğuna görə o, Afina limanı Piryedə yaşayır və oradan mərkəzə (11 km məsafəyə) sofistlərə (müdriklik müəllimlərinə) qulaq asmaq üçün piyada gedirdi. Knidə o, məşhurlaşmış alim kimi qayıdır və burada öz məktəbini yaradır.

Evdoks qədim dünyanın görkəmli riyaziyyatçılarından biri olmuşdur. O, ümumi tənasüb nəzəriyyəsini və sonsuz kiçik kəmiyyətlərlə əməliyyatlar üsulunu bitmiş adlanan üsulu (müasir inteqral hesabının sələfi) işləyib hazırlamışdır. Coğrafiya sahəsində o, bizə gəlib çatmayan "Yeri gəzib-dolaşma" kitabının müəllifi kimi məşhurdur. Alim birinci olaraq göy tropiklərini və "arktik dairəni" Yer səthinə proyeksiya etmişdir. Onların arasındakı sahəni Evdoks həyat üçün əlverişli hesab etmiş və məntəqənin en dairəsini təyin etmək məqsədilə iqlim (*yun.* klima – "maillik") anlayışı daxil etmişdir. Çox güman ki, Evdoksa Yerin kürəşəkilli olması, onun ölçüləri məlum idi. Arximed Evdoksun Aya və Günəşə qədər məsafələrin nisbətini (1:12) hesabladığını qeyd edir.

Ancaq riyazi astronomiya üçün ən əhəmiyyətlisi Evdoksun planetlərin hərəkətləri nəzəriyyəsi, yəni homosentrik (ümumi mərkəz ətrafında çevrələri çızılmış) sferalar fərziyyəsidir. Burada o, göy cisimlərinin hərəkətini bərabər dairələrin fırlanmalarının cəmi şəklində təsvir etmək məsələsini qoyur. Ondan yarım əsr əvvəl afinalı astronom Yevktemon aşkar etmişdir ki, "fəsillər", yəni ardıcıl bərabərlik və gündönümləri arasındakı vaxt fasilələri eyni deyildir. Bu isə göstərirdi ki, Günəş ekliptika üzrə qeyri-müntəzəm hərəkət edir. Astronomlar bilirdilər ki, Ay göydə dalğaya-oxşar xətt, planetlər isə ulduzlar arasında naməlum ilgəklər çızır. Antik alimlər bu mürəkkəb hərəkətləri bərabər fırlanmaların kombinasiyasına birləşdirməyə cidd-cəhd edirdilər. Buna səbəb onların bu növ hərəkətlərin mükəmməlliyinə əmin olmaları idi. Əhəmiyyəti o qədər də az olmayan digər səbəb bu hərəkətin sadəliyidir, belə ki, hərəkətin sadəliyi mürəkkəb məsələni ardıcıllıqla həll oluna bilən sadə məsələlərə ayırmağa imkan verir.

Hər bir göy cisminin hərəkətini izah etmək üçün Evdoks, bir-birinin içərisinə qoyulmuş və hər birinin qütbü əvvəlki sferaya bağlı olan bir neçə sferalar kombinasiyasını seçmişdi. Məsələn, Ayın hərəkəti üç sfera ilə təsvir olunurdu.



Göy sferasının ilk çevrəsi.

QƏDİM YUNAN ŞAİRİ ARATIN SƏMANI TƏSVİR ETDİYİ DÖVR

Təəccüblü deyil ki, Stounhenc dövründən xeyli əvvəl yaşamış Avrasiyanın qədim sakinlərinin astronomik təsəvvürləri haqqında mülahizə yürütməyə imkan verən əsər saxlanılmışdır. Söhbət qədim yunan şairi Aratın "Hadisələr" poemasından gedir.

Yunan dilində yazılmış bu kiçik, nəsihətverici (idraki) poema sonrakı antik dövrdə böyük şöhrət qazanmışdır. Onun müəllifi Arat (e.ə. təxminən 310-245) yetkinlik yaşlarında Makedoniya çarı Antiqon Qonatın sarayında yaşamışdı. Çar ondan, tanınmış alim Knidli Evdoksun "Hadisələr" və "Təbiətin güzgüsü" kitablarının məzmununu şeirlə söyləməyi



Aratın "Hadisələr" poemasının manuskripti. XVI əsr.

xahiş etmişdi. Yüz il əvvəl yaşamış Evdoks tanınmış riyaziyyatçı, astronom və coğrafiyaçı idi. Təəssüf ki, onun əsərləri bizə gəlib çatmamışdır.

Poemanın birinci hissəsində Arat bürclərin ümumi təsvirini verir, onların göydə vəziyyətləri haqqında danışır və onlarla bağlı əfsanələrə toxunur.

Aratdan yüz il sonra Hipparx "Arata və Evdoksa şərhlər" kitabını yazmışdır. Qeyd edək ki, bu, Hipparxın bizə qədər saxlanılan yeganə əsəridir. Burada o həm şairi, həm də alimi göyün təsvirində xətalarına görə tənqid etmiş, onları Evdoksun müşahidələrinin qeyri-dəqiqliyi ilə izah etmişdir.

Müasir tədqiqatçılar sensasiyalı nəticəyə gəlmişlər: ulduzlu göy, Hipparxın fikrinin əksinə olaraq, poemada düzgün təsvir olunmuşdur. Sadəcə, poemada təsvir olunan səma Evdoksun dövründə deyil, ondan 1,5 min il əvvəl görünən səmadır. Məsələ bundadır ki, dünyanın qütbü ulduzlar arasında, ləng də olsa, yerini dəyişir. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, Evdoks kitabında özünün apardığı astronomik müşahidələri təsvir etmir, çox uzaq qədim şifahi ənənələri özündə saxlayan qədim əlyazmalarda olan məlumatları göstərir.

Nə Evdoks, nə də Arat göy qübbəsinin nəzərə çarpmayan dərəcədə dəyişdiyini bilmirdilər. Bu hadisəni yalnız Hipparx kəşf etdi. Ona qədər ulduzlu göyün mənzərəsi dəyişməz hesab edilirdi, odur ki, Evdoksun ağlına gəlmədi ki, ona çatan məlumatları şübhəli saysın.

Aratın poemasında təsvir olunan bürclərin müşahidəsinin aparıldığı en



Arat. XVI əsrin medalyonu.

dairəsi də gözlənilməz oldu. Təsviri verənlərin müşahidə etdikləri ən cənub ulduzlarının sərhədini müəyyən edərək müşahidə aparılan en dairəsini təyin etmək mümkündür. Aşkar edilmişdir ki, onlar 36° şimal en dairəsində qərar tutubmuş. Bu paralel Kritdən və Kiprdən adlayır, Kiçik Asiyanın azacıq cənubundan keçir, yəni o dövrün daha sivilizasiyalı regionları olan Şumerin və Misirin şimalından keçir.

İndi demək çətindir ki, ulduzlu göyün minilliklər boyu yaşamış bu təsviri hansı xalq tərəfindən verilmiş, yunan dilinə tərcümə edilənə və ellin alimlərinə çatanadək kimlər tərəfindən saxlanılmış və nəsildən nəslə ötürülmüşdür. Ancaq bu aşkardır ki, bizə naməlum olan qədim müşahidəçilər dünyanın mənzərəsini yaxşı bilirdilər. Yeri əhatə edən göy sferası, onun dünyanın oxu ətrafında fırlanması onlara məlum idi. Onlara zodiak dairəsi də məlum idi.

Birinci sfera dünyanın oxu ətrafında fırlanır və gündə bir dövrə vururdu. Bu sferaya ikinci sferanın qütbü bağlıdır və onlar ekliptikanın qütblərinə uyğundur. İkinci sfera əvvəlki sferaya nisbətən 18,6 ildə bir tam dövr edir və onunla Ay orbitinin kəsişmə nöqtələrinin (düyün nöqtələrinin) ekliptika üzrə hərəkətini əks etdirir. İkinci sfera qütbü ilə kiçik bucaq altında yerləşən axırıncı, üçüncü sferanın qütbünü daşıyır. Bu sfera 27,3 gün ərzində tam dövr edir və onun ekvatorunda Ay yerləşir. Günəşin hərəkətindəki qeyri-müntəzəmliyi təsvir etmək üçün də astronoma üç sfera lazım gəlmişdir. Planetlər dayanır və daldalı hərəkət edir, bunu təsvir etmək üçün üç sfera azlıq etmiş və Evdoks bir sfera da əlavə etmişdir. Yekun hesablamada onun sistemində 27 sfera olmuşdur, onlardan biri tərpənməz ulduzlar üçündür.

Evdoksun kiçik müasiri, Aristotelin şagirdi Kallipp, Evdoksun modelinin planetlərin müşahidə olunan hərəkətlərinə yaxşı uyğun olması üçün daha 6 sfera daxil etmişdi. Nəhayət, Aristotel, bütün cisimlərin sferalarını bir sistemdə əlaqələndirərək, onların sayını 55-ə çatdırmışdı.

ARİSTOTEL. YER KÜRƏSİNİ DAYANDIRMIŞ İNSAN

Böyük alim-ensiklopediyaçı Aristotel (e.ə. 384-322) Stagir şəhərində anadan olmuşdur. Onun atası Makedoniya çarı III Amintanın həkimi olmuşdur. Aristotel 17 yaşında Afinaya getmiş, Platonun şagirdi olmuş və onun Akademiyasında 20 il işləmişdir. Müəlliminin vəfatından sonra Aristotel Afinanı tərk etmişdir. E.ə. 343-cü ildə III Amintanın varisi Makedoniyalı Filipp oğlu Aleksandrın, gələcəyin böyük sərkərdəsinin tərbiyəçisi olmağı filosofdan xahiş etmişdi.

Aristotel Makedoniyada bir neçə il qalmış, sonra Afinaya qayıtmış və burada məktəb yaratmışdı. Məktəb Apollon-Lik məbədinin yaxınlığında yerləşdiyinə görə Likey (latın variantında lisey) adlandırıldı.

Aristotelin şagirdlərini, ola bilsin ki, gəzə-gəzə söhbət etməyi xoşladıqlarına görə, peripatetiklər (gəzişənlər) adlandırırdılar. E.ə. 323-cü ildə Aleksandrın vəfatından sonra Yunanıstanı tutmuş makedoniyalılara olan nifrət Aristotelə də sirayət etmişdi. O, Evbeyu adasında olan malikanəsinə qayıtmağa

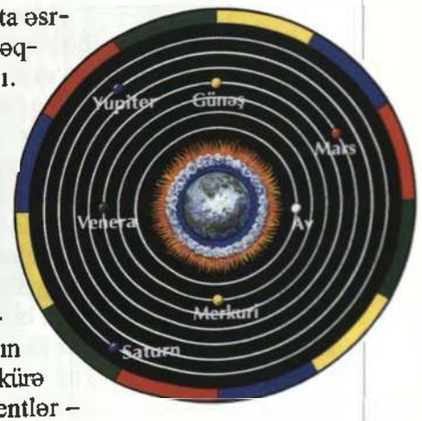


Rafael Santi. Afina məktəbi. Freskanın mərkəzi fraqmenti (Platon və Aristotel).

məcbur olur və burada bir ildən sonra vəfat edir. Ancaq afinalılar Likeyə toxunmadılar, məşhur məktəb uzun illər mövcud oldu.

Böyük məntiqçi və sistemləşdirici Aristotel, poetika və siyasətdən tutmuş fizika və biologiyaya qədər bir çox elmlə məşğul olmuşdur. O, öz müəllimi Platonu tənqid etmiş, yalnız ümumi məsələlərlə məşğul olmağa deyil, konkret hadisələri də təhlil etməyə cəhd göstərmişdir. Onun dünyaya baxışları məzmunca Platonun baxışlarından çox az fərqlənirdi, ancaq mahiyyətcə onlarla daban-dabana zidd idi. Aristotel hesab edirdi ki, dünya əbədi və dəyişməzdir, fizika qanunları ilə yaşayır. Lakin Aristotelin fizikası bizim fizikadan kəskin fərqlənirdi və onun nüfuzu Orta əsrlərdə hansısa anda bu elmin tərəqqisini ləngitməyə başlamışdı.

Aristotelin dünya sistemi.



Əvvəlcə filosof belə bir ideyanı əsaslandırdı ki, Kainatda xüsusi nöqtə – mərkəz vardır ki, ağır elementlər: torpaq və su öz təbiətinin gücü ilə oraya can atmışdır. Əgər belə mərkəz olmasa idi, əşyaların düşməsi həmişə, dayanmadan davam edərdi. Elementlər dünyanın mərkəzinə cəhd etdiyi üçün Yer kürə şəklini almışdır. Yüngül elementlər –

YERİN KÜRƏ ŞƏKLİNDƏ OLMASININ İSBATI

Yerin mərkəzdə yerləşməsinin labüdlüyü və tərpənməz olması bundan görünür ki, var qüvvə ilə yuxarı atılmış cisim, hətta onu sonsuz böyük məsafəyə atsaq belə, öz əvvəlki yerinə düşür. Buradan aşkardır ki, yer hərəkət etmir və Kainatın mərkəzindən kənarda yerləşmir.

Yerin küreşəkilli olması labüddür, çünki onun hər bir hissəsi çəkiyə malikdir və mərkəzə çatana kimi aşağı düşməyə cəhd edir. Yerin hissələri qarşılıqlı təzyiqə məruz qalır və mərkəzə nəzərən ən yaxın vəziyyət alana qədər bir-birinə güzəştə gedir.

Yerin kürə şəklində olması müşahidələrlə də isbat olunur. Birincisi, Ay tutulması zamanı onun diskində kölgənin kənarı qövs şəklində olur. Deməli, Ay ona görə tutulur ki, Yer Günəşin qabağını kəsir və kölgənin qövs kimi olmasının səbəbi Yerin kürə şəklində olmasıdır.

İkincisi, ulduzların müşahidəsi təkcə Yerin dairəvi olmasını deyil, həm də ölçüsünün kiçikliyini göstərir. Əgər cənuba və ya şimala doğru bir qədər yerimizi dəyişsək, üfüqün açıq-aşkar başqa cür olduğunu görürük: başımızın üstündə ulduzlu göyün mənzərəsi kəskin dəyişir, eyni ulduzlar həm şimalda, həm də cənubda görünmür. Belə ki, Misirdə görünən bir sıra ulduzlar batır, şimal ölkələrində görünmür, şimal ölkələrində həmişə görünən ulduzlar isə Misirdə görünmür. Beləliklə, buradan aşkardır ki, Yer dəyirmi şəkildədir, həmçinin kiçik kürədir: əks halda, biz kiçik yerdəyişmələr nəticəsində yaranan dəyişiklikləri belə görə bilməzdik.

Riyaziyyatçılar, Yer çevrəsinin uzunluğunu hesablayır, onun 400000 stadi (74000 km) olduğunu söyləyirlər. Bu isə göstərir ki, Yer həm kürə şəklindədir, həm də ulduzlarla müqayisədə ölçüsü kiçikdir.

(Aristotelin "Göy haqqında" kitabından. E.ə. təxminən 340-cı il)

hava və od – əksinə, mərkəzdən uzaqlaşmağa cəhd edir, ancaq "ayaltı sferanın" sərhədlərini keçmirdi. Ondan sonra, xüsusi, beşinci, elementdən – "kvintessensiy"dən, efirdən qurulmuş göy cisimlərinin aləmi başlanırdı.

Mərkəzə doğru və mərkəzdən olan hərəkətləri Aristotel "təbii" hesab edirdi, hərəkətin bütün qalan növləri isə qüvvə tətbiq olunmasını tələb edir və "məcburi növlər" adlanırdı. Aristotelin Yer mexanikası ətalət üzrə hərəkəti bilmirdi, bu kəşfi yalnız Qaliley etmişdir. Göy cisimlərinin nə üçün hərəkət etdiyini izah etməkdən ötrü, filosof, dünyanın sərhədlərindən kənarda yerləşən nə isə ilahi birinci mühərrik olduğunu qəbul edirdi. Bəs atılmış oxun və ya daşın uçuşunu necə izah etməli? Axı, onlar qüvvə artıq təsir etmədikdə də uçur. Aristotelə görə, onları hava axını aparır. Daş havanı aralayır, hava uçan cismin arxasına keçir, ona arxadan zərbə vurur və bununla da hərəkətə kömək edir. Bizim baxışlarımıza görə, qəribə görünən belə fizika hətta Yerin ox ətrafında fırlanmasını qəbul etmirdi, halbuki Yerin fırlanması mümkün hesab edilsəydi, Evdoks – Aristotel "səma mexanizmi" ciddi surətdə sadələşərdi, 55 sfera əvəzinə 41 sfera qalardı. Aristotelin şagirdinin şagirdi Samoslu Aristarx isə nəinki Yerin fırlanmasını qəbul etdi, həmçinin onu dünyanın mərkəzindən "qovdu".



▸ Rembrandt. Aristotel Homerin büstü qarşısında.

ARXİMED. GÖYÜN ÖLÇÜLMƏSİ

Sirakuzadan olan Arximedi (e.ə. təxminən 287-212), adətən, astronomlar sırasına aid etmirlər. Məşhur riyaziyyatçı, statika və hidrostatikanın banisi, optik, mühəndis və ixtiraçı olan Arximed artıq antik dövrdə böyük şöhrət qazanmışdı. Yeri gəlmişkən, alimin "Yeri tərpətməyə imkan verən mexanika kəşf etmişdir" deməsi, ling qanununa (Arximedə qədər o məlum idi) deyil, mexaniki reduktorların qurulması prinsipinə aiddir. Yalnız reduktorların köməyi ilə sahilə dartılan gəmini Arximed "bir insanın gücü" ilə yerindən tərpətmişdi. Gənc yaşlarında Arximed İskəndəriyyədə riyaziyyatçı Konondan dərs almışdı. Tamamilə mümkündür ki, burada o artıq gənc olmayan Aristarxla tanış olmuşdu. Sirakuzaya qayıdaraq, Arximed "şəhərin baş hərbi mühəndisi olmuşdu". Onun müdafiə sistemi, hərbi maşınları şəhəri sarsılmaz etmişdi. Ahıl yaşlarında Arximed Sirakuza şəhərinin müdafiəsində iştirak etməli olur. Bu şəhər 2-ci Puniç müharibəsi zamanı Roma sərkərdəsi Mark Marsella tərəfindən mühasirəyə alınır. Şəhər bir ildən artıq mühasirədə qalır və yalnız satqınlıq nəticəsində zəbt olunur. Qarət zamanı Arximed romalı əsgər tərəfindən öldürülür.

Alimin "Üzən cisimlər" əsərinə əsasən onun dünyaya ümumi baxışları haqqında mülahizə yürütmək olar. Arximed, bir tərəfdən, atomların mövcud olmasını qəbul edir, digər tərəfdən, Aristotelin cazibə ideyasına əməl edirdi. Əsərlərinin birində Arximed Günəşin en kəsiyinin bucaq ölçüsünü təyin etməyi təsvir edir. Bunun üçün o, silindrli üfüqi xətkeşdən istifadə edir. Xətkeş Günəş doğanda, "Günəşi görmək mümkün olduqda" ona tuşlanır. Silindri xətkeş boyunca hərəkət etdirərək, Arximed xətkeşə nəzər yetirir və silindrin Günəş diskini təxminən və tamamilə örtdüyü vəziyyətləri qeyd edir. Nəticədə "aralıq" alınır, onun intervalında ölçülən kəmiyyət yerləşirdi. Arximedin aldığı nəticə 27′ və 32,5′ idi. Günəşin bucaqlı diametrinin həqiqi qiymətini (32′) əhatə edirdi.

Romalı tarixçi Tit Livi Sirakuzanın mühasirəsindən danışarkən "öz müasirləri arasında" göyü və ulduzları yalnız Arximedin müşahidə etdiyini göstərir. Ola bilsin ki, bu xarakteristika alimin məşhur ixtirası – Romaya qənimət kimi gətirilmiş mexaniki göy qlobusu ilə bağlıdır. Adi qlobusdan fərqli olaraq, Arximedin qlobusu yalnız göy cisimlərinin fırlanmasını deyil, digər cisimlərin hərəkətini də nümayiş etdirirdi.

Arximed hətta "Göy qlobusunun quruluşu haqqında" kitab da yazmışdır. Ancaq, təəssüflər olsun ki, bu kitab bizə gəlib çatmamışdır. Bu kitabda Yer, Günəş və planetlər arasında kosmik məsafələrin Arximed tərəfindən hesablanmış siyahısı verilmişdir. Məsafələr stadi (1 stadi 150-190 m-ə bərabərdir) ilə verilir. Rəqəmlər bir-birilə uyğunlaşmır (intervalların cəmindən məsafələr alınmır) və tapmacaya bənzəyir. Ancaq bu yaxınlarda aşkar edilmişdir ki, rəqəmlər, əgər onların bəzilərini heliosentrik sistemə aid etsək, məna daşıyar. Alim Aya qədər nisbi məsafəni, Merkuri, Venera və Marsın orbitlərinin ölçülərini, əgər onları heliosentrik hesab etsək, düzgün təyin etmişdir.

Məsələn, romalı arxitektor Vitruvi dünyanın qarışıq sisteminin (geosentrik, ancaq Merkuri və Venera Günəş ətrafında fırlanır) hamıya məlum olduğunu xatırladır. Ola bilsin ki, bu sistemin müəllifi Arximeddir. Arximed tərəfindən birinci olaraq planetlərə qədər məsafənin düzgün təyin edilməsi qədim dövrlərdə axırıncı oldu. Geosentrik sistem belə imkanlar vermirdi.



Domeniko Fetti. Arximed.

"Evrika!"



KAHİNLƏRİN ASTRONOMİYASI HAQQINDA

Böyük bəlalardan biri budur ki, bütün sivilizasiyalı ölkələrdə (ola bilsin, Çin istisnadır) kahinlər alimlərin müstəsna hüququ olan məşğuliyyəti öz üzərlərinə götürürlər. Onlar təqvim ilinin nizamına qarışırlar: guya, xalqların öz bayram günlərini bilmək üçün, onlara bu hüquq verilmişdir. Beləliklə, Xaldey, Misir, Yunan və Roma kahinləri özlərini riyaziyyatçı və astronom hesab edirdilər. Ancaq bu nə riyaziyyat, nə astronomiyadır! Onlar öz qurbankəsmələri ilə, falçılıqla, gələcəkdən xəbər verməklə, öz simvolları ilə həddindən artıq məşğul idilər, ciddi elmlə məşğul ola bilməzdilər. Öz sənətini fırıldağa çevirən heç kəs dəqiq, aydın ağıla malik ola bilməz. Bu insanlar astronom deyil, astroloq idilər.

Yunan kahinləri əvvəlcə ilin 360 gündən ibarət olduğunu zənn edirdilər. Həndəsə alimlərinin elmini bilməklə, kahinlər beş gün və daha çox səhv etdiklərini başa düşdülər. Beləliklə, onlar ilin uzunluğunu dəyişdilər. Digər həndəsə alimləri buna əlavə olaraq kahinlərin 6 saat səhv etdiklərini göstərdilər. İfit onları öz kahin təqvimlərini dəyişməyə məcbur etdi. Onlar hər dörd ildən sonra ilə daha bir gün əlavə etdilər və İfit bu dəyişikliyi Olimpiadalar təsis etməklə qeyd etdi.

Nəhayət, kahinlər alim Metona müraciət etməyə məcbur oldular. Meton Ay və Günəş illərini tutuşduraraq, yeni ondoqquzillik tsikl yaratdı, tsiklin sonunda Günəş və Ay öz başlanğıc vəziyyətinə təqribən bir saat yarım fərqlə qayıdırdı. Bu tsikl qızıl işarələrlə təsvir edildi və Afinada meydanda nümayiş etdirildi. Yaxşı məlumdur ki, Roma kahinləri təqvimdə necə gülünc dolaşıqlıq etmişdilər. Onların etdikləri səhvlər o qədər böyükdür ki, yay bayramları qışa düşür. Sezar, universal təhsilli Sezar, ayinlərin nəzarətçilərinin buraxdıqları səhvləri düzəltmək üçün İskəndəriyyədən alim Sozigeni dəvət etməyə məcbur oldu.

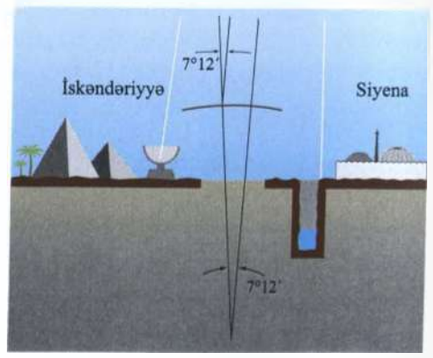
XIII Qriqorinin papalığı dövründə Yuli Sezarın təqvimini islah etmək zəruri olduqda papa kimə müraciət etdi? Hər hansı inkvizitora? Xeyr, Lilio adlı alimə, həkimə.

(F.Volterin "Fəlsəfə lüğəti"ndən. 1764-1769-cu illər)

ERATOSFEN. YERİN ÖLÇÜLMƏSİ

Arximed iskəndəriyyəli alimlərlə məktublaşırdı. Öz müəllimi Konon vəfat etdikdən sonra Arximed riyazi əsərləri o vaxtlar İskəndəriyyədə elmi mərkəzə rəhbərlik edən Eratosfenə göndərdi. Kirensli Eratosfen (e.ə. təxminən 276-194) hərtərəfli alim – riyaziyyatçı, filoloq, coğrafiyaçı olmuşdur. Yer küresinin çevrəsini ölçməsi onun ən əhəmiyyətli elmi nailiyyətlərindəndir.

Misirdə yaşayan alim bilirdi ki, Siyena (indiki Əsvan) Şimal tropikində yerləşir. Eratosfen ona görə bu nəticəyə gəlmişdi ki, yay gündönümü günü, günorta vaxtı Günəş burada dərin quyuların dibini işıqlandırır, yəni zenitdə durur. Özünün "skafis" adlandırdığı xüsusi cihazla alim müəyyən etdi ki, həmin vaxtda İskəndəriyyədə Günəş şaquldan çevrənin 1/50 hissəsi qədər məsafədə yerləşir. Siyena və İskəndəriyyə eyni coğrafi meridianda yerləşir, o vaxtlar bu şəhərlər arasındakı məsafə məlum idi: təxminən 5 min Misir stadisi (o vaxtlar məsafələri ixtisaslı yerölçənlər – qarpedanaptlar addımları ilə ölçürdülər). Qövsün uzunluğunu və onu birləşdirən bucağı bilən Eratosfen Siyenaya qədər məsafəni 50-yə vurmuş və Yer çevrəsi uzunluğunun 252 min stadi olduğunu tapmışdı. Bizim ölçülərlə bu 39690 km-dir. O dövrlərdə cihazların xətalarının böyük olduğunu və başlanğıc verilənlərin etibarlı olmadığını nəzərə alaraq, Eratosfenin aldığı nəticənin həqiqi nəticə ilə (40000 km) çox yaxşı üst-üstə düşdüyünü böyük uğur hesab etmək olar.



▸ Eratosfenin Yerin ölçülərini təyin etməsi üsulu.

ROMA DÖVRÜ

E.ə. 264-cü ildə romalılar Tarent, Kroton və digər şəhərlərin aid olduğu və bir vaxtlar Böyük Yunanıstan adlanan vilayətin yerləşdiyi Cənubi İtaliyanı ələ keçirdilər. Yarım əsr sonra Siciliyanın məşhur Sirakuza şəhərinin də daxil olduğu yunan müstəmləkəsi Romaya tabe oldu, e.ə. 146-cı ildə isə Yunanıstan özü Romanın Axayya əyalətinə çevrildi. 100 ildən sonra Yuli Sezar o vaxtlar qədim ellin elminin paytaxtı olan İskəndəriyyəni və Misiri Roma imperiyasına birləşdirdi.

Qədim ellin dünyasını ələ keçirən romalılar onun mədəniyyətini boğmadılar, əksinə, çox cəhətdən onu qəbul etdilər. Yunan dilini bilmək təhsilli romalılar üçün vacib idi. Onlar tez-tez Yunanıstanda təhsil alırdılar. Romanın bir çox görkəmli xadimləri, məsələn, Tiberi Qrakx, Pompey, Siseron, Sezar burada təhsil almışdılar. Vaxt keçdikcə yunan-Roma mədəniyyəti formalaşmış və bunun əsasında parlaq latın ədəbiyyatı inkişaf etmişdi. Roma bəşəriyyətə böyük şairlər, tarixçilər, dramaturqlar bəxş etmişdir, ancaq romalıların mənəvi sərvətləri siyahısına riyaziyyat və astronomiya daxil deyildi.

Nəzəri elmlə məşğul olmaq, ədəbiyyatdan fərqli olaraq, nüfuzlu hesab edilmirdi. Nəzəri elmlərlə məşğul olmağı peşə ilə eyniləşdirir və azad vətəndaşa layiq hesab etmirdilər. Bir çox Roma siyasətçiləri, məsələn, Siseron və Sezar görkəmli ədiblər idi. Böyük Plini sanballı "Təbiət tarixi" əsərini yazmış, bu əsərdə təbiət elmlərinə aid məlumatlar toplamış, ancaq astronomiyanın riyazi tərəflərinə toxunmamışdır.

Demək olmaz ki, romalılar astronomiya ilə heç maraqlanmamışlar. Məsələn, sərkərdə Sezar Germanik Aratın "Hadisələr" astronomik poemasını yunan dilindən latın dilinə tərcümə etmişdir.



İskəndəriyyədə astronomik müşahidələr.

Vitruvi "Arxitektura haqqında" əsərində Günəş saatlarının tiplərini sadalamağa çox diqqət yetirmiş və bununla bağlı olaraq göy cisimlərinin hərəkətinə toxunmuşdur. Bir-birinin ardınca o, dünyanın iki sistemini təsvir etmişdir: əvvəlcə Merkurinin və Veneranın Günəş ətrafında fırlandığını qeyd etmiş, sonra isə sırf geosentrik sistemi təsvir etmişdir ki, burada onlar Yerin ətrafına fırlanır. Onun əsərin mətni ilə az bağlı olan "Yerin dairəvi orbiti"ni xatırlatması müəmmalı görünür, bu, müəllifin Aristarxın fərziyyəsi ilə tanış olmasına işarə ola bilər. Aşkardır ki, bu bilikli və məlumatlı insan astronomik nəzəriyyənin incəliklərini ayırd etmək istəməmişdir.

Roma imperiyasında məşhur astronomlar işləmişlər, ancaq romalılar özləri bu elmə laqeyd olmuşlar. Yuli Sezara təqvim islahatı aparmaq lazım gəldikdə o, İskəndəriyyədən yunan astronomu Sozigeni dəvət etmişdi.

ARİSTARX. ANTİK DÜNYANIN KOPERNİKİ

Aristarx (e.ə. III əsr) Samos adasında anadan olmuşdur. O, Lampsakdan olan fizik Stratonun şagirdi idi. Onun müəllimi Aristotelin məktəbinə mənsub olmuşdur və həyatının son illərində hətta Likeyə rəhbərlik etmişdir. O məşhur İskəndəriyyə kitabxanasının və Muzeyonun – qədim yunan dünyasının son

illərinin baş elmi mərkəzinin yaradıcılarından biri olmuşdur. Ola bilsin ki, burada, birinci nəsil İskəndəriyyə alimləri ilə yanaşı Aristarx oxumuş və işləmişdir.

Aristarxa qədər göy nəzəriyyəsi fəlsəfi arqumentlər əsasında mücərrəd qurulmuşdu. Başqa cür də ola bilməzdi, çünki göyə ideal, əbədi, ilahi bir dünya kimi baxılırdı. Aristarx isə müşahidə etməklə göy cisimlərinə qədər məsafəni təyin etməyə cəhd etdi. Bu cəhd alındıqdan sonra Aristarx, nə onun müasirlərinin, nə də bir çox sonrakı əsrlərin alimlərinin hazır olmadığı ikinci addımı atdı.

Aristarxın birinci məsələni necə həll etməsi dəqiq məlumdur. Onun yeganə saxlanılan "Günəş və Ayın ölçü və məsafələri haqqında" kitabı bu problemə həsr olunmuşdur. Əvvəlcə Aristarx Günəşin Aydan nə qədər çox uzaqda olduğunu təyin etmişdir. Bunun üçün o, dörddəbir fazada olan Ay ilə Günəş arasındakı bucağı ölçmüşdür. Aristarxın sözlərinə görə, əgər "Ay tən yarı bölünmüş görünürsə", təpə nöqtəsində Ay olan bucaq düzbucaqdır. Aristarx, təpə nöqtəsində Yer kürəsinin yerləşdiyi Ay ilə Günəş arasındakı bucaq məsafəsini ölçmüşdür və 87° (həqiqətdə isə 89°52′) qiymətini almışdır. Belə bucaqlı düzbucaqlılı üçbucaqlıda hipotenuz (Yerdən Günəşə qədər olan məsafə) katetdən (Aya qədər olan məsafədən) 19 dəfə uzundur. Qeyd edək ki, 1/19 ≈ cos 87°. Aristarx Günəşin Aydan 19 dəfə uzaqda olması nəticəsinə gəlmişdir. Əslində isə Günəş 400 dəfə uzaqdadır, ancaq o vaxtların cihazları ilə həqiqi qiyməti tapmaq mümkün olmamışdır.



Aristarx Günəşin və Ayın görünən disklərinin təqribən eyni ölçüdə olduğunu bilirdi. O, Günəş tutulmasını – Ay diskinin Günəş diskini tam örtməsini müşahidə etmişdi. Ancaq, əgər Günəş və Ayın görünən diskləri bərabər, Günəşə qədər məsafə Aya qədər məsafədən 19 dəfə uzundursa, onda Günəşin diametri Ayın diametrindən 19 dəfə böyükdür.

Bunları bildikdən sonra Günəşi və Ayı Yer ilə müqayisə etmək əsas məsələ olaraq qalırdı. O vaxtlar elmi cəsarətin zirvəsi Günəşin olduqca böyük, hətta bütün Yunanıstan kimi böyük olması ideyası idi.

Ayın Yerin kölgəsindən keçməsi zamanı Ay tutulması hadisəsini müşahidə edərək, Aristarx Ayın diametrinin Yerin kölgəsindən iki dəfə az olduğunu müəyyənləşdirdi. Çox incə mülahizələrlə Aristarx Ayın Yerdən 3 dəfə kiçik olduğunu sübut etdi. Günəş Aydan 19 dəfə böyükdür, deməli, Günəşin diametri Yerin diametrindən 6 dəfədən bir qədər artıq (həqiqətdə 109 dəfə) böyükdür. Aristarxın işlərində nəticələr deyil, göy cisimlərinin əlçatmaz dünyasının ölçmə hesablamalarının köməyi ilə dərk olunmasının mümkünlüyünü göstərən faktlardır. Yəqin ki, bütün bunlar Aristarxa böyük kəşfini etmək imkanı vermişdir. Onun ideyaları bizə ancaq Arximedin yazılarında gəlib çatır. Aristarx anlayırdı ki, böyük Günəş kiçik Yerin ətrafında dolana bilməz. Yerin ətrafında yalnız Ay fırlanır. Günəş Kainatın mərkəzindədir. Onun ətrafında planetlər də fırlanır. Bu nəzəriyyə *heliosentrik* nəzəriyyə adlandırıldı. Yerdə gündüz və gecənin bir-birini əvəz etməsini Aristarx Yerin öz oxu ətrafında fırlanması ilə izah etdi. Onun heliosentrik modeli bir çox hadisələri, məsələn, Marsın nəzərəçarpacaq qədər parlaqlığını dəyişməsini şərh etdi.

Bəzi məlumatlara əsasən Aristarx anladı ki, onun nəzəriyyəsi Yerin Günəş ətrafında fırlanmasının nəticəsi olan planetlərin ilgəkvari hərəkətini izah edir.

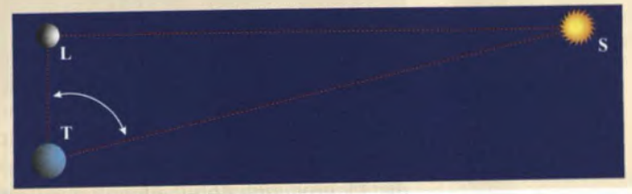
Aristarx öz nəzəriyyələrini çox yaxşı düşünmüşdü. O, xüsusilə, bu faktı nəzərə alırdı ki, hərəkət edən Yerdə olan müşahidəçi ulduzların vəziyyətində dəyişməni – parallaktik sürüşməni müşahidə etməlidir. Aristarx ulduzların tərpənməz görünməsini onların Yerdən çox uzaqda olması və Yer orbitinin bu məsafə ilə müqayisədə olduqca kiçik olması ilə izah edirdi. Aristarxın nəzəriyyəsi müasirləri tərəfindən qəbul edilə bilməzdi. Olduqca çoxlu faktı dəyişmək lazım idi. Bizim dayağımızın sükunətdə deyil, hərəkətdə olmasına inanmaq və Yerin Venera və ya Mars kimi göy cismi olduğunu dərk etmək mümkün deyildi.

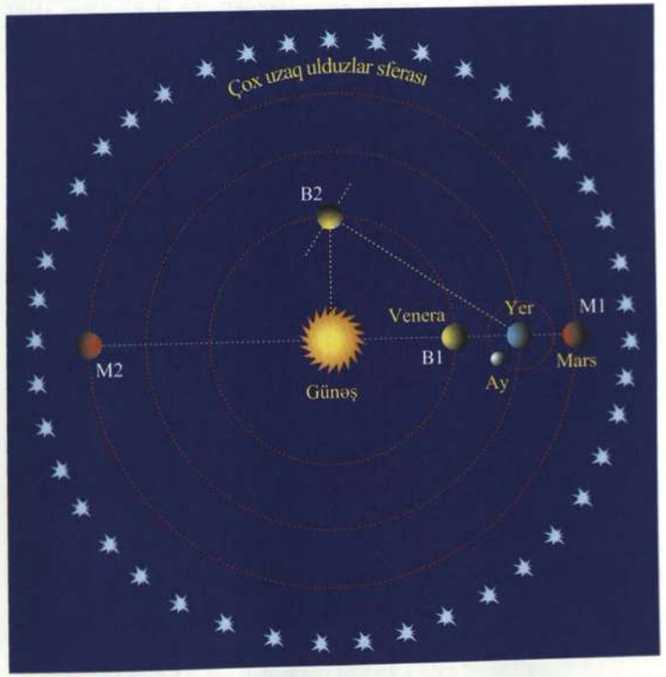
Aristarxın müasirləri heliosentrizmi rədd etdilər. Onu küfrlükdə günahlandırdılar və İskəndəriyyədən qovdular. Bir neçə əsrdən sonra Klavdi Ptolemey Yerin hərəkətini təkzib edən inandırıcı nəzəri dəlillər irəli sürdü. İnsanların şüuruna heliosentrizmin daxil olması üçün əsrlərin keçməsi lazım gəldi.

ARİSTARX AYA VƏ GÜNƏŞƏ QƏDƏR OLAN MƏSAFƏNİ MÜQAYİSƏ EDİR

Platon iddia edirdi ki, Günəş Ay ilə müqayisədə Yerdən iki dəfə uzaqdadır. "Baxıb görək bu belədirmi", – deyə Aristarx fikirləşmiş və üçbucaqlı çəkmişdir.

Müşahidəçi Yerdən (T) Günəşə (S) və Aya (L) baxır. Ay dörddəbir fazadadır. Bu halda ∠LTS düz bucaqdır. Platona görə, TS=2·TL, deməli, ∠LTS=60°. Bu isə ola bilməz, çünki birinci dörddəbir fazada Ay Günəşdən təqribən 90° aralıdır. Əgər dəqiq ölçsək? Aristarx dörddəbir fazada ∠LTS-i ölçmüş və 87° bucağını almışdır.

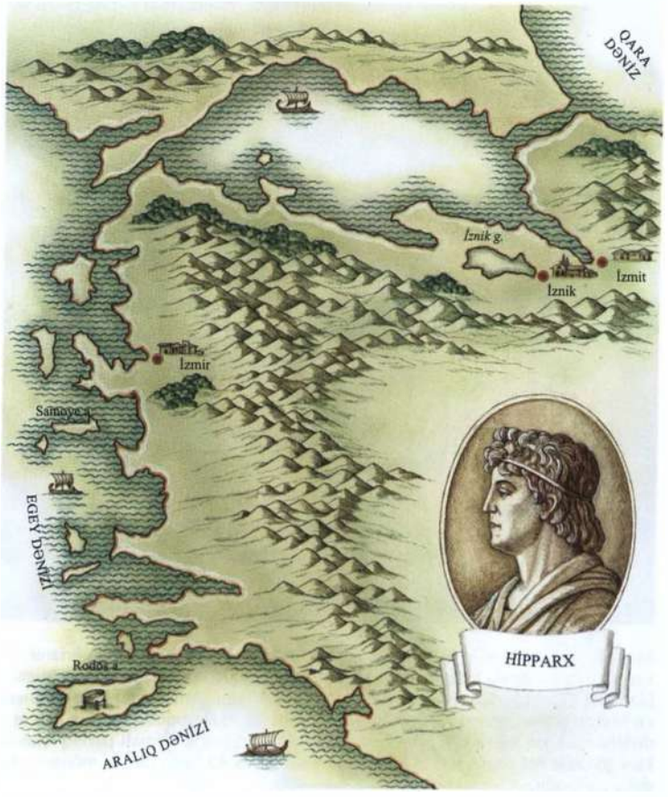




Samoslu Aristarxın (e.ə. III əsr) heliosentrik modeli. Ay Yerin ətrafında fırlanır. Yer öz oxu ətrafında fırlanır, odur ki, gecə və gündüz növbələşir. Yer və digər planetlər Günəş – dünyanın mərkəzi ətrafında fırlanır. Aristarxın modeli Venera və Marsın parlaqlıqlarını dəyişməsini izah edir. B1 vəziyyətində Venera Günəş diskində tutqun ləkəcik, B2 vəziyyətində qeyri-simmetrik formalı parlaq ləkəcik kimi görünür. M1 vəziyyətində Mars Yerə yaxındır və B2 vəziyyəti ilə müqayisədə daha parlaqdır.

HİPPARX

Roma tarixçisi və təbiətşünası Böyük Plini Qədim Yunanıstanın dahi astronomu Hipparx haqqında yazırdı: "Bu Hipparx qədərincə tərifəlayiq olmaya bilməz... kim sübut edə bilərdi ki, insan ulduzlarla qohumdur və bizim qəlbimiz göyün bir hissəsidir... O, nəsillər üçün ulduzları siyahıya almış və göy cisimlərini saymaq işini cəsarətlə görmüşdür... Ulduzlar yox olurmu, yenidən yaranırmı, hərəkət edirmi, parlaqlıqlarını dəyişirmi? Bu məsələləri araşdırmaq üçün Hipparx çoxlu sayda ulduzların yerlərini və parlaqlıqlarını təyin etmişdir. O, göyü onu qəbul edəcək nəsillərə miras qoymuşdur".



Hipparxın doğum və ölüm illəri məlum deyil. Yalnız o məlumdur ki, Hipparx Kiçik Asiyada Nikeya şəhərində anadan olmuşdur. Həyatının çox hissəsini (e.ə. 160–125-ci illər) Hipparx Egey dənizində Rodos adasında keçirmişdir. Burada o, rəsədxana yaratmışdı.

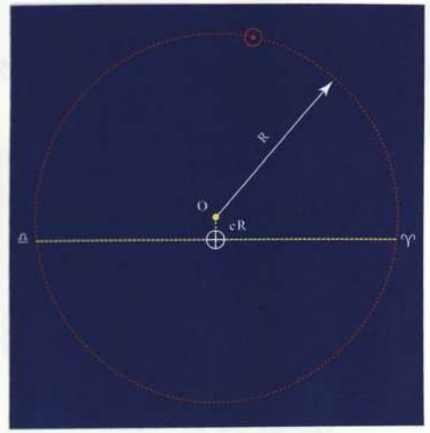
Hipparxın əsərlərindən, demək olar ki, heç nə qalmamışdır. Onun yalnız bir əsəri – "Arata və Evdoksa şərhlər" əsəri bizə gəlib çatmışdır. Qalan əsərlər İskəndəriyyə kitabxanası ilə birlikdə məhv olmuşdur. Bu kitabxana üç əsrdən çox – e.ə. IV əsrin sonundan e.ə. 47-ci ilə qədər, Yuli Sezarın qoşunları İskəndəriyyə şəhərini alıb, kitabxananı qarət edənə kimi mövcud olmuşdur. E.ə. 391-ci ildə xristian fanatiklər güruhu əksər əlyazmaları yandırmışdır. Kitabxananın tam məhvini ərəblər başa çatdırmışlar. 641-ci ildə xəlifə Ömərin qoşunları İskəndəriyyəni zəbt edərkən o, bütün əlyazmaları yandırmağı əmr etmişdi. Yalnız təsadüfən gizlədilmiş və ya əvvəllər üzü köçürülmüş manuskriptlər (qədim əlyazmalar) qalmış və sonralar bunlar Bağdadda tapılmışlar. Hipparx göy cisimlərini müntəzəm müşahidə etməklə məşğul olmuşdur. O, ilk dəfə Yerdə məntəqənin en və uzunluq dairələrini təyin etməyə imkan vermiş meridian və paralellərdən ibarət coğrafi koordinatlar şəbəkəsini tətbiq etmişdir, necə ki, astronomlar xəyali göy sferasında ulduz koordinatlarını (*meyil* və *düzdoğuş*) təyin edirdilər.

Gündüz göy cisminin hərəkətini uzun illər müşahidə etməsi Hipparxa Yevktemonun (e.ə. V əsr) və Kallippin (e.ə. IV əsr) gəldiyi nəticəni – ilin astronomik fəsillərinin eyni uzunluqda olmadığı nəticəsini yoxlamağa imkan verdi. Astronomik fəsillər gecə-gündüzün bərabərliyi və ya gündönümü günündə, hətta anında başlanır: astronomik bahar – yazda gecə-gündüzün bərabərliyindən, astronomik yay – yayda gündönümündən və s.

Hipparx aşkar etdi ki, bahar təqribən 94,5 gün, yay 92,5 gün, payız 88 gün və nəhayət, qış 90 gün davam edir. Buradan belə çıxırdı ki, Günəş ekliptika üzrə bərabər sürətlə hərəkət etmir: yayda ləng, qışda isə tez hərəkət edir. Bu nəticəni göy cisimlərinin hərəkətlərinin mükəmməlliyi haqqında qədim təsəvvürlərlə: "Günəş çevrə boyunca bərabər sürətlə hərəkət etməlidir" fikri ilə necəsə uyğunlaşdırmaq lazım idi.

Hipparx güman edirdi ki, Günəş Yer ətrafında çevrə boyunca da bərabər sürətlə firlanır, ancaq Yer çevrənin mərkəzinə nəzərən sürüşmüşdür. Belə orbiti Hipparx *ekssentrik orbit*, sürüşməni isə (sürüşmənin radiusa olan nisbətini) ekssentrisitet adlandırmışdı. O aşkar etdi ki, ilin fəsillərinin davametmə müddətinin fərqli olmasını izah etmək üçün ekssentrisiteti 1/24-ə bərabər götürmək lazımdır. Orbitin Yerə ən yaxın nöqtəsini Hipparx *perigey*, ən uzaq nöqtəsini isə *apogey* adlandırdı. Perigey və apogey nöqtələrini birləşdirən xətt *apsid* (*yun.* "apsidos" – "qübbə", "tağ") adlandırıldı.

E.ə. 133-cü ildə Əqrəb bürcündə yeni ulduz alışdı. Plininin məlumatına görə, bu hadisə Hipparxı "dəyişməz ulduzlar" sferasında dəyişkənliyi qeyd etmək üçün ulduz kataloqu yaratmağa təhrik etdi. O, 850 ulduzun ekliptikaya nəzərən koordinatlarını – ekliptik en və uzunluq dairələrini təyin etdi. Eyni zamanda, Hipparx ulduzların parlaqlıqlarını özünün tətbiq etdiyi ulduz ölçüsü anlayışı əsasında qiymətləndirdi. Ən parlaq görünən ulduzları 1-ci, ən zəif görünən ulduzları isə 6-cı ulduz ölçüsünə aid etdi.



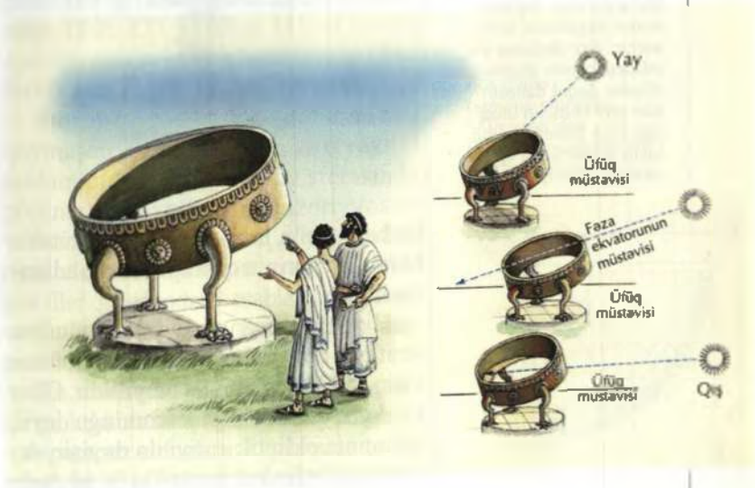
Yer ətrafında hərəkət edən Günəş orbiti üçün Hipparxın modeli. Yer radiusu R olan dairənin O mərkəzindən eR qədər sürüşmüşdür, burada e=1/24. ♈ nöqtəsi yaz bərabərliyi gününə, ♎ nöqtəsi isə payızda gecə-gündüzün bərabərliyi gününə uyğundur. Ekssentrik e üçün Hipparxın seçdiyi qiymət onun ölçmələrinin nəticələrini ödəyir: yaz-yay intervalı təxminən 187 gün, payız-qış intervalı isə təxminən 178 gün davam edir.

Aldığı nəticələri Aristilin və Timoxarisin (Samoslu Aristarxın müasirləri) bir neçə ulduz üçün ölçdüyü koordinatlarla müqayisə edərək, Hipparx aşkar etdi ki, ulduzların ekliptik uzunluq dairələri bərabər surətdə artır, en dairələri isə dəyişmir.

Hipparx buradan belə nəticəyə gəldi ki, ulduzların özləri hərəkət etmir, göy ekvatoru isə tədricən sürüşür.

Hipparx aşkar etdi ki, göy sferası gündüklük firlanmadan başqa, həmçinin ekliptikanın qütbü ətrafında ekvatora nəzərən çox zəif dönür (dəqiq dövr 25 735 ildir).

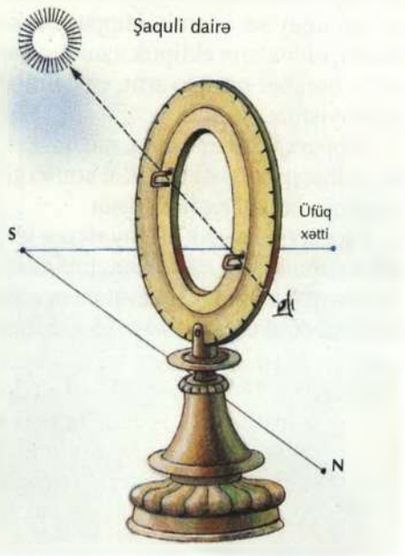
Tuncdan olan belə halqanı Hipparx Rodos adasında məbədlərdən birinin qarşısındakı meydanda qurmuşdur. Günəş göy ekvatorundan yuxarıda olduqda şüalar halqanın yuxarı müstəvisinin ətrafındakı sahəni işıqlandırır. Günəş göy ekvatoru müstəvisində olduqda isə işıqlanan sahələr olmur. Günəş göy ekvatorundan aşağı olduqda isə, halqanın aşağı müstəvisinin ətrafındakı sahəni işıqlandırır.





Hipparxın Yer–Günəş və Yer–Ay məsafələrini qiymətləndirmək üçün əsaslandığı Ay tutulmasının həndəsi sxemi. O, Günəşin bucaq ölçüsünü 2α və Yerin kölgəsinin ölçüsünü 2β ölçmüşdür. Həndəsi sxemdən istifadə edərək, Hipparx Aya qədər məsafənin 60 Yer radiusuna bərabər olduğunu təyin etmişdir.





Göy koordinatlarını təyin etmək üçün Hipparxın istifadə etdiyi bucaqölçən cihaz. Astronomik əsada lövhənin en kəsiyi elə yerləşdirilir ki, iki göy cisimdən gələn şüalar lövhənin vizir deşiklərindən keçdikdən sonra əsanın vizir deşiyinə və müşahidəçinin gözünə düşsün. Şaquli dairəsindən göy cisminin üfüqdən olan hündürlüyünü təyin etmək üçün istifadə edilmişdir.

Bu hadisəni o, *presessiya* (gecə-gündüz bərabərliklərinin qabaqlanması) adlandırdı.

Hipparx müəyyən etdi ki, Ayın Yer ətrafında orbit müstəvisi ekliptika müstəvisinə 5° bucaq altında meyillidir. Odur ki, Ayın yalnız ekliptik uzunluğu deyil, həmçinin ekliptik enliyi də dəyişir. Ay orbiti ekliptika müstəvisi ilə iki nöqtədə – düyün nöqtələrində kəsişir. Ay ancaq öz orbitinin düyün nöqtələrində olanda tutulma müşahidə oluna bilər. Həyatı boyu bir neçə dəfə Ay tutulmalarını müşahidə edərək (onlar bədirlənmiş Ay fazasında baş verə bilər), Hipparx aşkar etdi ki, sinodik ay (iki bədirlənmiş Ay fazası arasındakı vaxt) 29 gün 12 saat 44 dəqiqə 2,5 saniyə davam edir. Bu isə həqiqi qiymətdən cəmi 0,5 saniyə azdır.

Hipparx Babilistan astronomlarının müşahidə materiallarından geniş istifadə etmişdir. Bu isə ona ilin uzunluğunu dəqiq təyin etməyə imkan vermişdir. Öz axtarışları nəticəsində o, Ay və Günəş tutulmalarının vaxtını 1 saata qədər dəqiqliklə qabaqcadan müəyyənləşdirə bilmişdir. Eyni zamanda o, tarixdə birinci olaraq triqonometrik cədvəlləri yaratmışdır.

Hipparx Aristarxdan sonra, ikinci olaraq Aya qədər məsafəni təyin etmiş, həmçinin Günəşə qədər məsafəni qiymətləndirmişdir. O bilirdi ki, e.ə. 129-cu ildə Hellespont rayonunda (müasir Dardanel) tam Günəş tutulması olmuşdur. İskəndəriyyədə isə Ay yalnız Günəş diskinin 4/5-nü örtmüşdür. Başqa sözlə, Ayın yeri bu şəhərlərdə 0,1° fərqli olmuşdur. Şəhərlərarası məsafəni bilərək, Hipparx Fales üsulundan istifadə edərək, Aya qədər məsafəni asanlıqla təyin etmişdir. O hesabladı ki, Yer-Ay məsafəsi 60 Yer radiusuna bərabərdir (nəticə həqiqətə olduqca yaxındır). Yerdən Günəşə qədər məsafə, Hipparxa görə, 2 min Yer radiusuna bərabərdir.

Hipparx aşkar etmişdir ki, planetlərin görünən hərəkətləri olduqca mürəkkəbdir və sadə həndəsi modellərlə təsvir olunmur. Burada o, ilk dəfə həll etmək qüvvəsində olmadığı məsələ ilə qarşılaşdı. Yalnız üç əsrdən sonra böyük astronomun "göy mirası" Ptolemey tərəfindən qəbul olundu. Ptolemey müşahidələrə uyğunlaşan dünya sistemini qurdu.

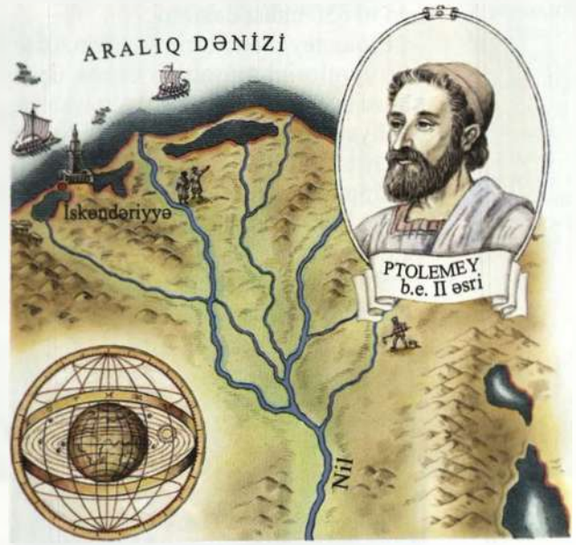
KLAVDİ PTOLEMEY. GÖY NƏZƏRİYYƏSİNİN YARADICISI

"Qoy heç kim bizim ixtiralarımızın natamamlığına nəzər yetirib, burada təklif olunan fərziyyələri olduqca süni hesab etməsin. Biz insanlığı ilahiliklə müqayisə etməməliyik... Göy hadisələrinə bizim sadə və mürəkkəb adlandırdığımız nöqteyi-nəzərdən baxmaq olmaz. Axı, bizdə hər şey ixtiyari və dəyişkəndir, göy vücudlarında isə hər şey ciddi və dəyişməzdir". Məşhur yunan alimi Klavdi Ptolemey öz astronomik əsərini bu sözlərlə bitirmişdir. Həmin sözlər, sanki, qədim yunan və Roma elmini yekunlaşdırır. Burada onun nailiyyətlərinin və ümidsizliklərinin səsləri eşidilir. Min beş yüz il – Kopernikə qədər bunlar orta əsr universitetlərinin divarları arasında eşidiləcək və alimlərin işlərində təkrarlanacaqdır.

Klavdi Ptolemey Nil çayının mənsəbində yerləşmiş İskəndəriyyə şəhərində yaşamış və işləmişdir. Şəhərin əsası Makedoniyalı İskəndər tərəfindən qoyulmuşdur. Üç əsr bu şəhər dövlətlərin paytaxtı olmuş və şəhərə Ptolemey sülaləsindən olan çarlar – İskəndərin varisləri başçılıq etmişlər. E.ə. 30-cu ildə Misir Roma tərəfindən işğal olunmuş və Roma imperiyasının tərkib hissəsinə çevrilmişdi.

İskəndəriyyədə qədim dünyanın bir çox məşhur alimləri yaşayıb işləmişlər: riyaziyyatçılar Evklid, Eratosfen, Perqli Apolloni, astronomlar Aristill və Timoxaris. E.ə. III əsrdə şəhərdə məşhur İskəndəriyyə kitabxanası yaradılmışdı. Kitabxanaya o dövrün əsas elmi və ədəbi əsərləri – təqribən 700 000 papirus kağızı toplanmışdı. Klavdi Ptolemey bu kitabxanadan daim istifadə edirdi.

Ptolemey İskəndəriyyənin Kanop qəsəbəsində yaşamış və özünü elmlə məşğul olmağa həsr etmişdi. Astronom

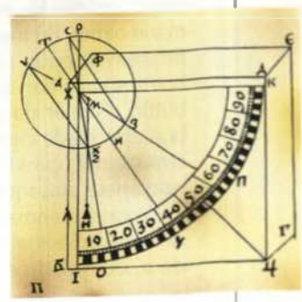


Ptolemeyin Ptolemeylər sülaləsinə heç bir aidiyyəti yoxdur, o, sadəcə, onların adaşıdır. Onun neçə il yaşaması dəqiq məlum deyil, ancaq dolayı yollarla müəyyən etmək olar ki, o, yəqin ki, e.ə. təxminən 100-cü ildə doğulmuş və təqribən 165-ci ildə vəfat etmişdir. Amma, onun 15 il, 127-ci ildən 141-ci ilədək apardığı astronomik müşahidələrin günləri (hətta saatları) dəqiq məlumdur.

Ptolemey qarşısına çətin bir vəzifə qoymuşdu: Günəşin, Ayın və o vaxtlar məlum olan 5 planetin göy sferasında görünən hərəkətlərinin nəzəriyyəsini yaratmaq. Nəzəriyyə bu göy cisimlərinin ulduzlara nəzərən vəziyyətini bir çox illər qabaqcadan hesablamağa imkan verməli, Günəş və Ay tutulmalarını öncədən xəbər verməli idi.

Bu məqsədlə planetlərin vəziyyətlərini hesablamaq üçün əsas yaratmaq – tərpənməz ulduzların kataloqunu tərtib etmək lazım gəlmişdi. Ptolemeyin sələn-

Rus dilinə tərcümə olunmuş "Almagest"dən Ptolemeyin astronomik kvadrantının çertyoju.



Bilirəm ki, mən ölümə məhkumam, bilirəm ki, ömrümə az qalıb, ancaq mən xəyallarımda göy cisimlərinin yollarını yorulmadan və böyük həvəslə izləyəndə, mən ayaqlarımı Yerə toxundurmuram: Zevsin ziyafətində allahların ətirli yeməklərindən həzz alıram.

(Klavdi Ptolemey. "Almagest")

camında belə kataloq olmuşdur: bu kataloqu Ptolemeydən 2,5 əsr əvvəl onun məşhur sələfi – qədim yunan astronomu Hipparx hazırlamışdı. Bu kataloqa təxminən 850 ulduz daxil idi.

Ptolemey planetlərin və ulduzların vəziyyətlərini müşahidə etmək üçün xüsusi bucaqölçən cihazlar: astrolyabiya, amillyar sfera, trikvetr və digər cihazlar düzəltmişdi. Bu cihazların köməyi ilə o, Hipparxın ulduz kataloqunu zənginləşdirərək, ulduzların sayını 1022-yə çatdırmışdı.

Sələflərinin (Qədim Babilistan astronomların Hipparxa qədər) müşahidələrindən, həmçinin öz müşahidə materiallarından istifadə edərək, Ptolemey Günəşin, Ayın və planetlərin hərəkəti nəzəriyyəsini yaratmışdı. Bu nəzəriyyədə qəbul edilir ki, bütün göy cisimləri Yer ətrafında fırlanır. Yer dünyanın mərkəzindədir və kürə formasındadır.

Planetlərin hərəkətinin mürəkkəbliyini izah etmək üçün Ptolemey iki və daha çox dairəvi hərəkətin kombinasiyasını tətbiq etmişdi. Onun dünya sistemində Yer ətrafında böyük çevrə – *deferent* (*lat.* deferens – "daşıyıcı") boyunca planetin özü deyil, hansısa digər – *episikl* (*yun.* epi – "üstündə", kiklos – "dairə") adlanan çevrənin mərkəzi hərəkət edir; planetin özü isə onun ətrafında fırlanır. Həqiqətən, episikl üzrə hərəkət Yerin Günəş ətrafında real hərəkətini əks etdirir. Planetlərin episikl üzrə hərəkətinin qeyri-bərabərliyini daha dəqiq əks etdirmək üçün episiklə daha kiçik episikllər yerləşdirilirdi.

Armillyar sfera.



Aristoteldən 500 il sonra Klavdi Ptolemey yazırdı: "Guya, Yer gündə bir dövr edərək, öz oxu ətrafında fırlanır, bir sıra insanlar təsdiq edirlər ki, bunun mümkünlüyünü qəbul etməyə heç nə mane olmur. Bu insanlar başa düşmürlər ki, ...Yer öz oxu ətrafında fırlansaydı, onun fırlanma sürəti bizim müşahidə edə bildiyimiz bütün sürətlərdən xeyli böyük olardı. Nəticədə yerə söykənməyən bütün cisimlər də əks istiqamətdə bu cür hərəkət edərdilər: nə buludlar, nə də digər uçan obyektlər heç vaxt şərqə doğru hərəkət etməzdirlər, çünki Yerin şərqə doğru hərəkəti həmişə onları əks istiqamətə atacaqdır".

Yerin tərpənməz yoxsa hərəkətdə olmasını seçərkən Ptolemey Aristotel fizikasına əsaslanaraq onu tərpənməz seçdi. Bu səbəbdən də o, dünyanın geosentrik sistemini qəbul etdi.

Ptolemey öz Kainatının bütün "təkərləri"nin elə ölçü və sürətlərini seçməyə nail olmuşdur ki, planetlərin hərəkətini yüksək dəqiqliklə təsvir etmək mümkün olmuşdur. Bu iş güclü riyazi duyum və böyük həcmli hesablamalar aparılmasını tələb etmişdir.

Ptolemeyi öz nəzəriyyəsi tam qane etməmişdi. Onun nəzəriyyəsində Yerdən Aya qədər məsafə xeyli (demək olar, iki dəfə) dəyişirdi, bu isə Ayın bucaq ölçülərinin dəyişməsinə gətirib çıxarmalı idi. Marsın parlaqlığının kəskin dəyişməsinin səbəbi və s. də nəzərəçarpan deyildi. Ancaq nə Ptolemey, nə də onun ardıcılları daha düzgün nəzəriyyə təklif edə bilməzdilər. Bütün bu problemlər Ptolemeyə daha kiçik bəla görünürdü, nəinki Yerin hərəkətini "ağılsızcasına" fərz etmək.

Ptolemeyin bütün astronomik tədqiqatları onun özünün "Meqale sintaksis" (Böyük riyazi nəzəriyyə) adlandırdığı





Ptolemeyin "Almagest" kitabının titul vərəqi. 1549-cu ilin nəşri.

Klavdi Ptolemeyin dünya sistemi.

çox mühüm əsərində yekunlaşdırılmışdır. Ancaq bu əsərin surətini çıxaranlar "böyük" sözünü "çox böyük" sözü ilə əvəz etmiş və ərəb alimləri onu "Əl-Megiste" adlandırmışlar, buradan da onun sonrakı adı – "Almagest" adı meydana gəlmişdi. Bu əsər təxminən b.e. 150-ci ilində yazılmışdır.

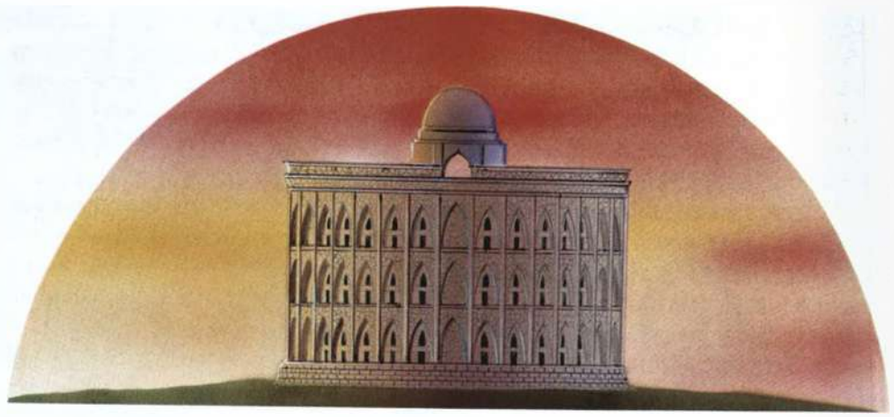
1500 il ərzində Klavdi Ptolemeyin bu əsəri bütün elm aləmində əsas astronomik dərslik olmuşdur. Bu əsər yunan dilindən suriya, fars, ərəb, sanskrit, latın dillərinə, son zamanlar isə, demək olar, bütün Avropa dillərinə, o cümlədən rus dilinə tərcümə edilmişdir.

"Almagest"dən sonra Ptolemey astrologiyadan dərslik – "Tetrabiblos"u, sonra isə əhəmiyyətinə görə ikinci əsəri olan "Coğrafiya"nı yazmışdır. "Coğrafiya" əsərində o vaxtlar məlum olan bütün ölkələrin və bir çox şəhərlərin koordinatları (en və uzunluq dairələri) verilmişdir. Ptolemeyin "Coğrafiya"sı bir çox dillərə tərcümə olunmuşdu və kitab çapı dövründə 40 dəfədən çox nəşr edilmişdi.

Klavdi Ptolemey həmçinin optikadan monoqrafiya və musiqi nəzəriyyəsinə dair kitab ("Harmoniya") yazmışdır. Aydındır ki, o, çox və hərtərəfli alim olmuşdur.

"Almagest"i və "Coğrafiya"nı elmin bütün tarixi ərzində yaradılmış ən qiymətli kitablar sırasına aid edirlər.





QƏDİMLİKLƏ YENİ ZAMAN ARASINDA

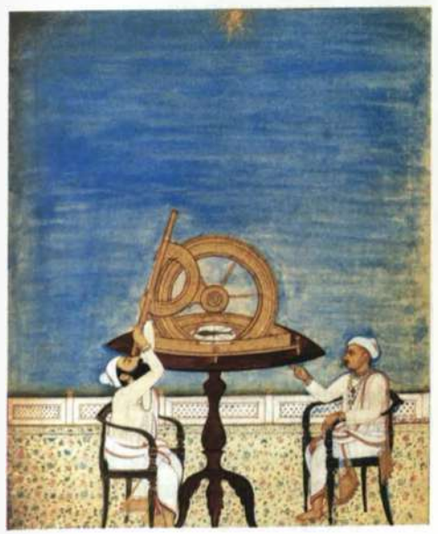
YAXIN VƏ ORTA ŞƏRQİN ORTA ƏSRLƏR ASTRONOMİYASI (VIII-XV ƏSRLƏR)

Qüdrətli dövlət olan Ərəb Xilafəti VIII-X əsrlərdə yeni din – İslam dini bayrağı altında birləşmiş, Ərəbistan yarımadasından olan ərəb tayfalarının istilaçılıq müharibəsi nəticəsində təşəkkül tapmışdı. Bu dövlət şərqdə indiki İran, İraq və Orta Asiyaya, qərbdə isə Şimali Afrika və İspaniyaya qədər genişlənmişdi. Lakin istilaçılar əsarət altına aldıqları və mədəniyyətcə onlardan çox-çox üstün olan millətlərin mədəniyyətlərinin əsarəti altına düşdülər. Ərəb mədəniyyəti başlıca olaraq elm tarixində, qədim yunan elminin nailiyyətlərini qoruyub saxlamaq rolunu oynamış, Bizans mədəniyyətini mənimsəməklə inkişaf etmişdi. Ərəb mədəniyyətinin inkişafı X əsrin başlanğıcında Xilafətin ayrı-ayrı dövlətlərə parçalanmasından sonra da davam etmişdi.

ƏRƏB XİLAFƏTİNDƏ ASTRONOMİYA

Qədim dünyanın elm və mədəniyyət incilərinin VII əsrdə ərəblərin əlinə keçməsinə baxmayaraq, onunla tanışlıq bir əsr sonra, əsasən, Hindistan vasitəsi ilə baş vermişdi. İlk Bağdad xəlifələrindən olan əl-Mənsur (Avropada onu Almanzor adlandırırdılar) ətrafına Avropadan və Hindistandan alimlər toplamışdı. Onun əmri ilə VIII əsrin axırıncı rübündə Hind siddhantları – ariabhatlar və brahmaquptalar ərəb dilinə tərcümə edilmişdi. Yenə həmin VIII əsrdə yeni Xəlifə Harun ər-Rəşidin əmri ilə iki yəhudi alimi Ptolemeyin "Meqale sintaksisa" əsərinin tam tərcüməsinə ilk cəhd göstərdi, lakin bu cəhd nəticəsiz qaldı (məşhur "Min bir gecə" nağılları silsiləsini Harun ər-Rəşidin adı ilə bağlayırlar). Harun ər-Rəşidin oğlu əl-Məmunun dövründə Bağdadda Elmlər Akademiyasına bənzər bir müəssisə – "Hikmət Evi" yaradılmış və rəsədxana tikilmişdi. "Hikmət Evi"ndə Suriya xristianlarından ibarət alimlər toplaşaraq, elmi əsərləri qədim yunancadan birbaşa tərcümə edirdilər. İlk dəfə olaraq Ptolemeyin böyük əsəri ("Almagest" nəzərdə tutulur) tam şəkildə IX əsrdə ərəb alimi Sabit ibn Qurra (836-901) tərəfindən tərcümə edilmişdi. Ptolemey nəzəriyyəsinin hindlilər tərəfindən tətbiqi ilə tanışlıq və "Almagest"in tərcüməsi Ərəbistanda müşahidə astronomiyasının və müvafiq riyazi aparatın inkişafına təkan verdi. 878-918-ci illərdə Suriyanın Rakka şəhərində yaşayan əl-Bəttani (Avropada o, Albateni kimi məşhur idi) ekliptikanın ekvatora olan meyil bucağını dəqiqləşdirdi. Əbül-Vəfa (940-997/998) Ayın hərəkətində yeni qeyri-bərabərlik (sürətin dəyişməsi) aşkar etdi ki, bu da sonralar variasiya adlandırıldı.

X əsrin axırlarından ərəb mədəniyyətində müxtəlif vaxtlarda iki yeni elm mərkəzi yarandı. Onlardan biri Qahirədə, digəri isə İsfahanda idi.

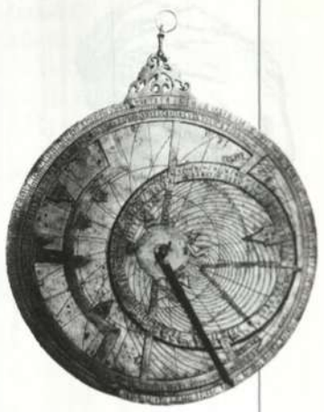


Qahirədə hökmdar sarayının yanında "Bilik Evi" təsis edilmiş və rəsədxana tikilmişdi. Həmin rəsədxanada məşhur astronom İbn Yunus (950-1009) çalışırdı. İsfahanda isə dövrünün böyük rəsədxanası fəaliyyət göstərirdi. Orada məşhur şair, alim-riyaziyyatçı və astronom Ömər Xəyyam işləyirdi (1048-1122).

Yunan kitablarından astronomik bucaqölçən cihazlar – sekstant və kvadrant düzəltməyi öyrənən ərəblər onların ölçülərini böyütmək və uzunmüddətli müntəzəm müşahidələr aparmaqla ölçmələrin dəqiqliyini kifayət qədər yüksəltmişdilər. Ərəb alimləri yeni universal, daşınan astronomiya-geodeziya cihazı olan astrolyabiyanı ixtira etdilər. Tez bir zamanda onlar Ptolemeyin astronomiya cədvəllərinin qeyri-dəqiq olduğunu aşkar etdilər. Buna görə də onlar əsas güclərini yeni Günəş, Ay, planet cədvəlləri və həmçinin ulduz kataloqları düzəltməyə yönəltdilər. "Zic" adlanan bu cədvəllər ərəb astronomiyasının mövcud olduğu bütün müddətlərdə hazırlanırdı. Orta əsrlərdə Yaxın Şərqdə mövcud olan müşahidə istiqamətli astronomiya Orta Şərqdə də olduğu kimi qalırdı.

ORTA ASİYADA VƏ AZƏRBAYCANDA ASTRONOMİYA

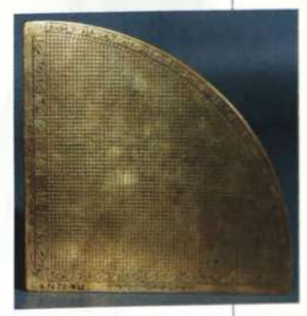
X-XV əsrlərdə ərazilərinə görə Orta Asiyaya (qismən Özbəkistana və Azərbaycana) mənsub olan üç yeni astronomiya mərkəzi ön plana çıxdı. Lakin onlar dil və mədəni əsaslarına görə ərəb mədəniyyətinə daxil idi. Bu mərkəzlərdən biri indiki Əfqanıstanın cənub-şərqində, Kabil şəhərinin 100 km-də yerləşən Qəzni şəhəri idi. O zamanlar Qəzni şəhəri monqol istilaçısı Mahmud Qəznəvinin yaratdığı qüdrətli Qəznəvi dövlətinin paytaxtı idi. Mahmud Qəz-



Fırlanan ərəb astrolyabiyasının orijinalı. 1062-ci il.

◄ Hind astronomları bucaqölçən cihazların köməyi ilə ulduzların koordinatlarını təyin edirlər.

Astronomik kvadrant. 1333-1334-cü illər.





Əl-Biruni.

nəvinin sarayında Orta Asiyanın məşhur alimi və mütəfəkkiri Əbu Reyhan Məhəmməd ibn Əhməd əl-Biruni (973 – təxm. 1050) uzun müddət yaşamış və işləmişdi. Biruni əslən qədim Xarəzmin paytaxtı olmuş Kyat şəhərinin yaxınlığındakı qəsəbədən (*ərəb.* "birun") idi.

Biruni ərəb dünyasının birinci ensiklopediyaçı-alimi idi. Onun 150-dən artıq əsəri: astronomiya, coğrafiya, fizika, riyaziyyat, geologiya, mineralogiya, kimya və botanikanı əhatə edir (hərçənd bu elmlər o vaxt tam formalaşmadan hələ uzaq idi). Biruni həmçinin görkəmli tarixçi və etnoqraf idi. O, Mahmud Qəznəvinin hərbi yürüşlərində iştirak edərkən bir neçə il yaşamış olduğu ölkələrin tarixi, mədəniyyəti və elmi haqqında birinci olaraq "Hindistan" adlı böyük bir kitab yazmışdı (1030-cu il). Biruni Mahmud Qəznəvini hərbi yürüşlərdə bir saray alim-əsiri kimi müşayiət edirdi. Biruni astronomiyaya, riyaziyyata 40-dan artıq əsər həsr etmişdi.

Məhəmməd ibn Xilainin göy qlobusu, 674-cü il.



Biruni qeyri-adi müşahidəçi və konstruktor idi. O, qövsünün uzunluğu 4 m olan böyük, tərpənməz divar kvadrantı qurmuşdu. Bu qurğu ilk dəfə olaraq Günəşin və planetlərin vəziyyətlərini 2′ dəqiqliklə qeyd etməyə imkan vermişdi. Üç yüz il ərzində bu cihazın tayı-bərabəri olmamışdı. Biruni astrolyabiyaların təkmilləşdirilməsinə böyük diqqət yetirirdi. O birinci olaraq coğrafi qlobus (daha doğrusu, yarımqlobus) düzəltmişdi. Bu qlobusun diametri 5 m idi. Əfsuslar olsun ki, bu cihazlardan heç biri qalmamışdır.

Biruni çoxsaylı və rəngarəng tədqiqatlarını və onların nəticələrini "Astronomiyanın əsas başlanğıclarının şərhi kitabı", "Məsud Kanonu" (astronomiya cədvəlləri və ulduz kataloqlarından ibarət olub, Mahmud Qəznəvinin oğlu, hökmdar Məsuda ithaf olunmuşdu), "Geodeziya", "Mineralogiya" kimi fundamental əsərlərində izhar etmişdi. Biruninin birinci iki əsəri ərəb dünyasında və ümumiyyətlə Şərqdə, bir neçə əsr astronomiya sahəsində əsas dərsliklər olmuşdur. Biruni ekliptikanın ekvatora olan meyil bucağını çox böyük dəqiqliklə təyin etmiş (23°50′34″) və bu kəmiyyətin dəyişkən olduğunu aşkar etmişdi. O, Aya qədər olan maksimum məsafənin 64 Yer radiusu qədər olduğunu göstərmişdi (müasir qiymət 63,5-dir). Meridianın uzunluğunu və Yerin radiusunu təyin etmişdi və bu kəmiyyətlərin qiymətləri, müvafiq olaraq, aşağıdakı kimi alınmışdı: 110,278-110,691 km və Avropa uzunluq vahidləri ilə 6403 km. Bu qiymətlər, ölçülər aparılan enlik üçün olan müasir qiymətlərə çox yaxındır.

"Məsud Kanonu"ndakı on bir kitabfəslin doqquzuncusu, demək olar ki, 1029 ulduzu əhatə edən kataloqdan ibarətdir. Biruni bu ulduzların vəziyyətlərini köhnə ərəb ziclərindən götürüb presessiyanı nəzərə almaqla yenidən hesablamışdı. Onun istifadə etdiyi presessiya sabitinin qiyməti, yəni Yerin fırlanma oxunun presessiyası (ildə 52,46″) nəticəsində ulduzun ekliptik uzunluğunun dəyişmə kəmiyyəti yalnız dörd yüz ildən sonra Uluqbəy tərəfindən dəqiqləşdirilmişdi.

Biruni birinci olaraq Ptolemeyin "Almagest"ini və Evklidin "Başlanğıclar"ını hindlilər üçün sanskritə tərcümə etmişdi. O, həm də Ptolemey sistemini tənqid etmişdi. Biruni hesab edirdi ki, Günəş və ulduzlar odlu kürələrdir, Ay və planetlər isə tutqun cisimlər olub, Günəş şüalarını əks etdirir. O göstərmişdi ki, ulduzlar Yerdən yüz dəfələrlə böyükdür. Onun bu fikri Günəşin real ölçmələrinin əkssədası idi, məsələn, Aristarx Samoslunun ölçmələrinə söykənir və ulduzların Günəşə bənzər olduqlarına onun inamının ifadəsi idi. Biruni hesab edirdi ki, ulduzlar hərəkətdədir, onların zahiri hərəkətsizliyini çox uzaqda olduqları ilə izah edirdi. "Kanon"da o, çox güman ki, birinci olaraq qoşa ulduzların mövcud olduğunu və onları seçə bilməməyimizin səbəbini görmə qabiliyyətimizin qeyri-səlisliyi ilə izah etmişdi.

Biruni qədim yunanlardan sonra, yəqin ki, birinci olaraq Ağ Yolun təbiətinə diqqət yetirmiş və onu ulduzlar yığını hesab etmişdi. Biruni səhər işıqlaşmamışdan qabaq və axşam ala-toranından sonra göyün "qurd quyruğu"na bənzər zəif işıqlanmasını (zodiak işığını), güman ki, birinci qeyd etmişdi. O, özünün "Mineralogiya"sında Buşancda (Hindistan) düşən meteorit dəmir yağışını astronomiya tarixində birinci olaraq təsvir etmişdi.

Belə söyləyirlər ki, Qəzni hökmdarı ona həsr edilmiş "Məsud Kanonu"na görə onu bir dəvə yükü gümüşlə mükafatlandırmaq haqqında göstəriş verir, lakin Biruni mükafatı qəbul etmir və deyir: "O yük məni elmi işdən saxlayar; müdrik adamlar bilirlər ki, gümüş gedir, lakin elm qalır". Biruni Avropada yalnız XIX əsrdə, 1888-ci ildə onun "Hindistan" əsəri ingilis dilinə tərcümə edildikdən sonra tanınmışdı.

XIII əsrin ortalarında Marağa şəhəri (indiki İran Azərbaycanının ərazisində) iri astronomiya mərkəzi oldu. Burada məşhur alim – astronom və riyaziyyatçı, şair və filosof Məhəmməd ibn Həsən Nəsirəddin Tusi (1201-1274) yaşayır və 1259-cu ildə xüsusi olaraq onun üçün tikilmiş rəsədxanada işləyirdi. Rəsədxanada yüzə qədər alim çalışırdı. Tusi mənşəcə Həmədandandır (Azərbaycan).

1256-cı ildə məşhur monqol istilaçısı Çingiz xanın nəvəsi, Azərbaycanı və İranı (o vaxtlar Persiya) ələ keçirmiş Hülaku xan Nəsirəddini Əlamut (Qartal yuvası) qalasından azad etmişdi.



Herkules bürcü. Əs-Sufinin qədim əlyazmasındakı təsvir.

Tusi səyahət zamanı gizli dini-siyasi terrorçu təşkilat tərəfindən həbs edilmişdi. 20 ildən artıq qalaya salınmış və orada yaşamışdı. O vaxta qədər Tusi artıq tanınmış alim idi. Hülaku xan Tusini məşhur alim olduğuna görə özünə yaxınlaşdırır, saray alimi və dövlət işlərində məsləhətçi edir. Ərəb xilafəti üzərində qəti qələbədən sonra Hülaku xan onun təsiri altında yeni dövlətin paytaxtını Azərbaycanın qədim paytaxtı Marağaya köçürür. Marağa rəsədxanasında işlədilən onlarca mükəmməl cihaz arasında qövsünün radiusu 6,5 m olan divar kvadrantı xüsusilə seçilirdi. Tusi presessiya sabitini kifayət qədər dəqiqləşdirmişdi – ildə 51,4″ (müasir qiymət 50,2″-dir). 12 illik zəhmət nəticəsində 1271-ci ildə yeni zic – "Elxan cədvəlləri" düzəldildi (Hülaku xanın nəsli Elxanilər adlanırdı). Ay-Günəş, planet cədvəllərindən başqa, bu cədvəllərə yeni ulduz kataloqu daxil edildi. İki yüz il ərzində bu cədvəllər Orta Şərqdə illik təqvimlərin tərtibi üçün əsas oldu.

Şah Hüseyn Səfəvi üçün hazırlanmış astrolyabiya. 1124-cü il.



Nəsirəddin dahi riyaziyyatçı olmuşdur. Onun "Tam dördbucaqlı haqqında traktat" əsərində müstəvi və sferik



Uluqbəy.

triqonometriya müstəqil elmə çevrilmişdi. Nəsirəddin Tusi Şərqin tanınmış hazırcavabı idi. Bütün dünyada o, əfsanəvi Xoca Nəsrəddin kimi məşhurdur. Onun adı ilə bağlı saysız-hesabsız məzəli əhvalatlar mövcuddur.

O dövrün ən məşhur alimlərindən biri də XV əsr özbək astronomu Uluqbəy olmuşdur. Mirzə Məhəmməd ibn Şahruh ibn Teymur Uluqbəy Tarağay məşhur Orta Asiya istilaçısı Teymurləngin nəvəsi idi. 1394-cü il martın 22-də babasının hərbi yürüşlərinin birində hərbi arabada anadan olub. 1409-cu ildən Orta Asiyada Amudərya və Sırdərya çayları arasında yerləşən və paytaxtı Səmərqənd olan Mavərənnəhr dövlətini idarə etməyə başlamışdı. 1447-ci ildə atası Şahruxun ölümündən sonra Uluqbəy bütün keçmiş Teymurləng imperiyasının hakimi və Teymurilər sülaləsinin başçısı olmuşdu. Lap erkən yaşlarından o, elmə və mədəniyyətə, xüsusilə də riyaziyyat və astronomiyaya həvəs göstərirdi. Uluqbəy atasının topladığı zəngin kitabxanadakı əlyazmaları oxumaqla və dövrünün tanınmış alimləri, riyaziyyatçı və astronomlar Cəmşid Qiyasəddin əl-Kaşi, Qazızadə ər-Rumi ilə təması sayəsində çox geniş və əhatəli bilik toplamışdı. Öz hakimiyyətini və dövlətini, əsasən, ölkədə elmin və təhsilin inkişafına yönəltmişdi. Ali məktəb – mədrəsə tikdirmişdi və orada astronomiyadan mühazirə oxuyurdu. Müasirlərinin rəyinə görə, Uluqbəy qeyri-adi alim olmuşdu. 1417-1420-ci illərdə əl-Kaşinin məsləhəti və Uluqbəyin layihəsi ilə Səmərqəndin 2 km-liyində, ər-Rumi və memar Tahir ibn Məhəmməd astronomiya rəsədxanası tikdilər. Bu rəsədxana o dövrdə Orta və Yaxın Şərqdə ən məşhur rəsədxana oldu. Onun üçyaruslu silindrik binasının diametri 48 m-dən artıq, hündürlüyü azı 30 m olub və hündür bir təpədə tikilib. O, əhatəsində olduğu ətrafdan 12-13 mərtəbəli müasir ev qədər hündür idi. Onun əsas aləti radiusu 40,2 m olan nəhəng divar kvadrantı idi (sekstant kimi istifadə olunurdu). Kvadrantın mərmər qövsünün eni 2 m idi. Onun yuxarı ucu binanın üst örtüyünə (damına) söykənirdi (əslində elə dam alət üçün örtük rolunu oynayırdı). Aşağı hissəsi qayada çapılmış 10 m dərinliyində xəndəkdə yerləşirdi. Cihaz dəqiq olaraq meridianda qərar tutmuşdu (kənaraçıxma 10″-dən artıq deyildi). Ptolemeydən əxz edilmiş divar kvadrantı ilə müqayisə etdikdə o, əslində, yeni bir bucaqölçən alət idi və əsasən, Günəş kulminasiyada ikən onun hündürlüyünü ölçmək üçün nəzərdə tutulmuşdu. Adi kvadrantlarda və sekstantlarda göy cisminə tərəf istiqamət alətin qövsünün radiusu üzrə yönəldilmiş, hərəkət edən xətkeş (alidad) vasitəsi ilə qeyd olunur. Onun üzərində iki dioptr bərkidilirdi ki, müşahidəçi onların arasından göy cisminə baxsın və beləliklə, alidadı ona tərəf yönəltsin. Bu halda onun aşağı ucu dərəcələnmiş qövsdə göy cisminin kulminasiyası vaxtını, ya hündürlüyünü, ya da zenit məsafəsini göstərirdi. Günəşin bu cür müşahidəsi çox zaman müşahidəçini kor edirdi.

X əsrdə tanınmış Orta Asiya ustası əl-Xocəndi yeni bir sekstant icad etmiş və onu ilk dəfə Tehran yaxınlığındakı Rey şəhərində qurmuşdu. Usta aləti yerli hakimin şərəfinə Fəxri sekstantı adlandırmışdı. Sekstantın radiusu 20 m olan qövsü örtülü pavilyonda yerləşirdi. O, qismən yerə basdırılmışdı. Pavilyonun damında, qövsün mərkəzinə uyğun gələn nöqtəsində deşik açılmışdı; göy cismi kulminasiya nöqtəsində olanda həmin yarıqdan dərəcələnmiş qövsün üzərinə işıq düşürdü. İşıq şüası alidadı əvəz edirdi. Alət belə ağıllı və sadə tapıntı sayəsində göz üçün təhlükəsiz olmuşdu. Uluqbəy onun ölçüsünü iki dəfə böyütməklə dəqiqliyini də artırmışdı.

Göy cisimlərinin (əsasən, Günəşin) işığı rəsədxananın cənub divarının yuxarı hissəsində olan deşikdən kvadrantın yerləşdiyi otağa düşürdü. Göy cisminin xəyalı, mərkəzində xaç işarəsi olan

NƏSİRƏDDİN MARAĞADA

Nəsirəddin Tusi Marağa şəhərinə gedib Sultan Hülaku xana Cənubi Qafqazda böyük rəsədxana tikdirmək haqqında müraciətnamə təqdim edir. Sultan Nəsirəddin Tusini saraya dəvət edir və soruşur: "Nəsirəddin, cavab ver görüm, sənin astronomiyan belə xeyirli şeydir ki, mən xəzinədən sənin qnomonların, sekstantların, kvadrantların və astrolyabiyaların üçün 20 min dinar ayırım?"

– Çox xeyirlidir, ey Hökmdar, – Nəsirəddin Tusi cavab verirdi. – Biz sənin lə əyani təcrübə aparacağımız vaxt özün bunu görəcəksən.

– Hansı təcrübə?

– Məxfi...

– Hamı buranı tərk etsin! – Sultan əmr etdi.

– Ey Sultan, əmr et, qoy sabah günorta dağdan bir mis teşt diyirlətsinlər. Ancaq bunu heç kim bilməməlidir.

Belə də etdilər. Nə vaxt ki mis teşt gurultu və səs-küylə dağdan aşağı gəldi, paytaxtda həyəcan qalxdı. Hülaku xanın əsgərləri isə qorxub qaçdılar.

– İndi sən inanırsanmı, ey Sultan, ancaq sən və mən bu hadisə zamanı sakit dayandıq. Ona görə ki, biz onun vaxtını və səbəbini bilirdik. Astronomiya imkan verir ki, hadisənin səbəbini biləsən və Yerdə sakit yaşayasan.

Deyilənlərə inansaq, Nəsirəddin Tusi 1259-cu ildə Cənubi Qafqazda birinci böyük rəsədxana tikdirmək üçün pul əldə edə bilmişdi.

ASTRONOMLAR ARASINDA ULU ŞAİR

Könlüm heç bilikdən olmadı məhrum,
Bir çox sirlər mənə oldular məfhum.
Yaşadım dünyada yetmiş iki il,
Bildim heç şey mənə olmadı məlum.

Ömər Xəyyam

1048-ci il mayın 18-də, əl-Biruninin vəfatı ilində, ərəb dünyasının görkəmli şairi və alimi Qiyasəddin Əbu-əl Fəth ibn İbrahim Ömər Xəyyam dünyaya gəldi. Xəyyam Persiyanın Nişapur şəhərində dünyaya gəlmiş, orada da dünyasını dəyişmişdi (1122-ci ildən sonra). O, Orta Asiyanın böyük elm və mədəniyyət mərkəzləri olan Bəlxdə, Səmərqənddə, İsfahanda, Buxarada işləmiş və o yerlərdə görkəmli riyaziyyatçı kimi şöhrət tapmışdı. Şərqin hökmdarları arası kəsilmədən onu saraylarına dəvət edirdilər. Buxara hakimi böyük hörmət əlaməti olaraq, söhbət etmək üçün onu taxtda öz yanında əyləşdirirdi. Xəyyamın ömrünün 18 ən məhsuldar ili qüdrətli Səlcuq dövlətinin paytaxtı İsfahan (İran) şəhərində keçmişdi. O, Sultana yaxın olmuşdu, lakin doğma şəhəri Nişapurun hakimi olmaq təklifini qəbul etməmişdi. "Mən insanlara əmr vermək, idarə etmək, qadağalar qoymaq istəmirəm, özümü elmə və insanlara həsr etmək istəyirəm", – demişdi. Ona şöhrətin ən yüksək zirvəsində olarkən bir çox fəxri titullar vermişdilər: Xorasan İmamı, Əsrin Elm Xadimi, Həqiqət Bilicisi, Şərq və Qərb filosoflarının Şahı və s. Ömər Xəyyam riyaziyyatda üçüncü tərtibə qədər tənliklərin həndəsi yolla həlli üsulunu vermiş, Evklidin əsərinə baxıb, paralellik haqqında orijinal nəzəriyyə təklif etmişdi. O, Sultanın tapşırığı ilə İsfahanda o dövrdə dünyanın ən böyük astronomiya rəsədxanasına rəhbərlik etmiş və bir neçə il mütəmadi olaraq göyü müşahidə etmişdi. Müşahidələrin parlaq nəticəsi 1079-cu ildə Ömər Xəyyam tərəfindən hazırlanan yeni Günəş təqvimi oldu. Bu təqvimi 700 il sonra Pyer Laplas ən dəqiq təqvim adlandırmışdı. Bu təqvimin əsasına uzun illərin 33 illik dəyişmə tsikli qoyulmuşdu: bu müddətdə uzun il 8 il qəbul edilmişdi (hər biri 366 gündən ibarət). İl yaz gecə-gündüz bərabərliyindən, yəni təbiətin ritminə və kənd işlərinə uyğun başlanır. Belə ilin yaz və yay ayları 31 gün təşkil edir, qalan yarısının bütün ayları isə 30 gün olur. Sadə illərdə axırıncı ay 29 gün olur. Bu təqvimdə 5 min il ərzində toplanan xəta cəmi 1 sutka təşkil edir. Təqvim İranda təxminən min il işlədilmişdi, yalnız 1976-cı ildə ləğv edildi.

Ömər Xəyyamın ancaq bir neçə elmi əsəri qalmışdır, lakin deyilənlərə görə, Günəş və Ay tutulmalarını qabaqcadan xəbər verirmiş.

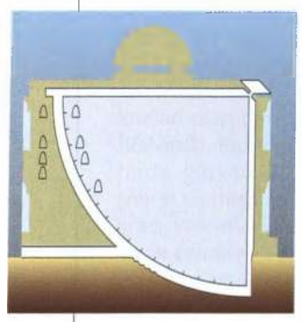
Ömər Xəyyam dünyada böyük şair, gözəl rübailərin yaradıcısı kimi tanınır. Bu rübailərdə o, gözlərimiz qarşısında müdrik filosof, böyük humanist və həyatsevər, sərbəst, mənən məğrur və faciəvi taleli insan kimi canlanır. Xəyyamın bir neçə rübaisində onun astronomik və kosmoloji görüşləri öz əksini tapmışdır.



Uluqbəy mədrəsəsi və Cümə məscidi.

dairəvi ağ ekranda müşahidə edilirdi. Ekran kvadrantın qövsünün mərkəzi hissəsindən yarım metr eni olan naval-çada hərəkət edə bilirdi. Qövsün ümumi uzunluğu 60 m-dən artıq idi. Onun üzərində 1 dərəcə 70,2 sm-ə, dəqiqə 11,7 mm-ə bərabər idi, hətta bucaq saniyəsi də ölçülürdü – 0,2 mm. Qövsün işçi diapazonu 20° ilə 80° arasında idi. Bu cihazdan Ayın və planetlərin müşahidəsi üçün istifadə edilirdi. Lakin bu halda tuşlama üçün xüsusi, hərəkət edən nişanlayıcıdan (vizirdən) istifadə edilirdi. Bu cihazın, dövrünə görə, çox yüksək dəqiqliyə malik olması müşa-hidələri müntəzəm və uzun müddət, on illərlə – göy cisimlərinin dövretmə müddətləri ərzində aparmağa imkan verirdi. Saturnun dövretmə müddəti ən uzun idi – 30 il. Rəsədxananın yastı və dairəvi damından müşahidə meydanı kimi istifadə edilirdi. Orada fırlanan kvadrant, daşınan bucaqölçən cihaz və Günəş saatı yerləşirdi.

Uluqbəy rəsədxanasının sxemi.



Günəş müşahidələrinin əsas nəticə-lərinin son bir neçə əsrdə tayı-bərabəri olmamışdı. Uluqbəy rəsədxanasında ekliptikanın ekvatora olan meyil bucağı təyin edilmişdi – 23°30′17″, bu, o dövr üçün olan qiymətdən cəmi 32″ az idi. Yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsi-nin vəziyyəti, presessiya sabitinin əvvəlkilərə nisbətən daha dəqiq qiyməti (51,4″ – bu, həqiqi qiymətdən cəmi 1,1″ böyükdür) də tapıldı.

Müxtəlif üsullarla göy cisimlərinin ekvatorial və üfüqi koordinatları ölçül-müş, tutulmaları qabaqcadan hesab-lamaq üçün böyük praktik əhəmiyyətə malik cədvəllər tərtib edilmişdi (tutul-manın başlanğıcı, sonu, tipi). Ay tutul-malarından istifadə üsulu o zamanlar müxtəlif məntəqələrin coğrafi uzunluq-larının fərqini tapmaq üçün yeganə bir üsul idi. Planetlərin illik hərəkətlərinə dair Uluqbəyin aldığı qiymətlər həqiqi qiymətlərdən cəmi bir neçə qövs sani-yəsi qədər fərqlənirdi.

Bir qədər kiçikölçülü cihazlarla və bir qədər az dəqiqliklə (10-15′-yə qədər) ulduzların koordinatları ölçül-müşdü. 16 yüz il (min altı yüz il) müd-dətində (Hipparxdan sonra) ilk dəfə olaraq bilavasitə aparılan müşahidələr əsasında 1018 ulduzun kataloqu hazır-lanmışdı. Onlardan 700 ulduzun koor-dinatları yenidən ölçülmüş, qalanları isə presessiya nəzərə alınmaqla yenidən hesablanmışdı (Biruni də belə etmişdi). Bütün bu fundamental elmi nəticələr Uluqbəyin və onun əməkdaşlarının əsəri olan "Yeni Quraqan cədvəlləri" və ya "Zic-i Cədid-i Quraqani"yə daxil olmuşdu. Dörd hissədən ibarət olan böyük "Giriş"də nəzəri və praktik astro-nomiyanın əsasları yeni nəticələr: müx-təlif xalqların tarixi hesablama sistem-ləri, onlar arasında Uluqbəy tərəfindən tərtib edilmiş keçid cədvəlləri; praktik astronomiya məsələləri və riyazi aparatı (Uluqbəyin triqonometrik cədvəlləri); Rusiya da daxil olmaqla, Avropanın və Asiyanın 683 şəhərinin coğrafi koordi-natları, müsəlmanlar üçün vacib olan bir məsələ – İslam dininin banisi Məhəm-məd Peyğəmbərin dəfn olunduğu Məkkə şəhərinə tərəf istiqaməti (Qib-lənin azimutunu) təyin etmək üsulu; pla-netlərin hərəkəti nəzəriyyəsi (Ptole-meyin geosentrik sistemi) daxil olmaqla verilmişdi. Çox da böyük olmayan dör-düncü hissədə ənənəvi astrologiya məsələlərinə baxılmışdı. Bu əsərdə əsas yeri ulduz kataloqu, Günəşin, Ayın və planetlərin hərəkət cədvəlləri tuturdu. Şərqdə onlardan XVIII əsrə qədər is-tifadə edilmişdi. Avropada bu cədvəl-lərdən bəzi fraqmentlər ilk dəfə 1665-ci ildə (Oksfordda) tərcümə və nəşr edil-mişdi. Sonralar, 1853-cü ildə Parisdə, nəzəri "Giriş" çap olunmaqla, Uluq-bəyin ulduz kataloqu işıq üzü görmüşdü. 1917-ci ildə Uluqbəyin ulduz kataloqu ABŞ-da çap edilmişdi.

Lakin Uluqbəyin rəsədxanası artıq XVII əsrdə Yer üzündən silinmişdi. Orta Şərqin bu nəhəng mədəniyyət və elm mərkəzinin taleyi də, cəmiyyəti idarə edən dairələrin və avam xalqın maraq dairəsindən kənarda, tam təcrid halında meydana gələn başqa mərkəzlərin taleyi kimi oldu. Potensial vərəsələr arasında hakimiyyət uğrunda gedən mübarizədə, həm sarayda, həm də dindarlar arasında narazılıq doğurmuş Uluqbəy 1449-cu il oktyabr 27-də, oğlunun razılığı ilə qətlə yetirildi. Ondan sonra rəsədxa-nada işləyənlərin çoxu ölkədən qaçıb getdi.

Əzəmətli rəsədxana binası bir əsr yarımdan artıq zamana müqavimət gös-tərdi. Ancaq XX əsrdə rus arxeoloq-larının səyləri nəticəsində onun izləri tapıldı. Kvadrantın salamat qalmış yeraltı hissəsi aşkar edildi. Rəsədxananın qazıntı işlərinə 1908-ci ildə V.L.Vyatkin başlamışdı. 1941-ci ildə M.Y.Masson və 1948-ci ildə V.A.Şişkin bu işi davam etdirmişdilər. Hal-hazırda rəsədxananın yerində çox da böyük olmayan Uluqbəy muzeyi tikilmişdir. Onun nadir kitab-xanası da axtarılmaqdadır. O böyük alim və maarifpərvər insanın adını əbədi-ləşdirmək üçün Ayın görünən tərəfində bir kraterə onun adı verilmişdir.



Əs-Sufinin "Enlik və uzunluq cədvəlləri"ndən latın və tacik dillərində səhifə.

* * *

Orta əsr Yaxın və Orta Şərq astro-nomları ulduzlu göyün mahir müşahi-dəçiləri, dünyada birinci ən iri rəsəd-xanaların və cihazların qurucuları kimi şöhrət tapmışlar. Lakin astronom ölən kimi bu cür rəsədxana yararsız hala düşür və dağılırdı. O imperiyalarda bir qisim alimin intellektual səviyyəsi ilə əhalinin əksəriyyətinin mədəniyyəti arasında böyük fərq var idi.

Ptolemeyin nəzəriyyəsinə gəlincə, ərəb astronomları və sonra Orta Asiya astronomları, əsasən, onun riyazi aparatını təkmilləşdirirdilər. Geosen-



Uluqbəy rəsədxanasının kvadrantının mərmər qövsünün yeraltı hissəsi.



Orta əsr ərəb astronomik kvadrantı. XIV əsr.

trizm prinsipi şübhə altına alınmadı. Ərəb alimləri dünyanın ümumi quruluşuna yeni ideya gətirmədilər. Böyük mütəfəkkir Birunini istisna etmək olar. Lakin dünyanın quruluşu haqqında onun ideyası da kifayət qədər möhkəm deyildi və XIX əsrin sonuna qədər Avropa elminə məlum olmamışdı.

Öz dövrünə ən çox yad olan fikir isə Ömər Xəyyamın Kainatın sonsuzluğu haqqında dediyi fikir idi. Onun səsinə səs verən olmadı və Şərqdə tamamilə unuduldu, Qərbə, Avropaya isə XIX əsrin ortalarında çatdı.

Orta əsr Yaxın və Orta Şərq astronomlarının işləri onların çoxsaylı ziclərindir (yüzə qədəri saxlanılır). Onlardan sonrakı əsrlərdə ulduzlar dünyasının öyrənilməsində səmərəli istifadə edilmişdi.

ASTRONOMİYADA İNTİBAH: PURBAX VƏ REGİOMONTAN

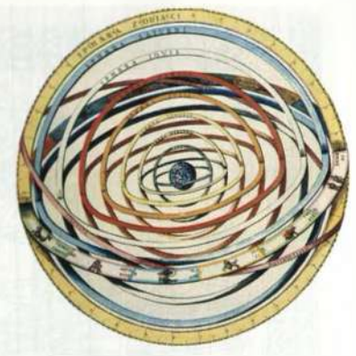
XV və XVI əsrlərdə antik mədəniyyətin təsiri altında Avropada ədəbiyyat, rəssamlıq, heykəltəraşlıq, elm, musiqi görünməmiş dərəcədə inkişaf etməyə başladı. Orta əsr kabusları yunan mədəniyyətinin işıqlı siması qarşısında sönməyə başladı. Kitab çapı və qravüra sənəti yenidən canlanan qədim bilgilərin (daha doğrusu, artıq yeni, Avropa bilgilərinin) sürətlə yayılmasına kömək etdi. Leonardo da Vinçi, Rafael, Dante, Torkvato Tasso, Cotto – dövrün ehtiyac duyduğu və yetişdirdiyi dahilərin bir qismi bax bunlar idi.

Gerard Dou. Astronom. Təqribən 1628-ci il.



İntibah Avropasının astronomları yunanlarda nəyi yenidən kəşf etməli idilər? Mübaliğəsiz demək olar ki, bəşəriyyət tarixinin gedişini dəyişdirən elmi metodun əsasları məhz yunan antikliyində qoyulmuşdu. Antik yunan alimlərinin intellektual azadfikirliliyi, ən fantastik hipotezləri Evklid həndəsəsinin düsturları vasitəsilə yoxlanılmış, ürəyə yatmayan opponentləri məhkəməyə verməklə deyil, dostcasına başa çatan elmi diskussiyaları – bütün bunlar Avropa elmi üçün o qədər də tez mümkün olmayacaqdı. Lakin o zaman avropalılar bu barədə düşünmürdülər. Onlar öz vəzifəsini ancaq böyük antik elmin nailiyyətlərini mənimsəməkdə görürdülər. Bu isə tayı-bərabəri olmayan "Almagest"dən başlanmalı idi (elə onun adı da "əzəmətli" deməkdir). İntibah Avropasının astronomlarının əlində artıq "Almagest"in ərəb dilindən latıncaya edilmiş tərcüməsi var idi. Latın o zamanlar və bir qədər sonralar Avropa elmində universal dil idi. Kopernik, Kepler, Nyuton, Lomonosov o dildə yazmışlar. Ərəb mədəniyyəti isə bizim mədəniyyətimizdə böyük rol oynamışdı, o, antikliklə İntibah arasında birləşdirici halqa olmuşdu. Biruni, İbn Sina, əs-Sufi, Uluqbəy, Xarəzmi nəinki antik elmin





irsini saxlamışlar, hətta onu artırmışlar. Lakin "Almagest"in latın dilinə ərəb dili vasitəsi ilə keyfiyyətli tərcüməsi olmamışdı. Axı mürəkkəb elmi mətni tərcümə etmək üçün tərcüməçinin dili kamil bilməyi kifayət deyil, o həm də gərək tərcümə etdiyi mövzu üzrə ixtisasçı olsun.

Beləliklə, XV əsrin əvvəlində Avropa astronomiyası üçün "Almagest"in ixtisasçı-astronom tərəfindən birbaşa qədim yunancadan latıncaya tərcüməsi vacib oldu. Bu işi ziyalı kardinalın köməkliyi ilə iki astronom yerinə yetirdi.

* * *

İohann Müller 1436-cı ildə Bavariyada, o zaman kiçik şəhər olan Königsberqdə anadan olmuşdu. Soyadından göründüyü kimi, o, dəyirmançı ailəsindən idi. Məktəbdə İohann qeyri-adi qabiliyyət göstərmiş və 11 yaşında artıq Leypsiq Universitetinin tələbəsi olmuşdu. Üç il Leypsiqdə oxuduqdan sonra İohann Vyana universitetinə keçir; burada riyaziyyatı Leypsiqdəkindən yaxşı keçirdilər. Orada onun müəllimi Georq Purbax oldu (1423-1461). Purbax dövrünün görkəmli astronomu və çox gözəl müəllimi olmuşdu. Tez bir zamanda bu cavan tələbənin istedadlı adam olduğunu hiss edən Purbax onun ancaq professoru deyil, həm də yol göstərəni oldu. O nisbətən cavan öldü, lakin öz tələbəsindən "Almagest"i birbaşa tərcümə edəcəyi haqqında söz aldı. Königsberqli Müller özünə Regiomontan ləqəbi götürdü (*lat.* regio montanus – "kral dağı"). O, müəlliminin vəsiyyətini şərəflə yerinə yetirdi.

Cavan magistr İohann Vyanada yaşayır, Ay və planetləri müşahidə edir, təqvim tərtib edir və riyaziyyat üzrə antik traktatları çap etdirir. Ancaq onun üçün əsas "Almagest" idi.

1453-cü ildə türklər Konstantinopolu (İstanbulu) ələ keçirdilər və Bizans imperiyası süqut etdi. Qaçqınlar kütləsi əllərində qalan ən qiymətli şeyləri – kitabları götürüb İtaliyaya üz tutdular. Avropada üstlərinə gələn təhlükəni hiss edərək, türklərə qarşı səlib yürüşü təşkil etməyə başladılar. Bu prosesdə əsas rolu o dövrün görkəmli kilsə siyasətçisi, əslən Bizansdan olan kardinal Vissarion oynayırdı.

Sadə bir ailənin oğlu olan Vissarion 35 yaşında arxiyepiskop oldu. Katolik kilsəsi ilə pravoslav kilsəsini birləşdirmək istəmiş və nəticədə sürgün edilmişdi. Katolikliyi qəbul edib kardinal olmuşdu. Vissarion Teofrastı və Platonu tərcümə etmiş, mühafizə olunmuş Bizans kitablarını toplamış, Moskvanın böyük knyazı III İvanla Bizans şahzadə xanımı Zoya Paleoloqun evlənməsinə kömək etmişdi – bunlar hamısı Konstantinopolu azad etmək üçün edilən nəticəsiz cəhdlər

◂◂ Orta əsrlər dövründə astronomik müşahidələr.

▲ Günəş sistemi planetlərinin orbitləri. A.Tsellariusun "Göy atlası"ndan illüstrasiya. 1660-cı il.

İohann Müller (Regiomontan).





Purbax-Regiomontanın "Epitoma"sının nəşrinə illüstrasiya. Aşağıda Ptolemey və Regiomontanın təsvirləri. 1496-cı il.



Albrext Dürer. Şimal göyü bürclərinin fiqurları. Qravüra. 1515-ci il.

idi. Həmin məqsədlə də 1461-ci ilin yazında o, Vyanada göründü.

Vissarion tez bir zamanda Purbax və Regiomontanla tanış oldu. Onlara çox qiymətli bir hədiyyə – "Almagest"in yunan nüsxəsini bağışladı və yunan dili sahəsində təkmilləşmək üçün onunla İtaliyaya getməyi təklif etdi. Lakin Purbax gözlənilmədən xəstələndi və öldü. Onun tələbəsi kardinalla Romaya tək getdi.

1461-ci ilin payızında Regiomontan Vyananı həmişəlik tərk etdi. Yalnız 35 il sonra, 1496-cı ildə "Almagest"in ixtisar olunmuş tərcüməsi sadələşdirilmiş dərslik şəklində işıq üzü gördü.

Romada İohann yunanca öyrənir, kitabxananı komplektləşdirməkdə Vissariona kömək edir, Ptolemeyin "Epitoma"sı (*yun.* "qısa şərh") üzərində işləyir və özünün əsas əsərini – "Hər cür üçbucaqlar haqqında beş kitab"ını yazır. Kardinalın qonaqları arasında italyan maarifçiləri və həmçinin, əsləri Bizansdan olanlar, o cümlədən yunan dili müəllimi Georgi Trapezundski də var idi. Trapezundski "Almagest"i latıncaya tərcümə etmişdi. Tərcümə o qədər pis alınmışdı ki, Regiomontan onun tənqidinə bütöv bir əsər həsr etmişdi.

İki il sonra Regiomontan Vissarionu Venesiyaya müşayiət etmişdi. Orada Vissarion bu qüdrətli respublikanın türklərə qarşı müharibə elan etməsinə nail olmuşdu. Orada yaxşı başa düşürdülər ki, bu təzə qüvvə şəhərə misilsiz gəlir gətirən Böyük İpək Yolunu bağlamışdı. Regiomontan Venesiya yunanları ilə əlaqə yaradır, kardinalın kitabxanası üçün onlardan kitablar alırdı. Axırda Vissarion kitabxanasını venesiyalılara hədiyyə etmişdi.

1467-ci ildə Regiomontan artıq Macarıstanda idi. Orada o, elmli-bilikli kral Matiaş Korvinə kitabxana yaratmaqda kömək edirdi. Lakin dörd ildən sonra Regiomontan Macarıstanı tərk etməli oldu. Orada başlanan qarışıqlıq ona elmi işlə məşğul olmağa imkan vermirdi. 1471-ci ildə o, Nürnberqə getdi.

XV əsrin sonunda və sonralar Nürnberq tərəqqi edən ticarət şəhəri idi. Özlərini zadəgan adlandıran şəhərin yuxarı təbəqələri elmə və mədəniyyətə hamilik edirdilər (məsələn, dahi Albrext Dürer burada böyümüşdü). Orada siyasi vəziyyət sabit idi. Bütün bunlar Regiomontana bu şəhərdə planlarını həyata keçirmək üçün şərait olacağı haqqında düşünməyə imkan verirdi.

Onun layihəsi olduqca geniş idi. Əvvələn, Regiomontan ağacdan hazırlanan astronomik cihazlardan daha dəqiq olan metaldan ibarət astronomiya cihazları hazırlanmasını təşkil etmək istəyirdi. Bu cür cihazlarla yeni, daha mükəmməl astronomik nəzəriyyələr qurmaq üçün lazım olan materiallar almaqdan ötrü müntəzəm müşahidələr aparmaq olardı. Regiomontana mətbəə də lazım idi. Burada öz əsərlərini və klassik astronomların mühüm əsərlərini çap etmək istəyirdi. "Həqiqətin düşməni olan xətalar və səhvlər aradan qaldırılmalıdır, çünki onlar ən qiymətli əsərləri qiymətdən salır" – həqiqətən də bunlar çoxsaylı köçürmələr nəticəsində həddən artıq çoxalmışdı. 29 klassik kitabın çapı nəzərdə tutulmuşdu. Birinci olaraq Regiomontan müəllimi Purbaxın mühazirələrinin mətnini – "Planetlərin yeni nəzəriyyəsi"ni çap etdirmişdi.

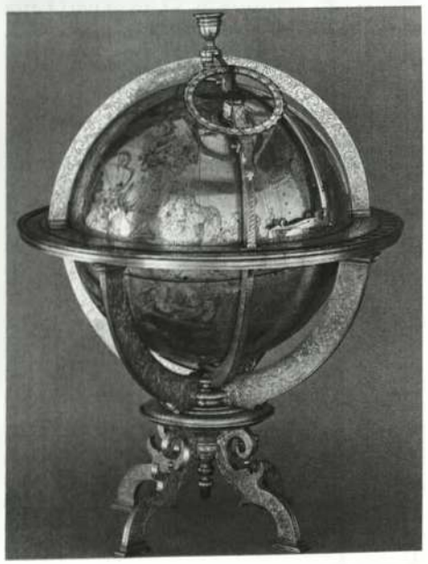
Regiomontanın astronomiyanın inkişafı planında nəzərdə tutduğu müəssisəni yüz ildən sonra Tiho Brahe yaratmışdı. Tiho Brahenin Uraniborqda yaratdığı rəsədxanalarda aparılan müşahidələr Kepler qanunlarının kəşfinə gətirib çıxardı.

Regiomontan Nürnberq zadəganlarının köməyindən istifadə etmişdi. Onlardan biri Bernqardt Valter idi. O, Regiomontanın təşəbbüslərinin həyata keçirilməsini maliyyələşdirmiş və özü də yeni cihazlarda müşahidələr aparmaqla adını astronomiya tarixinə yazmışdı.



Nikolay Kopernik, Regiomontan, Ptolemey, Tiho Brahe, əl-Bəttani. İ.Keplerin "Rudolf cədvəlləri"nə illüstrasiya. 1527-ci il.

1474-cü ildə Regiomontan məşhur "Efemeridlər" (*yun.* "efemeros" – "birgünlük") cədvəllərini çap etdirmişdi.



Saatlı ulduz qlobusu. 1579-cu il.



Orta əsr italyan münəccimləri astrolyabiyanın köməyi ilə ulduzların vəziyyətlərini müşahidə edirlər. Elə buradaca riyazi hesablamalar aparılır.
Qədim ərəb şəkli.

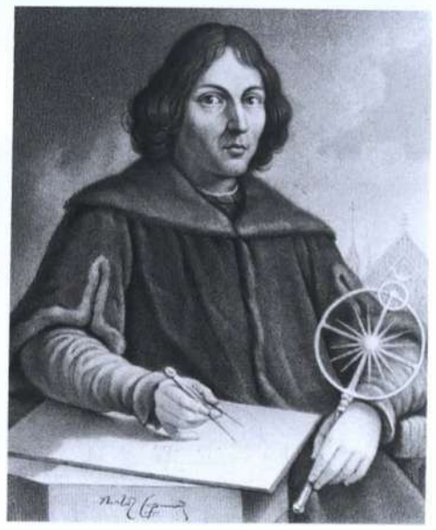
Bu cədvəllərdə planetlərin 1475-ci ildən 1506-cı ilə qədərki gündəlik vəziyyətləri verilmişdi. Burada 300 minə qədər çoxrəqəmli ədədlər yerləşdirilmişdi. Bu cədvəllər Kolumb eskadrasının şturmanlarında var idi. Papa Regiomontanı təqvim islahatında iştirak etməyə dəvət etmişdi. 1475-ci ilin payızında o, Romaya getmiş və 1476-cı ilin iyununda gözlənilmədən ölmüşdü. Şayiələr gəzirdi ki, Regiomontanı Georgi Trapezundskinin oğulları zəhərləmişdilər. Yalnız 20 ildən sonra onun "Epitoma"sı çapdan çıxdı.

Purbaxın, Vissarionun və Regiomontanın adları Ayın görünən tərəfindəki kraterlərin adlarında əbədiləşdirilmişdir.

NİKOLAY KOPERNİK. "GÜNƏŞİ DAYANDIRAN, YERİ TƏRPƏDƏN"

Kopernikin Varşavadakı heykəlinin pyedestalında "Günəşi dayandıran, Yeri tərpədən" sözləri həkk olunmuşdur. Bu sözlərdə Kopernikin kəşfinin bütün mahiyyəti verilmişdir. O, insanları buna inandırmağa müvəffəq oldu ki, onlar dünyanın etibarlı və hərəkətsiz mərkəzində deyil, Günəş ətrafına fırlanan planetlərin birində yaşayırlar. Bu addımı atmaq – yerdəkilər və göydəkilər arasında fərqi aradan qaldırmaq üçün çox dərin dərrakəyə və böyük fikir azadlığına malik olmaq lazım idi.

Nikolay Kopernik.



ORDEN VƏ VARMİYA

Kopernikin həyatı Polşanın şimalında yerləşən kiçik Varmiya vilayəti ilə sıx bağlı idi. XII əsrdə bu yerlərin yaxınlığında, prusların slavyan tayfasının torpaqlarında, səlib yürüşləri zamanı yaranmış Tevton ordeni məskən saldı. Vaxt keçdikcə ordenin cəngavərləri Polşanın bütün Baltik sahili boyunu özlərinə tabe etdilər. 1454-cü ildə Kopernikin anadan olmasına 19 il qalmış, o yerlərdə ordenin əleyhinə üsyan başlandı. Həmin üsyan ordenlə Polşa arasında 13 illik müharibəyə gətirib çıxardı. Orden məğlubiyyətə uğradı və Qdanski, bir sıra başqa vilayətləri, o cümlədən Varmiyanı Polşa krallığına qaytarmağa məcbur oldu. Bu kiçik vilayət hər tərəfdən Tevton ordeninin torpaqları ilə əhatə olunmuşdu, ancaq qərbdə ensiz bir zolaqla Polşa ilə sərhədə malik idi. Varmiya yepiskop knyazlığı idi, yəni yepiskopun onun üzərində həm dini, həm də dünyəvi hakimiyyəti var idi. Orada, Vislin körfəzinin sahilində Varmiya yepiskopluğunun mərkəzi olan Frombork şəhərciyi yerləşirdi, Kopernik ömrünün çox hissəsini burada keçirmişdi.

POLŞADA VƏ İTALİYADA

Nikolay Kopernik 1473-cü il fevral ayının 19-da Visla sahilindəki ticarət şəhəri Torunidə anadan olmuşdur. Gələcək astronomun atası Nikolay (adaşı) varlı tacir, anası Barbara Vaçenrode isə şəhər məhkəməsi hakiminin qızı idi. Nikolay ailənin dördüncü və sonuncu uşağı idi. Onun on yaşı olanda atası taun epidemiyası zamanı vəfat etdi. Uşaqların qayğısına qalmağı dayısı Lukaş Vaçenrode öz üzərinə götürdü. Lukaş 1489-cu ildə Varmiya yepiskopu seçilmişdi.

1491-ci ildə o, Nikolayı və böyük qardaşı Anceyi Krakov Universitetinə qoydu. Onlar universitetdə dörd il oxudular. Orada Nikolay astronomiyaya meyil göstərdi. Onun bu marağına o vaxtlar baş verən astronomik hadisələr, sanki, kömək edirdi. Onun oxuduğu dövrdə üç Günəş tutulması, bir kometanın görünməsi, Yupiterin və Saturnun görünən yaxınlaşması – birləşməsi baş vermişdi. Həmin vaxtda Xristofor Kolumbun okeanın o tayında torpaqlar kəşf etməsi haqda xəbər bütövlükdə Avropanı hərəkətə gətirmişdi.

Krakovdan sonra qardaşlar təhsillərini İtaliyada davam etdirdilər. Lukaş onları oraya kilsə hüququ üzrə doktorluq dərəcəsi almaq üçün göndərmişdi. O zamanlar İntibah dövrünün qəlbi olan İtaliyada Nikolay və Ancey yeddi il qaldılar. Onlar əvvəlcə Bolonyada oxudular; orada Nikolay bir neçə astronomik müşahidə apardı. İtaliyada o, Ptolemeyin Regiomontanın latıncaya ixtisarla tərcümə etdiyi və yenicə nəşr edilmiş "Almagest"i ilə tanış oldu. 1500-cü ildə Nikolay Romaya getdi,



◄◄ Kopernik 1500-cü il noyabrın 6-da Romada Ay tutulmasını müşahidə edir.



◄ Polşanın Toruni şəhərində köhnə Müqəddəs Anna küçəsi (indi Kopernik küçəsi). Burada kiçik kərpic evdə (sağdan üçüncü) Kopernik anadan olmuşdur.

vətənə səfərdən sonra Paduan universitetində iki il müddətində təbabəti öyrəndi. İtaliyada o, qədim yunan dilini asanlıqla mənimsədi. Bu dili bilmək Kopernikin qədim yunan alimlərinin – Aristotelin, Platonun və əsasən, Ptolemeyin əsərlərini orijinaldan oxumasına imkan verdi.

FROMBORK QÜLLƏSİ

Kilsə hüququ (kanonik) doktoru dərəcəsi almış 30 yaşlı Kopernik Polşaya qayıdır və Varmiyanın kanoniki (baş keşişi) – yepiskopluğun ali dini və inzibatı kuriyasının üzvü seçilir. Bir neçə il Lidsbarkda yepiskop qəsrində yaşamış və bilavasitə yepiskopun tabeliyində olmuşdu. Yepiskop onun dayısı Lukaş idi. O, eyni zamanda, Lukaşın həm katibi, həm də həkimi olmuşdu. İşlərinin çox olmasına baxmayaraq, Kopernik astronomiyanı yaddan çıxarmırdı, yaxın adamları isə onu bu sahənin mahir bilicisi hesab edirdilər. 1512-ci ildə Lukaş Vaçenrode ölür və alimin həyatının Frombork dövrü başlanır.

Fromborkda yepiskopun idarəsi altında olan Uspeniya Məryəm ana baş kilsəsində Nikolay ata qulluq edirdi və bu, Polşa katoliklərinin əsas müqəddəs ibadətgahlarından biri idi. Kilsə müdafiə qüllələri olan möhkəm divarlarla əhatə olunmuşdu və lazım gəldikdə müdafiə qalası rolunu oynaya bilərdi. Kopernik yaşamaq üçün kilsə divarının o qədər də münasib olmayan şimal-qərb qüllələsini seçdi. Onun yuxarı mərtəbəsində kabinetini yerləşdirdi. Oradan yaxşı görünüş sahəsi olan enli qala divarının üstünə çıxış var idi. Onun üstü ilə qalanın qonşu qülləsinə də getmək olurdu və burada göyün başqa hissəsini müşahidə etmək üçün münasib meydança var idi. Kopernik "Almagest"də yazılana oxşar və ağacdan olan bucaq-ölçən, astronomiya cihazları hazırladı. Onlar arasında "trikvetrum" – şarnirlı üçbucaq var idi. Onun planlarından biri göy cisminə yönəldilirdi, o biri ilə hesabat aparılırdı. "Horoskopi" və ya Günəş kvadrantı vertikal müstəvi olub, yuxarı küncündə qabağa çıxmış mili var idi və bu da cihazların içində idi. Bu cihaz şimal-cənub istiqamətində qurulmuşdu və Günəş duruşu zamanı günorta vaxtı kölgənin istiqamətinə görə ekliptikanın göy ekvatoruna meyli haqqında mühakimə yürütməyə imkan verirdi. Əsas cihazlardan biri də armilyar sfera (dairə) idi. Bu cihaz bir-birinin daxilində yerləşdirilmiş halqalardan ibarət olub, göy koordinatlarının modeli rolunu oynayırdı və lazımi istiqamətlərdə hesablamalar almağa imkan verirdi. Frombork havasına və coğrafi vəziyyətinə görə müşahidə aparmaq üçün əlverişli yer deyildi, bununla belə, Kopernik çoxsaylı müşahidələr aparmışdı və bunlar onun "Göy sferalarının fırlanması haqqında" adlı əsas əsərində xatırladılır.

Müşahidələr aparmaqdan Kopernikin məqsədi yeni göy hadisələrini aşkar etmək deyildi. Orta əsr astronomları göy cisimlərinin vəziyyətlərini ölçürdülər və öz ölçmələrini Ptolemey sxemi ilə aparılmış hesablamalarının nəticələri ilə tutuşdururdular. Çoxsaylı astronomlar nəsli Ptolemey epitsikllər sisteminə düzəlişlər verirdi ki, planetlərin vəziyyətini qabaqcadan düzgün, etibarlı şəkildə təsvir etmək mümkün olsun. Nəticədə, qabaqcadan xəbərvermə dəqiqliyi arzu olaraq qaldı, Ptolemey dünyası isə o qədər mürəkkəbləşmişdi ki, heç Allah özü belə bu cür yöndəmsiz dünya yaratmazdı. Kopernik 1512-ci il iyunun 5-də Marsı qarşıdurma zamanı (Günəşə nəzərən) müşahidə etmişdi və müşahidə qeydlərində yazırdı: "Mars hesablamanı 2 dərəcədən çox ötüb keçir". Başqa astronomlar kimi, o da hesablama sxemini yaxşılaşdırmaq haqqında düşünürdü.

Başlanğıcda Kopernik də Ptolemey modelini mükəmməl və sadə şəklə salmaq istəmişdi. O əmin idi ki, sadəlikdə həqiqət gizlənir.

Sadələşdirmənin yolunu Ptolemey özü "Almagest"də Yerin fırlanmasından və Günəş ətrafında dolanmasından imtina etməklə yada salmışdı. Ancaq min beş yüz il əvvəl olan yöndəmsizlik Kopernikin düşüncələrinin obyekti – mövzusu oldu.

Yerin hərəkəti çox hadisəyə aydınlıq gətirir: Günəşin ekliptika boyu illik hərəkəti, Yer oxunun presessiyası (əgər Yeri yırğalanan fırfıraya bənzətsək), Merkurinin və Veneranın Günəşə "bağlılığı", Marsın qarşıdurma zamanı qeyri-adi parlaqlığı və nəhayət, planetlərin ilgəkvari hərəkətləri (biz hərəkət edən planetləri hərəkət edən Yerdən müşahidə edirik). Kopernik "bütün filosofların tapa bildiyi kitablarını oxumaq zəhmətini öz üzərinə götürmüşdü. O öyrənmək istəyirdi görsün ki, kimsə və nə vaxtsa göy sferalarının tərpənməsi haqqında, riyazi məktəblərdə keçilənlərdən fərqli olan bir hərəkət haqqında fikir söyləmişdir, ya yox". O Siseronda tapmışdı ki, Yerin öz oxu ətrafında fırlanması haqqında fikrin pifaqorçular Ekfant və Giket kimi tərəfdarları olmuşdur. Aristotel xəbər verir ki, pifaqorçu Filolayın əqidəsinə görə, Yer orbital hərəkətə malikdir. Təəssüf ki, Aristarx Samoslunun heliosentrik sistemi haqqında Arximedin

PRESESSİYANIN İZAHI

Presessiya hadisəsini ilk dəfə Kopernik izah etmişdi. O göstərmişdi ki, bu hadisə Yerin fırlanma oxunun dönməsinin nəticəsidir. Onun şagirdi Retik ulduzlu göyün yeni sistemdə görünən hərəkəti haqqında yazır: "Köhnə ilə yeni fərziyyə arasında fərq yalnız ondan ibarətdir ki, təzəyə görə ulduz sferasında ekliptikadan başqa, heç bir dairə yoxdur. O ki qaldı o birilərinə, məsələn, ekvator, iki tropik... şaqullar, dairələr, hündürlüklər, paralellər və s. onlar Yer kürəsi üzərində çəkilir və sonra hansı yollasa göy sferasına köçürülür". Ona görə də, gecə-gündüz bərabərlikləri nöqtələrinin yerdəyişmələri ancaq Yer oxunun dönməsi ilə əlaqədar ola bilər, çünki onlar ekvatorla ekliptikanın kəsişmə nöqtələridir. Bir halda ki, göydə olan ancaq ekliptikadır, onların yerdəyişməsi ancaq ekvatorun hərəkəti ilə bağlı olmalıdır, ekvator isə Yerin ekvator müstəvisinin göydəki izidir.

▸▸ Fromborkdakı qala divarının şimal-qərb qülləsi; burada Kopernik öz rəsədxanasını qurmuşdu. XIV əsr.

▾ Yan Mateyko. Nikolay Kopernikin portreti.







Kopernikin planisferi.



Olştın qəsrinin Kopernik zalındakı mizin üstündə kitab şamla birlikdə.


NICOLAI CO
PERNICI TORINENSIS

Kopernikin "Göy sferalarının fırlanmaları haqqında" kitabının titul vərəqi.

hekayəti Avropada Kopernikin ölümündən sonra çap olunduğundan o, bu sistemi bilmirdi. Antik alimlərin nüfuzu Kopernikdə heliosentrik nəzəriyyəni sona çatdırmaq arzusunu möhkəmləndirdi.

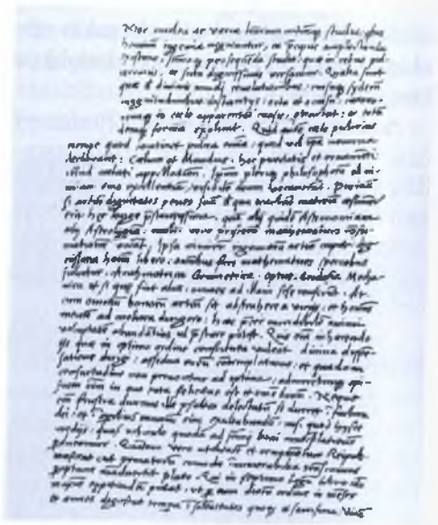
Çox sonralar, əsas əsərini ithaf etdiyi Papa III Pavelə ünvanladığı yazıda Nikolay Kopernik xatırlayır: "Mən Sənin Zati-müqəddəslərindən gizlətmək istəmirəm, məndə dünya sferalarını hesablamaq üçün başqa üsul axtarmaq haqqında düşünmək meylini oyadan o oldu ki, riyaziyyatçıların özlərinin bu (səmadakı) hərəkətlərin öyrənilməsi üçün lazımlı üsulları yoxdur. Başlıcası odur ki, onlar dünyanın formasını təyin edə bilmədilər və onun hissələrinin dəqiq ölçü və nisbətlərini göstərə bilmədilər".

Evdoksun və Ptolemeyin geosentrik sistemləri planetlərə qədər olan məsafələri ölçməyə imkan vermədi. Kopernikin heliosentrik sistemi isə ilk olaraq Günəş sistemində real mütənasibliyi hesablamağa imkan verdi. Bu zaman Kopernik Yer orbitinin radiusunu astronomik vahid kimi götürdü. Kopernik başa düşdü ki, əgər biz planetlərə hərəkət edən Yerdən baxırıqsa, onda planetlər, öz orbitləri boyunca hərəkətdən başqa, həm də əlavə dairəvi hərəkət edəcək və bu zaman Yerdən o epitsikl kimi görünəcək. Epitsiklın ölçüsü bizim planetin orbitinin diametrinə bərabər olacaq. Ona görə də planet bizdən nə qədər uzaq olsa, epitsikl də bir o qədər kiçik görünəcək. Odur ki, planetin bucaq ölçüsünə görə onun uzaqlıq dərəcəsi haqqında mühakimə yürütmək olar. Kopernik sistemində göy cisimlərinin, göy sferalarının və hətta göyün özünün ardıcıllıqları və ölçüləri bir-biri ilə o qədər bağlıdır ki, heç bir şeyi bir yerdən götürüb başqa yerə qoymaq olmaz, əks təqdirdə bütün Kainatda bir dolaşıqlıq baş verər.

"GÖY SFERALARININ FIRLANMALARI HAQQINDA"

Belə bir təsəvvür yaranırdı ki, Kainatın quruluşu haqqında yeni fərziyyə artıq hazır idi və ancaq onu çap etdirmək qalırdı. 1515-ci ilə yaxın Kopernikin "Göy hərəkətlərindən bəhs edən fərziyyə haqqında qısa şərh" əsəri əlyazması halında meydana çıxdı. Doğrudur, o burada riyazi sübutlar verməmişdi və hesab etmişdi ki, bunlar böyük həcmli əsər üçün nəzərdə tutulub. Bu əsər – "Göy sferalarının fırlanmaları. Altı kitab" – 20 ildən artıq gərgin zəhmət sayəsində başa gəlmişdi. Astronom hesab edirdi ki, fərziyyə mütləq rəqəmlərə və hətta cədvələ qədər gətirilməlidir ki, onun köməyi ilə alınanları göy cisimlərinin həqiqi hərəkətləri ilə müqayisə etmək mümkün olsun.

Kitabın başlanğıcında Kopernik, Ptolemey kimi, müstəvi üzərində, əsasən də, sfera üzərində bucaqlarla işləməyin üsullarını təhlil edir. Bu işdə alim istedadlı riyaziyyatçı və hesablayıcı kimi çıxış edərək, bu elmə çoxsaylı yeniliklər



▸ Kopernikin "Göy sferalarının fırlanmaları haqqında" kitabına ön sözün əlyazması.

gətirmişdi. Burada Kopernik sinuslar cədvəlini (doğrudur, o bu addan istifadə etmir) on bucaq dəqiqələri addımları ilə vermişdi. Məlum olur ki, bu cədvəllər olduqca böyük və dəqiq cədvəllərin kiçik bir hissəsidir və o, onları öz hesablamaları üçün hazırlayıbmış. Onların addımları bir bucaq dəqiqəsi qədərdir. O cədvəllər üçün Kopernik 324 min qiymət hesablamalı olub. Əsərin bu hissəsi və əhatəli cədvəllər sonralar ayrıca kitab halında çap olunub. "Fırlanmalar haqqında" kitabında astronomik cihazların təsvirləri, Ptolemey cədvəllərindən daha dəqiq olan ulduz kataloqu yerləşdirilmişdi. Orada Günəşin, Ayın, planetlərin görünən hərəkətləri araşdırılır. Kopernik öz işlərində dairəvi, müntəzəm hərəkətdən istifadə edirdi. Odur ki, göy sistemlərinin müşahidə olunan hərəkətlərini izah edəcək sistem yaratmaq üçün çox əmək sərf etməli olurdu. Bu cəhdlərə baxmayaraq, onun heliosentrik sistemi Ptolemey sistemindən dəqiqliyinə görə çox az fərqlənirdi. Onu dəqiq etməyə yalnız Kepler və Nyuton nail oldular.

TƏQVİM, MÜHARİBƏ...

1514-cü il dekabr ayının 1-də Romada, Katolik Kilsəsinin yığıncağı oldu. Bu yığıncağa Varmiyadan Kopernikin dostu Bernard Skulteti də gəlmişdi. Yığıncaqda vaxtı çatmış təqvim islahatı məsələsi müzakirə olunurdu. Kilsənin Yuli təqvimini qəbul etdiyi vaxtdan bəri həqiqi yaz gecə-gündüz bərabərliyi vaxtı təqvim tarixindəki vaxtdan düz on gün uzaqlaşmışdı. Ona görə də təqvim islahatı keçirmək üçün bir neçə dəfə komissiya yaradılmışdı. Bu komissiyalar "imperatora, krallara və universitetlərə" bu məsələ ilə bağlı müraciətlər etmiş və bununla bağlı öz mülahizələrini göndərmələrini xahiş etmişdilər. Çox güman ki, Skultetinin təklifi ilə ekspertlər qrupuna Kopernik də daxil etmişdilər. Həmin vaxtdan, yəqin ki,

ZATİ-MÜQƏDDƏSLƏR HÖKMDAR BÖYÜK PONTİFİK III PAVELƏ. NİKOLAY KOPERNİKİN "FIRLANMALAR HAQQINDA" KİTABLARINA MÜQƏDDİMƏ

Müqəddəs Ata, mən yaxşı anlayıram ki, bəzi adamlar mənim bu dünya sferalarının fırlanmaları haqqında yazdığım kitablarda Yer kürəsinə bəzi hərəkətlər verildiyini bilən kimi, məni və belə fikirlərimi qışqırıqla söyəcəklər. Lakin mənim kitablarım heç də o qədər xoşuma gəlmir ki, başqa adamların onlar haqqında mühakimələrinə fikir verməyim. Mən bilirəm ki, filosof insanın düşüncələri camaatın mühakiməsindən uzaqdır. Çünki o, bütün işlərdə, Allahın verdiyi çərçivədə həqiqət axtarmaqla məşğuldur. Mən belə fikirdəyəm ki, həqiqətə yabançı olan fikirlərdən uzaq olmaq lazımdır. Mən təklikdə, öz-özlüyümdə fikirləşirdim ki, mənim əsərim o adamlara mənasız görünəcəkdir ki, onlar əsrlər boyu Yerin göyün ortasında durduğunu və onun mərkəz olmasını isbat etməyə qəti surətdə ehtiyac olmadığına inanırlar. Ona görə də mən özözlüyümdə çox tərəddüd etdim ki, Yerin hərəkət etməsinin isbatı üçün yazdığımı nəşr etdirim, yoxsa pifaqorçuların yolu ilə gedim? Onlar fəlsəfənin sirlərini yazılı şəkildə deyil, şifahi, əldən-ələ, qohum və dostlarına ötürürdülər. Əlbəttə ki, bunu onlar, bəzilərinin güman etdiyi kimi, qısqanclıq ucbatından etmirdilər. Bunu ona görə edirdilər ki, dahi insanların gərgin əməyi ilə alınan gözəl tədqiqatlar onlara qazanc gətirməyən hər hansı bir elmlə məşğul olmağa tənbəllik edənlərin istehzasına məruz qalmasınlar. Bütün bunları mən öz ağlımda götür-qoy etdikdən sonra bir şey qalmamışdı ki, mən nəzərdə tutduğum əsərdən imtina edəm. Məni, uzun müddət tələsməyən və hətta arzusunu büruzə verməyən dostlarım həvəsləndirdilər. Onlar deyirdilər ki, hazırda Yerin hərəkəti haqqında mənim təlimim çoxlarına nə qədər mənasız, nə qədər təəccüblü görünsə də, əsərlərimin nəşrindən və ən aydın isbatlarımla qaranlıq məsələlər aradan götürüldükdən sonra bir o qədər təşəkkürə layiq görüləcəkdir. Bu məsləhətlərdən və xatırladılan ümidlərdən ayılan mən, nəhayət, dostlarıma icazə verdim ki, mənim əsərimi nəşr etsinlər, çünki bunu onlar məndən çox xahiş etmişdilər.

Əgər hər hansı boşboğazlar tapılsa ki, bütün riyaziyyat elmlərindən tamamilə bixəbər olduqlarına baxmayaraq, onlar haqqında mühakimə yürütməyə başlasınlar, Əhdi-ətiqin və Əhdicədidin düzgün anlaşılmayan, onların məqsədinə uyğun tərif edilən hər hansı yerinə əsasən mənim bu əsərimi pisləməyə və təqib etməyə cürət etsinlər, onda mən də tərəddüd etmədən onların mühakimələrini yüngüllük sayaram... Riyaziyyat riyaziyyatçılar üçün yazılır, əgər mən yanılmıramsa, onlar görərlər ki, bizim bu əsərimiz müəyyən dərəcədə bütün kilsə üçün də faydalı olacaqdır.

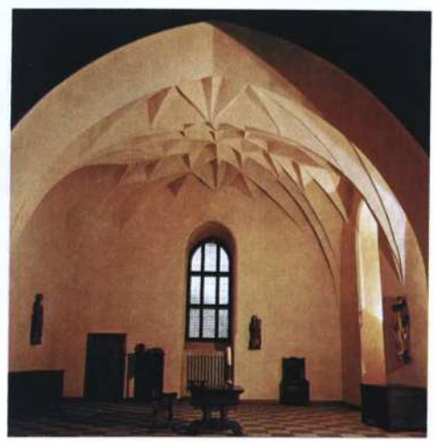


Fromborkda baş kilsə. 1523-cü ildə burada Kopernik bir neçə ay yeparxiyanın rəisi vəzifəsini icra etmişdi.

Komissiyanın xahişi ilə, alim ilin uzunluğunu dəqiqləşdirmək üçün müşahidələr aparmaqla məşğul olmağa başlayır. Onun tapdığı qiymət 1582-ci ildə keçirilən təqvim islahatı üçün əsas olur. İlin Nikolay Kopernik tərəfindən təyin edilmiş uzunluğu 365 gün, 5 saat, 49 dəqiqə və 16 saniyə olmuşdu ki, bu da həqiqi qiymətdən cəmi 28 saniyə çoxdur.

Həmin vaxt Varmiyada vəziyyət gərginləşmişdi. Tez-tez orden Prussiyası tərəfindən silahlı quldur dəstələrinin basqınları olurdu. Danışıqlar və Romaya edilən şikayətlər heç bir nəticə vermirdi. 1519-cu ilin payızında, Kopernik Fromborka qayıtdığı zaman Polşa qoşunları ordenin ərazisinə daxil oldu. Müharibə başlandı və il yarım çəkən müharibə yenə onun məğlubiyyəti ilə nəticələndi. 1520-ci ilin yanvarında Kopernik səlib yürüşçülərinin yandırdıqları Fromborkun sakinlərinin pənah gətirdikləri kilsəni müdafiə etməli oldu, 1521-ci ilin fevralında isə mühasirəyə alınmış Olştın qəsri qarnizonunun komandanlığını öz üzərinə götürdü. Bu gərgin hadisələr zamanı Kopernik igidlik və qeyri-adi təşkilatçılıq istedadı nümayiş etdirdi.

Bununla yanaşı, Avropanın və ordenin həyatında mühüm dəyişiklik baş verdi. 1517-ci ilin oktyabrında Vittenberq Universitetinin ilahiyyat professoru Martin Lüter katolisizmin rəsmi ehkamları əleyhinə çıxış etdi. Reformasiya belə başlandı. Bir çox alman hakimləri lüteranlığı qəbul etdilər və öz malikanələrində yeni kilsənin başçıları oldular. 1525-ci ildə Tevton ordeninin böyük magistri Albrext də bu cür qərara gəldi. O, magistrliyi öz üzərindən götürdü, dünyəvi lüteran dövlətinin hersoqu oldu və Polşa kralına sadiq olacağına and içdi.



Olştın qəsri. Kopernikin altı il yaşadığı otaq.

BİRİNCİ VƏ AXIRINCI ŞAGİRD

Kopernikin artıq 60 yaşı var idi. Fromborkdan uzaqlarda da ona bir həkim və alim kimi hörmət edirdilər. "Fırlanmalar haqqında" kitabının əlyazması, əsasən, hazır idi. Lakin Kopernik onun başa düşülməyəcəyindən ehtiyat edərək, çap etdirməyə tələsmirdi. Bu vaxt lüteranlığın beşiyi olan Vittenberqdən onun yanına cavan riyaziyyat professoru Georq İoaxim fon Lauxen gəlir. Professor özünə Retik adı götürmüşdü (romalılar onun anadan olduğu Avstriyanın vilayətini Retiya adlandırırdılar).

Vittenberq Universitetində astronomiya ilə maraqlanan alimlər dərnəyi fəaliyyət göstərirdi və bu dərnəyə universitet müəllimləri Krutsinger, Reynhold və Retik daxil idilər. Onlar Kopernikin nəzəriyyəsi barədə eşitmişdilər, ancaq o barədə məlumatları az və natamam idi. Kopernik əsərlərini çap etdirməmişdi və buna görə də onlar alimi Fromborkda görmək və əsəri barədə geniş məlumat almaq qərarına gəlirlər. Lakin bu qərar təhlükəli idi. Protestantın katolik Varmiyasına, alim-katolikin yanına getməsi qonağın gələcək mövqeyinə mənfi təsir göstərə bilərdi. Ancaq cəsarətli və hər şeylə maraqlanan İoaxim getmək qərarına gəlir.

Retik 1539-cu ilin may ayında Fromborka gəlir. Kopernikin yanında iki ay qonaq qalmaq fikrində olan Retik burada iki ilə yaxın olur. Retik alimin mədəniyyətinin cazibəsinə düşdü və dərhal Varmiya zahidinin elmi fədakarlığını qiymətləndirdi. Kopernikin isə Retikin enerjisi və elmə bağlılığı xoşuna gəldi. Retik Kopernikin rəhbərliyi altında "Fırlanmalar haqqında"nın əlyazmasını öyrənməyə başladı və onun daimi həmsöhbəti oldu. O, qoca alimə bütün ömrü boyu məhrum olduğu bir şeyi – elmi problemləri dərindən başa düşən adamla müzakirə etmək imkanını verdi. Retik Kopernikə əsərini çap etdirməyi təkidlə tövsiyə edirdi. Axır ki, alim "Fırlanmalar haqqında" əsərini çap etdirmək qərarına gəldi.

Əsərin çapını gözləmədən Retik Kopernikin nəzəriyyəsinə geniş bir şərh yazdı. O, öz əsərini belə adlandırdı: "Birinci hekayət". O, əsərini elə yazmışdı ki, oxucudan xüsusi riyazi bilik tələb olunmurdu və istənilən savadlı adam üçün aydın idi. Retikin "Birinci hekayət"i Kopernik ideyasının yayılmasında böyük rol oynadı. O, bir neçə dəfə nəşr edilmişdi və 1596-cı ildə Kepler onu özünün "Kosmoqrafik sirr" əsərinə bir əlavə kimi daxil etmişdi.

Retik "Birinci hekayət"ində Kopernik haqqında qürur və məhəbbətlə yazırdı. Onun işlərinin nəticələrini şərh etməkdən başqa, o, həmçinin, onları necə aldığı barədə yazırdı: "Mən görürəm, cənab doktor, mənim hamim, bütün dövrlərin müşahidələrini, özününkülər də daxil olmaqla, hər zaman gözünün qabağında saxlayır. Əgər nəyisə müəyyən etmək lazım gəlirsə, o ən birinci aparılmış müşahidələrdən başlayaraq özününkünə qədər gəlir və onları necə uyğunlaşdırmaq haqqında fikirləşir. Düzgün nəticə aldıqdan sonra Ptolemeyin və başqalarının fərziyyələrinə qayıdır, çox diqqətlə düşündükdən sonra bunların atılmasının və



Frombork. Şəhərin görünüşü. Mərkəzdə baş kilsə, ondan sağda Kopernik qülləsi.

yeni fərziyyə fikirləşməyin astronomik vacibliyini dərk edirdi. Riyaziyyatın köməyi ilə onlardan yaxşı nəticə alırdı. Sonra yeni qəbul olunan fərziyyə ilə qədim müşahidələri və öz müşahidələrini uyğunlaşdırırdı. Ancaq bu qədər zəhmət çəkdikdən sonra o, astronomik qanunları ortaya çıxarırdı".

ƏSAS KİTAB

Retik kitabın çapını tələsdirirdi, Kopernik isə ləngidirdi. Pifaqorsayağı, insanların "bunu" bilməsinin vaxtı çatıbdırmı deyə, o tərəddüd edirdi. Kopernik kitabın partlayış gücünü dərk edirdi. O həm bir alim, həm də bir ilahiyyatçı kimi hiss edirdi ki, insanlar "ulduzun" üstündə, göy cisminin üstündə yaşadıqlarını biləndə nə cür sarsıntı keçirəcəklər. O bilirdi ki, yerdəkilərlə göydəkilər arasında sərhəd pozulur,

Retik "Birinci hekayət"də Kopernik haqqında vəcdlə və məhəbbətlə yazır. Onun işinin nəticələrini təsvir etməkdən əlavə, Retik onların necə alındığı barədə də söhbət açır. O yazır: "Mən görürəm ki, cənab doktor, mənim müəllimim, öz müşahidələri ilə birlikdə bütün zəmanələrin tam qaydada toplanmış müşahidələrini daim gözləri önünə gətirir... Nəyi isə müəyyən etmək lazım gələrsə... o aparılmış ilk müşahidələrdən öz müşahidələrinə doğru gedir və onları necə uyğunlaşdırmaq lazım gəldiyini götür-qoy edir; sonra düzgün nəticələr əldə edərək... Ptolemeyin və qədim alimlərin hipotezlərinə qayıdır, nəhayət, onları çox böyük çalışqanlıqla ətraflı düşünərək, belə bir məsələnin astronomik zəruriliyinin qüvvəsinə əmin olur ki, onları bir kənara qoymaq və yeni hipotezlər düşünmək lazımdır... O, riyaziyyatın köməyi ilə onlardan yaxşı nəticələr əldə edir... Sonra qəbul edilmiş hipotezlərlə qədim alimlərin müşahidələrini və öz müşahidələrini uyğunlaşdırır və yalnız o vaxt bu çalışmaları yerinə yetirərək, o, astronomik qanunları ortaya çıxarır".



Armillyar sfera. Kopernik muzeyi, Frombork.



Fromborkda kilsənin baş nefi.



Divar kvadrantı. Kopernik muzeyi, Frombork.



Trikvetrum. Kopernik muzeyi, Frombork.

hamı vahid təbiətin hissəsi olurdu. Bu, elmdə, ilahiyyatda, fəlsəfədə çevrilişin başlanğıcı idi.

"Hekayət"in sayəsində Kopernikin nəzəriyyəsi tanındı. Katolik kilsəsi əvvəl onu sakitliklə qəbul etdi, artıq dərəcədə əllamələk etməyin əleyhinə olan protestantlar isə onu düşmənçiliklə qarşıladılar. Martin Lüter özü bu yeni əsərə belə reaksiya verdi: "Gic-gicə bütün astronomiya sənətini alt-üst etmək istəyir. Lakin Müqəddəs Kitabda yazılır ki, İsa Navin Günəşə buyurmuşdu dayansın, Yerə yox".

Retik Kopernikin kitabını Nürnberqdə çap etdirmək üçün razılıq əldə etmişdi. O, məşhur ilahiyyatçı və lüteran təbliğatçısı Andrey Osianderdən kitabın nəşrinə nəzarət etməyi xahiş etmişdi. Osiander kitabla tanış olduqdan sonra Kopernikə məktub göndərib, kitaba ön söz yazmasını və orada yeni nəzəriyyəni hesablamaları sadələşdirmək üçün təklif olunan bir hipotez kimi şərh etməsini xahiş etmişdi. Alim isə onun əvəzində protestant Nürnberqinə kitabı Katolik Kilsəsinin başçısı Papa III Pavelə ithaf etdiyi barədə məktub göndərdi. Osiander ittihafnaməni kitaba daxil etdi, ancaq ona özünün yazdığı imzasız mətni də əlavə etdi. O mətn belə adlanırdı: "Bu kitabın əsasında duran fərziyyələr haqqında oxucuya müraciət". Bu mətndə Osiander Kopernikdən nə almaq istəyirdisə, onu da vermişdi.

Kitab 1543-cü ilin yazında çapdan çıxdı; Kopernik o zaman ağır xəstə idi. Onun ilk bioqraflarından Pyer Qassendi yazır: "Onun sonuncu xəstələnmə vaxtı ilə ölməz əsərinin mətbəə dəzgahından çıxdığı vaxt, demək olar, üst-üstə düşdü, onun zehni qabiliyyəti və yaddaşı zəifləmişdi. Ölümündən bir neçə saat əvvəl yenicə çapdan çıxmış kitabının nüsxəsini gətirdilər. O, kitabı əlinə aldı və ona baxdı, ancaq onun fikri uzaqlarda idi..."



Ölüm yatağında olan Kopernik təzəcə çapdan çıxmış "Göy sferalarının fırlanmaları haqqında" kitabını əlində tutur.

Kopernik mayın 24-də vəfat etdi və Frombork kafedral kilsəsinin tava daşları altında dəfn edildi. "Fırlanmalar haqqında" kitabı tez bir zamanda qədirbilən oxucularını tapdı.

Retikin dostu, Vittenberq riyaziyyatçısı Erazm Reynhold Kopernikin nəzəriyyəsi əsasında yeni planet cədvəlləri düzəltdi. Bu cədvəllər ordenin keçmiş böyük magistri, Prussiya hersoqu Albrextin vəsaiti ilə çap edilmişdi. Ona görə də "Prussiya cədvəlləri" adını almışdı. Bu cədvəllər əvvəlki cədvəlləri sıxışdırmış və 1627-ci ildə Kepler tərəfindən tərtib edilmiş "Rudolf cədvəlləri" çıxana qədər əhəmiyyətini itirməmişdi.

Kopernikin kitabında Osianderin yerləşdirdiyi imzasız "Müraciət"i Retikin və sonralar Keplerin kəskin etirazına səbəb olmuşdu. Lakin heç bir ön söz Kopernikin astronomiyada və başqa sahələrdə yeni epoxa yaradan düşüncələrinin gücünü zəiflədə bilməzdi.





Kopernikin məzar kitabəsi.

Varşavada Kopernikin abidəsi.

TİHO BRAHE. "GÖYLƏR QƏSRİ"NİN YARADICISI

Əgər sən ulduzlu göyə dioptrlar arasından baxmasaydın,
Mən göydən Yerin dairəvi hərəkətini görə bilməzdim.

İohann Kepler. "Yeni astronomiya".

Tiho Brahe, dahi astronom-müşahidəçi, görkəmli elm təşkilatçısı və astronomik cihazlar konstruktoru olmuşdu. Avropanın ilk böyük astronomiya mərkəzini o yaratmışdı. O mərkəzin 20 illik fəaliyyəti dövründə göy cisimlərinin böyük həcmdə dəqiq müşahidələri aparılmışdı. Brahe rəsədxanası müxtəlif ölkələrdən olan onlarca insan üçün təcrübə məktəbi olmuşdu. Onun işlərinin nəticələri dahi nəzəriyyəçi İohann Keplerin əlinə keçdi və o bu işlərin əsasında planetlərin hərəkət qanunlarını yaratdı.

ASTRONOMİYA

Tiho Brahe 1546-cı il dekabrın 14-də Danimarka krallığının yüksək zadəganlar təbəqəsinə mənsub bir ailədə anadan olmuşdu. O, Skandinaviya yarımadasının cənubunda, Skaniyanın Knudstrup qəsrində anadan olmuşdu. Bu yerlər sonralar Danimarkadan İsveçə keçmişdi. Lakin onun uşaqlıq illəri qonşu qəsrdə – Tostrupda, sonsuz əmisi, admiral Yorgen Brahenin yanında keçmişdi. Oğlan çox erkən yaşlarında latıncanı öyrənmiş və 13 yaşında Kopenhagen universitetinin tələbəsi olmuşdu. Burada o, astronomiyaya meyil göstərmişdi. Ola bilsin ki, buna səbəb 1560-cı il avqustun 21-də baş verən Günəş tutulması olmuşdu. Bu hadisənin qabaqcadan xəbər verilməsi faktı yeniyetmədə güclü təəssürat yaratmışdı. Brahe bir neçə astronomiya və astrologiya kitabı və cibdə gəzdirilə bilən ulduz qlobusu əldə etmişdi. Onların köməyi ilə ulduz bürclərinin vəziyyətini öyrənirdi. Üç ildən sonra 16 yaşlı Tihonu tərbiyəçinin müşayiəti ilə Almaniyaya oxumağa göndərirlər. O, vaxtaşırı Danimarkaya gəlməklə 6 il orada yaşadı. Brahe orada Leypsiq, Vittenberq, Rostok və Auqsburq universitetlərində mühazirələr dinlədi. Qohumları və doğmaları istəyirdilər ki, o hüququ öyrənsin və tərbiyəçiyə təlimat verilmişdi ki, ona nəzarət etsin. Ancaq Brahe sevimli elmi ilə məşğul olurdu və imkan düşdükcə astronomlarla tanış olurdu.

Tiho Brahe.



Brahenin Almaniyada yaşadığının ikinci ili nadir astronomik hadisə – Yupiterlə Saturnun birləşməsi hadisəsi baş verdi. Astronomik cihaz olmadığına görə Tiho adi pərgarla müşahidə apardı. O, pərgarın şarnirini gözünə yaxınlaşdırıb onun qollarını elə açdı ki, planetlər onların uclarına düşsün, sonra evdə pərgarı kağız üzərinə qoyub onun vəziyyətini qeyd etdi və alınan üçbucağın bucağını ölçdü. Bu, onun ilk "kəşfi" oldu. Çox səliqə ilə apardığı yazılarda o qeyd edib ki, bu hadisənin baş verdiyi tarixi təyin edərkən "Alfonsins cədvəlləri" bir ay, "Prussiya cədvəlləri"



(Kopernik nəzəriyyəsi əsasında Reynhold tərəfindən hazırlanmış) ancaq bir neçə gün xəta vermişdi.

1566-cı ilin aprelində Tiho Brahenin həyatında pis bir hadisə baş verir: dostu ilə mübahisə edən Tiho onunla dueldə vuruşur və dostu qılınc ilə onun burnunun ucunu zədələyir. Duelçilər tez bir zamanda barışırlar, ancaq astronom bütün ömrü boyu gümüş protez daşımalı olur. Ola bilsin ki, buna görə də o, kübar dairələrdən qaçırdı.



Növbəti ildə Tiho Auqsburqda ehtiraslı astronomiya həvəskarları olan İohann və Paul Hentsel qardaşları ilə tanış olur. Onlar Tihonu bacarıqlı bir usta ilə tanış etdilər. Brahe ona bir neçə astronomiya cihazı və böyük, metr-yarımlıq qlobusun hazırlanmasını sifariş etdi. Buradaca Brahenin göstərişi ilə ağacdan "böyük kvadrant" düzəldildi. O, radiusu təxminən 6 m olan, dönən sütuna bərkidilmiş çərçivədə olan sektor idi. Qurğunun hündürlüyü 11 m idi, bölgüsü üzərində 1°-yə təqribən 10 sm uyğun gəlirdi. Cihaz Hentsellərin şəhərkənarı evlərinin həyətində qurulmuşdu. Ancaq cihaz konstruktorun ümidini doğrultmadı, ağır və işdə namünasib idi. Bundan başqa, ağac nəmişlikdən şişdi və əyildi. Bununla belə, Brahenin dostları ondan altı il müddətində istifadə etdilər. Onu kəşf edənin özü o vaxtdan cihazlarını metaldan düzəldirdi.

Tiho Brahenin böyük armilyar ekvatorialı. Diametri 2,7 m olan bu cihazdan ulduzlar arasındakı bucaq məsafəsini ölçmək üçün istifadə olunurdu.

YENİ ULDUZ

1571-ci ildə Brahe Danimarkaya qayıtmalı olur: onu xəstələnmiş atasının yanına çağırırlar. Atası həmin ilin mayında dünyasını dəyişdi Tiho Brahe doğma Knudstrupun varisi oldu və təsərrüfatla məşğul olmağa başladı. Tez bir vaxtda yaxında yaşayan və əlkimya ilə məşğul olan dayısı Stenon Bill ilə yaxınlaşdı. Brahe əlkimya təcrübələrində və Billin texniki təşəbbüslərində iştirak etməyə başladı. Qohumlar çox da böyük olmayan şüşə istehsalı təşkil etməyə və o vaxtlar deyildiyi kimi, "kağız dəyirmanı" yaratmağa nail oldular. Belə görünürdü ki, Brahe tamamilə təsərrüfatla məşğuldur, lakin bir astronomik hadisə onu göy haqqında elmə qaytardı.

1572-ci il noyabrın 11-də axşam Brahe evdən çıxır, adəti üzrə, göyə baxır və Kassiopeya bürcündə indiyə qədər heç vaxt görmədiyi parlaq bir ulduz görür.

Pərgarın köməyi ilə göy cisimləri arasındakı bucaq məsafəsinin ölçülməsi.

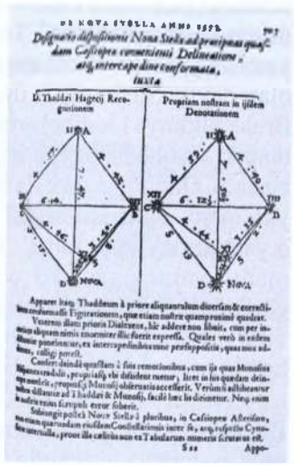
BU 1572-ci İLİN 11 NOYABRINDA BAŞ VERMİŞDİ

Almaniyanı tərk edib Danimarka sahillərinə gələndə çox gözəl mövqedə olan köhnə Herritsvald qəsrində dayandım. Bu qəsr mənim dayım Stenon Billə məxsus idi. Adətən, mən gecə düşənə qədər öz kimya laboratoriyamda qalırdım. Bir dəfə axşam, adətim üzrə, görünüşü mənə yaxşı tanış olan göy qübbəsinə baxanda təsvir olunmayacaq dərəcədə məni heyrətləndirən bir mənzərə – zenitə yaxın Kassiopeya bürcündə çox parlaq, qeyri-adi ölçüyə malik bir ulduz gördüm. Bu kəşf məni heyrətə gətirmişdi və bilmirdim, öz gözlərimə inanım, ya yox. Bunun illüziya olmadığına inanmaq və başqa adamların şahidliyinə nail olmaq üçün mən laboratoriyadakı fəhlələri çağırdım. Onlardan və oradan keçənlərdən soruşdum ki, yeni zahir olan ulduzu görürlərmi? Sonradan mən öyrəndim ki, Almaniyada arabaçılar və başqa sadə insanlar astronomları qabaqlayıb, göydə baş verən bu böyük hadisəni onlardan da əvvəl kəşf ediblər. Bu isə alimlərə edilən adi rişxəndin yenidən canlanmasına bir bəhanə oldu. Təzə ulduzun quyruğu yox idi, onu heç bir dumanlıq əhatə etməmişdi, o hər cəhətdən adi ulduza bənzəyirdi. Parlaqlığına görə o Siriusu, Veqanı və Yupiteri ötmüşdü. Onun parlaqlığını yalnız Veneranın Yerə ən yaxın olduğu haldakı parlaqlığı ilə müqayisə etmək olardı. Güclü görmə qabiliyyətinə malik olan insanlar onu açıq havada günorta vaxtı da seçə bilirdilər. Kassiopeyanın başqa ulduzları ilə onun arasındakı məsafənin bir il sonra dəqiqliklə apardığım ölçmələri göstərir ki, o, tamamilə tərpənməzdir.



(Tiho Brahenin "Yeni astronomiyaya giriş" kitabından. 1602-ci il)


TYCHONIS BRAHE, DANI
DE
NOVA ET NVLLIVS
ÆVI MEMORIA PRIVS VISA
Stella, iam pridem Anno Nato CHRI-
STO 1572. mense Nouembr.
hoc primum Cœlo
affulsit,
CONTEMPLATIO MATHEMATICA.
HAFNIÆ,
IMPRESSIT LAVRENTIVS
Benedicti.



Tiho Brahenin "Yeni ulduz haqqında" kitabının titul vərəqi və səhifəsi.

Aristotelə görə, ulduzlar aləmi heç vaxt daimi və dəyişməz ola bilməz. O tez sekstantı gətirib təzə ulduzdan qonşu ulduza qədər bucaq məsafəsini ölçür ki, səhər təkrar ölçmələr apararaq parallaksı təyin etsin və ulduzun yerdən çoxmu uzaqda olduğunu öyrənsin. O parallaks aşkar etməmişdi, bu isə o demək idi ki, yeni göy cismi ən azı Aydan uzaqda yerləşir. Sonralar aydın oldu ki, həmin ulduz bizim Qalaktikada alışmış ifratyeni ulduzdur. O, yavaş-yavaş sönmüş və 17 ay müddətində adi gözlə görünməz olana qədər müşahidə edilmişdi. Ulduzu Avropada bir çox astronomlar, o cümlədən Hentsel qardaşları Brahe kvadrantının köməyi ilə müşahidə etmişdilər. Brahe onun parlaqlığının dəyişməsini diqqətlə izləmişdi. Ulduz haqqında çoxlu yazılar çıxırdı, aralarında ağlasığmazları da az olmurdu. Odur ki, Brahenin dostları ondan xahiş edirdilər ki, bu barədə yazsın. Astronom imtina edir və hesab edirdi ki, bu, zadəgan tituluna layiq deyil, lakin sonra bununla razılaşdı. Brahenin "Yeni ulduz" haqqında birinci əsəri beləcə meydana gəldi. O hesab edirdi ki, bu, ulduz sferasına aiddir və qeyd etmək lazımdır ki, onun astroloji əhəmiyyəti haqqında da mühakimə yürüdürdü. Bu ulduzun onun astronomiyaya marağının artmasına təsiri o qədər güclü idi ki, 1573-cü ildə, ulduz hələ göydə göründüyü vaxtda, Brahe Kopenhagen Universitetinin dəvəti ilə özünün astronomiyaya dair birinci və axırıncı mühazirələr kursunu uğurla oxudu.

VEN ADASI

Çox güman ki, yeni ulduz 30 yaşlı Braheni onun həyatının əsas işinin astronomiya olduğuna inandırdı. 1575-ci ildə o Avropaya səyahət edir, məşhur astronomlarla görüşmək, onların cihazları və iş üsulları ilə tanış olmaq və rəsədxana tikmək üçün yer axtarmaqla məşğul olur. Kasseldə, landqraf IV Vilhelmin yanında uzun müddət ləngiyir. Vilhelm öz qəsrinin qüllələrinin birində rəsədxana düzəldir və həm də bir yenilik edir. O, cihazları yağışdan qoruyan, fırlanan və açılan günbəz düzəldir. Reqensburqda Brahe yeni imperatorun tacqoyma mərasimində iştirak edir. O, həmçinin, Auqsburqa gedir. O şəhərin Almaniyanın cənubunda yerləşməsi, Danimarkaya nisbətən isti iqlimə malik olması və çoxsaylı aydın günlərin mövcudluğu Braheni burada kiçik bir rəsədxana yaratmaq üçün münasib yer olduğu qənaətinə gətirir və bunun üçün onun lazımi qədər vəsaiti var idi.

Danimarkaya qayıdan Brahe getmək üçün hazırlığa başladı. Lakin cəmiyyətin savadlı dəstəsinə daxil olan dostları onun bu ölkədən getməsinin ölkənin mədəniyyətinə necə mənfi təsir edəcəyini bildikləri üçün, kral II Fridrixə müraciət etdilər ki, onu ölkədən getməyə qoymasın. 1576-cı il fevralın 16-da kralın göndərdiyi paj Knudstrupa, Brahenin yanına gəldi. Monarx alimə kömək edəcəyinə söz verirdi. Bununla əlaqədar dostuna göndərdiyi məktubunda Brahe yazırdı: "Ancaq vətəni, kralı və özümü şöhrətləndirməkdən başqa, mənim narahat olmağıma heç bir səbəb yoxdur".

Rəsədxana tikdirmək üçün Fridrix Ven adasını ömürlük Brahenin istifadəsinə verdi. Bu ada Baltik dənizi ilə Şimal dənizini birləşdirən Zund boğazının ortasında yerləşir. Ada, demək olar ki, məskunlaşmamışdı. Ven adası astronomik müşahidələr üçün Auqsburqdan pis idi. Brahe qərara gəldi ki, evdə qalsın və səhv etmədi. Səxavətli dövlət yardımı ona imkan verdi ki, bütün Avropada məşhur elm mərkəzi yaratsın və öz dövrü üçün ən yaxşı nəticələr alsın.

URANİBORQ VƏ STYERNEBORQ

Brahe ləngimədən rəsədxananı yaratmağa başladı. Burada onun qeyri-adi təşkilatçılıq və mühəndislik qabiliyyəti aşkara çıxdı. O, tikilini yunanların ulduzlu göyün tanrısı Uranın şərəfinə "Uraniborq" ("Göy qəsri") adlandırdı və sərt iqlim şəraitinə uyğunlaşdırdı. Tikinti işləri təxminən bir il çəkdi, 1577-ci ildə Uraniborq artıq məskunlaşmışdı. "Göy qəsri" üçmərtəbəli və kvadratşəkilli olub, şpilli qüllə ilə tamamlanır və üzərində qanadlı at Peqasa bənzər flüger parlayırdı. Yanlardan kənara çıxmış, cənuba və şimala tərəf baxan yarımdairəvi əlavə tikililər var idi. O, aralanan konusvari dik örtüklərlə zinətlənmişdi və örtüklər cihazları yağışdan qoruyurdu. Zirzəmidə anbar və əlkimya laboratoriyası yerləşirdi. Brahenin ailəsinin otaqları və qonaq otağı birinci mərtəbədə idi. Əlavə



Tiho Brahenin göy cisimləri arasında bucaq məsafələrinin ölçülməsi üçün ikitərəfli qövsü. Cihazın uzunluğu 1,5 m-dir.


ORTHOGRAPHIA
PRÆCIPVÆ DOMVS ARCIS VRANIBVRGI
ICHNOGRAPHIA ET EIVS EXPLICATIO

Uraniborqun görünüşü və planı.



Tiho Brahenin göy qlobusu. 1584-cü il.

tikilidə hələ Auqsburqda sifariş edilmiş böyük ulduz qlobusu yerləşirdi; Uraniborqda ona ciddi sferik forma verdilər, dəqiq bölgü ilə təchiz etdilər və latun zərvərəqlə üstünü örtdülər. Onun üzərində Brahe iynə ilə vəziyyətləri rəsədxanada dəqiqləşdirilmiş ulduzları işarələyirdi. İkinci mərtəbədəki otaqlar kral və kraliçanın gəlməsi ehtimalına qarşı onlar üçün saxlanılırdı. İkinci mərtəbənin dəhlizindən şimal və cənub rəsədxanalarına çıxış var idi. Onlar mətbəxin və muzeyin üstündə yerləşirdi.

Tikinti qurtaran kimi Uraniborqda müntəzəm müşahidələr başlandı. Başqa rəsədxanalardakı həmkarlarından fərqli olaraq, Brahe dərhal müşahidə vaxtını dəqiqələrlə hesablamağa başladı. Bu hələ kəfkirli saatın kəşfindən əvvəl idi, odur ki, ibtidai saatları qaydaya salmaq böyük zəhmət tələb edirdi. Rəsədxana yeni cihazlarla təchiz olunurdu. Onların çoxu Brahenin layihəsi ilə oradaca düzəldilirdi. Adada mexaniki emalatxana, mətbəə meydana gəldi, kağız istehsalı qaydaya salındı. Enerjini Brahenin düzəltdiyi su dəyirmanı verirdi. Su çarxları kağızdüzəldən yayma dəzgahlarından başqa dənüyüdən dəyirman daşlarını və xarrat dəzgahını da işlədirdi.



Tiho Brahe üç köməkçisi ilə böyük kvadrantda müşahidə aparır. Arxa planda Uraniborqda başqa astronomik cihazlarla aparılan müşahidələr əks etdirilib.

1582-ci ildə birinci mərtəbədəki qonaq otağında divar kvadrantı qurdular, onun adını Brahe "Tihonian" qoydu. O cihazın əsası radiusu 2 m olan 90 dərəcəlik latun qövsdən ibarət idi. Cihaz divara bərkidilmişdi və dəqiq olaraq cənuba istiqamətlənmişdi. Köndələn xarici divarda, qövsün həndəsi mərkəzində xüsusi düzəldilmiş pəncərədə üfüqi silindr yerləşdirilmişdi. Qövs boyu üstündə nişanlayıcı (vizir) olan karetka sürüşə bilirdi, karetkanı ulduz silindrin kənarına düşənə qədər hərəkət etdirməklə, astronomlar onun "riyazi üfüq" üzərində hündürlüyünü tapırdılar.

Qövsün üzərindəki divar bir neçə rəssam tərəfindən bəzədilmişdi. Onun üstündə Brahenin portreti, iş otağının şəkli, astronomun sevimli itinin rəsmi çəkilmişdi. Yuxarı sağ küncdə Brahe tərəfindən icad olunmuş mexaniki ulduz qlobusunun şəkli rəsm edilmişdi. Bu qlobus göyün fırlanmasından başqa, həm də Günəşin və Ayın hərəkətini, hətta onun fazalarını göstərirdi. 1590-cı ildə qlobusu Brahe şahzadəyə, gələcək kral IV Xristiana bağışladı. Təəssüflər olsun ki, bu hədiyyə onda astronomiyaya maraq oyatmadı.

Uraniborq tikildikdən yeddi il sonra onunla yanaşı əlavə müşahidə kompleksi – Styerneborq ("Ulduz qəsri") tikildi. O, yeraltı bina idi və üzərində cihazların aralanaraq hərəkət edən dam örtükləri var idi. Rəsədxanada, Brahedən başqa, adətən, 10-a qədər adam işləyirdi və astronomun dediyinə görə, "mənim yanıma hər yerdən gəlirlər". Onlar Brahe və ailəsi ilə bir yerdə nahar edir və yığcam bir kollektiv təşkil edirdilər. Tihonun kiçik bacısı Sofya Avropada birinci qadın-astronom olmuşdu. O, dövrünün yüksəktəhsilli qadını idi. Brahe optikasız bucaqölçən cihazlarla ulduzların vəziyyətlərini təyin etməklə fantastik dəqiqliyə çatmışdı. Xəta ±0,5′ təşkil edirdi ki, bu da Ptolemeyin müşahidələrindən 20 dəfə dəqiq demək idi. Rəsədxanada gözəl nəticələr alınmışdı: 788 ulduzun kataloqu düzəldilmiş, Yer atmosferində işığın refraksiya cədvəli tərtib edilmiş və müşahidə zamanı onun nəzərə alınma qaydası, ekliptikanın meyli dəqiqləşdirilmiş, Ayın əvvəllər məlum olmayan qeyri-bərabər hərəkəti kəşf edilmişdi, 20 il müddətində planetlərin hərəkətləri daim qeydə alınırdı.

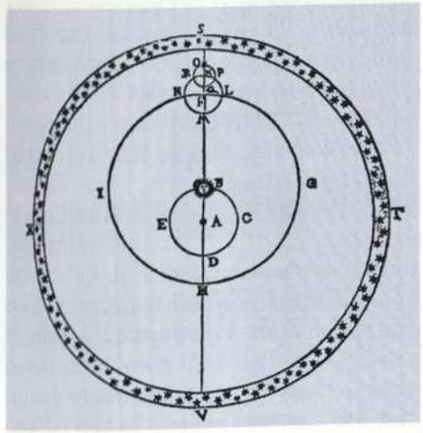
TİHO BRAHENİN DÜNYA SİSTEMİ

Uraniborqun yarandığı vaxtın lap əvvəlində Avropanın üzərində parlaq bir kometa göründü. Brahe onu müntəzəm müşahidə etdi və parallaksı ölçmək yolu ilə sübuta yetirdi ki, o Aydan uzaqdır və tərpənməz ulduzlar sferasını kəsərək hərəkət edir. Onunla birlikdə, o vaxtlar hesab olunduğu kimi, planetlər də hərəkət edirdi. Bu isə o demək idi ki, Aristotel səhv edirmiş: bərk göy sferası yoxdur və fəza boşluqdan ibarətdir.



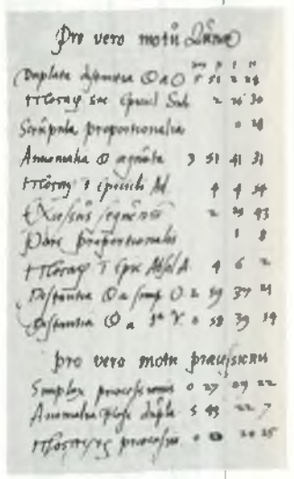
> Həqiqi kosmik təbiətə malik olduqlarını tam dəqiqliklə sübut etdiyim kometalar göstərir ki, bütün göy şəffaf və təmizdir və orada heç bir bərk və real sferalar ola bilməz. Kometalar elə orbitlərlə hərəkət edir ki, onlar heç bir göy sferasına aid edilə bilməz. Bununla da isbat olunmuşdur ki, bizim irəli sürdüyümüz hipotezdə heç bir qeyri-adilik yoxdur. Çünki biz aşkar etmişik ki, heç bir qisim sferaların başqa sferalara daxil olması və sərhəd məsafələri yoxdur, çünki bərk sferalar həqiqətən də mövcud deyildir.
>
> *(Tiho Brahenin "Yeniləşən astronomiyanın mexanikası" kitabından. 1598-ci il)*

Kometa haqqında kitab üzərində işləyərkən Brahe yeni dünya sistemi fikirləşmək qərarına gəlir. Əslində o, Kopernik sistemini qəbul etməyə hazır idi, lakin onu, teleskopik astronomiyaya qədər çox dəqiq müşahidə cihazları yaratmış insanı, ulduzların parallakslarının müşahidə olunmaması çox narahat edirdi. Brahe astronom Rotmana yazmışdı: "Sən belə bir şeyin mümkünlüyünü qəbul edirsənmi ki, Günəşlə Saturn arasındakı məsafə tərpənməz ulduzlar sferasından məsafənin hətta 1/700-ni təşkil etməsin? Bununla belə, heç şübhəsiz, bu ola bilər, əgər Yerin illik hərəkət yolu – orbiti, tərpənməz ulduzdan baxdıqda qövsün ancaq bir dəqiqəsini təşkil etmiş olsaydı... Ancaq onda üçüncü ulduz ölçüsünə malik tərpənməz və görünən diametrləri bir

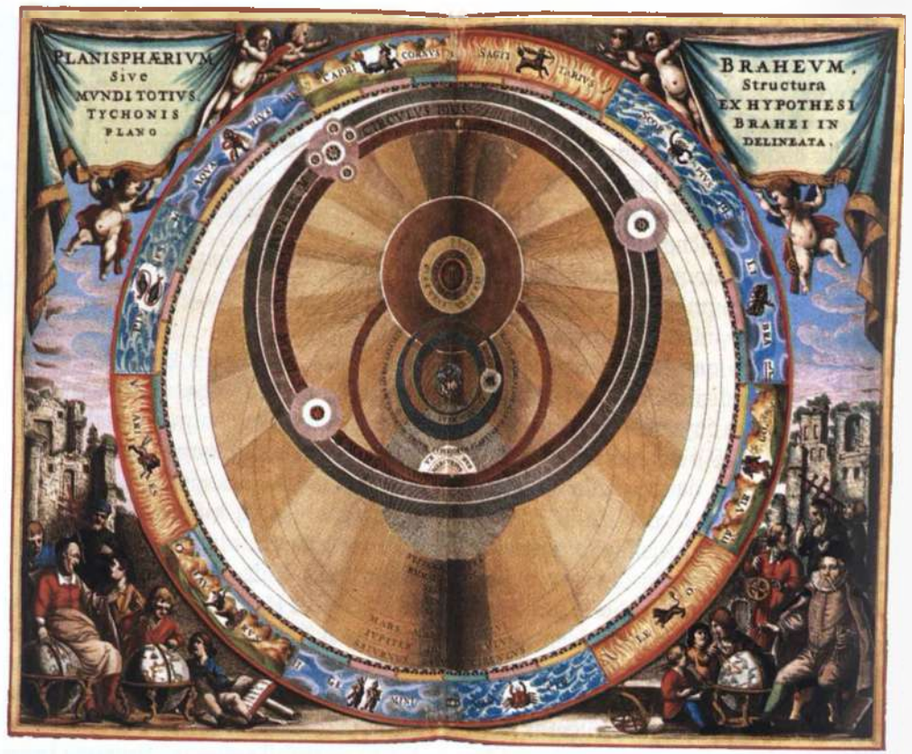


T.Brahenin dünya sistemi. Böyük planetlərin orbitlərindən başqa, 1577-ci il kometasının orbiti də göstərilib.

T.Brahenin dünya sistemində Yer (A) ulduzlar sferasının, həmçinin Günəşin və Ayın (B) orbitlərinin mərkəzi olub, planetlər isə (burada Saturn – Q) Günəşin ətrafında fırlanırdı.



Ayın Tiho Brahe tərəfindən hesablanmış vəziyyətlərinin cədvəli.



T.Brahenin dünya sistemi. Yer Günəşin, Ayın və tərpənməz ulduzlar sferasının fırlanması mərkəzidir. Beş planet (Merkuri, Venera, Mars, Yupiter və Saturn) Günəşin ətrafında fırlanır. Yupiterin 1610-cu ildə Qaliley tərəfindən kəşf edilmiş dörd peyki göstərilmişdir. A.Sellariusun "Göy atlası"ndan illüstrasiya. 1660-cı il.



T.Brahenin "Astronomiae in stavrate progymnasmata" kitabının titul vərəqi.

dərəcəyə bərabər ulduzların ölçüləri Yer orbitinin ölçüsünə bərabər olmalı idi". Brahe dövründə "ulduz ölçüsü" termini (indi o, ulduzun görünən parlaqlığını göstərir) bizim görmə qabiliyyətimizin xüsusiyyətləri sayəsində qavranılırdı (onun görünən ölçüsü kimi). Həqiqət isə teleskopik astronomiya meydana gələndən sonra aydın oldu.

Ulduzların illik parallaksının yoxluğunu aydınlaşdırmaq üçün Brahe dünyanın qarışıq sistemini təklif etdi. O sistemdə Yer ulduzlar sferasının, həmçinin Ay və Günəş orbitlərinin mərkəzi idi, planetlər isə, Kopernikdə olduğu kimi, Günəşin ətrafında fırlanır. Ümumiyyətlə desək, müşahidə və hesablama astronomiyası nöqteyi-nəzərindən hansı cismin hansı cisim ətrafında fırlanmasının əsla heç bir əhəmiyyəti yoxdur. Lakin Kainata alimlərin təfəkküründə möhkəmlənən fiziki baxış məcbur etdi ki, kiçik Yeri deyil, massiv Günəşi onun mərkəzi seçsinlər. Brahe öz fərziyyəsi ilə fəxr edirdi, ancaq o, astronomiyanın inkişafında nəzərəçarpacaq rol oynamadı.

PRAQA

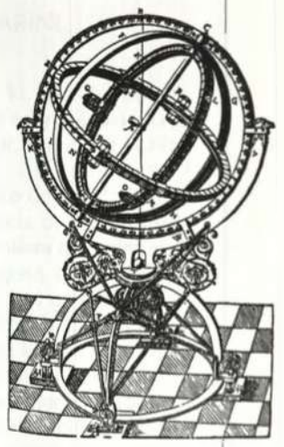
1597-ci ildə Danimarka taxt-tacına IV Xristian sahib oldu. O, astronomiyanı bahalı ədabazlıq adlandırırdı və Brahe rəsədxanasını maliyyələşdirməkdən imtina etdi. Aprelin 29-da Brahe ailəsi və əməkdaşları ilə birlikdə Ven adasını həmişəlik tərk etdi. Əsas müşahidə cihazları, mətbəə avadanlığı, kitablar, başlıcası isə, müşahidə dəftərləri gəmilərə yükləndi. Təzə kral, Braheyə onu Danimarkada bir də görmək istəmədiyini anlatdı. Brahe yaxın adamları ilə qısa müddətdə Hamburq yaxınlığındakı dostlarının yanında qaldı. Orada onun məşhur "Yeniləşmiş astronomiyanın mexanikası" kitabı çap olundu və bu kitabda külli miqdarda qravüra da verilmişdi. Orada Brahenin düzəltdiyi cihazlar haqqında geniş məlumat verilmişdi.

Brahenin II Rudolfun tacqoyma mərasimində tanış olduğu Faddey Hayek kraldan astronomu qəbul etməsini xahiş etmişdi. Növbəti ilin yazında razılıq alındı və Brahe Praqaya getdi. Praqa o zamanlar Müqəddəs Roma imperiyasının paytaxtı idi. Fridrix dövründə diqqət və köməyə adət etmiş alim indi, astronomiyaya IV Xristiandan yaxşı baxmayan məmurlarla toqquşmalı olurdu. Əvvəl Brahe Praqa yaxınlığındakı Benatek qəsrində yerləşmək istədi, lakin sonra onun rəsədxanası Praqa Qradına (kremlə) köçdü.

1600-cü ilin fevralında Tiho Brahe ilə İohann Keplerin məşhur görüşləri baş verdi. Brahe onu "Kosmoqrafik sirr" kitabından tanıyırdı. Kitab Günəş sisteminin quruluşunda riyazi harmoniya axtarmağa həsr olunmuşdu. Kitabın məzmunu astronomu maraqlandırmamışdı, lakin orada riyazi istedadı və canlı ağıl hiss etmişdi. Keplerin 27 yaşı var idi. Qratsda gimnaziyada dərs deyirdi. Oradan protestantları qovurdular və ona görə də yeni iş yeri axtarırdı. 1600-cü ildə Brahe onu özünə köməkçi götürür və Marsın müşahidə materiallarını işləməyi ona tapşırır. Tez bir zamanda Keplerin təqsiri ucbatından (Kepler əsəbilik və emosionallığına görə seçilirdi) münaqişə baş verdi. Öz yersiz və haqsız iradları ilə qoca astronomu təhqir edərək, Kepler Benatekdən Praqaya gedir. Orada hirsi soyuyur və Braheyə üzrxahlıq məktubu yazır. Tiho Brahe müdriklik və səbirlilik göstərir. Bütün Avropada şöhrət tapmış alim və məğrur zadəgan, cavan və əsil-nəcabətsiz müəllimi nəinki tamamilə bağışladı, hətta özü Praqaya onunla barışmağa getdi. Ondan sonra onların münasibətləri heç vaxt pisləşmədi. Lakin iki böyük alimin əməkdaşlığı çox çəkmədi.

* * *

1601-ci il oktyabrın 24-də uzun sürməyən xəstəlikdən sonra Tiho Brahe vəfat etdi. İmperator alimin təmtəraqlı dəfn mərasimini təşkil etdi. Kepler isə imperatorun birinci riyaziyyatçısı titulunu aldı. Kepler Brahe rəsədxanasının müşahidə materiallarının işlənməsinə uzun illər sərf etdi (bir növ onun vəsiyyətinə əməl etdi). Nəticəsi isə planetlərin hərəkət qanunlarının kəşfi oldu. Sonralar Nyuton, cazibə qanununun doğruluğunu isbat etmək üçün Kepler qanunlarından istifadə etmişdi. Tiho Brahenin astronomiya müşahidələrinin onun kübar müasirləri üçün boş əyləncə hesab olunmağına baxmayaraq, müasir cazibə nəzəriyyəsinin əsasını təşkil etdi.



Tiho Brahenin armilyar sferası.



Tiho Brahenin çertyoju əsasında 1600-cü ildə Praqada hazırlanmış astronomik sekstant.

İOHANN KEPLER. GÖYÜN QANUNVERİCİSİ

Planetlərin Kepler tərəfindən aşkara çıxarılan hərəkət qanunları dairələr və sferalar haqqında min illərlə davam edən ehkamları dağıtdı və göy hadisələrini fiziki olaraq başa düşülməsinə yol açdı. Bu qanunların kəşfinin alimdən uzun illər gərgin əmək tələb etmiş tarixçəsi dramatizmlə doludur. O, bizə birinci əldən gəlib çatmışdır: Kepler öz kitablarında işlə bağlı bütün gözlənilməz hadisələr haqqında ətraflı məlumat vermişdir. "Yeni astronomiya" kitabına girişdə o yazırdı: "Mənim üçün, sadəcə, nə deməli olduğumu oxucuya bildirmək deyil, ən əvvəl, məni kəşflərə gətirib çıxaran dəlillərlə, qeyd-şərtlərlə, uğurla aradan qaldırılmış təhlükələrlə onu tanış etmək vacibdir. Məsələn, Xristofor Kolumb Amerikanı, Magellan Çin okeanını və portuqaliyalılar Afrika ətrafında dəniz yolunu kəşf etdilər. Onlar öz səyahətləri zamanı yollarını necə azdıqları, çaşıb qaldıqları barədə söz açmışdılar və bu halda biz nəinki onları məzəmmət etmirik, hətta, bundan əlavə, istəmirik o hekayətləri ötürək, əks halda oxunan zaman onların təşəbbüsləri haqqında təəssüratlar itirilmiş olar. Qoy buna görə məni qınamasınlar. Mən oxucularımda maraq oyatmaq üçün oxşar yolla gedəcəyəm".

İohann Kepler.



UŞAQLIQ VƏ TƏHSİL İLLƏRİ

İohann Kepler 1571-ci il dekabr 27-də Almaniyada Veyl-der-Ştadt şəhərciyində kasıb protestant ailəsində dünyaya gəlmişdi. Atası hər zaman işlərini qaydaya salmağa çalışmışdı, ancaq heç zaman alınmamışdı. Ailə tez-tez şəhərdən şəhərə köçürdü. Keplerin anası savadsız idi, ancaq müalicəvi otlardan başı çıxırdı, onları yığır və yaxın adamları müalicə edirdi. O deyingən idi və əri ilə tez-tez dalaşarmış, atası da ağırxasiyyətli imiş. Hansın ömrünün birinci illəri dava-dalaş şəraitində keçmişdi. O, yeddi aylığında doğulmuşdu və çox zəif uşaq idi. 1775-ci ildə Hans çiçək xəstəliyinə tutulur və az qalır ki, ölsün. Onun qara ciyəri və mədəsi xəstə idi, tez-tez başı ağrıyırdı. Bundan başqa, onun anadangəlmə görmə zəifliyi var idi, güclü qüsura görə bir əşya ona bir neçə əşya kimi görünürdü (Kepler Aya baxanda bir neçə Ay görürdü). Xəstəliklər bütün ömrü boyu onu izləmişdi. Odur ki, ondakı mətanət və mənəvi güc hörmətəlayiqdir və bunların sayəsində o, heyrətedici elmi nailiyyətlər qazanmışdı və nəticədə müasir astronomiya və fizikanın yaradıcılarından biri sayılır.

Uşaqlıq dövründən Kepler iki parlaq hadisəni yadında saxlamışdı. Altı yaşında ilk dəfə kometa görmüşdü. Kometa haqqında əvvəllər çox eşitmişdi: "1577-ci ildə anam əlimdən tutub məni hündür yerə apardı ki, mən ona baxım. On yaşımda valideynlərim məni küçəyə çağırdılar ki, mənə Ay tutulmasını göstərsinlər". 1577-ci ildəki kometanı Danimarka alimi Tiho Brahe müşahidə və təsvir etmişdi. Kepler sonralar onun yanında işləmişdi.



1584-cü ildə Kepler Adelsberqdə kilsə seminariyasına daxil olmuşdu, sonralar Maulbron monastırında ilahiyyat məktəbində təhsilini davam etdirmişdi. O bir çox fənləri, o cümlədən ilahiyyatı, Aristotelin əsərlərini, Qədim Roma və Qədim yunan filosoflarını, bəlağət (ritorika) elmini, riyaziyyatı və musiqini öyrənirdi. Seminariyanın nəzarəti ciddi idi: qışda dərslər saat beşdə, yayda isə səhər saat dörddə başlanırdı. Kepler çalışqan uşaq idi, çox şeyləri əzbər bilirdi. Daim məşqdə olan yaddaşı ona Tiho Brahenin müşahidələrinin təhlilində kömək edirdi. Kepler 1589-cu ildə filologiya elmləri üzrə bakalavr dərəcəsi alaraq, Tübingen seminariyasına, iki ildən sonra isə Tübingen akademiyasına daxil olmuşdu. Burada o, riyaziyyat, astronomiya, yunan və qədim yəhudi dili, bəlağət elmi, poeziya, etika və Aristotel fəlsəfəsindən mühazirələr dinləmişdi.

Hələ tələbə ikən Kepler Yuli Skaligerin "Ekzoterik təmrinlər" (1557) kitabını satın almışdı. Bu kitab ona çox böyük təsir göstərmişdi. Sonralar o xatırlayırdı ki, Skaliger onda "hər cür məsələlər: odun təbiəti, mənbələrin mənşəyi, materiklərin və onları əhatə edən dənizlərin görünüşü... ruhlar, təbiət hadisələri, dəniz qabarma və çəkilmələri haqqında fikirləşmək meyli oyatdı".

Riyaziyyat və astronomiyadan mühazirələri professor Mixael Mestlin (1550-1630) oxuyurdu. Dərs proqramına uyğun olaraq o, Ptolemey astronomiyasını öyrədirdi. Tez bir zamanda o, Keplerin riyaziyyatı və astronomiyanı qavramaq qabiliyyətini hiss edib, onu azsaylı və ayrıca olaraq Kopernik astronomiyasından dərs keçdiyi tələbələrə qatdı.

Sonralar Kepler yazırdı: "Tübingendə məşhur Mestlin mühazirələrini din-

AYIN CAZİBƏSİ OKEAN QABARMALARINI TÖRƏDİR

Okean qabarmalarının səbəbi, çox güman ki, okean sularını maqnetizmə analoji hansısa bir qüvvə ilə cəzb edən Günəş və Ay cisimləridir. Yer cismi də öz sularını cəzb edir. Bunu biz cazibə adlandırırıq.

Nə vaxt ki Ay bilavasitə Atlantik okeanı, necə deyərlər, Cənub, Şərq və yaxud Hind okeanı üzərində olur, onda o, Yer kürəsini əhatə edən suları cəzb edir. Öz yolunda kontinentlərə rast gəlməyən sular hər yandan bilavasitə Ayın altında olan geniş sahələrə tərəf hərəkət edir, bu halda isə sahillər çılpaqlaşır. Nə qədər ki sular hərəkətdə olur, Ay yerini dəyişir, artıq bilavasitə okeanın üstündə olmur və nəticədə, qərb sahilini döyəcləyən su kütləsi artıq Ayın təsiri altında olmadığına görə bu dəfə şərq sahillinə hücum edir.

Mən "ağırlığa" qarşılıqlı cazibə qüvvəsi, maqnitlərin cazibəsinə bənzər qüvvə kimi baxıram. Lakin cisimlər bir-birinə çox yaxın olanda qarşılıqlı cazibə qüvvəsi daha çox olur, nəinki bir-birindən uzaq olanda. Bəs biz niyə deməyək ki, Ay Yer sularını cəzb etdiyi kimi, Yer də Ay sularını cəzb edir?

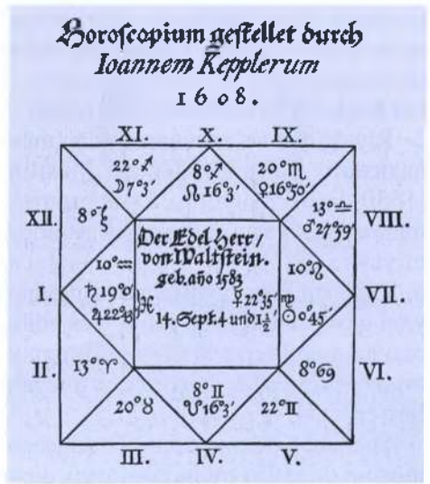
(İohann Keplerin "Yuxu və ya Ay astronomiyasına dair ölümdən sonrakı inşa" əsərindən. 1593-cü il)

◂ Qismən Ay tutulması.

lədiyim vaxtdan mən hiss etdim ki, dünyanın quruluşu haqqında indiyəqədərki təsəvvürlərimiz bir çox nöqteyi-nəzərdən nə qədər qeyri-mükəmməl imiş. Ona görə də mən Kopernikl̇ə fəxr edir və nəinki tələbələr arasında gedən disputlarda onu müdafiə edir, həmçinin, özüm tərpənməz ulduzlar sferasının fırlanmasının Yerin fırlanmasının nəticəsi olduğu haqqında disputa hazırlaşırdım. Tədricən mən bir qədər Mestlin mühazirələrindən və bir qədər də öz düşüncələrimdən riyazi nöqteyi-nəzərdən Kopernikin Ptolemeydən üstün olduğu haqqında dəlillər topladım".

İncəsənət fakültəsində oxuyarkən Kepler o zamanlar çox populyar olan astrologiya ilə maraqlanırdı. O zamanlar astrologiyanın köməyi ilə bir çox hadisələrin bir-biri ilə əlaqədar olduğu izah edilirdi. Tələbələr arasında Kepler horoskop düzəltməkdə usta sayılırdı. 1593-cü ildə magistrlik dissertasiyasını müdafiə edib, akademiyanı müvəffəqiyyətlə qurtardı. Mestlin onun Ştiriyanın Qraç şəhərinin gimnaziyasında riyaziyyat və əxlaq fəlsəfəsi professoru vəzifəsini tutması haqqında rəy vermişdi. Orada Kepler əsas işindən başqa, astronomiyadan mühazirələr kursu oxuyur və "Kosmoqrafik sirr" əsərini yazırdı. Həmin əsər Tiho Brahenin diqqətini cəlb etmişdi. Odur ki, göyün böyük müşahidəçisi böyük ümidverici nəzəriyyəçi və hesablayıcını öz yanına, Praqaya çağırdı.

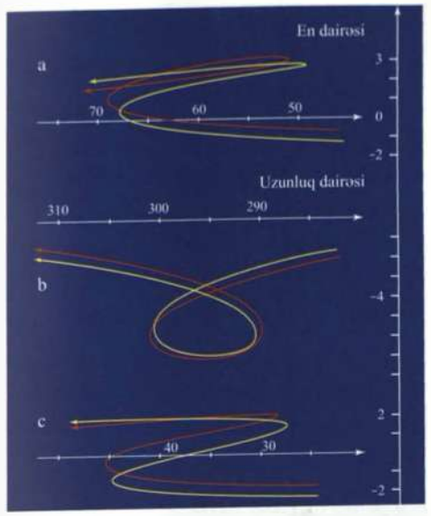
Sərkərdə Vallenşteynin Kepler tərəfindən tərtib edilmiş horoskopu.



MƏSƏLƏ VƏ TAPŞIRIQ

1600-cü ildə Kepler Praqaya gəlir və məşhur Danimarka alimi Tiho Brahenin köməkçisi olur. Bir qədər əvvəl Tiho Brahe özünün Ven adasında yerləşən və dünyada ən yaxşı sayılan rəsədxanasını tərk edib, imperator II Rudolfun himayəsi altında Praqaya köçmüşdü. Brahe özü ilə cihazlarının bir hissəsini və çox qiymətli arxivi – əməkdaşları ilə birlikdə 20 il ərzində apardığı müşahidələrin nəticələrini gətirmişdi. Onları işləyib astronomik cədvəl halına salmaq lazım idi. Brahe imperatora söz vermişdi ki, cədvəlləri "Rudolf cədvəlləri" adlandıracaq. Müxtəlif cədvəllər arasında planetlərin vəziyyətini bir neçə il qabaqcadan göstərən cədvəllər də olmalı idi.

Məsələ yalnız ondan ibarət deyildi ki, hesablamanın əsasına təzə və daha dəqiq material qoyulsun. Hesablamaların əsasında duran nəzəriyyələr də şübhəli görünürdü. Kastiliya kralının və X Müdrik Leon Alfonsun astronomları XIII əsrdə Ptolemey nəzəriyyəsindən istifadə etmişdilər. Regiomontan XV əsrdə özünün "Efemeridlər"ini də o əsasda hesablamışdı. Reynhold "Prussiya cədvəlləri"ni Kopernikin nəzəriyyəsi əsasında tərtib etdi. Brahe isə istəyirdi ki, təzə cədvəllər onun kompromis sistemi əsasında qurulsun. Kepler möhkəm əqidəli kopernikçi olsa da, yenə bütün məlum sistemlərin nöqsanlı olduğunu görürdü. Ona görə də Brahenin yanına gəlir ki, onun materialı



Marsın görünən hərəkəti ekliptik koordinatlarda, e.ə. 297-296-cı illər (a), e.ə. 274-cü il (b), e.ə. 235-234-cü illər (c), Ptolemeyin "Almagest"i əsasında (qırmızı xətt) və müasir metodlarla (sarı xətt) hesablanıb.

əsasında yeni nəzəriyyə yaratsın və bu zaman ona elə gəlirdi ki, lazımi prinsipi artıq tapıb.

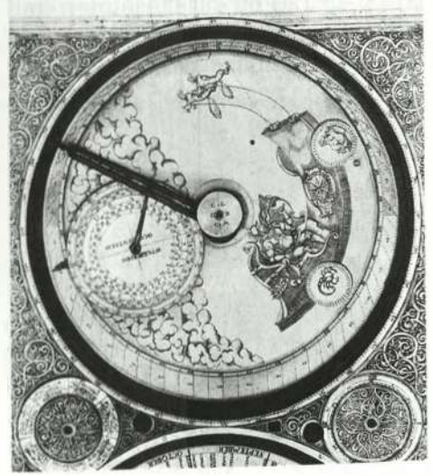
Lakin vəziyyətinə görə o nə istəyirdisə, onu da edə bilməzdi; ona Marsla məşğul olmaq tapşırılmışdı. Brahe öləndən sonra Kepler imperatorun Birinci riyaziyyatçısı titulunu aldı. Ancaq tapşırıq, əslində isə, Brahenin ona vəsiyyəti qalırdı. Kepler yazırdı: "Mən hesab edirəm ki, bu ilahi bir hikmət idi. Ancaq Mars bizə astronomiyanın sirlərinə nüfuz etmək imkanı verdi, başqa cür olsaydı, o sirlər həmişəlik bizdən gizli qalardı". Mars, həqiqətən də, tədqiqat üçün ən yaxşı obyekt idi – onun orbiti Yerinkindən fərqli olaraq hissediləcək ekssentrisitetə malikdir, dolanma periodu Yupiterlə və Saturnla müqayisədə çox böyük deyil, müşahidə şəraiti Merkuri və Veneraya nisbətən olduqca yaxşıdır.

YENİ BAXIŞ VƏ BİRİNCİ HÜCUM

Ptolemey göy cisimlərinin orbit üzrə qeyri-müntəzəm hərəkətini qanuniləşdirmək üçün hərəkətə ekvant üzrə, yəni ekssentrik orbit üzrə hərəkət daxil etmişdi. Onun daxilində mərkəzlə üst-üstə düşməyən bir nöqtə var, o nöqtədən baxanda səma cisminin qeyri-bərabər hərəkəti bərabər kimi görünür. Məhz, ekvantlar Kopernikl̇i Ptolemey sistemini, ancaq adi dairəvi hərəkətləri saxlamaqla, təftiş etmək fikrinə gətirdi.

Kepler ekvanta, Yer və planetlərin qeyri-bərabər hərəkətinə qayıtdı. O bunu fiziki mülahizələrdən edirdi. Keplerə görə, Günəş dünyanın yalnız mərkəzi deyil, həm də hərəkətverici qüvvəsidir. O hesab edirdi ki, Günəş fırlanaraq planetləri qovur. Onlar Günəşə nə qədər yaxın olursa, bir o qədər sürətlə hərəkət edir və buna səbəb təsirin çox olmasıdır. Ona görə də o, Kopernikin əksinə istiqamət götürdü. Kepler öz sistemindən episikllər tamamilə atdı, halbuki, Kopernik onların bir hissəsini saxlamışdı. Lakin ekvantları saxladı və göy cisimlərinin hərəkətlərinin qeyri-müntəzəmliyini qəbul etdi.

Bu bir inqilab idi, həm də yalnız göy cisimlərinin hərəkətləri nəzəriyyəsində yox. Kepler planetləri yerəbənzər "kürələr" adlandırdı (birinci teleskopik müşahidələrə hələ on il qalmışdı). O zamanlar Yerə bənzər təbiətli göy



Mars dairəsi. 1561-1563-cü illərdə qızıl suyu çəkilmiş misdən Marburqda (Almaniya) hazırlanmışdı. Planet saatı kimi işləyir və Marsın orbit boyu hərəkəti zaman geosentrik enlik və uzunluğunu göstərir.


ASTRONOMIA NOVA
AITIOAOГHTOΣ,
SEV
PHYSICA COELESTIS,
tradita commentariis
DE MOTIBVS STELLÆ
MARTIS,
Ex observationibus G. V
TYCHONIS BRAHE.
Jussu et sumptibus
RVDOLPHI II.
ROMANORVM
IMPERATORIS &c.
Plurimum annorum partibus studio
elaborata Frege.
IOANNE KEPLERO.

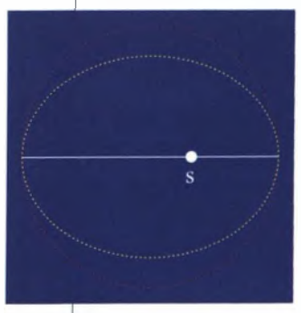
Keplerin "Yeni astronomiya" kitabının titul vərəqi.

cismi ancaq Ay hesab oluna bilərdi, lakin alim planetlər sistemini bir tam hesab edib, onu bütün planetlərə aid etdi.

Beləliklə, planetlər sistemi çox məharətlə düzəldilmiş riyazi konstruksiyadan dönüb həmahəng bir maddi törəməyə çevrildi. Bu fikirlə də Kepler Marsın hərəkət nəzəriyyəsini işləyib hazırlamağa başladı. Bunun üçün onun orbitinin radiusunu, mərkəzinin Günəşə nəzərən yerdəyişməsini, bu yerdəyişmənin istiqamətini və nəhayət, ekvant nöqtəsini tapmaq tələb olunurdu.

Birinci olaraq Kepler əlavə məsələni həll etdi – Mars orbitinin ekliptika müstəvisinə olan meylini tapdı. Planetlərin enliklərə görə kənaraçıxmalar astronomlar üçün çətinliklər törədirdi. Kepler fiziki mülahizələrdən çıxış edərək, hesab edirdi ki, Marsın orbit müstəvisi Günəşin mərkəzindən keçməlidir. O hesablayıb göstərdi ki, Marsın orbiti Yer orbitinə 1°50′ meyillidir, bu isə müşahidələrin nəticələri ilə təsdiq olundu. Sonra o, Marsın səkkiz qarşıdurmasına aid məlumatlardan dördünü götürüb (1587-ci ildən 1595-ci ilə qədər), bu vaxt planet Yerə nəzərən Günəşin əks istiqamətində yerləşirdi), bunların əsasında Marsın orbitini qurdu. O dövrün riyazi aparatı bu cür məsələləri həll etmək üçün üsul vermirdi. Ona görə də alim seçmə üsulundan istifadə etmişdi. O müəyyən parametrləri əvvəlcədən verib, sonradan onlara müşahidədən alınan qiymətləri daxil edir və onların nəzəriyyə ilə üst-üstə düşməsinə nail olurdu. Məsələni həll etmək üçün o, "uyğunlaşdırmanı" 70 dəfə təkrar etməli olub, hər dəfə də çox böyük həcmdə hesablamalar aparıb. Axır ki, bir ildən sonra nəticə alınmışdı.

"Yeni astronomiya"nın 18-ci fəslinin sonunda Kepler yazırdı: "Sən görürsənmi, ey çalışqan oxucu, o üsula əsaslanan hipotez yalnız dörd başlanğıc vəziyyətə deyil, 2 bucaq dəqiqəsi dəqiqliyilə bütün başqa müşahidələrə də uyğun gəlir?" Fəsil bu sözlərlə qurtarırdı: "Mən müəyyən etdim ki, bu hesablamalar nəticəsində alınan qarşıdurmaların vəziyyətləri Tihonun sekstantında alınan dəqiqliklə eynidir".

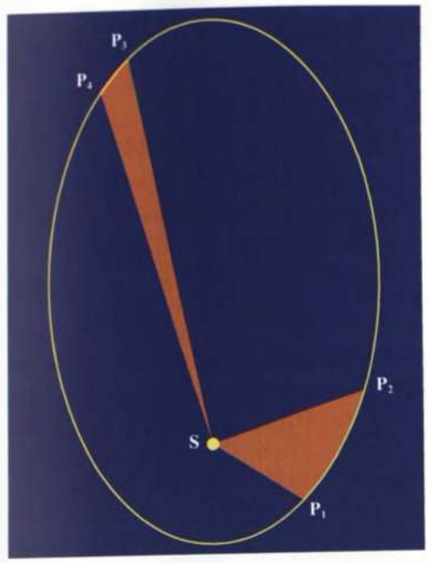


Marsın Kepler modelinə görə elliptik orbiti ilə eyni diametrli dairəvi orbitlərin müqayisəsi.

SƏKKİZ BUCAQ DƏQİQƏSİ

Lakin sonrakı fəsil oxucunu heyrətləndirirdi. Kepler yazırdı: "Bu necə ola bilər? Hipotez qarşıdurma müşahidəsi ilə uyğun gəlir, ancaq səhvdir. Demək, planetin başqa ara vəziyyətlərini müqayisə etdikdə müşahidə ilə onun arasındakı kənaraçıxma 8′-yə çatır. Ay diskinin dörddəbirini təşkil edən xəta bir neçə il əvvəl istənilən astronom üçün çox da böyük xəta hesab edilməzdi. Bizə isə mərhəmətli Allahın sayəsində Tiho Brahe kimi vicdanlı müşahidəçi bəxş olunmuşdu ki, onun müşahidələrində 8′-lik xəta – Ptolemey müşahidələri üçün xarakterik olan bir xəta, ona görə rast gəlinir ki, biz bu mərhəməti minnətdarlıqla qiymətləndirək və ondan istifadə edək. Nəhayət, bu çətinlik bizə inam verir ki, göyün hərəkətinin həqiqi formasını tapaq... Beləliklə, bu 8 dəqiqələr bizə bütün astronomiyanı yeniləşdirməyin yolunu göstərdi, onlar bu işin əsas hissəsinin materialı oldu". O daha sonra yazırdı: "Tihonun müşahidələrinin təməli üzərində ucaltdığımız binanı biz yenidən dağıtdıq. Bu, keçmiş böyük avtoritetlərin həqiqətəbənzər, lakin həqiqətdə yalan olan aksiomlarına əməl etdiyimizə görə bizə verilən cəzadır".

Birinci məğlubiyyət və onun arxasınca gələn digər uğursuzluqlar Keplerə öz işlərinə qatı düşmən – müharibə allahı Marsla aparılan müharibə kimi baxmağa bəhanə verdi. Kitabında imperatora ünvanlanmış zarafatyana ithafında

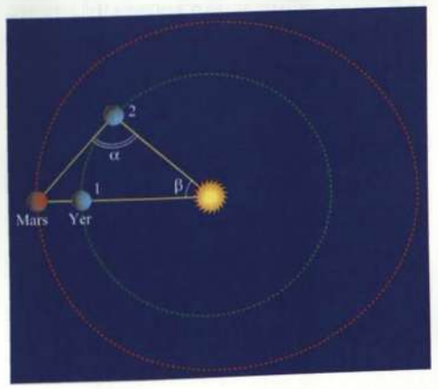


Kepler yazırdı: "Astronomlar əbəs yerə dava planı hazırladılar, nahaq yerə hərbi sursatlarını işə saldılar və özlərinin ən yaxşı qoşunlarını döyüşə çıxardılar... Mars onların kələklərinə güldü, onların planlarını pozdu və qəddarcasına onların inamlarını qırdı. O sakitcə öz möhkəmləndirilmiş sirli malikanəsində oturub, bütün yolları düşmən kəşfiyyatının üzünə müdrikliklə bağlayıb". Beləliklə, Kepler belə nəticəyə gəlir ki, onun tapdığı sxem – ekvant həqiqəti əks etdirmir. Başqa bir xəta mənbəyi də var idi – müşahidələrin aparıldığı Yer orbitinin düzgün təsvir olunmaması. Planetin qeyri-bərabər hərəkəti onların nəticələrinə təsir edə bilərdi. Odur ki, alim Marsın üzərində aparılan müşahidələri müvəqqəti olaraq dayandırıb, Yerlə məşğul olmaq qərarına gəldi.

YER ORBİTİ VƏ SAHƏLƏR QANUNU

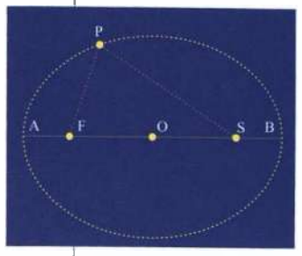
Yerin hərəkətinin və onun orbitinin xarakterini müəyyənləşdirmək tələb olunurdu. Bunu necə etməli, hərəkət edən cisimlərlə dolu fəzada nəyə istinad etməli? Fəzada Yerin iki ardıcıl vəziyyətini təyin etmək üçün ən azı iki tərpənməz nöqtə lazımdır. Onda, onların görünmə bucaqlarını ölçmək və üçbucaq qurmaqla müşahidəçinin yerləşdiyi yeri, və deməli, Yerin vəziyyətini hesablamaq olardı. Bu nöqtələrdən biri Günəş ola bilərdi, ikincisi isə yox idi. Ulduzlar ola bilməzdi, çünki onlar çox uzaqda olduğuna görə hissediləcək dərəcədə parallaks göstərmir.

Belə görünürdü ki, vəziyyət çıxılmazdır, lakin axtarışlarda yorulmaz olan Kepler çıxış yolunu tapdı. O, fəzada Günəşə və ulduzlara nəzərən hərəkətsiz və Yerdən çox da uzaq olmayan, hətta koordinatları dəfələrlə ölçülmüş nöqtəni seçdi. Bu nöqtə Mars oldu. Bu necə ola bilərdi, axı, o hərəkət edir! Bəli, hərəkət edir, ancaq onun hərəkəti məlumdur. Çoxdan müəyyən olunmuşdur ki, ulduzlara nisbətən o, 687 Yer sutkasında bir dövrə vurur. Bu isə o deməkdir ki, əgər Marsın hər hansı bir vəziyyəti hesablama mərkəzi kimi qəbul edilərsə, 687 gündən sonra Mars yenidən həmin yerdə olacaq. Lakin Yer həmin vaxtda ona nəzərən tamamilə başqa yerdə olacaq. Bir o qalır ki, Brahenin müşahidələrindən elə seçilsin ki, Marsın, sanki, öz yerində dayandığı vəziyyət alınsın.



Yerin orbitini öyrənmək üçün Keplerin istifadə etdiyi sxem. Başlanğıc anda Günəş, Yer və Mars bir düz xətt üzərində olur. Mars Günəş ətrafında bir period dolananda Yer 2 vəziyyətində olacaq, Mars isə başlanğıc 1 vəziyyətinə gələcək. Tiho Brahenin müşahidələrindən Kepler α və β bucaqlarını tapıb və Günəşlə Yer arasındakı məsafəni Marsın Günəşdən olan məsafəsi vahidləri ilə 2 vəziyyətində tapa bilib.

Sahələr qanununun illüstrasiyası. Planetin (P) Günəş (S) ətrafında hərəkəti zamanı onun radius-vektoru bərabər zaman fasilələrində bərabər sahə cızır: P_1SP_2 və P_3SP_4 fiqurları bərabər sahələrə malikdir. Bu o deməkdir ki, perihelidə planetin orbital sürəti maksimum, afelidə isə minimum olur.

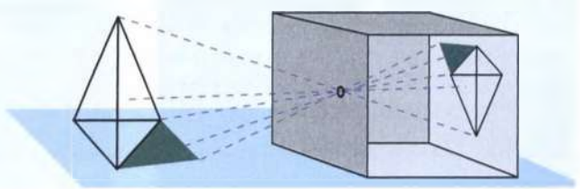


Keplerin birinci qanununa olan illüstrasiya. P planeti elliptik orbit üzrə hərəkət edir. Ellipsin iki fokusu var. Onlardan birində Günəş (S) yerləşir. Planet orbitinin Günəşə yaxın B nöqtəsinə perihеli deyilir, Günəşdən ən uzaq olan nöqtəyə (A) isə afeli deyilir. OS/OB=e nisbətinə ekssentrisitet deyilir. e nə qədər böyük olarsa, ellips bir o qədər dartılmış olar. Çevrə üçün e=0.

Bu parlaq fikir Keplerə imkan verdi ki, Yerin orbitini və onun sürətini orbitin müxtəlif yerlərində dəqiqləşdirsin (alim bütün planetlərin orbitlərini dairəvi qəbul edirdi və Yer üçün bu heç də həqiqətdən uzaq deyildi). Yerin hərəkət sürətinin dəyişməsini ifadə edən qanun tapmaq lazım idi. Planetlərin Günəşə tərəf çəkilməsi (cəzb olunması) hipotezindən istifadə edən Kepler hesab edirdi ki, sürət Yerdən Günəşə qədər olan məsafə ilə tərs mütənasib olmalıdır. *Perihelid* (Günəşə ən yaxın olan nöqtə) və *afelid* (Günəşdən ən uzaq nöqtə) üçün bu fikir təsdiq olundu. Belə olduqda, Kepler orbiti 360 hissəyə bölür və onun müxtəlif hissələri üçün hipotezi yoxlayır. Tez zamanda çertyojdan aydın olur ki, bərabər zaman kəsiyində planet orbit strukturunda bərabər sahə keçir. Doğrudan da, planetlərin sürətlərinin Günəşə qədər olan məsafəyə hasili həmişə sabit qalır.

Çox ehtimal ki, 1602-ci ilin əvvəlində planetlərin sürətləri və orbitlərinin xarakteristikaları arasında qarşılıqlı əlaqə kəşf edilmişdi. Bu asılılığın müasir formullaşdırılması sonralar Keplerin ikinci qanunu adını almışdır (birincidən qabaq kəşf olunmuş) və bu cür səslənir: "Hər bir planetin radius-vektoru bərabər zaman kəsiklərində bərabər sahələr cızır". Qanunda radius-vektordan danışılır, çünki Günəşdən müxtəlif istiqamət və məsafələrdə radiuslar müxtəlif uzunluqlara malikdir. Fiziki nöqteyi-nəzərdən bu, planetlərin hərəkət miqdarı momentinin saxlanmasının nəticəsidir.

Kamera-obskur. Kamerada alınan xəyalın forması yarığın formasından asılı deyil, çünki işıq şüaları əgər yarığın ölçüsü işığın dalğa uzunluğundan çox böyükdürsə, düz xətt boyunca yayılırlar. Kamera-obskurla işləyə-işləyə Kepler işıq şüalarının həndəsi xassələrini və görmənin təbiətini başa düşdü.



MÜHASİRƏ. BİRİNCİ QANUN

Bir neçə məlum zaman anında Günəşin və Yerin fəzada yerlərini bilməklə Kepler Marsın vəziyyətini hesablaya bilmişdi və burada onu bir gözlənilməzlik gözləyirdi – planetin yolu dairəvi olmurdu. Bir ehkam da beləcə puç oldu. Kepler yazırdı: "Nəticə çox sadədir: planetlərin yolları çevrə deyil, o gah daxilə tərəf əyilir, gah da xaricə. Belə əyri oval adlanır. Deməli, planetlərin orbiti çevrə deyil, oval formalı fiqurdur". Alim üç il vaxtını Marsın orbitinin formasını axtarmağa sərf etdi. Doğrudur, bu vaxtın hamısı astronomik hesablamalara sərf olunmamışdı. Ondan başqa, Kepler həm də optika ilə məşğul olmuşdu. Həmin illərdə (teleskopun meydana gəlməsi ərəfəsində) o artıq hiss edirdi ki, astronomiya üçün optika hansı rolu oynaya bilər. Linzanın köməyi ilə o, qaranlıq binada Ayı müşahidə etmişdi, ekranda onun iri sikkə boyda kəskin xəyalını almışdı. Öz fikirlərini, təcrübəni və şüanın yolunun sxemini Kepler 1604-cü ildə çapdan çıxmış "Viteliyə şərhlər" kitabında təsvir etmişdi.

Marsın orbitinin formasının axtarışı davam etdirilmişdi. Alim yenə də seçmə üsulundan istifadə etmişdi. O aramsız olaraq hesablayırdı, lakin uyğunluq alınmırdı. Birinci olaraq oval – dörd ədəd çevrə qövsündən təşkil olunmuş əyri alınmışdı. Bir ilə yaxın Kepler "ovoidlə" – yumurta şəkilli fiqurla məşğul olmuşdu. Axırda alim belə bir nəticəyə gəldi: "Həqiqət çevrə ilə oval arasındadır, guya ki, Marsın orbiti dəqiq ellipsdir". Lakin ellips də yaramadı, çünki Kepler Günəşi onun fokusuna qoymamışdı. 1605-ci ilin əvvəlində hər şey düzəldi. Müşahidədən hesablanmış orbitin bütün nöqtələri ellipsin üzərində yerləşdi və sahələr qanununa da uyğun gəldi.

Belə çətinliklərlə edilən bu kəşf Keplerin birinci qanunu adını aldı və belə ifadə olundu: "Hər bir planet ellips üzrə hərəkət edir, bu ellipsin fokuslarının birində Günəş yerləşir". Ellips proporsional olaraq sıxılmış çevrədir. Yumru cismə yan tərəfdən baxdıqda o da ellips kimi görünür. Çevrə ellipsin xüsusi halıdır.

Ellipsdə mərkəz rolunu fokus oynayır. Günəş onlardan birində yerləşir. Planet orbitlərinin ellipsləri çevrəyə yaxındır.

FİZİKA

Kepler yalnız 1609-cu ildə böyük əziyyətlərlə öz əsərini çap etdirə bildi. Bu "Səbəblərlə şərtləşdirilmiş yeni astronomiya və ya alicənab xadim Tiho Brahenin müşahidələri əsasında Mars ulduzunun hərəkəti haqqında tədqiqatlarda şərh edilmiş səma fizikası" adlı kitab Heydelberqdə çap olundu. Kitab Qalileyin tarixdə ilk dəfə olaraq teleskopik müşahidələr haqqında xəbər verdiyi "Ulduz xəbərləri"ndən bir il qabaq çapdan çıxmışdı.

"Yeni astronomiya" və "səma fizikası" sözləri başlıqda boş bir söz deyildi. Kepler çalışırdı ki, təmiz riyazi modeldən Kainatın fiziki təsvirinə (mənzərəsinə) keçsin. Üzərində Aristotel mexanikasının kölgəsi görünməsinə baxmayaraq, bu irəliyə doğru atılmış böyük bir addım idi. Aristotelə görə, Yerlə "Ayüstü dünya" arasında dərin bir boşluq yerləşirdi. Fəza xüsusi maddədən – efirdən ibarət idi və öz qanunlarına tabe idi. Ulduz sferası "birinci hərəkət"ə malikdir və bu hərəkət ulduz sferasına daxil olan digər sferalara Saturndan Aya qədər keçir. Sferalar bərk və şəffafdır, əvvəllər hesab edilirdilər



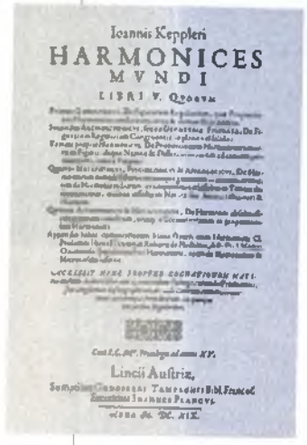
Alimin yazı masası (sekreter). Şəkildən fraqment. XVI əsr.

ki, onlar sadədir, sonralar isə sürüşdürülmüş mərkəzlərə və kiçik sferaların – episikllərin yerləşməsi üçün çuxurlara malik mürəkkəb mexanizmə çevrildi.

Keplerə görə, birinci hərəkətverici qüvvə Günəşdir. O fırlanır və özünün "qüvvə meydanı" ilə bizim planet və Ay kimi yer təbiətli planetləri hərəkətə gətirir. Bundan başqa, göy cisimləri bir-birini cəzb edir. Sonralar "Dünyanın harmoniyası" kitabında o yazırdı: "Qravitasiyanı mən maqnetizm qüvvəsi kimi qəbul edirəm – qarşılıqlı cəzbetmə kimi. Cisim bir-birinə yaxın olduqca, qüvvə daha çox olur". Maqnitdən fərqli olaraq bu qüvvə bütün cisimlərə təsir edir. Bunun köməyi ilə Kepler birinci olaraq qabarmaların təbiətini aydınlaşdırdı. Kepler Günəşi birinci hərəkətverici qəbul etməklə yanaşı, Aristotelin ardınca hesab edirdi ki, qüvvə kəsildikdə hərəkət dayanır. Yüz illərlə dinamikanın inkişafına mane olan bu fikir yalnız 1632-ci ildə Qaliley tərəfindən rədd edildi. Lakin Kepler öz nəzəriyyəsində cismə, qüvvəyə müqavimət göstərmək qabiliyyəti verdi və onu latın sözü olan "inersiya" (*lat.* inertia – "hərəkətsizlik", "fəaliyyətsizlik") adlandırdı. Sonralar mexanikada vacib olan bu


IOANNIS KEPLERI
Mathematici Cæsarei
DISSERTATIO
cum
NVNCIO SIDEREO
nuper ad mortales misso
à
GALILÆO GALILÆO
PRAGÆ.
TYPIS DANIELIS SEDESANI.
Anno Domini, M.DC.X.

Keplerin dissertasiyasının titul vərəqi.


Ioannis Keppleri
HARMONICES
MVNDI
LIBRI V. Quorum
Lincii Austriæ,

Keplerin "Dünyanın harmoniyası" kitabının titul vərəqi.

anlayış Keplerə imkan verdi ki, planet orbitlərinin elliptik olmasını izah etsin.

Kepler və Qaliley şəxsən tanış olmamışdılar, ancaq bir-birlərini qiymətləndirirdilər və bir müddət hətta məktublaşmışdılar. Sonra yazışma dayanmışdı. Onlar xasiyyətlərinə görə bir-birindən çox fərqlənirdilər. Kepler coşqun fantaziyaya və analitik zəkaya malik olub, riyazi qanunauyğunluqlar axtarmağa meyilli idi. Qaliley isə şeylərə obrazlı, lakin ayıq baxışlara malik idi. Onun üçün Keplerin emosional, çoxsözlü mühakimələrinə nüfuz etmək çətin idi və odur ki, onun kəşf etdiyi göy cisimlərinin hərəkət qanunlarını sezmirdi. Ömrünün axırlarında Qaliley yazırdı: "Mən Kepleri sərbəst (bəzən həddən artıq) və kəskin ağlına görə hər zaman qiymətləndirmişəm, lakin mənim düşüncə tərzim onunkundan fərqlidir, bu da bizim eyni mövzu üzrə gördüyümüz işlərdə özünü göstərir. Yalnız göy cisimlərinin hərəkəti baxımından biz bəzən yaxınlaşırdıq, hərçənd az-az konsepsiyalarda müəyyən oxşar, ancaq bunu mənim fikirlərimin bir faizində də aşkar etmək olmaz".

Keplerin "Kosmoqrafik sirr" kitabından şəkil (1596-cı il). Bu şəkil beş düzgün çoxbucaqlının radiusları Kopernikin modelindəki planet orbitlərinin radiusunun nisbəti kimi olan konsentrik sferalar çoxluğunun daxilində yerləşdirilməsinin mümkünlüyünü göstərir.



ÜÇÜNCÜ QANUN

Hələ özünün birinci, 1596-cı ildə yazdığı "Kosmoqrafik sirr" kitabında Kepler Günəş sisteminin həndəsi quruluşunun riyazi qanunlarını tapmağa cəhd göstərmişdi. Həndəsə cəmi beş düzgün çoxüzlü tanıyır, məlum planetlər isə altı idi. Bu, Keplerin fikrini ona yönəltdi ki, planetlərin orbitləri arasındakı beş aralığın ölçülərini məhz çoxüzlülər təyin etməlidir...

O, planetlərin orbit sferalarını aşağıdakı kimi müəyyənləşdirdi: Saturnun orbitinin sferasına kub, Yupiterin orbitinə tetraedr (dördüzlü), Marsın orbitinə dodekaedr (onikiüzlü), Yerin orbitinə ikosaedr (iyirmiüzlü), Veneranın orbitinə oktaedr (səkkizüzlü) yazdı. Burada hər bir planetin sferası həm onun daxilinə çəkilmiş fiqura, həm də ondan əvvəlki sferaya çəkilmiş fiqura aid olur.

Kepler dünyada hökm sürən ədədi və həndəsi münasibətlər haqqında düşüncələri 1619-cu ildə nəşr olunmuş "Dünyanın harmoniyası" kitabında şərh etmişdir. O, astronomiyaya Keplerin üçüncü qanununu verdi. Bu kitabda müəllif planetlərin dolanma periodları ilə orbitlərinin ölçüləri arasında əlaqə haqqında yazırdı: "Burada işi başa çatdırmaq və mənim "Kosmoqrafik sirlər" kitabıma daxil olan, 22 il bundan əvvəl həll edilməmiş qalan hissəni buraya əlavə etmək lazımdır".

Məsələnin həlli o zaman mümkün oldu ki, alim Marsın hərəkətini təhlil edən zaman aşkar etdiyi qanunlara istinad edərək, başqa planetlərin orbitlərinin ölçülərini hesabladı. Məsələnin həlli haqqında fikir Keplerin ağlına gözlənilmədən gəldi: "...o mənim ağlıma 1618-ci il mart ayının 8-də gəldi, lakin düzgün hesablanmadı, ona görə də saxta hesab edilib kənara atıldı; lakin mən mayın 15-də yeni şövqlə onun üzərinə qayıdanda o axır ki, ağlımın korluğuna qalib gəldi; bu, Brahenin müşahidələri üzərində işlədiyim 17 illik zəhmətim üçün böyük mükafat oldu. Alınan nəticə dəqiq və doğru olaraq ondan ibarətdir ki, hər hansı iki planetin dövretmə periodlarının nisbəti onların məsafələrinin, yəni orbitləri radiuslarının bir yarım dərəcəsinin nisbətinə bərabərdir".

İndiki zamanda bu qanun belə ifadə olunur: "Planetlərin siderik periodları kvadratlarının nisbəti onların orbitlərinin böyük yarımoxları kublarının nisbəti kimidir":

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}.$$

Yupiterin və Yerin hərəkətlərini müqayisə edək. Yupiter Günəş ətrafında 11,86 ilə (məxrəcdə bir Yer ili durur) dövr edir, Günəşdən isə Yerə nisbətən 5,2 dəfə uzaqdadır.

$$\frac{11{,}86^2}{1^2} = \frac{5{,}20^3}{1^3};$$

$$11{,}86^2 = 140{,}7;$$

$$5{,}20^3 = 140{,}6.$$

Keplerin qanunlarının hər üçü planetlərin təbii və süni peyklərinə tətbiq oluna bilər.

Aydındır ki, dinamikanın qanunlarını yenicə axtarmağa başlayan Kepler kəşf etdiyi qanunların məğzini anlaya bilmirdi və bu ona sirli görünürdü. Ancaq 1687-ci ildə özünün "Natural fəlsəfənin riyazi əsasları" əsərində İsaak Nyuton dinamikanın aksiomlarını və ümumdünya cazibə qanununun ifadəsini verdi və Keplerin qanunlarına daha geniş, ümumi prinsipin xüsusi halı kimi baxılmalı oldu. Lakin tarixən məhz onlar yeni göy mexanikasının əsası və eksperimental təsdiqi olmuşdur.

* * *

Keplerin həyatı faciəvi və acınacaqlı olmuşdur. Onu katolik ölkələrdə protestant kimi izləyirdilər. Ailə həyatı uğursuz olmuşdur, az-az hallarda kasıblıqdan qurtulurdu, uşaqları bir-birinin dalınca ölürdülər. Anasını cadugərlikdə günahlandırırdılar, Kepler altı il onu tonqalda yandırılmaqdan qorudu. Kepler otuz illik müharibə dövründə sərkərdə A.Vallenşteynin yanında muzdlu astroloq qismində bütün Avropanı dolaşmışdı. 1630-cu il noyabrın 15-də yad bir şəhərdə – Regensburqda, ona çatacaq məvacibi gözləyə-gözləyə dünyasını dəyişdi. Məvacib ona müqəddəs Roma imperiyası imperatorunun birinci riyaziyyatçısı kimi təyin edilmişdi və onu neçə illər idi ki, almırdı. Müharibə qurtaran zaman Regensburq qəbristanı tamamilə şumlanmışdı. Keplerin qəbrinin heç izi də qalmamışdı.


Regensburqda ev; 1630-cu il noyabrın 15-də İohann Kepler bu evdə dünyasını dəyişmişdir.

Kepler inanırdı ki, Allah onu dünyaya çağırıb ki, o, dünyanın sirlərini insanlara açsın və o, əzablı yollarla dönmədən ulduzlara doğru gedirdi. O, insanlara planetlərin hərəkət qanunlarını verdi, qabarmaların səbəbini aydınlaşdırdı, işıqlanma, atmosfer refraksiyası nəzəriyyələrinin elmi əsasını qoydu. Kepler birinci olaraq insan gözünün, eynək, optik kamera və teleskopun necə işlədiyini izah etdi. O birinci olaraq Aya uçuş haqqında "Yuxu" elmi-fantastik povestini yazdı, qar dənəciklərinin formasını izah etdi, Avstriya şərabçılarına şişman çəlləklərin tutumunu hesablamağın sadə üsulunu öyrətdi, doğrudur bununçün o ali riyaziyyat sahəsində bəzi kəşflər etməli oldu.

Dünyanın harmoniyası İohann Keplerin həyatının mənası idi. O öz əzabını daşıdı-fikirləşdi və hesabladı, həyatın əzab və ağrıları isə... Sanki, onlar heç yox imiş...

QALİLEO QALİLEY

Qalileo Qaliley 1564-cü il fevralın 15-də böyük Toskana hersoqluğunun universitet şəhəri Pizada anadan olmuşdur. Ondan üç gün sonra İntibah dövrünün böyük rəssamı Mikelancelo Buonarotti Romada vəfat etmişdi. Bu böyük rəssam, sanki, dövrün estafetini onun şanlı aliminə verdi. Bu estafet insanın orta əsr əsarətindən mənən azad olması idi. Onlar üçün Bibliyada bu belə ifadə edilmişdi: "Allah dedi: biz insanı Bizə və bizəbənzər yaradaq".



Qalileo Qaliley.

Mikelancelonun boyaları və mərmərləri bizə deyir ki, insan hər şeyə qadir və hər şeydən qüdrətli deyil, lakin Allaha bənzərdir. Onun daxilində Allahın mənəvi gözəlliyi yaşayır və insan idrakı Allahın bəxşişidir. Bizim idrakımız Allahınkı ilə bərabər ola bilməz. Lakin məntiq və riyaziyyat dilinə yiyələnən insan, gözlərini təbiətə yönəltsə, biliklərini Allaha məlum olan qədər əxz edə bilər. İnsan hər şeydə öz ağlına, idrakına güvənə bilər və güvənməlidir, ona görə ki o, Allahın bəxşişidir. Böyük epoxanın inancı belə idi.

* * *

Qaliley tanınmış, lakin kasıblamış florensiyalı ailəsindən idi. Onun atası Vinçentso məşhur musiqiçi və musiqi nəzəriyyəçisi idi. O, oğlunun istedadının inkişafına çox kömək etmişdi. Valideynləri onun birinci müəllimləri olmuşdular. Onların sayəsində oğlan klassik musiqidən və ədəbiyyatdan ibtidai təhsil almışdı.

1575-ci ildə ailə Florensiyaya qayıdır, 11 yaşlı Qalileyi monastırdakı dünyəvi məktəbə qoyurlar. Burada o dili, musiqini, şəkil çəkməyi və sadə mexanizmləri düzəltməyi öyrənirdi. Oğlan bu elmlərə o qədər aludə olmuşdu ki, rəssam olmaq istəyirdi. Lakin Vinçentso oğlunu məcbur edirdi ki, ona mahud alverində kömək etsin. Qalileonu 15 yaşında məktəbdən çıxarırlar, sonradan oğlunun qeyri-adi qabiliyyətini hiss edən valideynləri onu universitetə göndərmək qərarına gəlirlər. Onlar özlərinin birinci övladını həkim görmək istəyirdilər.

1581-ci ilin sentyabrında Qalileo Piza universitetinin tələbəsi olur. O qohumlarının evində qalırdı və təqaüdlə dolanırdı. Qalileo, əsasən, sərbəst məşğul olurdu. Tibb dərsliklərini öyrənməklə yanaşı, Aristotelin əsərlərini, xüsusilə Platonu dərindən öyrənirdi. O, Arximedin əsərlərində təsvir edilən maşınları düzəldirdi. Qalileyin sərbəst düşüncə tərzi, düşünülmüş arqumentləri müəllimlərini heyrətə salırdı, tələbələr isə onu öcəşkən adlandırırdılar, çünki, Aristotelin əsərləri haqqında gedən mübahisələr çox vaxt Qalileonun öz opponentləri üzərində kəskin istehzasına keçirdi.

Təbabət Qalileyi maraqlandırmırdı. Doğrudur, o vaxtdan onda bir adət qalmışdı – nəbzin vurmasından vaxtı ölçmək üçün istifadə etmək. 1582-ci ildə o bir neçə rəqqas düzəltmişdi. Onların yellənməsini müşahidə etməklə Qaliley rəqslərin izoxronluğunu (*yun.* izos – "bərabər", "eyni"; xronos – "vaxt", "zaman") kəşf etmişdi: sapdan asılmış yükün rəqs periodu ancaq sapın uzunluğundan asılıdır, yükün ağırlığından və rəqsin amplitudasından asılı deyil.

İkinci kursda Qaliley həndəsədən mühazirə dinləməli olur, riyaziyyata meyil göstərir və çox heyifsilənir ki, təbabəti ata bilməyəcək. Dördüncü kursda oxuyarkən ona təqaüd təyin etmədilər. Təminatsız qaldığına görə 1585-ci ildə universiteti atıb evə qayıtdı ki, riyaziyyat və fizika ilə məşğul olsun.

Florensiyada Qalileo atasından gizli olaraq ailənin dostu Ostilio Riççidən riyaziyyat dərsi alırdı. Artıq bir ildən sonra Evklidin əsərlərini oxumağa başladı. 1586-cı ildə o, iki balaca iş yazdı: hidrostatik tərəzinin layihəsi haqqında və bərk cismin ağırlıq mərkəzini təyin etmək haqqında. Vinçentso Qaliley bu işləri oxudu və ondan sonra oğlunun riyaziyyatla məşğul olmasına mane olmadı.

Qalileyin ilk işləri Toskana hərbi istehkamlarının müfəttişi, mexanik və həndəsəçi Qvidobaldo del Monteni maraqlandırdı. Onlar dostlaşıb Florensiyada elm həvəskarları dərnəyini təşkil etdilər. Qaliley getdikcə məşhurlaşırdı. 1589-cu ildə o, Piza Universitetində riyaziyyat professoru vəzifəsini tutdu. Riyaziyyat professorunun məvacibi tibb professorunun məvacibindən 30 dəfə az idi. Buna baxmayaraq, Qaliley bu təyinatdan məmnun idi. O, indi müstəqil həyata başlaya və elmi fəaliyyətlə məşğul ola bilərdi.

Qalileyin vəzifəsinə həndəsə, təbiət fəlsəfəsi və Aristotel-Ptolemey astronomiyasından mühazirələr oxumaq daxil idi. Fəlsəfəyə dair mühazirələrdə Qaliley çox vaxt Aristotelin fiziki ideyalarını şübhə altına alır və öz doğruluğunu sübuta yetirmək üçün yerindəcə təcrübələr qoyurdu. Məsələn, o, ağacdan və metaldan hazırlanmış eyni ölçülü kürəciklərin hamar və maili nov üzərində hərəkətini nümayiş etdirirdi. Təcrübə göstərirdi ki, kürəciklərin təcil alması onların kütlələrindən asılı olmayıb, yalnız novun meyil bucağından asılıdır. Bu isə Aristoletin "düşən cismin kütləsi nə qədər böyük olarsa, həmin cismin düşmə sürəti də bir o qədər böyük olar" fikrinə zidd idi. Cisimlərin düşmə qanunları haqqında ilk təcrübə və düşüncələrini Qaliley özünün "Hərəkət haqqında" (1590) kiçik bir əsərində şərh etmişdi.

1592-ci ilin payızında Qalileyə Avropanın ən qədim universitetlərindən biri sayılan Paduya Universitetində riyaziyyat kafedrası verilir. Paduya qüdrətli Venesiya Respublikasının tərkibinə daxil idi. Şekspir məhz onu "Otello"su üçün səhnə seçmişdi (Şekspir və Qaliley yaşıd idilər). Qaliley bu universitetdə də yenə Evklid həndəsəsi, Ptolemey astronomiyası və Aristotel fizikası kurslarını oxuyurdu. O, həmişə gözəl mühazirəçi olmuşdu, lakin orta əsr avtoritetlərinin əleyhinə yönəlmiş hər hansı bir hücumu indi özünə rəva bilmirdi. Burada, Venesiyada elə keçmiş Cordano Bruno artıq inkvizisiyanın zindanında idi.



Piza kilsəsi. Arxa planda məşhur "Yıxılan qüllə" görünür. Qaliley orada öz fiziki təcrübələrini aparırdı.

Paduya dövrü Qalileyin elmi fəaliyyətinin ən parlaq dövrü idi. Bu dövrü onun həyatında ən uğurlu dövr hesab etmək olar. Onun hamının üzünə açıq olan mühazirələrinin dinləyiciləri hərbi-mühəndis işi sahəsində təhsil almaq istəyən gənc aristokratlar idi. Qaliley onlar üçün fortifikasiya və ballitstika kurslarını oxuyurdu. O, Pizada, həmçinin özü tərəfindən ixtira edilmişlər də daxil olmaqla müxtəlif mexanizm və cihazların hazırlandığı emalatxana açmışdı. Müasir termometrlərin sələfi olan Qaliley termoskopu, həmçinin tezliyi ölçmək üçün cihaz-metronom məhz burada hazırlanmışdı. Onun mühazirələrinin əlyazma mətnləri, mexanika və astronomiyaya dair dərsliklər təkcə İtaliyada deyil, bütün Avropada məşhur idi.

1597-ci ildə Qalileyin İohann Keplerlə yazışması başlanır. Kepler özünün Kopernik mövqeyindən yazılmış "Kainatın sirri" adlı ilk kitabını Qalileyə göndərmişdi. Qaliley Keplerə Kopernikin baxışlarını bölüşdüyünü bildirərək yazırdı: "Onun nöqteyi-nəzərinə istinad

Qalileyin baxış borusu.



Fəlsəfənin kitabı ondan ibarətdir ki, o hər zaman gözümüzün qabağında açıqdır, lakin o bizim əlifbamızdan fərqli hərflərlə yazıldığından, onu hamı oxuya bilmir: bu cür kitabın hərflərini aşağıdakılar təşkil edir: üçbucaqlar, dördbucaqlar, dairələr, kürələr, konuslar, piramidalar və başqa riyazi fiqurlar.

(Qalileo Qaliley)

CORDANO BRUNO

Bruno astronom deyildi: o göy cisimlərinin müşahidələrini aparmır və hesablamalarla məşğul olmurdu. Buna baxmayaraq, onun əsərlərinin və ideyalarının əhəmiyyəti astronomiya tarixində, ümumiyyətlə, təbiətşünaslıqda çox böyükdür. Bu tale sahibi olmasaydı, bəşər tarixi, bəlkə də, xeyli kasıblaşardı. Filosof, mütəfəkkir, öz zəmanəsinə görə heyrət ediləcək dərəcədə cəsarətli olan yeni bir dünyagörüşü mənzərəsinin yaradıcısı, fərqli düşünən, hətta üsyankar olan, həqiqətə xidmətində heç bir güzəştə getməyən insan...

Filippo – bu ad ona xaç suyuna salınan anda verilmişdi – 1548-ci ildə Neapol yaxınlığındakı Nola şəhərciyində, orduda xidmət edən kasıblaşmış bir zadəgan ailəsində anadan olmuşdur. O, ömrü boyu özünü "nolanlı", öz fəlsəfəsini isə "Nolan" fəlsəfəsi adlandırmış, bununla da kiçik şəhərciyini məşhurlaşdırmışdı. 17 yaşında Bruno Dominikan ordeninə məxsus bir katolik kilsəsinin rahibi olur və yeni – Cordano adını götürür.

Cavan rahib monastırda yaxşı təhsil almışdı. Cordano Romaya çağırılmış və çox ümidlər verən bu gənc Papa V Piyə təqdim edilmişdi. Lakin kilsə karyerası onun işi deyildi. Kafirlikdə suçlandırılan 28 yaşlı Bruno Cenevrəyə qaçdı. Alimin Avropada çoxillik səyahətləri beləcə başlandı.

Bruno 1584-cü ildə Londonda italyan dilində (latın dili hələ də elmin qəbul olunmuş dili hesab olunurdu) onun adını əsrlərdə əbədiləşdirən "Sonsuzluq, Kainat və aləmlər" adlı əsərini çap etdirir. Zəmanənin ənənəsinə görə kitab müxtəlif baxışları ortaya qoyan bir neçə həmsöhbət arasında aparılan dialoqlar əsasında yazılmışdı.

Cordano Bruno Kopernik təliminin qəti müdafiəçisi kimi çıxış edirdi ki, bu da hakim ənənələrə hörmətsizlik kimi qiymətləndirilirdi. Lakin o, bununla da kifayətlənmirdi, "Kainat sonsuzdur" söyləyirdi. Onun vahid bir mərkəzi yoxdur və ola da bilməz. Özündən əvvəlki astronomlar kimi, Kopernik də düşünürdü ki, Kosmos "hərəkətsiz ulduzlar sferası" ilə məhdudlaşır. Bruno isə başgicəlləndirici bir ideya irəli sürdü: ulduzlar bizdən çox böyük və həm də müxtəlif məsafələrdə olan başqa günəşlərdir. Göydə saysız-hesabsız ulduzlar, bürclər, günəşlər və yerlər var. Biz idrakımızla onların sonsuz sayda olması barədə düşünürük. Demək lazımdır ki, görünən göy cisimlərindən başqa, bizə hələ məlum olmayan kosmik obyektlər də mövcuddur. Digər ulduzlar-günəşlər ətrafında bizimkinə bənzər planet sistemləri fırlanır. Ulduzlardan fərqli olaraq, planetlər öz işıqları ilə deyil, əks olunan işıqla işıqlanır. Günəş də, planetlər kimi, öz oxu ətrafında fırlanır – ümumi hərəkət Kainatın qanunudur. Günəş sistemində əvvəldən məlum olan 6 planetdən başqa, uzaq olduqları üçün gözlə görünməsi mümkün olmayan planetlər də mövcuddur.

Aləmlər – planetlər və günəşlər – daim dəyişməkdədir, yaranır, təkamül mərhələlərini keçir və məhv olur. Yer səthi də dəyişməkdədir. Böyük zaman kəsiyində "dənizlər kontinentlərə, kontinentlər isə dənizlərə çevrilir". Nəhayət, həyat təkcə Yerdə mövcud deyildir, o, bütün Kainata yayılmışdır. Müxtəlif planetlərdə müxtəlif şəraitlər mövcud olduğu kimi, həyatın formaları da sonsuz dərəcədə rəngarəngdir. Kainatda həyatın mövcudluğu labüd olaraq şüur da yaradır, özü də digər planetlərin şüurlu varlıqları bizim insanlara oxşamaya da bilər, çünki Kainat sonsuzdur və onun daxilində həyatın bütün formaları üçün yer vardır.

O vaxtlar bu ideyalar fantastik, gözqamaşdırıcı və hədsiz cəsur görünürdü. Bu ideyalar onun müasirlərinə məlum olan dünya təsəvvürlərini, tanış olduqları dünyanın mənzərəsini bütünlüklə alt-üst edirdi.

Bruno israr edirdi: "Kainatın qapalı və məhdud olduğunu söyləmək ən azı yaradıcı Tanrının qüdrətini şübhə altına almaq deməkdir, bir halda ki, Tanrı sonsuzluğu yarada bilərdi və deməli, onu yaratmalı idi".

Bruno özünü "akademiyasız akademik" adlandırırdı. O, universitetlərdə dərs deməyə cəhd göstərmişdi. Auditoriyalarda uğur qazanmasına baxmayaraq, hakimiyyət tərəfindən təqib olunduğu üçün o, iş yerlərini bir-birinin ardınca tərk etməli olurdu. Buna baxmayaraq, o yazırdı və yeni kitablar nəşr etdirirdi.

1592-ci ildə Cordano vətənə qayıtdı. O, Venesiyada həmin elmlərə maraq göstərən Covanni Moçeniqo adlı varlı bir şəxsin evində qalırdı. Moçeniqo inanırdı ki, alim olan qonaq, daşları qızıla çevirə bilər. Lakin Cordano "sirli biliyi" açmadıqda, hiddətlənmiş Moçeniqo onu inkvizisiyanın əlinə verdi. Brunonun həbsi barədə xəbər tutan Roma Papası VIII Klement müstəqil Venesiya Respublikasından Brunonun ona verilməsini tələb etdi. Venesiyanın məhkəmə hakimiyyəti Brunoya belə bir xasiyyətnamə vermişdi: "O küfr söyləməklə ağır cinayət törətmişdir, lakin o, ən görkəmli və nadir dahilərdən biri olub, qeyri-adi biliklərə malikdir və çox gözəl nəzəriyyə yaratmışdır". Buna baxmayaraq, 1593-cü ildə Brunonu Roma kilsə hakimiyyətinə təhvil verdilər.

Bruno inkvizisiya həbsxanasında uzun illər keçirir. Ondan kafirlik nəzəriyyəsindən əl çəkməsini tələb edirdilər. Öz fikirlərini açıq-aşkar müdafiə etməklə o, istintaq qarşısında nadir mərdlik və ləyaqətlə dayandı. "Mən bilavasitə xristian dininə zidd olan şeyləri öyrətməmişəm, amma buna baxmayaraq, dolayısı yolla ona qarşı çıxış etmişəm" sözlərini inkvizisiya məhkəməsi müstəntiqlərinin üzünə söyləməsi görünməmiş bir hadisə idi.

Bruno barəsində ölüm hökmü 1600-cü il fevralın 8-də çıxarıldı. "Görünür, siz daha böyük qorxu hissi ilə mənim barəmdə ölüm hökmü çıxarırsınız, nəinki mən onu dinləyirəm! – deyə məhkum olunmuş Bruno söylədi və əlavə etdi: – Yandırmaq heç də təkzib etmək demək deyildir". Fevralın 17-də Bruno inkvizisiya adətlərinə görə Romada, Güllər meydanında diri-diri tonqalda yandırıldı.

edərək, mən bir sıra təbii hadisələrin səbəblərini tapmışam. Mən Ptolemey tərəfdarlarının bir çox dəlillərinə qarşı tutarlı təkziblər hazırlamışam. Ancaq müəllimimiz Kopernikin taleyini gözlərim önünə gətirərək, hələ də onların işıq üzü görməsinə qərar verə bilmirəm. Çox az adamlar üçün o, ölümsüzlük rəmzi, sonsuz sayda çoxluq üçünsə – kütbeyinlərin sayı məhz bu qədərdir – o, istehza və rişxənd hədəfidir. Sənin kimi insanlar çox olsaydı, mən daha cəsarətli olardım... Təəssüflər olsun ki, filosofluq etməyin kor-koranə üsulları ardınca getməyib, həqiqət axtarışında olan insanlar çox deyildir".

1604-cü il oktyabrın 10-da İlandaşıyan bürcündə əvvəllər məlum olmayan yeni ulduz alışdı. Parıltısının maksimumunda o, Yupiterdən daha parlaq idi. Qaliley həmin ulduzu 1605-ci ilin sonuna kimi müşahidə etdi. İndi artıq məlumdur ki, bu bizim Qalaktikada alışan ifratyeni ulduz olub. Qaliley bu ulduza universitetdə üç mühazirə həsr etmişdi ki, həmin mühazirələrə də mindən artıq adam gəlmişdi. Göy üzündə təzəcə peyda olmuş bu ulduzla çoxları maraqlanırdı. Ulduz həmişə göy qübbəsinin eyni yerində qaldığından Qaliley israr edirdi ki, Ay və planetlərə nisbətən ulduz Yer kürəsindən daha uzaqdadır. O belə bir fərziyyə irəli sürdü: yeni ulduz Günəş tərəfindən işıqlandırılan Yer buxarlanmalarının sıx topasıdır. Bu topa tərpənməz ulduzların sahəsinə qalxmışdır. Əlbəttə, Qalileyin fərziyyəsində sonralar təsdiq oluna biləcək heç nə yox idi, lakin onun mühazirələri öyrədirdi ki, hətta bu günün özündə belə, təxmini də olsa, düzgün izah edilməsi mümkün olmayan hadisələr mövcuddur. Hollandiyada müşahidə borusunun icad edilməsi barədə xəbərlər Venesiyaya 1609-cu ilin may ayında çatır. Qaliley dərhal Paduyaya yola düşür və öz emalatxanasında belə bir alətin quraşdırılması

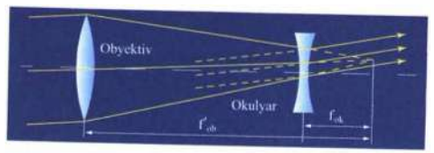


Bakış borusunun ilk təsviri. Brüssel. XIII əsr.



Uraniya muzası (incəsənət və elm ilahəsi) ulu astronomların əhatəsində. Niderland qravürası. XVII əsr.

Qalileyin teleskop sistemində şüaların yolu.



Bütün möcüzələrdən ən böyüyü odur ki, mən dörd yeni planet kəşf etmiş və onlara xas olan öz hərəkətlərini və bir-birinə nisbətən, habelə başqa ulduzların hərəkətlərinə nisbətən onların hərəkətlərindəki fərqləri müşahidə etmişəm. Bu yeni planetlər başqa çox böyük ulduzun ətrafında, eynilə Venera və Merkuri kimi, ola bilsin, digər məlum planetlər Günəş ətrafında hərəkət edir.

(Qalileo Qaliley)

üzərində işləyir. Elə ilk gecə o, borunun quruluşunu öyrənir və görüntünü üç qat böyüdən bir boru düzəldir.

1609-cu ilin avqust ayında Qalileo Qaliley görüntünü 30 qat böyüdən boru hazırlayır. Borunun uzunluğu 1245 mm idi; onun obyektivi diametri 53 mm olan qabarıq gözlük linzası idi, səthi çökük okulyar isə 25 dioptriya optik gücünə malik idi. Burada, Qalileyin özünün təqdim etdiyi kimi, eynək şüşəsindən istifadə edilməmişdi. O, çox güman ki, borunun böyütməsini necə artırmağı başa düşürdü, lakin bu barədə yazmamağı üstün tutdu. Onun teleskopu həmin dövrün müşahidə borularından bir tərtib güclü və daha yaxşı idi. Ən əsası budur ki, Qaliley ilk olaraq müəyyən etdi ki, müşahidə borusunun əsas elmi təyinatı – göy cisimlərinin müşahidəsidir. Böyütməsi 30 qat olan boru vasitəsilə Qaliley

Qalileyin "Ulduz müjdəçisi" kitabının titul səhifəsi.

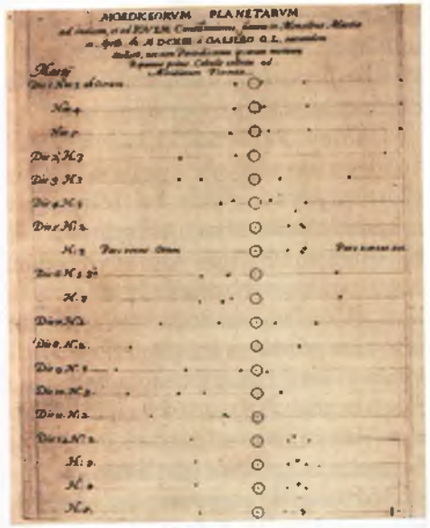

SIDEREVS
NVNCIVS
MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO
PERSPICILLI
QVATVOR PLANETIS
MEDICEA SIDERA
NVNCVPANDOS DECREVIT.
VENETIIS, M DC X

öz teleskop kəşflərini həyata keçirmişdi. Həmin boru indiyədək Florensiya muzeyində saxlanılır. Borulardan birini Qaliley düşmən donanmasının tez aşkar edilməsi üçün yararlı olan bir cihaz kimi Venesiya hökmdarına bağışlamışdı. Nəticədə o, səxavətlə təltif edilmiş və məvacibi üç dəfə artırılmaqla ömürlük Padya Universitetinin professoru vəzifəsində təsdiq edilmişdi.

Qaliley, ilk növbədə, Ay müşahidələrinə başladı. O, Ay mənzərəsini – sirkləri və kraterləri, dağ silsilələrini və zirvələri, eləcə də dəniz adlandırdığı bir neçə qara ləkəni gördü. Ayın səthi Yerin səthi ilə oxşar idi.

1609-cu ilin sonu və 1610-cu ilin əvvəlində Qaliley teleskop vasitəsilə göyün ilk müşahidəsinə başlamışdı. O müəyyən etdi ki, Ağ Yol nəhəng ulduz topalarından savayı başqa bir şey deyildir. Ulduzlar öz "müəmmalı" ölçülərini itirmişdi və aydın olmuşdu ki, onlar, Kopernikin güman etdiyi kimi, həqiqətən də, Yerdən çox uzaq məsafədə yerləşir. 1610-cu il yanvarın 7-nə keçən gecə Qaliley Yupiter yaxınlığında üç ulduz gördü. Sonrakı müşahidələr zamanı əmin oldu ki, onlar Yupiter ətrafında qalan və vəziyyətini Yupiterə görə dəyişən peyklərdir.

1610-cu ilin mart ayında Qalileyin dünyanı yeni astronomik kəşflər barədə agah edən "Əhəmiyyətli və yüksək dərəcədə heyrətləndirici, maraqlı mənzərələri aşkar edən ulduz müjdəçisi..." əsəri işıq üzü gördü. O, Ay haqqında yazırdı: "Ayın səthi, bir fəlsəfi məktəbin güman etdiyi kimi, tam hamar, kələkötürsüz və kürə formasında deyil. Əksinə, onun səthi hamar deyil, hər tərəfdən yüksək dağlar və dərin dərələrlə kəsişən Yerin səthi kimi, çuxurlar və yüksəkliklərlə doludur". Qaliley Aydakı dağların hündürlüyünü kölgələrin uzunluqlarına görə ölçərək, onun təqribən



7 km olduğunu müəyyənləşdirmişdi. O, Ay diskinin "kül işığını" təzə Ay fazası yaxınlığında müşahidə edirdi və bunu Ayın tutqun səthinin bu zaman Yer səthindən əks olunan Günəş şüaları ilə işıqlandırılması ilə izah edirdi.

Yupiterin peyklərinin müşahidələri haqqında Qaliley yazırdı: "Mən onları tərpənməz ulduzlar hesab etdiyinə baxmayaraq, onların ekliptikaya paralel düz xətt üzərində yerləşməsi məni təəccübləndirmişdi... iki ulduz şərq tərəfdə, digər ulduz isə qərb tərəfdə yerləşmişdi... Lakin Allahın hökmü ilə yanvarın 8-də müşahidələrimi təkrar apararkən tam fərqli yerləşmə müəyyən etdim – ulduzların üçü də Yupiterdən qərb tərəfdə, planetə və bir-birinə yaxın yerləşmişdi..." O daha sonra yazırdı: "Təkzibedilməzdir ki, onlar Yupiter ətrafında və onunla birgə on iki ildə bir dəfə – dünyanın mərkəzi yaxınlığında dövr edir...

Burada biz planetlərin Günəş ətrafında dövr etməsinin Kopernik sistemi ilə barışan, Ayın Yer ilə birgə Günəş ətrafında illik dövr etməsi ilə çaşqın vəziyyətə düşən və bu dünya sistemini rədd edən insanlara qarşı gözəl dəlil əldə edirik. Lakin indi biri digərinin ətrafına və sonuncu ilə Günəş ətrafına fırlanan təkcə bir planet deyil, Yupiter ətrafında və onunla birgə Günəş ətrafında fırlanan düz dörd planet var".

Yeni kəşfini Qaliley öz şagirdi – Böyük Toskana hersoqu II Kozimo Mediçiyə həsr etmişdi və yeni planetlərə Mediçi göy cisimləri adını vermişdi.

Elmi kəşflər hələ heç vaxt mədəni dünyaya bu dərəcədə heyrətləndirici təsir bağışlamamışdı. Qaliley məşhurlaşdı. Fransa kralı IV Henrix işarə etmişdi ki, əgər alim onun adını hansı ulduzasa verərsə, səxavətlə mükafatlandırılacaq. Qaliley Piza Universitetinin ekstraordinar professoru oldu (bununla bərabər o, mühazirələr oxumaqda borclu deyildi) və Böyük Toskana hersoqunun Birinci riyaziyyatçısı və filosofu titulunu aldı.

Lakin rəsmi elm aləmi "Ulduz müjdəçisi"ni şübhə ilə qarşıladı. Qaliley kitabın bir nüsxəsini Keplerə göndərdi və onu müdafiə etməsini xahiş etdi. Kepler cavab göndərdi və onu "Ulduz müjdəçisi ilə söhbət" adı altında nəşr etdirdi. "Söhbət"də Kepler Qaliley müşahidələrinə tam etibar etdiyini bildirdi. O, Yupiterin "ulduzlarına" və Aya yeni ad – "peyk" adı verilməsini təklif etdi. Kepler əmin idi ki, digər planetlərin də peykləri mövcuddur.

Qaliley "Söhbət"də Keplerə məxsus fikirlərin bir çoxunu dəyərləndirə bilməmiş, bəlkə də, qəbul etmək istəməmişdi. O, planetlərin ellipslər üzrə qeyri-müntəzəm hərəkəti haqqında Keplerin qanunlarının üstündən sükutla keçdi. O, həmçinin dəniz qabarmalarının Ayın cazibəsi ilə bağlılığı və ümumiyyətlə, göy cisimlərinin qarşılıqlı cazibəsi haqqında Keplerin dahiyanə uzaqgörənliyini də qəbul etməmişdi.

Buna baxmayaraq, Keplerin dostluq köməyi Qaliley üçün vacib idi. "Söh-



Qalileyin teleskopları.

◄ Yupiterin peyklərinin Qaliley tərəfindən çəkilmiş şəkilləri.

Qaliley öz teleskopunda Saturnun halqalarını belə görürdü.



Yupiter peyklərinin, Venera fazalarının, Günəş ləkələrinin və s. kəşfi üçün teleskopun mövcudluğu və bir qədər də əməksevərlik tələb edilirdi. Lakin göz önündə durub, anlaşılması çətin olan hallarda təbiət qanunlarını kəşf etmək üçün qeyri-adi bir dahiyə ehtiyac duyulurdu...

(Jozef Lui Laqranj. "Mexanika")

bət"ə cavabında Qaliley yazırdı: "İnsanların səfehliyi, əziz Kepler, həqiqətən, gülməlidir". Piza Universitetinin öncül filosofları haqqında nə deyəsən, onlar min dəfələrlə dəvət olunmalarına baxmayaraq, aspid təkidi ilə heç bir planetə, Aya, teleskopa belə baxmaq istəmirlər. Bu cür insanlar düşünürlər ki, fəlsəfə "Odisseya" kimi bir kitabdır və onların sözü ilə desək, həqiqəti təbiətdə yox, mətnlərin tutuşdurulmasında axtarmaq lazımdır. Eşitsəydin buradakı gimnaziyanın birinci alimi Böyük Toskana hersoqunun yanında mənə qarşı nələr söyləyirdi, o, sehrli ovsuna bənzər məntiq dəlilləri ilə göydəki bütün yeni planetləri yığışdırmaq istəyirdi".

Bir çox məsələlərdə Kepler Qalileydən daha uzaqgörən idi. O başa düşürdü ki, planetlər Günəşin təsiri altındadır və buna görə də onların hərəkətini qüvvələrin təsirindən azad, yəni əhatəli hesab etmək olmaz. Qaliley isə güman edirdi ki, göy cisimləri qarşılıqlı əlaqədə deyildir, israr edirdi ki, əsl hərəkət çevrə boyunca ədalətli hərəkətdir. O, Keplerin "Dioptrika"-sında baş sındırmadı və öz teleskopunu təkmilləşdirmək imkanını əldən verdi. Hələ Qalileyin sağlığında Kepler teleskopları onun teleskoplarından daha üstün tutulurdu. Çox güman ki, Qaliley hər yeni kəşfinə mistik məna verən Keplerin düşüncələri ilə razı deyildi.

Teleskop vasitəsilə ekranda Günəşin müşahidəsi. XVII əsr rəssamının çəkdiyi şəkildən.



Qaliley Paduyada 18 il keçirdi. 1610-cu ilin sentyabr ayında o, doğma Florensiyaya qayıtdı və teleskopla müşahidələrini davam etdirdi. Burada o, Saturnu müşahidə edir və yenidən, 1610-cu ilin iyununda Padyada olduğu kimi, Saturnun ətrafında ulduzabənzər əlavələr gördü və bu planetin üç tərkibdən ibarət olduğu haqqında düşünməyə başladı. Yalnız 1655-ci ildə Xristian Hüygens başa düşdü ki, Qaliley Saturnun halqalarını görübmüş.

1610-cu ilin oktyabr ayında Qaliley Florensiyada Ayın fazalarına bənzər Veneranın fazalarını kəşf etdi. Alim belə bir nəticəyə gəldi ki, Venera və digər planetlər özlərindən işıq saçmır, yalnız Günəş şüalarını əks etdirir. Bununla belə, planetin fazalarının dəyişməsi belə fikir söyləməyə əsas verdi ki, Venera Yer ətrafında yox, Günəş ətrafında fırlanır.

Elə həmin vaxtlar Qaliley Günəşin üzərində tutqun ləkələr olduğunu aşkar etdi. Həmin ləkələri 1610-cu ilin sonunda və 1611-ci ilin əvvəlində, Qalileydən asılı olmayaraq, ingilis riyaziyyatçısı Herrison, holland astronomu Yohannes Fabritsius və alman yezuit-alimi Xristof Şeyner də teleskopları vasitəsilə müşahidə etdilər. Bütün müşahidəçilər ləkələrin Günəş diski boyunca şərqdən qərbə doğru yerini dəyişdiyini qeyd edirdilər. Şeyner hesab edirdi ki, ləkələr Günəş ətrafında hərəkət edən kiçik planetlərdir. Fabritsius da, Qaliley kimi, anlamışdı ki, ləkələr fırlanmaqda olan Günəş üzərindədir. Elə buna görə də Günəş diskinin ortasında ləkənin sürəti daha çox, diskin kənarına çatdıqda isə az olur.

Qaliley müəyyən etmişdi ki, ləkənin mərkəzi hissəsi onun kənarlarından daha tutqundur və ləkələr qruplarla peyda olur, çox vaxt Günəş ekvatorunun hər iki tərəfində iki qurşaq həddində müşahidə olunur və Günəşin qütbləri yaxınlığında görünmür.

***

Yeni kəşflər Kopernikin dünya sistemini təsdiqləyirdi. Qaliley öz müşahidələri və dünyanın heliosentrik sistemi barədə böyük bir elmi əsər yazmaq istədi. 1611-ci ilin yazında o, Vatikanı Kopernik sisteminin doğru olduğuna inandırmaq və nəzərdə tutduğu kitabının buraxılmasına icazə almaq üçün Romaya getdi. Romada Qaliley Papa kollegiyasının üzvləri qarşısında bir neçə məruzə ilə çıxış etdi, yezuit atalara teleskopla Aydakı dağları, Yupiterin peyklərini, Günəş üzərindəki ləkələri və Ağ Yolun ulduzlarını göstərdi. Roma kollegiyası Qalileyin kəşflərini bəyənib qəbul etdi və küfr ittihamını üzərindən götürdü. İnkvizisiya rəhbəri kardinal Belarmino Qalileylə katolikin Bibliya ilə əlaqədar Kopernik sisteminə necə baxmalı olması problemini müzakirə etdi.

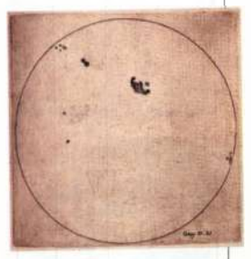
1613-cü ildə Qaliley "Günəş ləkələrinin tarixi və nümayiş etdirilməsi" kitabını nəşr etdirdi. Bu əsərində o, birmənalı olaraq heliosentrik sistemin tərəfdarı kimi çıxış edirdi. Qaliley kitabında ləkələrin kəşfi ilə bağlı Şeyner qarşısında öz üstünlüyünü müdafiə edir və ləkələrin planet olmayıb, Günəş üzərində olduğunu sübut edirdi. Onun kitabı ən yüksək kilsə dairələri tərəfindən bəyənildi, lakin elə həmin vaxtlar Qalileyin əleyhdarları baş qaldırmağa başladılar.

İş elə gətirdi ki, Toskana hersoqunun sarayında ziyafət zamanı fizik Boskalya hersoginya Kristinaya Kopernikin nəzəriyyəsi ilə bağlı öz şübhələrini bildirdi. Bu söhbətdə Qalileyin şagirdi abbat Kastelli də iştirak edirdi. O, Bib-

Mənə elə gəlir ki, senyor Qalileo təxmini fikir söyləyərək, öz müdrikliyini nümayiş etdirir. Mən həmişə hesab edirdim ki, Kopernik də bu yönümdə fikir söyləyirdi. Çünki əgər Yerin hərəkəti və Günəşin hərəkətsizliyi haqqında fərziyyə hadisələri epitsikllərdən daha aydın təsvir etməyə imkan verirsə, deməli, bu, çox yaxşı fikirdir və heç bir təhlükə törətmir. Riyaziyyatçı üçün bu tam amilə kifayətdir. Lakin Günəşin, həqiqətən, dünyanın mərkəzi olması və yalnız öz oxu ətrafına fırlanması, şərqdən qərbə hərəkət etməməsi, Yerin üçüncü göydə yerləşməsi və böyük sürətlə Günəş ətrafında fırlandığını söyləmək Müqəddəs Kitabımızın müddəalarının yalan olduğunu təsdiqləmək, Müqəddəs imanımıza ziyan gətirmək demək olardı.

(Kardinal Roberto Bellarminonun məktubundan. 1615-ci il)

liyanın astronomiya ilə münasibətinin müzakirə olunmasında və bunun üçün Qalileyə müraciət edilməsində təkid edirdi. 1613-cü ilin dekabr ayında Qaliley Kastelliyə məktub yazdı və Bibliyanın şərhində ehtiyatsızlığa yol verdi. Tezliklə bu məktub geniş kütlələr arasında yayıldı və ilahiyyatçı dairələrdə hiddətlə qarşılandı. Dominikanlı Kaççini 1614-cü ilin əvvəlində öz məzəmmətləri ilə Qalileyin üstünə düşdü və elan



▲ Günəş ləkələrinin Qaliley tərəfindən çəkilmiş şəkli.

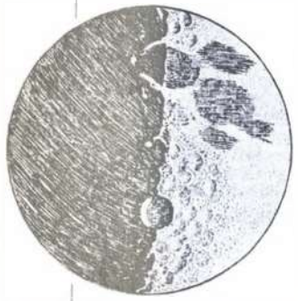


◄ Qalileyin "Prob işləri ustası" kitabının titul vərəqi.

Qalileyin çəkdiyi şəkillərlə əlyazmasından səhifə.



Ay.
Qalileyin çəkdiyi şəkil.



Qalileyin "Dialoqlar"ının titul vərəqi.



etdi ki, xristian dini Yerin hərəkəti haqqında təlimlə bir araya gətirilə bilməz. Qalileyin məktubunun surəti inkvizisiyaya daxil oldu və 1615-ci ilin fevralında alimə qarşı məhkəmə işi qaldırıldı.

Qaliley elə həmin il "Böyük hersoginya Kristinaya məktub" başlığı altında bir traktat yazdı. Həmin məktubda o, ikili qarşılanan həqiqət nəzəriyyəsini inkişaf etdirirdi. Bir tərəfdən, təcrübələrdə və sübutlarda üzə çıxan elmi həqiqətlər, digər tərəfdən isə, iman, dini həqiqətlər vardır. Bunlar iki fərqli dünyadır, bir-birindən asılı olmayan müstəqil ruh sahələridir. Bilik əsl imana hakim ola bilməz, din isə elmə. Qalileyin zəmanəsində həqiqətin inhisarına əsas iddialar Kilsə tərəfindən irəli sürülürdü.

"Mənə elə gəlir ki, təbii problemlərin müzakirəsi zamanı biz Müqəddəs Kitabın mətnlərinə yox, hissi təcrübələrə və zəruri dəlillərə istinad etməliyik. Təbiət amansızdır və özü tərəfindən yazılmış qanunların sərhədlərini heç vaxt pozmur və ona heç maraqlı da deyil ki, onun gizli aləminin sirlərini insan ağlı dərk edir, ya yox. Mən belə hesab edirəm ki, gözlə görünən və ya məntiqi sübutlar əsasında müəyyən olunan təbiət hadisələrinə aid olunan hər bir şey şübhə yaratmamalı və Müqəddəs Kitabın mətnləri əsasında iradlara məruz qalmamalıdır". Əlbəttə ki, həmin məktub da inkvizisiya tərəfindən işə qatılmışdı.

Qaliley vəziyyətinin möhkəm olduğuna və öz himayədarı Kozimo Mediçinin qüdrətinə inanırdı. 1615-ci ilin dekabr ayında o, Papa V Pavel qarşısında özünü müdafiə etmək üçün Romaya gəldi. 1616-cı il fevralın 24-də Roma inkvizisiyasının Müqəddəs Kollegiyası belə bir yekun rəy çıxardı ki, Yerin hərəkəti haqqında təlim "yalan və mənasızdır, formal cəhətdən küfrdür və Müqəddəs Kitaba ziddir". Fevralın 25-də kardinal Bellarmino öz şəxsi iqamətgahında Qalileyə öyüd-nəsihət verirdi.

1616-cı il martın 5-də Kopernikin nəzəriyyəsini qadağan edən dekret işıq üzü gördü. Heliosentrik sistem göy cisimlərinin koordinatlarının daha dəqiq hesablanması üçün yalnız riyazi fərziyyə kimi qəbul olunurdu.

1623-cü ildə Qalileyin "Prob işləri ustası" adlı kitabı çapdan çıxdı. Həmin kitabı alim yeni Papa VIII Urbana həsr etmiş və onun tərəfindən iltifatla qəbul olunmuşdu. 1624-cü ilin yazında Qaliley Romaya yola düşdü və onun şərəfinə təşkil olunmuş rəsmi qəbulda Urbanla söhbət etdi. Papa Qalileyə hədiyyələr bağışladı, lakin öz sələfinin dekretinin ləğv olunması barədə heç nə eşitmək belə istəmədi. Alim başı üzərindəki qara buludların artıq dağılmasına nail olduğu əminliyi ilə Florensiyaya qayıtdı.

Qaliley Kopernik nəzəriyyəsinin müdafiəsinə həsr edilmiş "Dünyanın iki ən mühüm sistemi – Ptolemey və Kopernik sistemləri haqqında dialoq" adlı birinci elmi-maarifləndirici kitabı üzərində işini başa çatdırdı. Əlyazma 1629-cu ilin sonunda hazır idi. İtalyan dilində yazılan bu kitab İtaliyanın bütün təhsilli adamları tərəfindən qavranıla bilərdi. Qaliley Platonun ənənəsindən – müxtəlif baxışlı insanların söhbətindən istifadə etmişdi. Kitabın çapına icazə almaq üçün 1630-cu ildə o, Romaya yola düşdü. Kitabın bəyənilməsi üçün Qaliley onun yalnız müqəddiməsi və xülasəsini Romaya göndərmişdi. 1632-ci ilin əvvəlində üzərində Roma qrifi ilə "Çapına icazə verilib" sözləri yazılmış ilk nüsxələr işıq üzü gördü.

"Dialoq" dörd gün davam edir və üç həmsöhbət tərəfindən aparılır. Onlardan ikisi Qalileyin vaxtsız vəfat etmiş iki dostu – florensiyalı alim Filippo Salviati və hər şeyi bilmək istəyən Salviati və Aristotel təliminin müdafiəçisi, sxolastik Simpliçio (*ital.* "sadəlövh") adlı uydurulmuş şəxs arasında hakimlik edən coşqun venesiyalı Covanni Saqredo tərəfindən aparılır.

Birinci gün həmsöhbətlər Yerin və kosmosun oxşarlığını, Yerin planet adlanmasının mümkünlüyünü müzakirə edirlər. Ayın Qaliley tərəfindən aparılan bütün müşahidələri də nəzərdən keçirilir. Elə həmin gün Aristotelin hərəkət haqqında nəzəriyyəsi ətrafında da müzakirələr aparılır. Salviati Aristotelin çevrə boyunca hərəkətin ən təbii hərəkət olduğu və bütün göy cisimlərinə aid olması fikri ilə razılaşdığını bildirir. (Bu yazılar Keplerin planet orbitlərinin elliptik olduğunun sübutundan 23 il sonra qeydə alınmışdı!)

İkinci gün Yerin öz oxu ətrafında fırlanması barədə söhbət gedir. Salviati və Saqredo qeyd edirlər ki, Yerin hərəkəti onun sakinləri üçün hissedilməzdir, buna baxmayaraq tamamilə təbii halda müşahidə olunan bir çox hadisələri izah etməyə imkan verir.

> Konkret olaraq Günəşin elə bir xüsusiyyəti yoxdur ki, onun köməyi ilə hərəkətsiz ulduzlar aləmindən onu ayıra bilək. Bu səbəbdən də, "hər bir ulduz Günəşdir" fikri məntiqə uyğundur; indi Günəşin digər ulduzlardan azad olması üçün ona nə qədər yer ayırmanızı hesablayın; sonra isə ulduzların saysız-hesabsız olduğunu nəzərə alın və hər bir ulduza elə o qədər yer ayırın; o zaman görəcəksiniz ki, ulduzların tutduğu sahə sizin təsəvvür etdiyinizdən daha artıqdır.
>
> Mənim fikrimə gəldikdə isə, deyə bilmərəm ki, dünyanın sonu var, ya yox, buna görə də mən ümid edirəm ki, bunu tezliklə daha yüksək elmlər sübuta yetirəcəkdir.
>
> *(Qalileo Qaliley)*

Yerin fırlanmasının hiss olunmadığı cisimlərin elə bir xüsusiyyəti ilə bağlıdır ki, Qaliley onu "həkk olunmuş hərəkət", Kepler isə ətalət adlandırmışdı.

Üçüncü gün söhbət Yerin Günəş ətrafında fırlanmasına və Kainatın quruluşuna həsr olunur. Müzakirələr Aya və Günəşə qədər məsafənin ölçülməsinə və optik cihazların xüsusiyyətlərinə həsr olunmuş məlumatlarla başlanır. Sonra isə Mediçi göy cisimlərinin və Günəş ləkələrinin, Veneranın fazaları, planet-

> Zati-müqəddəs işin gedişi ilə tanış olub və verilən ifadələri dinləyərək, Qalileyin işgəncə vasitəsilə dindirilməsinə qərar verdi. Əgər Qaliley buna tab gətirərsə, onda kafirlikdə həddən artıq şübhə doğurduğundan, əvvəlcə fikirlərindən imtina etdirilərək, Müqəddəs İnkvizisiyanın Plenar iclasında Müqəddəs Konqreqasiyanın istəyi ilə həbsə məhkum edilsin. Yerin hərəkəti və Günəşin hərəkətsizliyi haqqında yazılı və ya şifahi tərzdə müzakirələr aparmaq artıq ona qadağan edilsin. Onun tərəfindən yazılmış "Qalileyin dialoqu" adlı kitaba qadağa qoyulsun.
>
> *(Müqəddəs İnkvizisiya Konqreqasiyasının qərarından. 1633-cü il)*



Qaliley inkvizisiya məhkəməsi qarşısında.



Florensiyadakı Santa Kroçe kilsəsinin rahiblərə məxsus artırmasında Qalileyin mavzoleyi.

lərin irəli və geri hərəkət etməsi üzərində müşahidələr təsvir olunur. Salviati Yerin illik hərəkəti nəticəsində ulduzların illik yerdəyişməsinin gözə çarpması probleminə də toxundu. Onun fikrincə, bu yerdəyişmələr ulduzlar çox uzaqda olduğu üçün olduqca azdır. Müşahidələrin dəqiqliyini artırmaqla onları müəyyən etmək və parlaqlığı ilə fərqlənən iki yaxın ulduzun nisbi yerdəyişməsini izləmək mümkündür. Parlaqlığının çox olması ilə fərqlənən ulduzu daha yaxın ulduz hesab etmək olar, o zaman onun illik yerdəyişməsi daha uzaq olan ulduzun yerdəyişməsindən çox olacaq. Qaliley burada XIX əsrdə ulduzların ilk parallakslarını aşkar etməyə imkan verən diferensial parallakslar metodunu təsvir edir. Salviatinin monoloqundan belə bir nəticəyə gəlmək olar: Qaliley hesab edir ki, ulduzlar Günəşdən müxtəlif məsafələrdə yerləşir, yəni o, hərəkətsiz ulduzlarla örtülü olan göy sferası anlayışından faktik olaraq imtina edir.

Dördüncü, sonuncu günün gedişində dəniz qabarmaları və çəkilmələri müzakirə olunur. Qaliley həyatının son günlərinə qədər ümid edirdi ki, qabarmalar Yerin iki hərəkətinin – öz oxu ətrafında fırlanması və Günəş ətrafında dövr etməsinin həlledici fiziki sübutu ola bilər.

Sutka ərzində bu hərəkətlərin vektorları Yerin hansısa bir nöqtəsi üçün gah toplanır, gah çıxılır. Dənizdə də su, ləyəndə yelləndiyi kimi, sahildən sahilə çırpılır.

Qaliley Keplerin dəniz qabarmalarının Ayın cazibəsi ilə bağlı olduğu fərziyyəsini sükutla rədd edir. Salviati deyir: "Təbiətin bu qəribə halı ətrafında fikirlər söyləyən nüfuzlu şəxslər arasında daha çox mən Keplerə təəccüblənirəm. O, azad düşüncə tərzi ilə və reallığa dərin baxışıyla, bundan əlavə əlində Yerin hərəkəti haqqında nəzəriyyə ola-ola Ayın sulara hakim olması, gizli keyfiyyətləri və digər uşaq nağıllarını belə asanlıqla necə qəbul edə bilir?" Lakin Kepler haqlı çıxdı.

"Dialoq"a müqəddimədə Qaliley kinayə ilə Kopernikin nəzəriyyəsinə öz münasibətini bildirir. Lakin kitabın görünməmiş uğur qazanması Qalileyin düşmənlərini əsəbiləşdirirdi. Onlar Papa Urbanı əmin etdilər ki, sadəlövh Simplişio obrazında o özü əks etdirilib.

1632-ci ilin avqust ayında "Dialoq"un satışına qadağa qoyuldu, lakin o vaxta kimi kitabın bütün nüsxələri satılmışdı. Sentyabrda Müqəddəs kollegiya Qalileyi Romaya çağırdı. O, xəstə idi. Buna baxmayaraq, onun bu işin təxirə salınması xahişi rədd edildi. 70 yaşlı qoca 1633-cü il fevralın 13-də Romaya gəldi və Mediçi villasında dayandı. Məhkəmə prosesi apreldə başlandı. Qaliley müxtəlif bəhanələr gətirərək, aydın ifadələrdən yayınmaq taktikasını seçdi. Lakin yorucu suallar, işgəncə hədələri onu taqətdən saldı.

Qaliley kilsə qadağalarının pozulmasında təqsirli bilindi və ömürlük həbsə məhkum edildi. Qərarın elan olunmasından sonra o, diz çökərək öz yanlış fikirlərindən imtina etdiyini söylədi. Papa həbsi Böyük hersoqun şəhərkənarı malikanəsinə sürgünlə əvəz etdi. Sonralar Qaliley Florensiyaya aparılır və öz şəxsi Arçetri malikanəsində – oradan kənara çıxmamaq şərti ilə dustaq edilir.

Böyük alimin ömrünün son illəri inkvizisiyanın ciddi nəzarəti altında keçirdi. Qaliley demək olar ki, həmişə xəstə olurdu, onun gözləri get-gedə nurunu itirirdi. Buna baxmayaraq, Qaliley Librasiya (*lat.* librare – yırğalanma) hadisəsini – Yerin təbii peykinin səthinin yarıdan çoxunu Yerdəki müşahidəçinin görə bilməsinə imkan verən Ay yırğalanmalarını kəşf etdi və onu öyrənməyə imkan tapdı. Sonra onun gözləri tamam tutuldu.

"Söhbətlər" "Dialoq"un tanış qəhrəmanları arasında davam etdirilir. Bu dəfə onlar cisimlərin sərbəst düşməsi, rəqqasın yellənməsi, mexanizmlərin davamlılığını müzakirə edir, cisimlərin sahələrini və həcmlərini hesablayırdılar. Daha sonra həmsöhbətlər müxtəlif mexanizmlərdə ling qanununun tətbiqi, üfüqi istiqamətlə bucaq altında atılmış cismin hərəkəti haqqında söhbətlər aparır və "ən uzaq məsafəyə uçuşa bucaq 45°-yə bərabər olduqda nail olmaq olar" qənaətinə gəlirlər.

Qaliley istədiyinin hamısına nail ola bildi. O, 1642-ci il yanvar ayının 8-də oğlu və ən sevimli şagirdləri – Viviani və Toriçellinin qolları arasında gözlərini yumdu. Papa VIII Urban Qalileyin Florensiyada, Santa Kroçe kilsəsinin rahiblər üçün ayrılmış bir guşəsində, təntənəsiz və qəbirüstü abidəsi qoyulmadan dəfni barədə göstəriş verdi.

Lakin idrakın təntənəsini dayandırmaq mümkün deyildi – Qalileyin öldüyü il İsaak Nyuton dünyaya gəldi.

85 il sonra London ser İsaakı təntənə ilə dəfn etdiyi vaxt, Florensiya Qalileyin cəsədinin qalıqlarını Santa Kroçe kilsəsinin sərdabəsinə köçürdü və o, Mikelancelo ilə yanaşı uyudu. 340 il keçdikdən sonra Roma Papası II İohann Pavel Kainatın quruluşu haqqında Qaliley kimi düşünürdü.

O, Qalileyin təqib olunduğunun ədalətsiz olduğunu söylədi və dahi alimin üzərindən ittihamı götürdü.

> Mən artıq Kopernikin fikirlərində israr etmirəm, çünki mənə əmr edilib ki, mən bundan imtina edim. İndi mən sizin əlinizdəyəm və mənimlə istədiyinizi edə bilərsiniz.
>
> (*Qalileo Qaliley*)

Leyden və Amsterdamda Qalileyin "Dünya sistemləri"nin mövcud olub-olmadığını soraq edəndə mənə bildirdilər ki, bu əsər çap olunub, lakin bütün nüsxələr Romada yandırılmışdır, Qaliley isə, deyəsən, hansısa formada cəzalandırılmışdır. Bu məni o qədər təəccübləndirdi ki, mən bütün yazılarımı yandırmaq və yaxud heç kəsə göstərməmək qərarına gəldim... Təsəvvür edə bilmirəm ki, onu nəyəsə görə yox, Yerin hərəkətini isbat etmək arzusuna görə məhkum etmişdilər. Bu təlim bəzi kardinallar tərəfindən ciddi etirazla qarşılanmışdır və mən eşitmişəm ki, onu hətta Romada belə camaat qarşısında şərh etmək olmaz! Lakin mən qəbul edirəm ki, əgər o, yanlışdırsa, o zaman mənim fəlsəfəmin bütün əsasları da yanlışdır, çünki mənim fəlsəfəmdən bunlar özünü açıq şəkildə göstərir.

(*Rene Dekart*)



DÜNYANIN MÜASİR ELMİ MƏNZƏRƏSİNƏ DOĞRU

İSAAK NYUTON

1642-ci ilin Milad gecəsi (müasir təqvimlə 1643-cü il yanvarın 4-ü) Vulstorp kəndində yenicə vəfat etmiş fermer Nyutonun evində bir oğlan uşağı dünyaya gəldi. Körpə elə sakit, zəif və balaca doğulmuşdu ki, onu hətta kasada çimdirmək olardı. Ona atasının adını verdilər – İsaak Nyuton. O, dünyaya Florensiyada Qalileyin cənazəsinin torpağa tapşırıldığı ildə gəlmişdi.

Nyuton 85 il ömür sürmüş və öz sağlamlığı ilə seçilmişdir.

Nyutonun həyatının əsas illəri Kembric Universitetinin Müqəddəs Troitsa kollecinin divarları arasında keçmişdir. O, təkliyi sevirdi, səsini çox az eşitmək olardı. Mübahisələri sevməzdi, xüsusilə elmi mübahisələrdən qaçardı. Ona görə nəşr olunmağı xoşlamazdı. Fikirləşməyi və yazmağı isə sevərdi.

Bu sakit və qaradinməz adam tənhalıqda insanla təbiətin münasibətlərində, bizim dünyagörüşümüzdə inqilab elədi. O, klassik elmin dilini yaratdı və artıq üç əsrdir ki, elm bu dildən yararlanır.

Elm dahisi Nyuton öz dövrünün layiqli vətəndaşı olmuşdur. Kembric Universitetinin hüquqlarını müdafiə edərkən o cəsarətlə II Yakova qanunun kraldan üstün olduğunu söyləmişdi. Nyutonun kəsdirdiyi yeni pullar XVIII əsrdə çox qısa müddətdə Britaniya iqtisadiyyatının tərəqqisində mühüm rol oynamışdı.

* * *

Nyutonun uşaqlığı İngiltərədə vətəndaş müharibələri illərində keçmişdir. İsaakın dörd yaşı olanda anası ahıl bir kişiyə ərə getmiş və onun evinə köçmüşdü. İsaak nənəsi ilə qalmışdı. Altı ildən sonra Nyutonun anası ikinci dəfə dul qalmış, üç uşaqla malikanəyə qayıtmışdı. İsaak anasını çox sevirdi, yalnız onunla özünü tənha hiss etmirdi. Yaşıdları arasında onun dostu yox idi. O, səsli-küylü və fiziki güc tələb edən oyunlarda iştirak etməzdi, ya da uduzardı. Əvəzində İsaak dama oyununda həmişə udar və hər dəfə də öz üstünlüyünü qeyd edərdi.

Yazıb-oxumağı və saymağı Nyuton Vulstorpun kənd məktəblərində öyrənmişdi. İsaakın 12 yaşı tamam olanda dayısı Uilyam onu Qrantemdəki pulsuz Kral məktəbinə göndərdi. O, burada latın dilini, ilahiyyatı və riyaziyyatın əsaslarını öyrənmişdi.

İsaak aptekçi Klarkın (Nyutonun anası aptekçinin arvadı ilə dostluq edirdi) evində yaşamışdır . Bu ailədə iki oğlan və bir qız vardı. Nyuton qızla dostluq edir, oğlanlarla yola getmirdi. Oğlanlar onunla bir sinifdə oxuyurdular. Nyuton təhsildə geridə qalanlardan idi. Lakin qardaşlarla növbəti savaşdan sonra onları təhsildə ötmək qərarına gəldi və məktəbin ən yaxşı şagirdinə çevrildi, istəyinə nail oldu. O latın dili və ilahiyyatla məşğul olurdu.

Dərslərdən sonra Nyuton vaxtını evdə keçirməyə üstünlük verirdi. O, mürəkkəb mexaniki oyuncaqlar, su dəyirmanları, arabacıqlar, su və günəş saatları düzəldirdi. Ağac və parçadan Qrantemdəki yel dəyirmanının kiçik modelini düzəldib, aptekçinin evinin çardağında quraşdırdı. Dəyirmancıq hətta zəif küləklə də işləyə bilirdi. Küləksiz havada onun pərlərini tutulmuş siçanlar fırladırdı. İsaak həm də hava çərpələnglərilə əylənir, onları gecə rəngli kağız fənərlərlə buraxır şəhərdə isə şayiələr yayılırdı ki, yenə kometa peyda olmuşdur.

Aptekçinin evində İsaak kimyadan elementar biliklərə yiyələnir, əlkimya ilə məşğul olurdu. O, kitabxanada xeyli vaxt keçirərək, kitablardan lələk və rənglərlə rəsm çəkmək qaydaları, kimyəvi təcrübələr, dərman bitkiləri və tibbi preparatlar haqqında məlumatları yazırdı.

1658-ci ilin payızında anası İsaakı Qrantemdən apardı. Ona ev təsərrüfatında köməkçi lazım idi. Lakin Nyutondan fermer çıxmadı. O öz malikanəsi ilə maraqlanmırdı. İsaak Qrantemə məhsul satmağa göndərdikdə o, bazarda malı xidmətçiyə tapşırar, özü isə ya kitabxanaya, ya aptekçinin evinə, ya da məktəbin direktoru Stoksun yanına gedərdi.

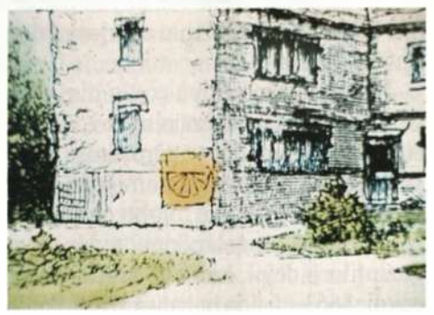
Stoks və dayısı Uilyam İsaakın anasını inandırdılar ki, o, Kral məktəbində təhsilini davam etdirməlidir. 1660-cı ilin payızında Stoks Nyutonu öz evinə köçürdü və Kembric Universitetinə hazırlamağa başladı. İsaak latın, qədim yunan, fransız dillərini və Bibliyanı öyrənirdi. Stoks və dayısı Uilyam əmin idilər ki, onların sevimlisi məşhur ilahiyyatçı olacaqdır.



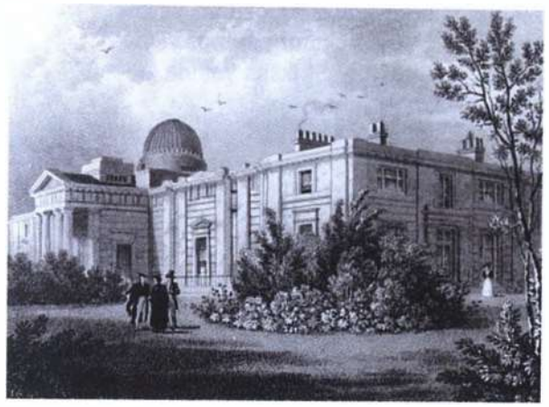
İsaak Nyuton.

Qrantemdə İsaak Con Uilkinsın "Riyazi magiya" və "Ayda yeni dünyanın kəşfi" kitablarını oxudu. O, mexaniki maşınlar, linzalar düzəltməyi, Aya səyahət üçün əbədi mühərrik haqqında, Kopernikin dünya sistemi və Kepler qanunları haqqında biliklərə yiyələndi. Bu iki elmi-kütləvi kitab Nyuton dühasını oyandırdı. Zəngin təxəyyülü, mexanikaya həvəsi, hadisələri sistemləşdirərək, onlar arasında əlaqələr axtarmaq meyli, dindarlığı və özünün müstəsnalığına inamı (axı o, Milad gecəsində doğulmuşdu) – bütün bunlar gənc İsaakı Allaha xidmətin formalarından biri kimi elmlə məşğul olmağa qərar verməyə sövq etdi.

Nyuton 1661-ci ilin mayında Kembricə gələrkən artıq oraya qəbul qurtarmışdı. Lakin Triniti-kollecin (*ing.* Trinity – "Müqəddəs Troitsa") direktoru Uilyam



Nyutonun evi. Həyətdən görünüş. Divardan Nyutonun günəş saatı asılmışdır.



Kembricdə rəsədxana.

dayının zəmanət məktubunu oxuduqdan sonra İsaakı latın dilindən imtahana buraxdı. İmtahan verildi və 18 yaşlı Nyuton kollecə "sayzer" dərəcəsində kollecin tələbələri sırasına qəbul olundu. Bu dərəcə təhsil pulunu ödəyə bilməyən kasıb tələbələrə verilirdi, onlar kollecin professorlarına xidmət göstərməli idilər. Təəccüblüdür ki, Nyuton məhz xidmətçi vəziyyətinə düşdü. Onun anası öz gəlirinə görə İngiltərənin iki min ən varlı adamı siyahısında idi, ancaq oğlunun təhsilinə, demək olar ki, pul ayırmırdı.

Birinci üç ili tələbələr dialektikanı, ritorikanı, latın və yunan dillərini, ilahiyyatı, fəlsəfəni, riyaziyyat və astronomiyanı öyrənirdilər. Triniti-kollecdə Bibliyanın öyrənilməsinə xüsusi önəm verilirdi. Nyuton ilahiyyatla məşğul olurdu. O, XVI əsrin əvvəllərində Kembricdə yaşayan və işləyən böyük humanist Rotterdamlı Erazmın əsərlərini dərindən öyrənirdi.

Nyuton həyatı boyu çoxlu dini əsər yazmış və onları özünün əsas işi hesab etmiş, lakin dini dünyagörüşünün inkişafına elə bir töhfə verməmişdir.

İsaak çox çalışqan tələbə olmuşdur: o, öz pulunu, başqaları kimi, əyləncə və gəzintilərə deyil, kitab və alətlərə sərf edirdi. 1663-cü ildə o, induizm astrologiyasına aid bir kitab aldı. Lakin bu kitab həndəsə və triqonometriyaya dair biliklər tələb edirdi. Onda Nyuton Evklid həndəsəsinə aid dərslik alaraq, onu öyrəndi. Elə həmin il o, optik təcrübələr apardı və İohann Keplerin "Dioptrika" traktatını oxudu.

1664-cü ilin martında prof. İsaak Barrou (1630-1677) kollecdə riyaziyyat və optikadan mühazirələr oxumağa başladı və o, Nyutonun həyatında çox mühüm rol oynadı.

Barrounun mühazirələri Nyutona fransız mütəfəkkiri Rene Dekartın (1596-1650) əsərlərini başa düşməkdə kömək etdi. O, ilk dəfə riyaziyyatda işarələrin latın əlifbasının hərfləri ilə verilməsini həyata keçirən Rene Dekartın "Həndəsə", "İşıq haqqında traktat" və "Fəlsəfənin başlanğıcı" əsərlərini öyrəndi. O həm də Keplerin tətbiq etdiyi funksiyaların həndəsi təsviri üçün koordinatlar metodunu təklif etmişdi.

1665-ci ilin yanvarında Nyuton bakalavr dərəcəsi aldı. Artıq həmin dövrdə onun ilahiyyatda, riyaziyyatda və təbiət fəlsəfəsində – fizikada öz tədqiqat proqramı var idi.

* * *

1664-cü ildə İngiltərədə taun epidemiyası baş verdi. Üç il ərzində (1664-1667-ci illərdə) təkcə Londonda 30 minə yaxın adam öldü. Şəhər əhalisi xilas olmaq üçün kəndlərə axışdı. 1665-ci ilin avqustunda Triniti-kollec vəziyyət düzələnə qədər buraxıldı. Nyuton Vulstorp kəndinə gedərək, özü ilə dərman bitkiləri, bloknotlar, kitablar, alətlər, prizma, linza və güzgülər apardı. O, Vulstorpda 1667-ci ilin martına qədər qaldı.

İki taun ili ərzində Nyuton özünün üç başlıca kəşfini etdi: flüksiyalar və kvadraturalar metodu (diferensial və inteqral hesablamalar), işığın təbiətinin izahı və ümumdünya cazibə qanunu. Nyuton həmin illərdəki qeyri-adi yaradıcılıq ilhamı barədə xatirələrində o dövrü ömrünün ən yaxşı illəri hesab edirdi.

Flüksiyalar və kvadraturalar metodu beş qısa memuarda – o zaman elmi xatirələr bu cür adlandırılırdı – şərh edilmişdi. Bunlar 1665-ci ilin 20 mayı ilə 1666-cı ilin noyabrı arasında yazılmışdı və həndəsi sxemlərdən və düsturlardan ibarət idi. Bu əsərlərdə Nyuton mexanika və optika üçün vacib olan bir neçə riyazi məsələni həll etmişdi.

Hər şey də elə optikadan başlandı. Linzanın fokus məsafəsi onun səthinin əyrilikləri ilə müəyyən edilir. O zaman linzanın əyrilik radiusu "gözəyarı", yəni linzanın səthinə bir neçə yerdən toxunanlar çəkməklə təyin olunurdu. Nyuton təqribi həndəsi üsul əvəzinə yeni analitik üsul tapmağı qərara aldı. Öz sələfləri Con Vallisin, İsaak Barrounun işlərini ümumiləşdirərək, o, flüksiya metodunu işləyib hazırladı. Az sonra Nyuton başa düşdü ki, funksiyaya toxunanın çəkilməsi funksiya qrafikinin altındakı sahənin hesablanmasının əksi olan bir əməliyyatdır. Bu da alimi tərs funksiyalar metodunu – bugünkü inteqral hesablama metodunu kəşf etməyə gətirib çıxardı. (Burada biz Nyutondan az sonra və ondan asılı olmadan eyni kəşfləri etmiş Qotfrid Leybnitsin terminologiyasından istifadə edirik.) Öz hesablamalarında Nyuton qısa müddətdə istənilən mürəkkəb fiqurun toxunanlarını, sahəsini və həcmini tapa bilirdi ki, bu da o dövrdə ticarət və tikinti üçün çox aktual idi. Lakin onun kəşflərinin əsas tətbiqi hələ qabaqda idi.

Nyuton Dekartın dünya sistemi üzərində yenidən fikirləşməyə başladı. Həmin sistemdə optik hadisələrin və cazibə qüvvəsinin təbiəti eyni idi. Lakin Dekartın burulğanları Kepler qanunlarına və kometaların hərəkətinə uyğun gəlmirdi. Rene Dekartın "Natural fəlsəfə"sini riyazi surətdə təsdiq etmək mümkün olmadı.

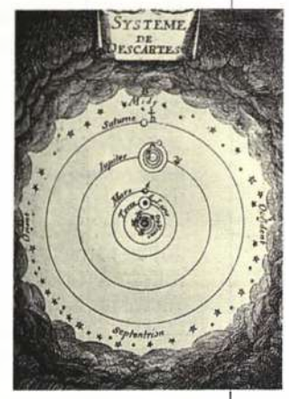
Dekartın əyani və zahirən gözəl olan nəzəriyyəsi sadə fiziki hesablamalar nəticəsində aradan qalxdı və bu, Nyutonu böhran vəziyyətinə saldı. O, təbiətdə eyni zamanda göy cisimlərinin hərəkətinin və Yerdə ağırlıq qüvvəsinin səbəbi olan gizli prinsipin olub-olmadığını haçansa bilmək istəyirdi. Nyutonun bütün vaxtı işığın təbiətinin öyrənilməsinə yönəlmişdi.

Bir dəfə təcrübələri bitirdikdən sonra Vulstorp guşənişini bağa çıxdı. Sakit bir avqust axşamı idi. Günəş batmışdı, kolların arxasından Ay çıxdı, tezliklə bədirlənmiş Ay görünəcəkdi.

Düşən almanın tappıltısı onu düşmə haqqında qanunlara aid çoxdankı düşüncələrə qaytardı. "Niyə alma həmişə şaquli düşür?.. Niyə həmişə kənara deyil, Yerin mərkəzinə doğru? Materiyada cazibə qüvvəsi Yerin mərkəzində toplanmış olmalıdır. Əgər materiya digər materiyanı belə cəzb edirsə, onun kəmiyyətinə mütənasiblik mövcud olmalıdır. Buna görə də alma Yeri necə cəzb edirsə, Yer də almanı eləcə cəzb edir. Deməli, elə bir qüvvə mövcud olmalıdır ki, biz onu bütün Kainata yayılan ağırlıq adlandırırıq".

Nyuton 1667-ci ilin aprelində Kembricə qayıtdı. Həmin ilin oktyabrında onu kollecin kiçik üzvü seçdilər və o bir qədər təqaüd aldı. O, kollecin üzvlüyünə qəbul olunarkən and içdi ki, xristianlığı qəbul edir, öz tədqiqatlarını Allaha həsr edir və kollecin üzvü olmayınca nikah bağlamayacaqdır.

1668-ci ildə Nyuton ilk dəfə əksetdirici teleskop düzəltdi. Bir il sonra o, Triniti-kollecdə kafedra və professor vəzifəsi aldı. Onun vəzifəsinə yunan dilindən, riyaziyyatdan və öz fizikasının



R.Dekarta görə dünya sistemi.

F.Volterin "Nyuton fizikasının elementləri" (1738) kitabının titul vərəqi.



kursu kimi natural fəlsəfədən mühazirələr oxumaq daxil idi. Bu mühazirələrə çox az adam gəlirdi, çünki mühazirələr məzmunca mürəkkəb idi və şərhlər qeyri-adi xarakter daşıyırdı. Nyuton geniş izahat verməyi və misal çəkməyi xoşlamırdı. Yalnız bir müddətdən sonra onun mühazirələri elmin tədrisi normasına çevrildi.

1672-ci il fevralın 6-da Nyuton "İşığın və rənglərin yeni nəzəriyyəsi" məruzəsini London Kral Təbiət Elmləri Cəmiyyətinə təqdim etdi. Bu memuar onun "Optikaya dair mühazirələr"inin yenidən işlənmiş versiyası idi.

Cəmiyyətin bəzi üzvləri Nyutonun işini yüksək qiymətləndirdilər. Məşhur Şotlandiya astronomu və riyaziyyatçısı Ceyms Qreqori yazırdı: "Məni cənab Nyutonun təcrübələri heyrətə gətirdi; onlar, çox güman ki, bütün natural fəlsəfədə böyük dəyişikliklərə səbəb olacaqdır..." Lakin bütövlükdə Nyutona münasibət xoşməramlı deyildi. Müzakirə zamanı Nyuton özünün tədqiqatçı və riyaziyyatçı kimi üstünlüklərinə əmin oldu. Alimi onun opponentlərinin snobizmi və kütlüyü, onun təcrübələrini başa düşmək istəmədikləri əsəbiləşdirirdi. Onların rəylərində Nyuton heç bir dəyərli fikir görmür və onlarla faydasız mübahisələrə vaxt itirmək istəmirdi.

RENE DEKART VƏ YA QALİLEYİN VƏ KEPLERİN İDEYALARINI BARIŞDIRMAĞA İLK CƏHD

İtaliyanın ən böyük fizikinin və Almaniyanın birinci astronomunun ideyalarını birləşdirməyi ilk dəfə böyük fransız filosofu Rene Dekart qərara aldı. Dekart Qalileyin ətalət qanununu dəqiqləşdirdi. Heç bir qüvvənin təsir göstərmədiyi cisim dairəvi deyil, bərabərsürətli və düzxətli hərəkət edəcəkdir. Qaliley hesab edirdi ki, planeti dolanıb keçən gəmi də, Yer ətrafında fırlanan Ay da bərabərsürətli, ətalət üzrə, heç bir qüvvəsiz hərəkət edir. Dekart görürdü ki, planetin fırlanması qüvvənin iştirakı ilə sürətli hərəkətdir. Lakin mərkəzəqaçma təcilinin kəmiyyətini o hələ hesablaya bilməmişdi.

Keplerdən sonra Dekart hesab edirdi: planetlər özünü elə aparır ki, elə bil, Günəşin cazibəsi mövcuddur. Ay, Dekartın düşən cisimləri kimi, onu ağırlığın idarə edə biləcəyi tərzdə hərəkət edir.

Qaliley kimi, Dekart da boşluqdan keçərək təsir göstərən mexaniki izah oluna bilməyən "gizli varlıqları" qəbul etmirdi. Cazibəni izah etmək üçün o bütün cisimləri təkanlarla hərəkətə gətirilən Kainatın mexanizmini quraşdırmışdı.

Dekarta görə, dünya başdan-başa boşluqlardan keçərək təsir göstərən çox nazikvari gözəgörünməz materiya ilə doludur. Bu mühitin maneəsiz hərəkət etməkdən məhrum olan və deməli, düzxətli hərəkət etməyən şəffaf axınları fəzada böyük və kiçik burulğanların sistemlərini yaradırdı. Burulğanlar adi maddənin daha iri görünən hissəciklərini qamarlayaraq, səma cisimlərinin dövranlarını əmələ gətirir. Bu burulğanlar onları fırladır və orbitlər üzrə hərəkət etdirir.

Yer də kiçik burulğanlardan birinin daxilində yerləşir. Dairəvi fırlanma şəffaf burulğanı xaricə doğru dartır. Bu zaman burulğanın zərrəcikləri stəkanda su burulğanı çay puçallarını mərkəzə yönəltdiyi kimi, görünən cisimləri sıxır, Yerə doğru qovur. Dekarta görə, bu elə məhz cazibədir.

Dekartın sistemi planet sisteminin yaranmasını heç bir möcüzəsiz, ilahi qüvvə olmadan mexaniki təsvir etməyə, onun planetlərin bir tərəfə fırlanması, bir müstəvidə hərəkət etməsi kimi qanunauyğunluqlarını və onların uyğunlaşdırılmış dövretməsini yalnız elmi dəlillərlə izah etməyə göstərilən ilk cəhddir. Bu sistem özünün qeyri-adi sadəliyi və aydınlığı baxımından çox populyarlaşmışdı. Volter demişdir: "Lakin elmdə, sanki, çox asan başa düşülənə də, qavranılması mümkün olmayana da eyni şübhə ilə yanaşmaq lazımdır".

Gənc Nyuton Dekartın ideyaları üzərində düşünürdü. O göstərdi ki, yerətrafı burulğan öz hərəkətini itirməlidir, onun böyük təzyiqi Yerdəki cisimlərə heç də təkcə yuxarıdan aşağıya doğru istiqamətdə təsir göstərməzdi (onları bu istiqamətlə üstə düşməyən tərəfə, yerin mərkəzinə doğru aparardı). Başlıcası isə, Dekartın burulğanlarını Keplerin qanunları ilə uyğunlaşdırmaq mümkün deyildi: burulğanlar dünyasında planetlər ellipslər boyunca dayanıqlı hərəkət edə bilməzdi və planetlərin sürətləri başqa cür olmalı idi.

Nyuton göstərdi ki, kometalar Günəşin ətrafında istənilən istiqamətlərdə, o cümlədən planetlərin hərəkəti istiqamətinin əksinə doğru hərəkət edən göy cisimləridir. O, fəzanı Dekartın dünyadan çıxarmış olduğu boşluğa yenidən qaytardı.

İngilis fizikinin bu sarsıdıcı fikirləri ilə tanış olan Volter, Dekartın Kainatı haqqında demişdi: "Bu necə də çox ağıllı, fantastik bir roman idi".



Frans Hals. Dekartın portreti.

ALMA AĞACI ALTINDA DÜŞÜNCƏLƏR

Qaliley özünün "Dialoqlar" əsərində Yerdə, ondan uzaqlarda da ağırlıq qüvvəsinin və sərbəstdüşmə təcilinin eyni olduğunu güman edərək göstərirdi ki, Ayın orbitindən Yerə qədər alma 3 saat 22 dəqiqəyə düşər. Nyuton bu fərziyyənin zəifliyini görürdü: təbiətin cazibə qüvvələri məsafədən asılı olaraq, adətən, azalır.

Bundan əlavə, Qalileyə görə, alma hətta Ayın orbitinin arxasında belə Yerə doğru "meyillidir". Ay isə heç nə hiss etmir, o "öz təbii yerindədir", təcilsiz olaraq dairələr üzrə hərəkət edir. Lakin hərəkət qanunları alma və Ay üçün eyni olmalıdır. Kepler və Dekart bunu yaxşı anlayırdılar... Dekartın ətalət qanunundan belə çıxırdı ki, cismin trayektoriyasının əyilməsi hər hansı qüvvəninsə təsirindən baş verir, Ay da təcilli hərəkət edir. Təcil axtarılan əsas kəmiyyətdir.

Ayın və almanın təcilləri, cazibənin azalması və planetlərin sürətlərinin məsafədən asılı olaraq azalması, "Qaliley təcili və Keplerin Üçüncü qanunu, iki dahinin bir araya sığmayan ideyalarını birləşdirmək!" – bu barədə uzun müddət fikirləşdikdən sonra Nyutonun zəkası ona yeni nəhəng bir məsələnin həlli yolunu göstərdi.

Əvvələn, cisim r radiuslu çevrə üzrə v sürətilə hərəkət edərkən onun təcilini hesablamağı öyrənmək lazım idi; ikincisi, Kepler qanununu təcil və dinamika dilinə çevirmək lazım idi; üçüncüsü, Ayın və almanın cazibə qüvvələrini müqayisə etmək.

Bütün məsələ birdən həll olundu. Məsələnin həlli isə vaxt və gərgin əmək tələb edirdi. Bu yalnız 1666-cı ilin yayında cazibənin izahı üçün atılmış ilk addım idi.

Cismin çevrə üzrə dövrəvi hərəkətində təcilin hesablanması yolu tapıldı. Nyuton müəyyən etdi ki, təcil cismin sürətinin kvadratı ilə düz, çevrənin radiusu ilə tərs mütənasibdir.

$$a = \frac{v^2}{r}.$$

Bu orta məktəb düsturu Nyuton tərəfindən Ayın cazibəsini və hərəkətini hesablamaq üçün verilib. Nyuton bu düsturu Keplerin Üçüncü qanununa "caladıqda" aydın oldu ki, planetlərin mərkəzəqaçma təcilləri onların Günəşdən olan məsafələrinin kvadratları ilə tərs mütənasibdir.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}.$$

Buna əsasən Nyuton Ayın orbit təcilinin 0,27 sm/san² və onun orbit radiusunun Yerin radiusundan 60 dəfə böyük olduğunu bilərək, Yerin düz onun səthi üzərində hərəkət edən hipotetik peykinin təcilini hesablaya bildi. Onun hesablamasına görə, alçaqdan uçan peykin təcili Ayınkından 60 x 60 = 3600 dəfə çox olmalı idi. 0,27 sm/san² təcilini 3600-ə vursaq, onda peykin təcili təqribən 9,8 m/san² olacaqdır.

Lakin Yerin səthində ağırlıq qüvvəsi təcilinin kəmiyyəti məhz budur! Nyuton belə mülahizə edirdi: "Beləliklə, Ayı orbitində saxlayan qüvvə, onu Yerə endirərkən bizdə ağırlıq qüvvəsi olur, buna görə o elə həmin qüvvədir ki, onu biz cazibə və ağırlıq qüvvəsi adlandırırıq. Çünki əgər ağırlıq başqa növ qüvvə olsaydı, onda bu iki qüvvənin birgə təsirindən cisim Yerə 2 dəfə böyük təcillə (19,6 m/san²) düşərdi ki, bu da təcrübəyə tamamilə ziddir".

Beləliklə, Kepler qanununa görə, ağırlıq qüvvəsi, həqiqətən hərəkətin mərkəzindən olan məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasib surətdə azalır. Yerin təsəvvürə gətirilən peyki haqqında bu kiçik və çox ağıllı məsələni Nyuton elmdə, az qala, özünün ən böyük müvəffəqiyyəti hesab edirdi.



1673-cü il martın 8-də o, Oldenburqa məktubunda özünü Cəmiyyət üzvlərinin siyahısından çıxarmağı xahiş etdi, lakin Oldenburq onu Cəmiyyəti tərk etməməyə razı sala bildi. Tezliklə Nyuton yenidən Oldenburqa məktub yazdı və natural fəlsəfə ilə məşğul olmaq istəmədiyini və "sakit azadlığını qoruyub saxlamaq" üçün tənqidçilərin rəylərinə cavab verməkdən imtina etdiyini bildirdi.

1675-ci ildə Nyutonun kollecdə qalmaq müddəti başa çatdı. Kollecin üzvü kimi qalmaq üçün o gərək keşiş rütbəsi qəbul edəydi. Nyuton Allahın üçlüyünə deyil, birliyinə inanırdı, buna görə də o, keşiş olmağa qərar verə bilməzdi. O, Londona gedərək, kraldan bu rütbəni almadan kollecdə qalmağı xahiş etdi. Kral ona razılıq verdi və bu onun alimə böyük qiymət verdiyini göstərirdi.

NYUTONUN TELESKOPLARI

Qalileyin teleskopu göyə tuşlamasından yarım əsr keçmişdi, buna baxmayaraq, elm dünyası hələ də təəssüratdan özünə gəlməmişdi. Teleskop göstərdi ki, elm adət etdiyimiz şeylərdən tamamilə fərqli olan gözlənilməz şeyləri açmağa qadirdir. Lakin kəşflər çətinliklə mümkün olurdu. Böyük linzalı teleskoplar kənarlardan rənglərlə örtülmüş bulaşıq xəyal verirdi. Rənglər zolağını aradan qaldırmaq üçün nazik uzunfokuslu obyektivlər hazırlanır və teleskopların uzunluğu 20 m-dən artıq olardı. Onların borusu yox idi, yalnız obyektivi və okulyarı saxlayan xüsusi kanatlar quraşdırılmışdı. Mahiyyətcə bu, yorulmaz Hüygensin konstruksiyası əsasında yaradılmış "hava teleskopu" idi.

Nyuton linza kənarında rənglərin əmələ gəlməsi səbəbini izah etdi. Linza da, prizma kimi, işığı qismən spektrə ayırır. Alim səhvən bu problemi həll olunmaz, teleskopu xromatik aberrasiyadan xilas edən vasitə sayaraq, təklif etdi: obyektiv qismində linzadan deyil, güzgüdən istifadə etmək lazımdır. Lakin o zaman bütün Avropada, Nyutondan başqa, heç bir optik dəqiq sferik güzgü düzəldə bilmirdi. Metallurq kimi Nyuton güzgünün ərintisini mis, qalay və arsen qarışığından düzəldib, onun materialını hazırladı. Mexanik kimi Nyuton güzgünün səthini yondu, hamarladı və sferik formaya saldı. Optik kimi isə Nyuton teleskopu qurdu. İşıq ulduzdan güzgüyə düşərək, oradan prizmaya əks olunur, sonra borunun okulyar bərkidilmiş yan səthinə düşürdü. Teleskop çox yığcam şəkil aldı: güzgü – 30 mm, borunun uzunluğu – 160 mm; cihaz o qədər də parlaq olmayan, lakin kifayət qədər aydın təsvir verirdi və bu cəhətdən uzun refraktorlarla rəqabət apara bilərdi.

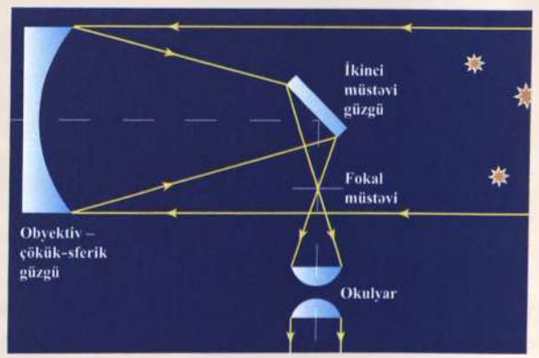
1668-ci ilin elə ilk aydın yay axşamı Nyuton Yupiterin Qaliley peyklərini müşahidə edirdi. O, peyklərin planet arxasında itdiyi və yenidən göründüyü anlara diqqət yetirirdi. Bundan azacıq əvvəl danimarkalı Ole Ryomer Yupiterin peykləri üzərində apardığı müşahidələrə əsasən işıq sürətinin 300000 km/san-dək olduğunu müəyyən etmişdi. İndi Nyutonu bütünmü rənglərin bərabər sürətə malik olduğu maraqlandırırdı. Məsələn, əgər qırmızı işığın sürəti göy işığın sürətindən azdırsa, peyk görünən anda göyümtül olmalı idi. Müşahidələr göstərirdi ki, spektrin bütün rənglərinin sürəti eynidir.

II Karl teleskopa diqqətlə baxdı, bu yeni ingilis ixtirasına müsbət yanaşdı və 29 yaşlı ixtiraçı London Kral Cəmiyyətinə üzv qəbul olundu.

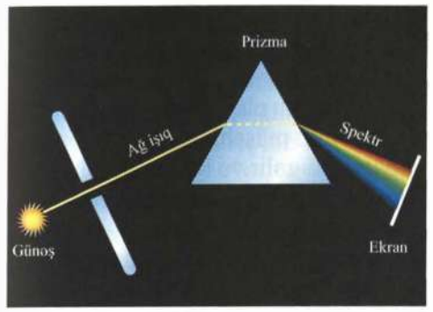
Sonra Nyuton texnologiyanı 200 il qabaqlayıb, şüşə güzgüsü olan teleskop hazırladı. Nəhayət, 100 il əvvəl məhz şüşə güzgülər teleskoplar reflektorların linzalı teleskoplar üzərində qəti qələbəsini təmin etdi.

Nyutonun "Optika" əsərində teleskoplar haqqında fəsil peyğəmbərane sözlərlə bitirdi: "Gələcək əsrlərdə səmanın öyrənilməsinə başlıca əngəl hava okeanı olacaqdır. Böyük reflektorlarla təchiz olunmuş gələcək rəsədxanalar ən hündür dağların zirvələrində qurulacaqdır..." Bu sözlər söylənərkən qədim Qrinviç hələ təzəcə tikilməkdəydi!

Teleskop Britaniya Qalileyinə böyük şöhrət gətirdi, lakin Qalileo Qaliley kimi, İsaak Nyutonun da əsas əsəri hələ qabaqda idi.



I.Nyutonun teleskopunun sxemi.



İşığı spektrə ayıran Nyuton təcrübəsi.

1677-ci ildə İsaak Barrou vəfat etdi. Dostunun və müəlliminin vaxtsız ölümünü Nyuton çox böyük kədərlə qarşıladı. 1678-ci ildə Oldenburq öldü və Nyutonu elmi cəmiyyətlə bağlayan sonuncu adamla da onun əlaqəsi kəsildi.

O, elmdən təcrid olundu və özünün "təbiət fəlsəfəsi ilə əlaqəni kəsmək" hədəsini yerinə yetirdi, buna baxmayaraq, fizika, kimya sahəsindəki təcrübələrini, habelə astronomik müşahidələrini davam etdirirdi.

* * *

Nyutonun kitabxanasında kimyaya və əlkimyaya dair yüzə qədər kitab vardı. Otuz il (1666-1696-cı illər) ərzində o, kimyəvi təcrübələrlə və metallurgiya ilə məşğul olmuşdu. Nyutonun kimyaya dair yalnız bir memuarı – "Turşuların təbiəti haqqında" əsəri qalmışdır. Orada qızıl və civə haqqında aşağıdakı qiymətli fikirlər var: "Qızıl bir-birini cəzb edən zərrəciklərdən ibarətdir, onların cəmini ilkin birləşmə (indi buna atom nüvəsi deyilir), birləşmələrin cəmini isə ikinci birləşmə (atom) adlandıraq və s. Civə və çar arağı (qatılaşdırılmış turşuların: azot və duz turşularının qarışığı) son birləşmənin hissəcikləri arasındakı məsamələrdən (başqa məsamələrdən yox) keçə bilər. Əgər həlledici digər birləşmələrdən keçsəydi, yəni əgər qızılın birinci və ikinci birləşmələrini ayırmaq mümkün olsaydı (atom nüvəsini bölmək mümkün olsaydı!), qızıl axıcı və maye xassəli olardı. Əgər maye axa bilsəydi, onda o hər hansı başqa maddəyə çevrilə bilərdi". Nyutonun bu hipotezi müasir dildə belə mənalandırıla bilər ki, qızıl atomunu dağıtmaq üçün onun nüvəsini (ilkin birləşməni) dağıtmaq gərəkdir. Dahi əlkimyada da dahidir. Nyuton metallurgiya təcrübələri ilə çox məşğul olurdu, civədən istifadə edirdi və 30 yaşında artıq saçları tamam ağarmışdı.

1680-ci ildə Nyuton mexanika məsələlərinə və cazibə probleminə qayıtdı. Həmin ildə parlaq kometa göründü. Nyuton artıq bilirdi ki, Günəş yaxınlığında göy cisimləri ellips, parabola və ya hiperbola boyunca hərəkət etməlidir. Yalnız bunu bilməklə bir neçə müşahidə əsasında kometanın sonrakı yolunu qurmaq olar, çünki müşahideçi kometaya qədər məsafəni deyil, ona olan istiqaməti təyin edir. Nyuton özü müşahidə apardı və astronomiya tarixində ilk dəfə kometanın orbitini qura bildi ("Kometalar" məqaləsinə bax). 1680-ci



I.Nyutonun teleskopu.

SƏMANIN İLK SPEKTROSKOPÇUSU

Nyuton Günəşin və ulduzların spektrlərini öyrənərək, onların işığını keyfiyyətcə müqayisə etməyə cəhd göstərdi. Spektrdən, prizmadan və onun xassələrindən əvvəllər də xəbərdar idilər. Nyuton yeni cihaz – spektroskop yaratdı. O, işıq mənbəyi ilə prizma arasına linza yerləşdirdi, sonra isə rəngləri daha dolğun rəngbərəng zolaq almaq üçün dairəvi deşiyi yarıqla əvəzlədi.

Alim spektrin təbiətini izah etdi. Ağ işıq, ona qədər düşünüldüyü kimi, xüsusi rəng deyil, yeddi sadə rəngin qarışığıdır, bu rənglər prizma ilə müxtəlif cür meyillənir. Bu "optik qammadan" canlanan dünyanın bütün rəng ahəngi – akkordlar və melodiyalar yaranır.

Nyuton göy cisimlərinin fiziki təbiətini öyrənmək üçün ilk addım atdı. O, alovun spektrini aldı, onun Günəş spektrinə oxşar olduğunu göstərdi. Prizmanı teleskopun obyektivi qarşısında yerləşdirib, ekranda Veneranın spektrini aldı. Ekranda ulduzların spektrləri görünmürdü. Belə olduqda Nyuton onlara teleskopun okulyarından baxmağa başladı. O, Siriusun spektrinin Günəşin spektrinə bənzədiyini müəyyən etdi. Bu, göy cisimlərinin tədqiqinin gələcək böyük metodunun ilk sınağı idi.



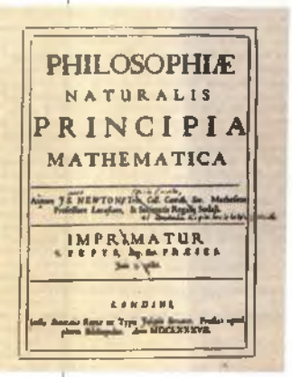
İ.Nyuton Günəş işığının spektrini alır.

ildə kometanın trayektoriyası parabola oldu, bu da Nyutonun cazibə nəzəriyyəsini təsdiq etdi. Adəti üzrə, o, öz kəşfinin nəticələrini təsvir etdi və əlyazmanı isə masaya qoydu.

1682-ci ildə eyni müşahidələri Edmund Halley də apardı, lakin o, orbitlərin qurulmasının artıq Nyutona məlum olan metodunu bilmirdi.

1684-cü ilin avqustunda Halley Kembricə gəlib Nyutona baş çəkdi. Məlum oldu ki, onda bu və bir çox başqa göy cisimlərinin hərəkəti ilə bağlı məsələlərin həlli vardır. Bundan başqa, onun çap olunmamış bir kitabı – təbiət haqqında ən dəyərli kitablardan biri, öz mədəni-tarixi əhəmiyyətinə görə, bəlkə, yalnız Bibliya ilə müqayisə edilə bilən kitabı – "Natural fəlsəfənin riyazi əsasları" (*lat.* Philosophial naturalis prinsipia mathematica) əsəri də vardı. Halley kitabın nəşr olunma xərclərini öz üzərinə götürməklə onu nəşr etdirməyə Nyutonun razılığını aldı. Kitab 1687-ci ildə 250 nüsxə tirajla çapdan çıxdı və tezliklə satılaraq, nadir əsərə çevrildi.

İ.Nyutonun "Natural fəlsəfənin riyazi əsasları" kitabının titul vərəqi.



"Başlanğıclar" əsəri Evklid üslubunda yazılmışdı, onun başlıca məqsədi bunu sübut etmək idi ki, ümumdünya cazibə qanunu planetlərin, Ayın və Yer cisimlərinin müşahidə olunan hərəkətindən irəli gəlir və bu hərəkət Nyutonun dinamika prinsiplərinin köməyi ilə təhlil olunur.

Kitab giriş və üç bölmədən ibarətdir. Üçüncü, astronomik bölmədə Nyuton ümumdünya cazibə qanununu və onun nəticələrini şərh edir. Onun göstərdiyi kimi, Keplerin qanunlarından və dinamikanın üç qanunundan belə çıxır ki, Günəş və planetlər arasında cazibə qüvvəsi mövcuddur. Cazibə qüvvəsi planetlə Günəş arasındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasibdir. Nyuton isbat edirdi ki, Ayın cazibəsi Yerdə okeanların qabarmasına səbəb olur, Yer və Günəşin cazibəsi Ayın mürəkkəb hərəkətinin səbəbidir, Günəşin cazibəsi isə Yer oxunda presessiyaya və kometa orbitlərində müxtəlifliyə gətirib çıxarır. Nyuton belə nəticəyə gəlir ki, "bütün planetə cazibə onun ayrı-ayrı hissələrinə cazibədən baş verir". Onda hər bir zərrəcik cazibəyə malikdir və iki zərrəcik arasında cazibə qüvvəsi onların kütlələrinin hasili ilə düz mütənasibdir. "Ağırlıq qüvvəsi maqnit qüvvəsinə nisbətən başqa təbiətə malikdir, çünki maqnit qüvvəsi cəzb olunan kütlə ilə mütənasib deyildir".

"Başlanğıclar"da İsaak Nyuton yalnız həndəsi metodlardan istifadə etmişdi. Flüksiyalar və kvadraturalar yalnız bir dəfə, yeni hesablama metodunun kəşfində özünün müəllifliyi ilə bağlı olan bölmədə verilmişdi. Bununla da o, əsərin müasirləri tərəfindən başa düşülməsinə nail olmuşdu: axı onlardan çoxu flüksiyaların və kvadraturaların nə demək olduğunu bilmirdi.

Nyutonun qocalıq illəri yeni hesablama metodlarının kim tərəfindən birinci kəşf olunması haqqında Leybnitslə mübahisələrlə keçmişdir.

Nyuton "Başlanğıclar"a reaksiyaları gözləyirdi. Dostlarının, filosof Con Lokkun və Halleyin rəyləri müsbət idi. Leybnits və Hüygens isə, əksinə, zərrəciklərin məsafədən qarşılıqlı təsirini və qarşılıqlı cazibəsini tamamilə inkar edərək, Dekartın burulğanlarına istinad edirdilər. Robert Huk Cəmiyyətdə çıxışı zamanı göstərdi ki, "Başlanğıclar"dakı bütün ideyalarını o çoxdan təklif etmişdir, təklif etmədiyi ideyalar isə yanlışdır. Sadəcə, öz sistemini kağıza köçürməyə onun vaxtı olmamışdır. Nyuton pərt olmuşdu. Həqiqətən də, Huk bəzən buna bənzər ideyalar irəli sürürdü, lakin çox dolaşıq və sübutsuz şəkildə. O, Nyutonun həmfikri və həmkarı ola bilərdi, lakin son dərəcə bədxah tənqidçisinə çevrildi. Qürur və küsəyənliyi Nyutona Hukun mülahizələrinin sərtliyini ölüncə unutdura bilmədi.

Cazibə sahəsinə daxil olan cisimlərdən ibarət Kainat, Nyutona görə, sonsuz olmalıdır. Bu halda "materiya heç vaxt bir yerə toplanmaz, bir hissə bir kütləni, digəri isə başqasını yaradar və beləliklə, sonsuz sayda böyük kütlələr yaranardı və onlar böyük məsafələrdə bir-birindən



Dağ başından kifayət qədər sürətlə atılmış daş Yerin süni peykinə çevrilə bilər (İ.Nyutonun rəsmi əsasında).

NATURAL FƏLSƏFƏNİN RİYAZİ ƏSASLARI

Dekartın başlıca əsəri "Fəlsəfənin əsasları" adlanırdı. Nyuton öz kitabını "Natural fəlsəfənin riyazi əsasları" adlandırdı. Başlığın mənası "fizikanın həqiqi, uydurulmamış əsasları" anlamına gəlir, "Natural fəlsəfə" adlandırılırdı, çünki o vaxt Dekart sağ olsaydı, bu ona meydan oxumaq kimi səslənərdi. Fizikanın əsası Nyuton tərəfindən tapılmışdı. Bu, cazibə qanunu idi.

"Başlanğıclar"ın çapdan çıxmasına az qalmış bir sıra alimlər – Huk, Halley, Ren, Borelli – artıq cazibənin prinsiplərinin və ola bilsin, düsturunun kəşfinə çox yaxınlaşmışdılar, lakin... isbatsız formada. Axı, onlardan heç biri isbat edə bilmirdi ki, göy cisminin orbiti ellips olmalıdır. Başqa sözlə, onlar cazibə sahəsində hərəkət edən cisim üçün mexanikanın əsas məsələsini – cismin koordinatını və yerdəyişmə vektorunu bilərək, onun trayektoriyasını qurmaq məsələsini həll edə bilmirdilər. Lakin Nyutonun ehtiyatında kəşf olunmuş diferensial və inteqral hesablama var idi. Özlüyündə bu, riyaziyyatçı dühasının məhsulu, fizik üçünsə təbiətşünaslığın yeni dilinin ixtirası idi. Nəticədə, İsaak Nyuton cazibə qanunundan Keplerin hər üç qanununu aldı, həm də onun birinci qanununu genişləndirdi: göy cisimləri cazibə sahəsində nəinki ellips üzrə, həm də böyük sürətlərlə parabola və hiperbola üzrə hərəkət edə bilər.

Nyutonun müasirlərinə irəliyə getməyə mane olan fiziki anlayışlarda hələ qədim yunan dövründən toplanıb qalmış dolaşıqlıqlar idi. Fizik dühası lazım idi. "Başlanğıclar"ın ilk səhifələrində Nyuton "kütlə", "qüvvə" kimi yeni anlayışlar tətbiq etdi, "fəza", "zaman", "hərəkət" və "ətalət" anlayışlarını dəqiqləşdirdi. Elə buradaca dinamikanın üç qanunu formulə olunmuşdur. Məhz buna görə də Nyutonun fiziki mühakimələri çox aydın və ziddiyyətsizdir.

Lakin, elmi strategiya dahisi də tələb olunurdu. Dekart kimi, Nyutonun rəqibləri də cisimlərin nə üçün bir-birini cəzb etdiyinə dərhal cavab verməyə çalışırdılar. Nyuton hücumdan imtina edərək, pusquya keçdi. O, cazibənin təzahürlərinin riyazi təsvirini verərək, əsas sualdan yan keçdi və onu gələcək nəsillərə saxladı.

Qarşılıqlı təsirin bu növü qəribə və anlaşılmaz idi. Cazibədən heç bir ekranla ayrılmaq olmaz, o, boşluqda, məsafədən təsir edir. Uzaqdan təsir, cazibənin aralıq vasitənin olmaması Nyutonun opponentlərinin və onun özünün də etirazına səbəb oldu. O, cazibə haqqında fasiləsiz düşünür, kimsə ilə bölüşmədiyi gümanlar məngənəsində çırpınırdı, çünki həmişə təkrar edirdi: "Fərziyyələr uydurmuram". Nyuton özünü onunla sakitləşdirirdi ki, Kainatın sfinksi olan qravitasiyanın olduğunu isbat etmişdi, onun təbiətini başa düşmək gələcəyin işidir.

1666-cı ilin avqustunda almanın düşməsindən kitab çıxana qədər 21 il keçmişdi. Bu illər mexanikanın, ali riyaziyyatın, fizikanın, astronomiyanın elmi metodologiyasının əsaslarının yaradılmasına sərf olunmuşdu. Qocalığında İsaak Nyuton deyərdi: "Mən bu barədə çox düşünmüşəm".

"Natural fəlsəfənin riyazi əsasları" təbiətşünaslığın bütün tarixi ərzində ən böyük elmi əsərdir. Elmin inkişafının 300 ili ərzində bu qalın cilddə heç nə sıradan çıxmayıb, səhv və dolaşıqlıq olmayıb. İngiltərədə sənaye inqilabından XX əsrin başlanğıcına qədər sürətlə inkişaf edən dünyanın bütün texnologiyası Nyuton fizikasından və "Başlanğıclar"a istinad edən elmlərdən bəhrələnmişdir. XX əsr klassik mexanikanı bir qədər sıxışdırdı, lakin bütün kosmonavtika tamamilə "Başlanğıclar"dan bəhrələnir!

YARADAN VƏ TƏBİƏT QANUNLARI

Nyutonun Kainatında Allah özü yaratdığı Təbiətin işlərinə qarışa bilmir, belə ki, dinamika qanunları istənilən sistemin, əgər göy cisimlərinin kütlələri, başlanğıc sürətləri və vəziyyətləri verilmişdirsə, sonrakı taleyini təsvir etməyə imkan verir. Lakin bu başlanğıc şərtlər yaradanın iradəsilə təyin edilmişdir: "Günəşin, planetlərin və kometaların belə zərif birləşməsi qüdrətli və müdrik varlığın iradəsi olmadan mümkün ola bilməzdi".

Ümumdünya şüurlu başlanğıcının arasıkəsilməz fəaliyyətini Nyuton cazibənin məsafədən mümkünlüyünü izah edən səbəb sayırdı: "Fərz etsək ki, cisim boş fəzada istənilən məsafədən digər cismə heç bir vasitə olmadan təsir göstərərək, təsir və qüvvəsini ötürə bilər – məncə, bu bir cəfəngiyatdır... Cazibə müəyyən qanunlar əsasında sabit fəaliyyət göstərən nəsə və kimsə tərəfindən yaradılmalıdır. Lakin bunun nəsə maddi və ya qeyri-maddi bir şey olduğuna qərar verməyi oxucularımın öhdəsinə buraxıram".

ayrılaraq, bütün bu sonsuz fəzaya səpələnərdi. Günəş və başqa ulduzlar məhz bu cür yarana bilərdi".

* * *

1691-ci ilin sonunda Nyutonun evində yanğın baş verdi. Bir çox əlyazmalar məhv oldu. Ola bilsin ki, məhz bu yanğında "Başlanğıclar"ın qaralamaları da yanmışdı. Yanğın Nyutonu elə sarsıtmışdı ki, o hətta müvəqqəti ağlını itirmişdi. Sağaldıqdan sonra o əvvəlki həyatına qayıtdı.

1694-cü ildə Nyutonun dostu Çarlz Monteqyu xəzinənin kansleri (nazir vəzifəsinə bərabər bir vəzifə) təyin olundu və o, Nyutonu Sikkəxanada 600 funt illik məvaciblə nəzarətçi vəzifəsinə dəvət etdi. Monteqyu maliyyə islahatının hazırlanması ilə əlaqədar metallurgiya və mexanika sahəsində onun biliyinə ümid edirdi. Nyuton təklifi qəbul edib Londona gəldi.

Vətəndaş müharibələri qurtardıqdan sonra İngiltərədə saxta pullar tüğyan edirdi. Dövlət pullarını çox asanlıqla saxta pulla əvəz etmək olurdu, çünki onların kəsilməsi çox sadə idi. II Karlın vaxtında Sikkəxanada yeni ştamplama maşını qoyuldu və yeni düzgün formalı və kənarı boyu dairəvi yazısı olan pullar kəsilməyə başladı. İş çox ləng gedirdi, lakin böhranı aradan qaldırmaq üçün qısa müddətdə bütün sikkələri kəsmək lazım idi.

Nyuton Sikkəxananın işi ilə tezliklə tanış oldu və onu elə qurdu ki, pulkəsmənin sürəti səkkiz dəfə artdı. Bu, Sikkəxana qulluqçularının siyasi narazılığına və tətillərinə səbəb oldu. Ondan şikayətlər yazılır, ona rüşvət təklif edilirdi. Lakin korrupsiyanın tüğyan etdiyi bir vaxtda o, öz vəzifəsini çox ciddi və vicdanla yerinə yetirirdi. Yeni pul kəsimi 1699-cu ildə başa çatdı və pul islahatı bir həftə ərzində həyata keçirildi, doğrudur, Londonda iğtişaşlara da səbəb oldu. Bu nailiyyətinə görə Nyuton Sikkəxananın Baş direktoru təyin olundu.

1703-cü ildə Huk öldükdən sonra Nyutonu London Kral Cəmiyyətinin prezidenti seçdilər. O özünün seçilməsini Cəmiyyətə yeni cihaz – Günəş sobası bağışlamaqla qeyd etdi. Cihaz linzalar sistemindən ibarət idi və Günəş şüalarını fokuslayıb metalları əridə bilirdi. Başqa bir hədiyyə də vardı. 1704-cü ildə ikinci yeni kitabı – "Optika" çap olundu. "Başlanğıclar"dan fərqli olaraq, "Optika" latınca deyil, ingiliscə yazılmışdı. Nyuton istəyirdi ki, onun kitabı mümkün qədər geniş oxucu kütləsinə çatsın.

"Optika" üç bölmədən ibarətdir. Birinci bölmə həndəsi optikaya və ağ işığın tərkibinin təsvirinə həsr olunmuşdur. İkinci bölmə də nazik plyonkaların rəngləri ilə təcrübələr də nəzərdən keçirilir, üçüncüdə isə difraksiya hadisələri (işığın maneələri aşması) təsvir olunmuşdur. 1705-ci ilin aprelində kraliça Anna Nyutona cəngavər (əsilzadə) titulu verdi.

* * *

1722-ci ildə Nyutonda qocalıq xəstəlikləri üzə çıxmağa başladı, lakin o, Kral Cəmiyyətinin prezidenti və Sikkəxananın rəhbəri vəzifəsində qalmaqda davam edirdi. O, "Başlanğıclar" əsərinin mətnini yeni nəşrə hazırladı və "şıltaq" Ayın hərəkəti ilə yenidən məşğul olmaq fikrinə düşdü; bu hərəkətdə nəzəriyyə ilə çoxlu uyğunsuzluq qalmaqda idi. Nyuton bunun üçün Qrinviç rəsədxanasının direktoru Halleydən Ay üzərində müşahidələr haqqında əlavə məlumatlar istədi. 1726-cı ildə o, "Başlanğıclar"ın üçüncü nəşrini buraxdı.

1727-ci il martın 2-də Nyuton, həmişəki kimi, Cəmiyyətin iclasına sədrlik etdi. Martın 4-də o, şəhərkənarı evinə gələrkən sidik kisəsində bərk sancma və ağrılar hiss etdi. Martın 31-nə keçən gecə ömrünün 85-ci ilində Nyuton sakitcə vəfat etdi.

İsaak Nyuton Vestminster abbatlığında təntənəli surətdə dəfn olundu. Onun qəbri üzərində büstü ilə birlikdə abidə ucalır və belə bir epitafiya vardır: "Burada, demək olar ki, ilahi bir ağılla birinci olaraq riyaziyyat məşəli ilə planetlərin hərəkətini, kometaların yolunu və okeanların qabarmasını isbat etmiş zadəgan, ser İsaak Nyuton uyuyur. O, işıq şüalarının fərqini və rənglərin bu zaman təzahür edən müxtəlif xassələrini tədqiq etmişdir... Öz fəlsəfəsi ilə hər şeyə qadir Allahın əzəmətini təsdiq etmişdir, xoş xasiyyətilə isə İncil sadəliyini ifadə edirdi. Qoy insanlar sevinsinlər ki, bəşər nəslinə yaraşıq verən belə bir şəxs mövcud olmuşdur".

Ölümündən bir qədər əvvəl Nyuton deyirdi: "Bilmirəm, mən dünyaya necə görünə bilərəm, ancaq mən özümü dəniz sahilində oynayan oğlana bənzədirəm, onunla əylənirəm ki, hərdənbir adi daş əvəzinə daha rənglisini və ya gözəl balıqqulağı axtarıram, halbuki həqiqətin böyük okeanı hələ tədqiq olunmadan qarşımda sərilib gedir".

ELMİ MÜHAKİMƏNİN DÖRD QAYDASI

1-ci qayda. Təbiətdə həqiqi olan və hadisələrin izahı üçün kifayət edən səbəblərdən savayı, digər səbəblər tələb edilməməlidir.

Təbiət sadədir və şeylərin lüzumsuz səbəbləri ilə israfçılıq etməməlidir.

2-ci qayda. Buna görə də eyni səbəblər təbiətin eyni cür hadisələrinə aid edilməlidir... məsələn: insanların və heyvanların tənəffüsü; daşların Avropada və Amerikada düşməsi; mətbəx ocağının və Günəşin işığı; Yerdə və planetlərdə işığın əks olunması (almanın düşməsini və Ayın hərəkətini xatırlayaq).

3-cü qayda. Cisimlərin nə gücləndirilə, nə də zəiflədilə bilən və üzərində sınaqlar aparmaq mümkün olan bütün cisimlərə məxsus xassələri ümumən bütün cisimlərin xassələri sayılmalıdır (məsələn, uzunluq, cazibə).

4-cü qayda. Eksperimentlərə və müşahidələrə əsaslanan elmdə ümumi induksiyanın köməyi ilə hadisələrdən (bir sıra oxşar müşahidələrdən) çıxarılmış nəticələr bu hadisələrin daha çox dəqiqləşdirilməsinə və ya istisnalara məruz qalmasına imkan verən hadisələr aşkar edilməyincə, onlara zidd hipotezlərin mümkünlüyünə baxmayaraq, dəqiq, yaxud təqribən düzgün nəticələr hesab olunmalıdır. Bu qaydaya ona görə əməl olunmalıdır ki, induksiyanın dəlilləri hipotezlərlə məhv edilməsin.

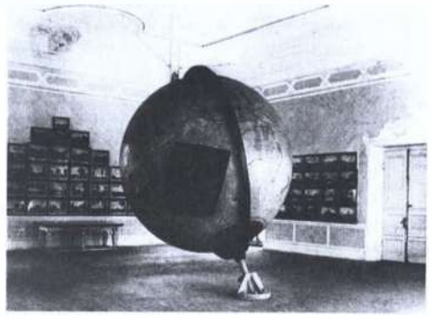
(İsaak Nyutonun "Natural fəlsəfənin riyazi əsasları" kitabı)



Vestminster abbatlığında I.Nyutonun qəbri üstündə başdaşı yazısı.

PYOTR DÖVRÜNDƏ RUSİYA ASTRONOMİYASI

XVII əsrin ortalarında astronomiyaya maraq dalğası, nəhayət, Rusiyaya da gəlib çatdı. 1650-ci ildə çar Aleksey Mixayloviçə elə bir nəhəng ulduz qlobusu bağışladılar ki, onu yalnız Böyük İvan kilsəsi zəng qüllәsinin bünövrəsində yerləşdirmək mümkün oldu.



Böyük akademik qlobus. Qlobusun daxili səthində ulduzlu göyün xəritəsi yerləşdirilmişdir.

1662-ci ildə çar yeməkxanasının tağtavanları Ptolemeyin geosentrik dünya sistemini təsvir edən nəhəng şəkillə bəzədilmişdi. Hər bir planet özünün epitsikləri ilə təsvir olunmuşdu. Günəşin, Ayın və planetlərin orbitləri Zodiak bürcləri arasında qızıl suyuna çəkilmişdi. Şəklin surətlərindən biri yeddiyaşlı Pyotru öyrətmək üçün nəzərdə tutulmuşdu.



I Pyotrun portreti. M.V.Lomonosovun mozaika emalatxanasında çəkilmişdir.

Kopernikin dünya sistemi ilə Pyotr, görünür, holland Villem Yanszon Blaunun (1645-ci il) rus dilinə tərcümə edilmiş "Kosmoqrafiya" əsəri vasitəsilə tanış olmuşdu. Əlyazma şəklində qalmış tərcümə Ptolemeyin və Kopernikin sistemlərini bərabər surətdə, lakin daha çox heliosentrizmə rəğbətlə şərh edirdi.

XVII əsr astronomlarının kəşfləri haqqında 11 yaşlı Pyotr Yan Hevelinin "Selenoqrafiya"sının rus dilinə tərcüməsindən məlumat ala bilərdi. Çar Fyodor Alekseeviçin kitablarının siyahısındakı qeyd buna sübutdur.

1688-ci ildə gənc Pyotr cisimlərə yaxınlaşmadan onlara qədər məsafəni ölçməyə imkan verən cihazın olması haqqında məlumat aldı. O belə bir cihaz almağı əmr etdi. Yakov Fyodoroviç Dolqoruki onu Fransadan alıb gətirdi, ancaq Kremldə cihazdan heç kim istifadə edə bilmirdi. Lakin tezliklə bilici tapıldı. Moskvada Kukuy deyilən yerdə (alman qəsəbəsində) Frans Timmerman adlı hollandiyalı yaşayırdı, o, Qrinviç meridianına nisbətən Moskvanın uzunluq dairəsini yenicə müəyyən etmişdi.

Timmerman saraya gətirildi və 16 yaşlı Pyotra "möcüzəli" teodolitdən necə istifadə etməyi göstərdi, habelə astrolyabiyanın (o zaman dənizçilərin əsas aləti) köməyi ilə göy cisimlərinin hündürlüyünü təyin etməyi öyrətdi. Pyotr çox heyrətləndi və əmr etdi ki, Timmerman çarın müəllimi təyin olunsun. Timmerman gələcək imperatora riyaziyyatı, fortifikasiyanı öyrədirdi. Pyotr astronomiyanın kartoqrafiya və dənizçilik üçün nə qədər vacib olduğunu öyrəndi. Timmermanla birlikdə Pyotr boyar Nikita Romanovun anbarında köhnə, kiçik bir gəmi tapdı və bu gəmi rus donanmasının "babası" oldu.

1697-1698-ci illərdə Pyotr gəmiqayırmanı və başqa elmləri öyrənmək üçün Avropaya "Böyük səfarət" göndərdi. Onu tərkibində təntənəli qəbul və qarşılamalardan çəkinən Pyotr özü də "Pyotr Mixaylovun könüllüsü" adı altında



Astronomik bucaqölçən alət. XVIII əsrin birinci yarısı.



gizlicə Avropaya getmişdi. Onu Pyotrun yanında hələ azyaşlı gənclərdən təşkil edilmiş kiçik qoşunda qulluğa başlamış yaxın silahdaşlarından ibarət məiyyəti müşayiət edirdi. Pyotr Yakov Kilimoviç Bryusa (1670-1735) Rusiya üçün alimlər və müəllimlər tapmağı, müxtəlif alətlər və kitablar almağı tapşırmışdı.

"Böyük səfarət"in gəldiyi ilk ölkə Hollandiya oldu. Orada qeyri-adi səfirlər gəmi düzəltməyi öyrənirdilər. İndiyədək heç bir çara heykəl qoyulmayan bu ölkədə rus gəmi dülgəri "Pyotr Mixaylov"a heykəl qoyulmuşdur. Boş vaxtlarında onlar universitetlə, kitabxanalarla, muzeylərlə tanış olur, alimlərlə görüşürdülər. Burada, Antoni van Levenhuk (1632-1723) Pyotra mikroskopu nümayiş etdirdi.

İngiltərədə çar elmi surətdə araşdırılmış gəmiqayırma və gəmiçilik elminin əsaslarını öyrənmək istəyirdi. O, London Kral Cəmiyyətində, Oksford və Kembric universitetlərində oldu. Bir neçə dəfə o, Sikkəxananın yerləşdiyi Tayerə getdi. O zaman Sikkəxananın direktoru Nyuton idi. Pyotr Nyutonun təşəbbüsü ilə yeni sikkələr kəsilməsinin xüsusiyyətləri ilə tanış oldu və eyni islahatı Rusiyada da həyata keçirdi.

Çar üç dəfə Bryusun müşayiəti ilə Qrinviç rəsədxanasında oldu, Con Flemstidlə onun Ay nəzəriyyəsi haqqında söhbət etdi, Ayın müşahidələrini apardı və 1688-ci il martın 9-da Qrinviç rəsədxanasının jurnalında bu hadisə qeyd olundu.

Qrinviçdə Pyotr o zaman Flemstidin köməkçisi olan Edmund Halleylə də görüşdü. Dənizçilər üçün məktəb yaratmaq və onlara astronomiyanı öyrətmək məqsədilə çar çox təkidlə onu Rusiyaya işləməyə dəvət etdi. Halley bu təklifi rədd edərək, öz əvəzinə şotlandiyalı A.D.Forvarsonu (1675-1739) məsləhət gördü. O, Moskvaya gəlib, ömrünün son günlərinə qədər orada işlədi. Pyotr İngiltərəyə gəlməyindən olduqca razı qaldı.

* * *

1699-cu ildə Moskvada çarın sərəncamı ilə riyaziyyat və naviqasiya elmləri Məktəbi işləməyə başladı. Bu, Rusiyada ilk məktəb idi ki, orada, başqa fənlərlə yanaşı, astronomiya da tədris olunurdu.

Məktəb üçün 1692-1695-ci illərdə xüsusi olaraq Suxarev qülləsi tikilmişdi. Onun arxitekturası o dövrün admiral gəmisini xatırladırdı. Pyotrun əmri ilə Böyük İvan kilsəsindəki nəhəng ulduz qlobusunu bura gətirdilər. 1699-cu ildə çarın göstərişi ilə Amsterdamda rus dilində



Moskvada Suxarev qülləsi.

◄ Astrolyabiya. XVI əsr.



Yakov Vilimoviç Bryus.

LEONARD EYLER

Leonard Eyler (1707-1783) İsveçrənin Bazel şəhərində doğulmuşdur. Məşhur riyaziyyatçı alimlər Bernullilərin diqqətəlayiq sülaləsi həmin illərdə orada yaşayıb-yaradırdı. Bazel Universitetinə daxil olan Eyler bu ailənin ən görkəmli nümayəndəsi, bütün XVIII əsr ərzində Avropanın aparıcı riyaziyyatçısı sayılan İohann Bernullinin (1667-1748) şagirdi oldu.

Universiteti bitirən gənc Eyler çox keçmədən Peterburqa dəvət edildi və 1727-ci ildə dünyada ən gənc Peterburq Elmlər Akademiyasının adyunktu oldu. Eylerdən az öncə İohann Bernullinin oğulları – riyaziyyatçılar Daniil və Nikolay buraya gəlmişdilər. Daniil Bernulli (1700-1782) həm də mexanik idi.

Eyler Peterburqda 14 il – 1741-ci ilədək işlədi. Bu vaxt o, Kral II Fridrixin dəvətini qəbul etdi və Berlin Elmlər Akademiyasının üzvü oldu. Lakin o, Peterburq Akademiyası ilə əlaqəsini kəsmir, onun nəşrlərində əsərlərini çap etdirirdi. 1766-cı ildə Eyler Peterburqa qayıtdı və ömrünün sonuna qədər orada yaşadı. Qayıtdıqdan azacıq sonra kor olmasına baxmayaraq, o fəal işləməkdə davam edirdi. Ona oğlu və gənc akademiklər Georq Kraft, Andrey Leksel və Nikolay Fuss kömək edirdilər. Onlar Eyler üçün hesablamalar aparır, onun diktəsi ilə yazırdılar. Bütün ömrü boyu Eyler riyaziyyatın, mexanika və astronomiyanın, ən müxtəlif bölmələrinə aid 850-yə qədər əsər çap etdirmişdi.



J.D.Raşett.
Leonard Eylerin büstü.



Qlinkidə Y.V.Bryusun evi.

çap olunmuş ilk ulduzlu səma xəritəsi də məktəbə verildi. Xəritə, üstünə qoyulan koordinatlı şəbəkə ilə təchiz edilmişdi ki, naviqasiya hesablamaları aparmaq mümkün olsun.

Bryus, Suxarev qülləsində rəsədxana yaratmış, onu alətlərlə təmin etmişdi və özü də müşahidələr aparmağı öyrədirdi. O, 1709-1715-ci illərdə ulduzlu göyün xəritəsini və məşhur "Bryus" təqvimlərini nəşr etdirdi. Bryus həm də Xristian Hüygensin Kopernik sistemini və Nyutonun cazibə nəzəriyyəsini şərh edən "Kosmoteoros" (1698-ci il) əsərini tərcümə etdi. Rus dilinə tərcümədə əsər "Dünyagörüşü kitabı" adlanırdı və bu kitabdan uzun müddət həm məktəblərdə, həm də Peterburq Elmlər Akademiyası nəzdində yaradılmış universitetdə (1725-ci il) dərslik kimi istifadə olunmuşdur.

Naviqasiya məktəbinin müəllimlərindən biri məşhur "Hesab..." (1703-cü il) əsərinin müəllifi Leonti Filippoviç Maqnitski (1669-1739) idi. Lomonosov onu "öz alimliyinin qapısı" adlandırırdı. Kitab qısa dərslik formasında tərtib olunmuşdu, orada fizika-riyaziyyat elmlərinin əsasları və eyni zamanda çalışmalar verilmişdi. "Hesab"da coğrafi en dairələrinin təyini üsulları təsvir edilmişdi. Əsərdə coğrafi uzunluq dairələrinin təyin edilməsinə toxunulmamışdı.

Pyotrun göstərişi ilə A.D.Forvarson tutulmaların qabaqcadan hesablanması ilə məşğul olur, təqvimlər tərtib edir, astronomiya və riyaziyyatdan dərsliklər hazırlayırdı.

Pyotr Bryusdan Günəş tutulmaları üzərində müşahidə metodu ilə müəyyən yerin uzunluq dairəsini təyin etməyi öyrəndi. Bu, Ay tutulmaları əsasında eyni işi görməkdən daha çətin idi. O, Bryusa qarşıdakı tutulmalar haqqında məlumat verməyi tapşırmış, şəxsən özü 1699-cu il martın 22-də və 1705-ci il mayın 1-də Günəş tutulmalarını müşahidə etmişdi.

Rusiyanın coğrafiya xəritələrini tərtib etmək, dənizləri öyrənmək vaxtı çatdı. Bu zaman aydın oldu ki, Naviqasiya məktəbi və 1715-ci ildə yaradılmış Dənizçilik Akademiyası alınmış bilikləri cidd-cəhdlə tətbiq etsələr də, onların apardıqları ölçülərin dəqiqliyi qənaətbəxş deyildir. Onlar astronomik müşahidələr əsasında yalnız yerlərin en dairəsini təyin edə bilirdilər, uzunluq dairəsini isə təxmini, gəmi laqı ilə hesablayırdılar. Yerlərin uzunluq dairəsini astronomik müşahidələrə əsasən təyin etməyi onlar bacarmırdılar! Forvarson və naviqasiya məktəbinin müəllimləri öz mövqelərinə layiq olmadıqlarını göstərdilər.

Bunu başa düşən Pyotr yenidən xaricə getdi. O, ilk dövlət rəsədxanalarının işlədiyi və dənizçiliyin inkişaf etməkdə olduğu Danimarka və Fransaya getmək fikrində idi. Kopenhagen rəsədxanasında Pyotr o zaman nadir və ən dəqiq olan

MİXAİL LOMONOSOVUN UĞURLARI

Lomonosova həyatı boyu astronomiya yad olmayıb. O əslən Xolmoqor kəndindən idi – bu kənddə isə hələ ondan bir nəsil əvvəl ilk rus rəsədxanası qurulmuşdu və orada bucaqölçən cihazdan istifadə etməyi bacarırdılar. Astronom Lomonosovun uğurları isə 50 yaşında başlandı.

1761-ci il mayın 26-da bütün Avrasiyaya səpələnmiş Avropa astronomları öz teleskopları ilə müşahidələr aparırdılar. Onlar Günəşin titrəyən kənarını diqqətlə gözdən keçirirdilər, hər dəqiqə onun səthində noxud boyda qara ləkə – Venera planetinin diski görünməli idi. İlk beynəlxalq tədbirlərdən biri keçirilir – Veneranın Günəş diski boyunca keçməsi müşahidə olunurdu. Yerin müxtəlif nöqtələrində onun başlanğıcı və sonu anlarının dəqiq ölçülməsi Günəşin parallaksını dəqiqləşdirməyə və deməli, ona qədər olan məsafəni (astronomik vahidi) dəqiq təyin etməyə imkan verirdi.

Lomonosov ümumi proqram üzrə müşahidə etmirdi, lakin "fiziki şərhlər üçün hər şeyə maraq göstərmək böyük əhəmiyyət kəsb edirdi". Daxilolma səhər saat dörddə başlandı. Həmin anda Günəşin kənarı azacıq əyildi, sanki, planet diskinin hücumu qarşısında geri çəkildi, "tutqunlaşdı və elə bil, bir qədər dumanlı göründü, lakin əvvəl təmiz və hər yerdə bircins idi". Daxilolmanın son məqamında ona elə gəldi ki, Veneranın arxasında Günəşin kənarında çıxıntı əmələ gəldi. Lakin sonra Venera bir də Günəşə yaxınlaşdı və çıxıntı yox oldu.

Fikirləşməyə kifayət qədər vaxt var idi. Venera altı saat ərzində Günəş diski ilə digər kənara süründü. İndi Lomonosov nəyə diqqət yetirməli olduğunu bilirdi.

Günəşin kənarına çatmağa hələ 1/10 "Venera diski" qədər qalmışdı, ancaq diskdə bir "qovuq yarandı və Venera daxilolmaya yaxınlaşdıqca o daha da aydınlaşırdı... Bir azdan qovuq itdi və Venera birdən kənarsız qaldı". Diskdən tam çıxarkən, "yenə də bir qədər aralanma və Günəşin kənarının tutqunluğu qaldı".

Alim akademik hesabatda yazırdı: "Bu qeydlərə (müşahidələrə) əsasən cənab müşavir Lomonosov fikirləşir ki, Venera, bizim Yer küräsindəki kimi, qalın atmosfer qatı ilə əhatə olunmuşdur".

Əlbəttə, Lomonosov hadisəsini (sonralar onu belə adlandıracaqlar) bir çox astronomlar görmüşdülər. Lakin əsas məsələ necə baxıb görməkdədir. Məsafəni ölçən həndəsəçi üçün "kənarın aydın olmaması" dəqiqliyə mane olur; "fiziki işarələr" axtaran adam üçün isə burada bir çox incəliklər var. Lomonosov astrofizik kimi baxırdı. Onun gözləri XIX əsr aliminin gözləri idi. Gənc ingilis musiqiçisi Uilyam Herşelin də bu cür gözləri vardı, ancaq o hələ bir dəfə də olsun teleskopla baxmamışdı.

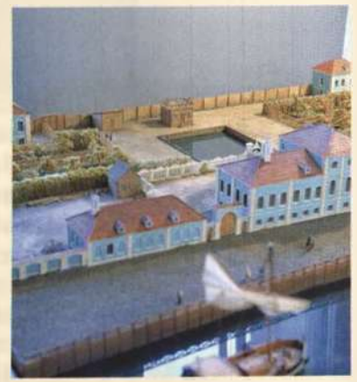
Digər planetdə atmosferin kəşfi XVIII əsrin ən parlaq kəşflərindən biri idi. Lomonosov dərhal onu daha da inkişaf etdirmək istəyirdi. Onun planlarına məskun ola biləcək planetin səthini ətraflı öyrənmək daxil idi. O hətta onun dağlarına əvvəlcədən adlarda vermişdi: "Semiramida, Kleopatra, Safo..." (onun 1763-cü il qeydlərindən).

Lomonosov yeni müşahidə vasitələri hazırlayırdı. O, "gecəgörmə boruları"nı, yaxud "gecəbaxma" cihazlarını işləyib hazırlayır və təkmilləşdirirdi. Öz sxemi əsasında o, baş güzgüsü meyilli olan və əlavə güzgüyə ehtiyac qalmayan teleskop-reflektor düzəltdi və onu sınaqdan çıxararaq bu nəticəyə gəldi ki, "ixtira istənilən uğurla işə düşdü". Teleskopun bu sxemi Lomonosov-Herşel sxemi adlanır.

Lakin Veneranın atmosferi elə bir çətin və həlledilməz məsələ oldu ki, nəinki Mixail Vasilyeviç Lomonosovun ömrünün son dörd ili ərzində, hətta ondan sonra iki əsr ərzində astronomlar Veneranın tədqiqində çox da uzağa gedə bilmədilər.

Lomonosovun ulduz ilindən düz 200 il sonra, 1961-ci ildə dünyada ən birinci sovet kosmik stansiyası Veneraya yaxınlaşdı. XX əsrin radioastronomiyası və kosmonavtikası Veneranın sirlərini açdı.

İndi Venerada həm Safo krateri, həm də Kleopatra krateri vardır.



Peterburqdakı Moyka çayı üzərində M.V.Lomonosovun rəsədxanası.



F.I.Şubin.
Mixail Vasilyeviç Lomonosovun büstü.



▸
Passaj aləti. XVIII əsr.



▸▸
Peterburqdakı evlərdən birinin bağında ev rəsədxanası.

passaj alətinin köməyi ilə ulduzların vəziyyətini təyin etmək üçün onların meridiandan keçməsini müşahidə etdi.

1717-ci ilin iyununda Pyotr məiyyəti ilə Parisə gəldi. O burada, ən əvvəl, kral coğrafiyaşünası Giyom Delil (1675-1726) ilə tanış olmaq istəyirdi. Akademik Bernar Fontenel yazırdı: "Çar onu sadəcə görmək, ona Moskva haqqında bəzi rəylərini bildirmək, ən çox da ondan öz imperiyası barədə hamıdan daha yaxşı məlumat almaq istəyirdi. Fransanın Moskva xəritələri Rusiyanınkından yaxşı idi. Pyotr Xəzər dənizinin rus xəritəsini Paris Elmlər Akademiyasına təqdim etdi; həmin xəritə əvvəlki nəşrlərdən tam fərqli idi. Xəritə böyük məmnunluqla və son dərəcə ehtiramla qəbul olundu və o saat çar Pyotr Paris Akademiyasının ən hörmətli və şöhrətli üzvü kimi tanındı".

Parisdə Pyotr Sorbonnaya, Kral kitabxanasına, Mazarini kollecinə, Paris rəsədxanasına baş çəkdi, rəsədxananın direktoru Jak Kassini və Giyom Delil ilə söhbət etdi.

Giyom Delil kral XV Lüdoviki çar I Pyotra dəyişməkdən boyun qaçırdı və onu astronom, fizik, coğrafiyaçı və elm tarixçisi olan qardaşı Jozef Nikolya Delillə tanış etdi. O, Pyotrla həyatının çətin dövrlərindən birində görüşdü. Həmin dövrdə Jozef Delil Fransada,

Jozef Nikolya Delil.

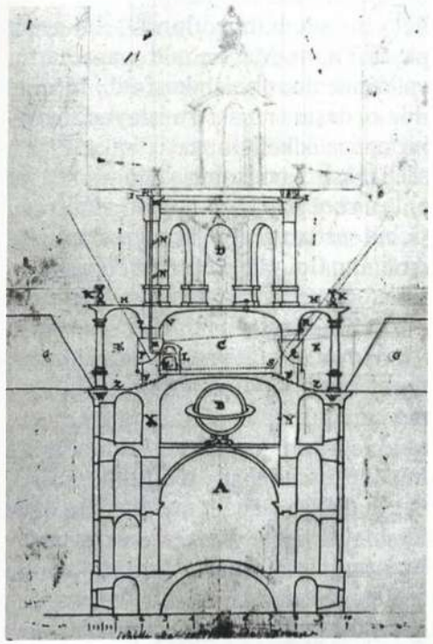


demək olar ki, yeganə nyutonçu idi. XVIII əsrin əvvəlində Nyutonun təlimi yalnız Britaniya adalarında qəbul edilmişdi. Fransada kartezianlıq – Dekartın təlimi tam hökm sürürdü. Delilin elmi planlarını onun vətənində həyata keçirmək mümkün deyildi.

Pyotrla görüş Delilin həyatında böyük dönüş yaratdı. İmperatorla Parisdə görüşən Delil ona alınmalı olan kitabların və alətlərin siyahılarını təqdim etdi, Rusiyada astronomiya, geodeziya, kartoqrafiya və fizika sahəsində nələr etmək lazım olduğu barədə öz fikirlərini də söylədi. Delilin planları və o özü Pyotrun elə xoşuna gəldi ki, çar fransızı dərhal Rusiyada işləməyə dəvət etdi.

Pyotr sonralar da Delili dəfələrlə dəvət etmişdi, lakin o, öz elmi işlər proqramını Rusiyada şəxsən çar bəyəndikdən sonra getməyi qərara aldı. Delil Peterburqa 1726-cı ildə, I Yekaterina dövründə, yalnız o öz mərhum ərinin dəvətini təkrar etdikdən sonra gəldi. Tarixçi Fuşi yazırdı: "Delil böyük Rus dövlətinə tam həcmdə ulduzlar haqqında elm gətirdi".

Pyotrun seçimi düzgün idi. Delilin təkrar etməyi xoşladığı kimi, "Böyük Pyotrun qabaqcadan verdiyi göstərişlərə əməl edərək", 1727-ci ildə Delil Peterburq Elmlər Akademiyası nəzdində Astronomiya rəsədxanası və Coğrafiya departamenti (1735-ci il) yaratdı. Peterburq rəsədxanası avadanlığının zənginliyinə görə, işlərin ətraflı düşünülməsinə və əldə edilən nəticələrə görə XVIII əsrdə Avropada ən yaxşı rəsədxanalardan biri idi. Ən başlıcası isə, Delil Rusiyada ilk elmi məktəb – yüksək-



ixtisaslı müşahidəçi-astrometristlərin Peterburq astronomiya məktəbini yaratdı.

Delil öz zəmanəsi üçün ən dəqiq metodlardan istifadə etməklə astronomik müşahidələri Rusiya astronomları, geodeziyaçıları və şturmanlarının praktikasına tətbiq etdi. 1745-ci



Peterburqda Kunstkamera. Maket.

ildə nəşr edilmiş "Rusiya atlası" bunun nəticəsi oldu.

XVIII əsrin əvvəllərində bir dənə də dərəcəli şəbəkəyə malik xəritəsi olmayan Rusiyanın astronomik baxımdan etibarlı surətdə müəyyən olunmuş o qədər çoxlu məntəqə əsasında qurulmuş xəritələri vardı ki, belə xəritələr dünyanın heç bir ölkəsində, hətta Avropada birinci olaraq dərəcəli ölçülər tətbiq etməyə başlamış Fransada da yox idi.

◂◂
Kunstkamera qülləsində J.N.Delilin Akademiya rəsədxanasının layihəsi.

ON SƏKKİZİNCİ ƏSR VƏ GÖY MEXANİKASI

XVIII əsrin astanasında İsaak Nyuton güclü riyazi metodları astronomik müşahidələrin nəticəsində əldə edilən məlumatlarla birləşdirərək, misli görünməmiş müvəffəqiyyət qazandı ki, bu da elmi bəşəriyyətin diqqət mərkəzinə çevirdi. Nyutonun əsaslandırdığı göy mexanikası XVIII əsr elmlərinin şahı oldu. Əsrin əvvəlində Edmund Halley hələ kometanı Nyutonun cazibə nəzəriyyəsinin həqiqi olduğuna "şahid" çəkirdi. Əsrin sonunda isə Pyer Simon Laplas özünün "Dünya sisteminin izahı" əsərində qravitasiya Kainatının – cazibə əsasında qurulmuş dünyanın mənzərəsini tamamladı. Bu elə bir dünya idi ki, orada tanrı özünü hətta göy cisimlərinin və onların sistemlərinin yaradıcısı kimi büruzə vermir.

XVIII əsrdə dənizçilik sürətlə inkişaf edirdi. Dəqiq coğrafiya xəritələrinin tərtib edilməsi və gəmiçilik üçün dənizdə uzunluqların ölçülməsi metodunu tapmaq lazım idi. Həm XVII əsrdə, həm də XVIII əsrdə Avropanın müxtəlif ölkələri bir-birinə aman vermədən bu

BİZ KİMLƏRİ BÖYÜK İNSANLAR HESAB EDİRİK?

Bu yaxınlarda məşhur bir şirkətdə sadə bir sual qoyulmuşdu: Böyük insanlardan – Sezar, Makedoniyalı İskəndər, Teymurləng və ya Kromvel – kim daha məşhur olmuşdur? Mübahisənin iştirakçılarından biri dedi ki, heç şübhəsiz, ən böyük insan İsaak Nyuton sayılmalıdır və o haqlı çıxdı, çünki həqiqi böyüklük odur ki, Allahdan güclü istedad alıb, ondan müstəqil təhsil və başqalarının maarifləndirilməsi üçün istifadə edəsən. On əsr ərzində bir dəfə rast gəlinən Nyuton kimi insan, həqiqətən, böyükdür. Hər yüzillikdə meydana gələn bütün siyasətçilər və fatehlər mahiyyətcə adlı-sanlı yaramazlardır. Biz zorakılıq yolu ilə qullar yaradanlara, Kainatı bərbad vəziyyətə salanlara deyil, onu öz həqiqətinin gücü ilə şüurlara hakim olanlara, Kainatı dərk edənlərə böyük ehtiram bəsləyir.

(F.Volterin "Fəlsəfi məktublar" kitabından. 1733-cü il)

məsələnin həlli üçün mükafatlar elan edirdilər. 1713-cü ildə Britaniya hökuməti uzunluq dairələrinin 0,5 dərəcəyədək dəqiqliklə ölçülməsi metodunu təklif edəcək adama 20 min funt mükafat veriləcəyini elan etdi. 1716-cı ildə azyaşlı XV Lüdovikin regenti Orleanlı Filipp böyük mükafat təyin etdi. Təbiət elmləri və riyaziyyat ilk dəfə siyasi əhəmiyyətli işə çevrildi. Bu problemi həll etmək üçün Avropada ilk dövlət rəsədxanaları – Kopenhagen, Paris, Qrinviç rəsədxanaları yaradıldı.

Xristian Hüygens.

PARİS RƏSƏDXANASI VƏ UZUNLUQ DAİRƏLƏRİNİN TƏYİNİ PROBLEMİ

1666-cı ildə Parisdə Kral Təbiət Elmləri Akademiyası təsis olundu. Onun təşkilatçısı kral XIV Lüdovikin maliyyə naziri Jan Batist Kolber oldu. Kral Akademiyanın rəsmi prezidenti sayılırdı, ancaq onun faktik rəhbəri görkəmli hollandiyalı alim Xristian Hüygens (1629-1695) idi.

Hüygens astronomik optikanı xeyli təkmilləşdirdi, onun adını daşıyan ikilinzalı okulyar ixtira etdi. O, 24 futluq teleskop inşa etdi (borusunun uzunluğu 24 fut və ya 7,2 m idi; "Teleskoplar – Qalileydən bizim günlərə qədər" məqaləsinə bax). Hüygens ondan istifadə edərək müəyyənləşdirdi ki, Saturnun halqası "nazik və yastıdır, heç yerdə planetlə təmasda olmur və ekliptikaya meyillidir". Hüygens öz gözlərinə inanmırdı – axı astronomlar indiyə kimi belə bir şey bilmirdilər. O, Saturnun peyki Titanı, Marsın qütb papaqlarını və Yupiterdə zolaqları kəşf etdi. 1657-ci ildə o, daşın enməsi ilə işləyən mexanizmə malik kəfkirli saat ixtira etdi. Belə saatlar astronomik müşahidələrin dəqiq anlarını qeydə almaq üçün vacib idi. O, cib saatları üçün pərsəngi təkmilləşdirdi. Bu, Con Harrisona yüz il sonra dəniz xronometri düzəltməyə imkan verdi.

Fransa dünyanın ikinci dəniz dövləti idi və o da uzunluqların təyin olunması probleminin həllinə möhtac idi. Əgər enliklər hələ antik dövrlərdən nisbətən sadə – ulduzların üfüq üzərində bucaq hündürlüyünə görə təyin olunurdusa, uzunluqlarla əlaqədar məsələ daha qəliz idi. Məlum idi ki, iki məntəqənin uzunluqlarının fərqi onların yerli vaxtlarının fərqinə mütənasibdir. Uzunluqların yerli vaxtını, məsələn, Günəşə görə təyin etmək olar ("Yerli vaxt" məqaləsinə bax). Bəs uzunluğu məlum olan Parisdə və ya hər hansı başqa məntəqədə saatın neçə olduğunu necə bilmək olar?



Qədim zamanlardan uzunluğu Ay tutulmaları üzərində müşahidələrə əsasən uzunluqların təyin olunması üsulunu tətbiq edirdilər. Ayın Yer kölgəsinə daxil olması və oradan çıxması anı müşahidəçinin vəziyyətindən asılı deyildir. Əgər tutulmanın başlanması və qurtarması anı Paris vaxtı ilə məlumdursa və həmin an yerli vaxtla da müəyyən edilibsə, onların fərqi saat ölçüsündə uzunluqların fərqini təşkil edəcəkdir. Lakin bu üsul münasib deyildi: Ay tutulmaları nadir hadisədir, onların anları isə Yerin kölgəsinin kənarları aydın görünmədiyindən azacıq dəqiqsizliklə qeydə alınırdı.

Yupiterin dörd peykini kəşf etmiş çox fəndgir Qaliley onların üzərində müşahidələrdən uzunluqların müəyyənləşdirilməsi üçün istifadə etmək təklifini irəli sürdü. Yupiterin peykləri də vaxtaşırı öz planetinin kölgəsinə daxil olur və onların tutulmaları da bütün müşahidəçilər üçün eyni zamanda baş verir. Yupiter sistemində hadisələr Ay tutulmalarına nisbətən 180 dəfə çox müşahidə edilir, tutulmanın başlanması və qurtarması anı isə Ay tutulmasına nisbətən daha dəqiq qeydə alınır.

* * *

Bu metoddan istifadə etmək üçün Yupiterin Qaliley peyklərinin hərəkətinin nəzəriyyəsinə və cədvəllərinə malik olmaq lazım idi. Bu məsələni 1666-cı ildə italyan astronomu Covanni Domeniko Kassini (1625-1712) müvəffəqiyyətlə həll etdi. Bundan bir qədər əvvəl, 1664-cü ildə o, Yupiterin fırlanma dövrünü müəyyənləşdirmiş, planetin basıqlığını ölçmüş, onun səthindəki zolaqlar sistemini təsvir etmişdi. 1666-cı ildə o, Marsın öz oxu ətrafında fırlanması dövrünü çox dəqiq təyin etdi.

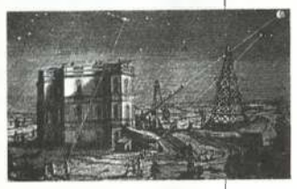
Paris rəsədxanasının tikilməsi məsələsi ortaya çıxanda fransız astronomu Jan Pikarın (1620-1682) məsləhəti ilə kral Kassinini yeni rəsədxananın direktoru vəzifəsinə dəvət etdi. O, italyanı Fransanın özünün astronomları olmadığına görə deyil, məhz, Bolonya Universitetinin professoru Covanni Domeniko Kassinidə (onu Fransada Jan Dominik adlandırmağa başladılar) Yupiter peyklərinin cədvəlləri olduğuna görə dəvət etmişdi.



Covanni Domeniko Kassini.

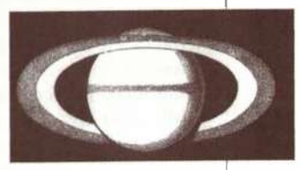
Paris rəsədxanasının tikintisi 1671-ci ildə, Kassini Parisə gəldikdən və akademik seçildikdən iki il sonra başa çatdı. Paris rəsədxanası Avropada ilk dövlət əhəmiyyətli rəsədxana idi. Ona qədər rəsədxanalar, bir qayda olaraq, özəl idi. Onların hamısı öz fəaliyyətini sahibi öldükdən, müflisləşdikdən və ya sürgün edildikdən sonra dayandırırdı.

Paris rəsədxanası yaxşı təchiz olunmuşdu. 1671-ci ildə Kassini Saturnun ikinci peyki Yapeti, növbəti ildə isə üçüncü peyki Reyunu, 1684-cü ildə daha iki peykini – Tetisi və Dionu kəşf etdi. 1675-ci ildə o aşkar etdi ki, Saturn halqası tutqun rəngli aralıq qatla bölünmüş (*Kassini bölgüsü*) iki hissədən ibarətdir. Günəşin səthində ləkələrin vəziyyətlərinin ölçülərinə əsasən Kassini onun fırlanmasını öyrəndi, 1679-cu ildə isə Ayın böyük xəritəsini tərtib etdi.



Paris rəsədxanası.

Kassini daha bir vacib tədqiqat apardı. O, astronom Jan Rişeni Kayennaya (Cənubi Amerikanın şimal sahili, 5° şimal en dairəsi) göndərdi ki, orada Marsı müşahidə etsin. Kassini özü isə Parisdə müşahidə etməli idi. Müşahidələrdə məqsəd Parisdə və Kayennada Marsın koordinatlarının fərqinə görə planetə qədər olan məsafəni təyin etmək, ona əsasən isə Yerdən Günəşə qədər məsafəni müəyyənləşdirmək idi. Bu



Saturnun halqaları. C.D.Kassininin rəsmi.

məsələ uğurla həll edildi: astronomik vahidin kəmiyyətini 8%-dək dəqiqliklə müəyyən etdilər.

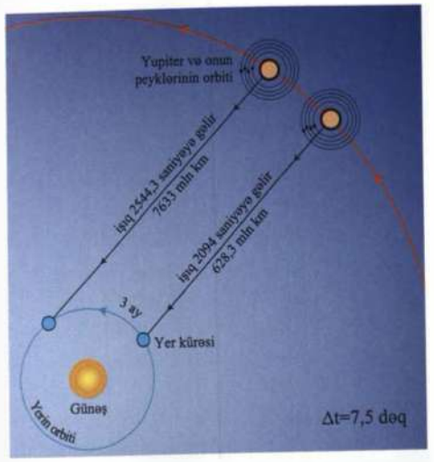
* * *

1671-ci ildə Pikarın dəvəti ilə gənc danimarkalı Ole Ryomer (1644-1710) Paris rəsədxanasında işləməyə başladı. O, Yupiterin peykləri üzərində çoxsaylı müşahidələr apardı ki, onların vəziyyətlərini Kassini tərəfindən işlənib hazırlanmış nəzəriyyə ilə müqayisə etsin. Bu zaman Yupiterin peyklərinin vəziyyətlərinin hesablanmış vəziyyətlərdən kənara çıxdığı aşkar olundu. Nəticədə Ryomer gördü ki, Yupiterin peykləri tutulmalarının müşahidə edilən anlarının gecikmə kəmiyyəti bu planetin Yerdən məsafəsi ilə birbaşa bağlıdır. Alim başa düşdü ki, işıq ani deyil, müəyyən, doğrudur, çox böyük sürətlə yayılır. Onun hesablamasında 215000 km/san alınmışdı, bu ilk yaxınlaşmada düzgün hesab oluna bilərdi, lakin dəqiqləşdirmədən sonra 299800 km/san, yəni 28% xəta ilə təyin edildiyi məlum oldu.

Xətanın çox olması səbəblərindən biri o idi ki, Ryomer Yer orbiti diametrinin dəqiq olmayan qiymətindən istifadə etmişdi. Pikar onu 276 mln km təyin etmişdi, əslində isə bu qiymət 299 mln km idi.

Ole Ryomer meridian dairəsi və passaj aləti ixtira etdi. Göy cisimlərinin koordinatlarını təyin etmək üçün artıq üç əsrdən çoxdur ki, bu əsas astrometrik alətlərdən istifadə olunur. O, protestant olduğuna görə 1681-ci ildə Fransanı tərk etməyə məcbur olmuşdu. Kopenhagenə qayıdan Ryomer Kral astronomu və Kopenhagenə rəsədxanasının direktoru təyin edildi. Özünün düzəltdiyi cihazların köməyilə o, 1000-ə qədər ulduzun kataloqunu tərtib etdi və sonralar bu kataloq ulduzların məxsusi hərəkətlərini öyrənmək üçün çox kara gəldi.

Covanni Kassini ölərkən, 1712-ci ildə rəsədxana direktoru vəzifəsini oğlu Jaka verdi. Jak Kassini (1677-1756) Keplerin sahələr qanununu inkar edirdi. Öz əqidəsinə görə o, kartezianlığa inanırdı (Dekartın təliminin tərəfdarı idi; *lat.* Cartesius – Karteziy) və atası kimi, Yeri dartılmış sferoid hesab edirdi. Eyni zamanda o xeyli faydalı tədqiqat aparmışdı: Fransada atasının başladığı dərəcə ölçmələrini davam etdirdi, Yupiter və Saturnun peyklərinin orbitlərini və Saturnun halqalarının quruluşunu öyrəndi. Rəsədxana direktoru vəzifəsini ondan Jak Kassininin oğlu Sezar Fransua (1714-1784), sonra isə nəvəsi Jak Dominik (1748-1845) qəbul etdilər. Kassini sülaləsi rəsədxanaya 125 il – Böyük Fransa inqilabına qədər rəhbərlik etdi.



Orbital fırlanması dövrünün ölçülərini apararaq, O.Pyomer qeyd etdi ki, qarşıdurmadan birləşməyə doğru Yupiterin hərəkəti zamanı İo-nun dövretmə müddəti artır. Δt dövrünün bu dəyişikliyini Yerdən Yupiterədək Δr, məsafəsinin artması isə c= Δr/Δt düsturu üzrə əlaqələndirərək, O.Pyomer işığın sürətinin ilk etibarlı qiymətini almışdır.

Yerin formasının aydınlaşdırılması üçün Peruda və Laplandiya Yer meridianı qövslərinin ölçülməsi Jak Kassinin rəhbərliyi altında 1735-1743-cü illərdə həyata keçirilmiş, demək olar, başlıca tədbir idi. O ümid edirdi ki, aldığı nəticələr Nyutonun nəzəriyyələrinə son qoyacaqdır.

Hamının Volter kimi tanıdığı istehzaçı Mari Fransua Arue (1694-1778) Fransada birinci nyutonçu, yazıçı və filosof idi. İngiltərədən (1733-cü il) yazdığı "Fəlsəfi məktublar"da böyük mütəfəkkir fransız karteziançılarına, onların limonabənzər Yer modelinə, Paris Akademiyasına gülür, onu Avropa ucqarı adlandırırdı.

Fransada Nyuton ideyalarının tərəfdarlarından biri də astronom Jozef Nikolya Delil idi (1688-1768). O, Paris rəsədxanasında hələ birinci Kassininin vaxtında işləməyə başlamışdı. Delilin Nyutonun dünyagörüşünə rəğbəti Jak Kassininin və onun tərəfdarlarının xoşuna gəlmirdi. İş o yerə çatmışdı ki, Paris Elmlər Akademiyasında Delilin Nyutonun baxışlarının əsaslandırılmasına həsr olunmuş məruzələri onun əsərlərində dərc edilmir və protokollarda xatırladılmırdı. 1717-ci ildə rus çarı I Pyotr Parisə gələrkən Delil onun Rusiyaya getmək təklifini dərhal qəbul etdi. Burada o, astronomiya məktəbinin yaradıcısı oldu ("Pyotr dövründə Rusiya astronomiyası" məqaləsinə bax).

Nikolya Lui de Lakayl (1713-1762) Paris rəsədxanasının görkəmli astronom müşahidəçisi idi. O, müntəzəm olaraq nəinki Parisdə, həm də Cənub yarımkürəsində ulduzların koordinatlarını təyin edirdi. O, 10 mindən artıq cənub göyü ulduzunun kataloqunu tərtib etdi, ancaq özünün bütün müşahidələrini axıradək təhlil edib başa çatdıra bilmədi. Lakayl Günəş parallaksının qiymətini müəyyənləşdirdi, tutulmaların çox dəqiq cədvəllərini tərtib etdi. Lakaylın ölümündən sonra, son iki Kassini dövründə Paris rəsədxanasının işi tənəzzül etdi. Fransa inqilabı dövründə rəsədxananın direktoru Jak Dominik Kassini həbs olundu və bir neçə ay həbsxanada qaldı. Sonra onu azad etdilər, lakin o, direktor vəzifəsindən əl çəkdi. Sonra Fransua Araqo (1786-1853) 1830-cu ildə direktor vəzifəsinə təyin edilənədək Paris rəsədxanasının aktiv fəaliyyətində



Peterburq Elmlər Akademiyası.



Ole Ryomer.

DEKART, YOXSA NYUTON? MANDARİN, YOXSA LİMON?

Covanni Domeniko Kassininin nəzəri baxışları öz dövründən çox geri qalırdı. O, Kopernikin təlimini və Keplerin qanunlarını qəbul etmir və güman edirdi ki, planetlər Günəş ətrafında ellips üzrə deyil, xüsusi ovallar üzrə hərəkət edir. Kassini Dekart təliminin tərəfdarı idi; bu təlimə görə, bütün səma cisimləri, o cümlədən Günəş və Yer də planetlərarası efirdə burulğanlar sistemindən əmələ gəlmişdir. Dekartın nəzəriyyəsi Nyutonun ümumdünya cazibə nəzəriyyəsi ilə uzun müddət rəqabət aparmış, lakin kəmiyyət nəticələri verməmişdir. Öz nəticələrinə görə bu nəzəriyyələr kəskin fərqlənirdi. Nyutona görə, Yer və planetlər qütblərdə basıq olmalı, Dekarta görə isə, əksinə, fırlanma oxu boyunca dartılmalıdır.

Bu nəticələri yoxlamaq üçün Jan Pikar 1668-1670-ci illərdə Paris meridianı qövsünün uzunluğunu (Paris və Amyen arasında) dəqiq ölçdü və 111 km 210 m-ə bərabər 1° uzunluq aldı ki, bu da müasir qiymətdən yalnız 3 m çoxdur. Sonralar Nyuton ümumdünya cazibə nəzəriyyəsini yoxlamaq üçün bu nəticədən istifadə etmişdi.

C.D.Kassini Pikarın işini davam etdirməyi qərara aldı. 1683-cü ildən o, Paris meridianının müxtəlif hissələrində – Fransanın şimal sahillərindən tutmuş cənubda İspaniya sərhədinə qədər ərazidə 1°-li qövsün uzunluğunu ölçməyə başladı. Kassini güman edirdi ki, bu ölçmələr Dekart nəzəriyyəsini təsdiq edəcəkdir. Lakin ona bu böyük tədbiri həyata keçirmək müyəssər olmadı. Kolberin ölümü ilə maliyyələşdirmə kəsildi və lazımi vəsaiti yalnız C.D.Kassininin ölümündən sonra oğlu Jak ala bildi. Bu işin nəticələri 1720-ci ildə dərc olundu.

* * *

Jan Rişenin Cənubi Amerikaya ekspedisiyası daha bir vacib nəticə əldə etdi: məlum oldu ki, Kayennada rəqqasın yellənməsi dövrü Parisdəkinə nisbətən uzundur. Bu o demək idi ki, sərbəstdüşmə təcili ekvator yaxınlığında az, orta en dairələrində isə çoxdur. C.D.Kassini bunu Yerin fırlanması ilə əlaqədar olan mərkəzdənqaçma təcili ilə izah edirdi. Lakin əgər o, bu təcili daha dəqiq hesablasaydı, onda başa düşərdi ki, müşahidə edilən fərqi yalnız mərkəzdənqaçma təcili ilə izah etmək olmaz. Fərz etmək lazım idi, Yer qütblərdə basıqdır, Cənubi Kayenna isə Parisə nisbətən onun mərkəzindən uzaqdır. Lakin Kassini bunu qəbul etmək istəmirdi və bu cür fərqlənməni Rişenin ölçmələrinin dəqiqsizliyi ilə əlaqələndirdi. Yalnız 65–70 ildən sonra fransız astronomları bu məsələni birdəfəlik Nyuton nəzəriyyəsinin xeyrinə həll etdilər.

təxminən 40 illik fasilə yarandı. O diqqətəlayiq fizik və astronom, optika və astronomiya sahəsində elmi tədqiqat işlərinin təşkilatçısı idi.

XVIII əsrin 40-cı illərindən Nyutonun ideyaları Fransada özünə ikinci vətən qazandı, məhz burada D'Alamber, Laqranj, Klero, Laplas kimi görkəmli göy mexaniklərinin çox gözəl məktəbi yarandı və inkişaf etdi.

QRİNVİÇ RƏSƏDXANASI VƏ MERİDİAN ASTROMETRİYASININ BAŞLANĞICI

Paris rəsədxanasının kəşflərindən xəbər tutan ingilis kralı II Karl Stüart öz fransız həmkarı XIV Lüdovikdən geri qalmamağı qərara aldı və 1675-ci ildə Artilleriya İdarəsinin baş xəzinədarı ser Tomas Çiçeliyə ünvanlanmış fərman verdi: "Yerlərin uzunluq dairəsini tapmaq məqsədilə, naviqasiyanı və astronomiyanı təkmilləşdirmək üçün Bizim qəsrə yaxın hündür yerdə, Qrinviçdə bizim parkın hüdudunda astronom-müşahidəçi və onun assistenti üçün yaşayış evi olan rəsədxana tikdirmək qərarına gəlmişik". Daha sonra Londonda Müqəddəs Pavel kilsəsini tikmiş arxitektor və astronom Kristofer Renəyə sərəncam verildi ki, rəsədxananın plan və layihəsini tərtib etsin, onu tiksin və tikintini mümkün qədər tez başa çatdırsın, onun xərclərini köhnə, xarab olmuş barıtın satışından əldə olunan vəsaitlə ödəsin (!).



Qrinviç rəsədxanası.

Fərman 1675-ci il iyunun 22-də verildi, avqustun 10-da gələcək rəsədxananın ilk daşı qoyuldu. Bir il çəkmədi ki, onun tikintisi başa çatdırıldı.

Qrinviç rəsədxanasının ilk direktoru (Kral astronomu titulunu daşıyan) Con Flemstid (1646-1719) təyin olundu. Kralın xüsusi fərmanı ilə ona tapşırıldı ki, "...səy və çalışqanlıqla göy cisimlərinin hərəkətlərinin və tərpənməz ulduzların vəziyyətlərinin cədvəllərini gəmiçilik elmini təkmilləşdirmək üçün gəmi düzəldilməsi ilə məşğul olsun". Flemstidə alətlər almağa vəsait verilmədi, o bunları öz pulu ilə sifariş etməyə və almağa məcbur oldu. Əgər atasından irs qalmış var-dövləti olmasaydı, Flemstid rəsədxananı ən yaxşı cihazlarla təchiz edə bilməzdi.

Xoşbəxtlikdən, Con Flemstidin Conas Mur adlı varlı dostu və himayəçisi vardı və o, öz puluna 7 futluq (2 m-dən artıq) teleskopik vizirli sekstant sifariş etdi. Rəsədxanaya bir neçə kiçik ölçülü cihazı məşhur alim Robert Huk verdi. Flemstidin sekstantında ilk dəfə 1644-cü ildə ingilis Uilyam Qaskoynun ixtira etdiyi saplı mikrometrdən istifadə olundu. Bu, ölçmələrin dəqiqliyini xeyli artırdı.

Flemstid çox çalışqan və səbirli müşahidəçi idi. 15 il ərzində astronom öz sekstantında təkbaşına, köməkçilərsiz, Günəşin, Ayın, planetlərin və ulduzların vəziyyətləri üzərində 20 min müşahidə apardı. Bu müşahidələrin nəticələri əsasında o, 3 minədək ulduzun vəziyyətlərinin kataloqunu tərtib etdi. Alim müşahidələrin diqqətlə təhlil olunmasına böyük əhəmiyyət verir və kataloqu çap etdirməyə tələsmirdi. Kataloq Flemstidin ölümündən bir qədər əvvəl başa çatdı və artıq onun vəfatından sonra çapdan çıxdı.

Flemstidin kataloqu dəqiq bucaqölçən alətlə birləşdirilmiş teleskopla müşahidələr əsasında tərtib olunan ilk



ulduz kataloqu idi. Göy cisimlərinin koordinatlarının dəqiqliyi burada özündən əvvəlki Uluqbəyin, Tiho Brahenin, Hevelinin kataloqlarında olduğundan yüksək idi. Ulduzların sayı da xeyli çox idi. Sonrakı kataloqları tərtib edənlər ulduzların özləri tərəfindən tapılmış vəziyyətlərini Flemstidin kataloqundakı vəziyyətlərlə müqayisə edərək, buna əsasən ulduzların presessiyası və məxsusi hərəkətləri haqqında məlumat verirdilər.

Flemstidin müşahidələri Nyutona "Natural fəlsəfənin riyazi əsasları" əsəri üzərində işləyərkən və hətta kitab çıxandan sonra böyük əhəmiyyət kəsb etdi. Nyuton ona dəfələrlə müraciət edib, bu və ya digər müşahidələrin nəticələrini verməsini xahiş etmişdi. Flemstid isə buna həvəssiz razılıq verirdi: onun Nyutonla və Halleylə münasibətləri çox pis idi. Lakin o, müşahidələrinin Nyutona gərəkli nəticələrini ona verməyə məcbur idi. Bu nəticələrə əsasən Nyuton Ayın hərəkətinə dair nəzəriyyəsini – onun hərəkətində hələ Ptolemeyin əsərlərindən təsvir edilmiş bir çox bərabərsizlikləri izah edən bu nəzəriyyəni işləyib hazırladığı vaxt Flemstid bu barədə demişdi: "Ser İsaak mənim qazıb çıxardığım filizi tədqiq etmişdir". Nyuton buna etiraz etmişdi: "Əgər o, filizi qazıb çıxarıbsa, mən ondan qızıl üzük düzəltmişəm".

Ayın üzərində müşahidələr praktik əhəmiyyət kəsb etməyə başladı. Həmin dövrdə ulduzlar arasında Ayın vəziyyətlərinə görə uzunluq dairələrini müəyyənləşdirməyin yeni metodu işlənib hazırlandı. Ay göydə yerini çox sürətlə – sutkada 13° dəyişir. Başqa sözlə, bir saat ərzində o, öz diametri qədər yerini dəyişir. Gəmi kapitanı Ayın hərəkətinin cədvəllərinə – Qrinviç vaxtının müəyyən məqamlarında ulduzlara nisbətdə onun vəziyyətlərinin göstərildiyi bu cədvəllərə görə tərs məsələni həll edə və Ayın vəziyyətinə görə müşahidə məqamında Qrinviç vaxtını öyrənə bilər.



Con Flemstid.

Ptolemey və Kopernik arasında mübahisəni aradan qaldırmaq üçün İohann Kepler çubuqla Yeri Günəş ətrafında orbit üzrə hərəkətə gətirir. Qravüra. XVIII əsr.



Ay bütün dövrlərdə müşahidəçilərin diqqətini özünə cəlb etmişdir.

O, ulduzlara görə yerli vaxtı bilərək, öz gəmisinin uzunluq dairəsini asanlıqla təyin edər. Məhz buna görə Ayın hərəkətinin dəqiq nəzəriyyəsi çox lazım idi.

* * *

Con Flemstidin ölümündən sonra Nyutonun dostu Edmund Halley (1656-1742) Kral astronomu oldu. 1720-ci ildə bu vəzifəyə gələndə o böyük çətinliklərlə üzləşdi. Rəsədxananın bütün cihazları Flemstidin şəxsi mülkiyyəti

EDMUND HALLEY

85 il ömür sürmüş, lakin "qocalmağa macal tapmamış" ingilis astronomu və geofiziki Edmund Halleyin bioqrafiyası alimin keşməkeşli zəmanəsinin – zəkanın və elmin "həmləsinin" parlaq inikası olmuşdur. 16 yaşlı məktəbli Edmund həvəslə və ciddi surətdə özünün ilk Günəş saatını düzəldir. Elə həmin həvəslə də Kral astronomu kimi yüksək vəzifə tutan 63 yaşlı məşhur alim Ay üzərində müşahidələrin böyük zəhmət tələb edən tsiklinə girişir – bu müşahidələri isə 18 il ərzində aparmaq lazımdır (bu müddət ərzində Yer və Ay orbitlərinin kəsişmə xətti göydə tam dairə cızır). Heç nəyə baxmayaraq, o, müşahidələrini müvəffəqiyyətlə başa vurur. Axı, İngiltərəyə – böyük dəniz dövlətinə – dənizdə uzunluq dairələrini müəyyən etmək daha dəqiq Ay cədvəlləri lazım idi.

Edmund Halley 1656-cı il oktyabrın 29-da kiçik Haggerston kəndində (indiki Londonun kənarı) varlı sabunçu ailəsində doğulmuşdur.

Hələ 1676-cı ildə Oksford Universitetinin üçüncü kurs tələbəsi ikən



Edmund Halley.

Halley planetlərin orbitləri haqqında özünün ilk elmi işini çap etdirdi və Yupiterlə Saturnun *böyük bərabərsizliyini* kəşf etdi (Yupiterin sürəti daim artır, Saturnunku isə azalır). Bu kəşf ilk dəfə astronomlar qarşısında Günəş sisteminin sabitliyi və dayanıqlığı haqqında bəşəriyyət üçün çox vacib bir məsələ qoydu. 1693-cü ildə Halley Ayın əsrlik təcilini hesabladı ki, bu da Ayın fasiləsiz Yerə yaxınlaşdığına dəlalət edə bilərdi...

XVII əsrin 70-ci illərində Halleyi yeni məsələ – məlum ulduz kataloqlarını göyün Avropada bu hissəsi görünməyən Cənub yarımkürəsinin ulduzları ilə tamamlamaq məsələsi cəlb etdi. 1676-cı ildə o, universiteti buraxıb, London Kral Cəmiyyətindən icazə alaraq, Cənubi Atlantikada Müqəddəs Yelena adasına – özünün ilk uzaq elmi ekspedisiyasına yollandı. Nəticədə ulduz koordinatlarının təyin olunması üçün ilk dəfə teleskopdan istifadə etdi. 1679-cu ildə Halley 341 cənub göyü ulduzunun birinci kataloqunu buraxdı. 22 yaşlı tədqiqatçının mükafatı Oksford Universitetinin elmi dərəcəsi və London Kral Cəmiyyətinə üzv seçilməsi oldu.

1677-ci ildə Halley Günəşə qədər məsafənin, yəni astronomik vahidin təyin olunmasının yeni üsulunu təklif etdi. Bunun üçün Veneranın Günəş diski boyunca keçməsini enliklər üzrə iki uzaq yerdən müşahidə etmək lazım idi. Halley metodu 25 dəfə az xəta ilə Günəş parallaksını təyin etməyə imkan verdi.

İngiltərəyə qayıdan Halley planetlərin hərəkətini idarə edən qüvvənin tədqiqi ilə məşğul oldu. 1684-cü ildə o, müstəqil olaraq müəyyən etdi ki, həmin qüvvə planetə qədər məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasibdir. Lakin bu qüvvənin təsiri altında orbitlərin formalarının necə ola biləcəyi məsələsini, Halley də digər fiziklər kimi, həll edə bilmədi.

Bununla belə, artıq 20 il idi ki, bu problem İsaak Nyuton tərəfindən həll olunmuşdu, lakin o aldığı nəticələri hələ dərc etdirmək fikrində deyildi. Bundan xəbər tutan Halley Nyutonu inandırdı ki, tədqiqatları davam etdirməlidir və nəticələrin dərc edilməsi xərclərini öz üzərinə götürdü. Məşhur "Natural fəlsəfənin riyazi əsasları" əsəri (1687-ci il) bu cür işıq üzü gördü. Halley latın dilində müəllifə təntənəli ithaf yazdı.

Kometalar haqqında təsəvvürlərin dəyişməsi Edmund Halleyin adı ilə bağlıdır. Yeni dövrdə Nyutona qədər hamı onları Günəş sistemindən qapalı olmayan parabolik orbitlərlə yan keçən yad cisimlər hesab edirdi. 1680 və 1682-ci illərdə iki parlaq kometa göründükdən sonra Halley 1705-ci ildə 24 kometanın orbitlərini hesabladı və dərc etdirdi. Beləliklə, o, XVI-XVII əsrlərdə müşahidə edilmiş kometaların bir neçəsinin orbit parametrlərinin 1682-ci il kometasının parametrlərinə oxşarlığına diqqət yetirdi. Bu kometaların görünmə vaxtları 75-76 illə vuruq təşkil edir. 1716-cı ildə o, müfəssəl hesablamaları dərc etdirdi və bu kometanın bir daha 1758-ci ilin sonunda, yaxud 1759-cu ilin əvvəlində görünəcəyini əvvəlcədən söylədi. Kometanın 1682-ci ildə qayıtması Nyutonun cazibə nəzəriyyəsinin ilk müzəffər təsdiqi oldu və Halleyin özünü məşhurlaşdırdı.

1714-cü ildə Halley öz məqaləsində çox cəsarətlə belə bir nəticəyə gəldi ki, buxarlanmaları ilə alışmış hesab edilmiş bolidlər, çox ehtimal ki, planetlərarası kosmik materiyanın təsadüfi qəliz parçaları ilə Yerin rastlaşmalarının nəticələridir. Bu ideya daha sonra gələn tədqiqatçıları, o cümlədən alman alimi Ernst Xladnini ruhlandırdı. E.Xladni meteorit və bolidlərin elmi kosmik nəzəriyyəsinin (1794) banisi oldu.

1718-ci ildə Halley ilk dəfə ənənəvi "tərpənməz ulduzlar" adının şərti xarakter daşıdığını müəyyən etdi. Presessiya sabitini dəqiqləşdirmək üçün Halley özünə müasir olan ulduz kataloqlarını antik kataloqlarla və ən əvvəl, Hipparxın kataloqu ilə müqayisə etdi. Bütün ulduzların yerdəyişməsinin yekcins mənzərəsi fonunda Halley qəribə bir faktı aşkar etdi: "Üç ulduz – Buğanın gözü (Əldebaran), Sirius və Arktur bu qaydanın tam əksinə hərəkət edirdi". Beləliklə, *ulduzların məxsusi hərəkəti* kəşf olundu. Bu kəşf yalnız XVIII əsrin 70-ci illərində alman astronomu Tobias Mayer və ingilis alimi Nevil Maskelayn tərəfindən onlarca ulduzun məxsusi hərəkətləri öyrənildikdən sonra qəbul olundu.

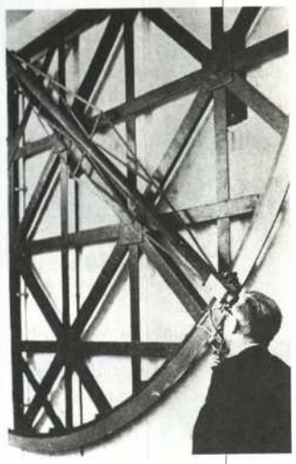
Halley ilk dəfə astronomların diqqətini tamamilə müəmmalı obyektə – dumanlıqlara cəlb etdi. 1715-ci ildə yazdığı məqaləsində o hesab edirdi ki, bunlar özləri işıqsaçan kosmik obyektlərdir (ancaq, bir çoxlarının güman etdikləri kimi, səmanın Günəş işığını əks etdirən sıxlaşmaları yox). Alim həm də belə bir uzaqgörən nəticəyə gəlmişdi ki, Kainatda belə obyektlər, şəksiz, daha çoxdur və ola bilsin, bizim Günəş sistemindən heç də kiçik olmayan nəhəng "məkanlar tutur".

Halley birinci olaraq kosmologiyada *fotometrik paradoks* adını almış belə bir ideya irəli sürmüşdür: əgər Kainatda sonsuz sayda ulduz varsa, gecələr qara deyil, Günəşin səthi kimi, başdan-başa işıq saçmalıdır.

Edmund Halleyin elmi xidmətləri hələ sağlığında qiymətləndirilmişdir. 1703-cü ildən o, Oksford Universitetində həndəsə kafedrasına başçılıq etmiş, 1713-cü ildən London Kral Cəmiyyətinin elmi katibi olmuş, 1720-ci ildən Kral astronomu, yəni Qrinviç rəsədxanasının direktoru olmuşdur (onu öz hesabına yenidən alətlərlə təchiz etmişdir). Halley həm də Paris Akademiyasının əcnəbi üzvü olmuşdur.

Halley 1742-ci il yanvarın 14-də Qrinviçdə vəfat etmişdir. Onun adı məşhur kometanın, Ayda və Marsda isə kraterlərin adlarında əbədiləşdirilmişdir.

olduğundan onun dul arvadı bu əmlaka sahib oldu və rəsədxananı yenidən cihazlarla təchiz etmək məsələsi ortaya çıxdı. Halley kral I Georqdan yeni cihazlar əldə edilməsi üçün vəsait ala bildi. Bu cihazlardan biri 8 futluq (2 m-dən uzun) kvadrant idi. Bu cihazın köməyi ilə o, bütöv saros (18 illik dövr) ərzində Ay üzərində mövqe müşahidələri apardı. Halley Ay üzərində öz müşahidələrindən onun orbitini dəqiqləşdirmək üçün istifadə etdi. O, Ayın hərəkətində *əsri sürətlənmə* adlanan yeni bərabərsizlik kəşf etdi; bu ondan ibarət idi ki, Ayın hərəkəti tədricən, çox yavaş da olsa, yüzillikdə 10° sürətlənir. Halley bu qiyməti öz müşahidələrini qədim insanların Ay tutulmaları üzərində müşahidələri ilə müqayisə etməklə almışdı. Yalnız 90 il sonra Pyer Simon Laplas bu hadisəni Ay orbiti ekssentrisitetinin dəyişməsi ilə izah etdi.



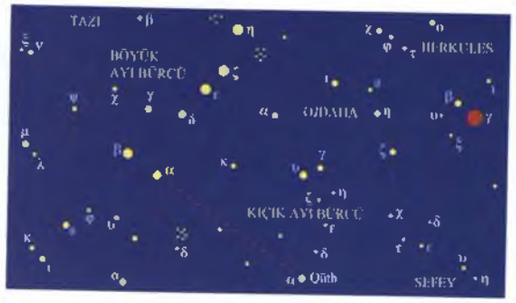
E.Halleyin optik viziri olan kvadrantı.

Üçüncü Kral astronomu 1742-ci ildə Ceyms Bradley (1693-1762) oldu. O, əvvəlcə dini rütbə aldı, sonra o, kilsə karyerasından imtina edərək, elmlə məşğul oldu. 1721-ci ildə o, Oksford Universitetinin astronomiya professoru təsdiq olundu. Bradley astronomik müşahidələri əvvəlcə dayısının Vansteddəki şəxsi rəsədxanasında aparmağa başladı. 1724-cü ildə dayısının ölümündən sonra rəsədxana Bradleyin şəxsi mülkiyyəti oldu.

Ceyms Bradley.



1727-ci ildə alim Yerin Günəş ətrafında illik fırlanmasının nəticəsində parallaktik ulduzun yerdəyişməsini ölçməyə cəhd etdi. İl ərzində zenitə yaxın Əjdaha γ ulduzunu müşahidə edərkən onun nəzərəçarpan illik yerdəyişməsini aşkara çıxardı, lakin gözlədiyinin əksi olan istiqamətdə. İki il sonra Bradley başa düşdü ki, onun kəşf etdiyi *işığın aberrasiyası* (*lat.* aberrare – "azmaq") Yerin orbital hərəkəti ilə bağlı olub, işığın sonlu sürətinin nəti-



Ulduz xəritəsində Əjdaha bürcü.

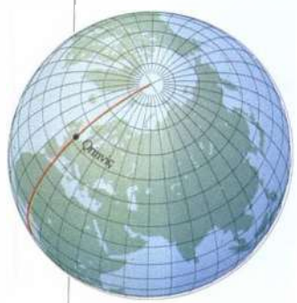


Günəş və Ayın cazibə qüvvələrinin təsiri altında onun fırlanma oxu fəzada kiçik sürətlə konus cızır, yəni pressesiya edir. Ayın orbit müstəvisi vəziyyətinin dəyişməsi nəticəsində onun Yerə təsiri daim dəyişir, bu isə Yerin fırlanma oxunun kiçik titrəyişlərinə səbəb olur. Bu hadisə nutasiya adlanır.

cəsidir. Bradley hökumətin puluna rəsədxananı yenidən avadanlıqla təchiz etməyə müvəffəq oldu. Yeni cihazların köməyi ilə o, Yerin oxunun *nutasiyasını* (*lat.* nutasio – "yırğalanma", "rəqsetmə") kəşf etdi. Məlum oldu ki, Yerin oxu konus üzrə 26 min illik dövrlə presessiya hərəkəti ilə yanaşı, 18,6 illik dövrlə kiçik səmt yırğalanmalarına məruz qalır (Ayın orbitinin dönməsilə sinxron). Bradley başa düşdü ki, nutasiyaya səbəb Aydır, onun Yerə sapdırıcı təsiridir.

Alim həm də ulduzlar üzərində müntəzəm müşahidələr aparırdı və 3268 ulduzun yeni kataloqunu tərtib etdi. Onların vəziyyətləri Flemstid təyin etdiyindən daha dəqiq idi. Bu kataloqun tərtibinə 12 il gərgin əmək sərf olundu.

Daha sonra Kral astronomu Nevil Maskelayn (1732-1811) rəsədxananı yeni, daha dəqiq alətlərlə təchizi sahəsində Bradleyin işini davam etdirdi və ölçmələrin dəqiqliyi qövs saniyəsinin onda bir hissəsinə qədər çatdırdı. O, göy cisimlərinin vəziyyətləri üzərində 90 min ulduzun vəziyyətini təyin etdi. Maskelayn Günəş parallaksının qiymətini dəqiqləşdirmək üçün 1761-ci ildə Veneranın Günəş diskinin qarşısından keçməsini müşahidə etdi, Ayın vəziyyətinə görə uzunluq dairələrini təyin etmək metodunun işlənib hazırlanmasını davam etdirdi. 1766-cı ildə o, ingilis dəniz astronomiya salnaməsinin hələ



Qrinviç (sıfır) meridianı.

indi də nəşr olunan "Dəniz Almanaxı"-nın (Nautical Almanac) əsasını qoydu.

Qrinviç rəsədxanasının passaj alətinin oxundan keçən Qrinviç meridianı, 1884-cü ildə rəsmi olaraq Yer üzündə uzunluq dairələrinin hesablanması üçün əsas götürülən başlanğıc meridianı kimi qəbul edildi.

953-cü ildə böyük şəhər işıqları müşahidələrə mane olduğundan rəsədxananın əsas cihazları Londondan uzağa köçürüldü. Yeni rəsədxana (indi o, Nyutonun adını daşıyır) bir çox astrofiziki cihazlarla və 2,5 m-lik reflektorla təchiz olundu.

GÖY MEXANİKASININ KLASSİKLƏRİ

Nyutonun ölümündən (1727) sonrakı yüzillik göy mexanikasının – onun cazibə nəzəriyyəsi əsasında yaradılmış bu elmin sürətlə inkişaf etməsi dövrü oldu. İş elə gətirdi ki, bu elmin inkişafına töhfəni əsas beş diqqətəlayiq alim verdi. Onlardan biri İsveçrədə anadan olmuş, lakin həyatının çox hissəsini Rusiya və Almaniyada keçirmiş və orada işləmişdir. Bu, Leonard Eylerdir. Qalan dördü isə fransızlardır (Klero, D'Alamber, Laqranj və Laplas). Əvvəlcə onların həyatından, sonra isə həll etdikləri məsələlərdən söhbət açaq.

* * *

Aleksis Klod Klero (1713-1765) Parisdə riyaziyyatçı ailəsində doğulmuşdur. Atası onun ilk müəllimi oldu. Artıq Aleksisin 13 yaşı olanda, o, özünün ilk həndəsədən elmi işini yerinə yetirdi. İş onun atası tərəfindən Paris akademiyasına təqdim edildi. Üç il sonra Klero "İkili əyriliyin əyriləri haqqında" adlanan ikinci işini dərc etdirdi. Gəncin işləri görkəmli riyaziyyatçı alimlərin diqqətini cəlb etdi. Onlar gənc istedadın Paris Elmlər Akademiyasına seçilməsinə çalışmağa başladılar. Lakin nizamnaməyə görə yalnız 20 yaşına çatmış adam Akademiyanın üzvü ola bilərdi.

Bu zaman məşhur riyaziyyatçı Pyer Lui Mopertyui (1698-1759) Aleksisə hamilik edərək, onu Bazelə, İohann Bernullinin yanına gətirdi. Klero üç il məşhur alimin mühazirələrini dinlədi və öz biliklərini cilaladı. Bazelə öz gəlişini sonra Klero belə qiymətləndirirdi ki, o bura gəldiyinə görə "həm aldığı biliklərə, həm də Bernulli və onun hörmətli ailəsi ilə yaranmış dostluq münasibətlərinə görə təəssüflənmir".

Parisə qayıtdıqda artıq o, 20 yaşına çatmışdı və Akademiyanın adyunktu (kiçik akademik dərəcəsi) oldu. Parisdə Klero və Mopertyui Yerin forması haqqında mübahisələrin lap qaynağına düşdülər: o, qütblərdə sıxılmış, yoxsa dartılmışdır? Mopertyui meridian qövsünü ölçmək üçün Laplandiyaya ekspedisiya hazırlamağa başladı. Burada Klero da iştirak edirdi. Laplandiyadan qayıdan Klero Akademiyanın həqiqi üzvü oldu. Artıq onun həyatı təmin olunmuşdu və o, özünü elmə həsr edə bilərdi.

* * *

Jan Leron D'Alamber (1717-1783) atılmış bir uşaq olmuşdur. Onu Parisdə Sen-Jan-le-Ron kilsəsi yaxınlığında tapmışlar (buradan da onun adı yaranıb). Onu kasıb bir ailə tərbiyə etmişdi. Gənc yaşlarından D'Alamber riyaziyyata maraq göstərmiş, onunla müstəqil məşğul olmuşdur. Amma hüquq təhsili aldığı Mazarini Kollecini bitirmişdi. Klerodan fərqli olaraq, o, İohann Bernullinin mühazirələrinə qulaq asmasa da, bu riyaziyyatçı gənc D'Alamberə böyük təsir göstərmişdi. D'Alamber yazırdı: "Mən Bernullini yalnız onun əsərlərindən tanıyırdım və az da olsa, qazandığım uğurlara görə ona borcluyam". Bəs D'Alamberin dediyi "kiçik" uğurlar nədən ibarət idi?

Bu, hər şeydən əvvəl, "Dinamika haqqında traktat" idi (1743). Əsərdə maddi cisimlərin və onların sistemlərinin hərəkətini təsvir edən diferensial tənliklərin tərtib edilməsinin ümumi qaydaları dürüst ifadə olunmuşdu. 1747-ci ildə o, Elmlər Akademiyasına planetlərin qarşılıqlı təsiri altında onların Günəş ətrafında elliptik hərəkətdən sapmaları haqqında memuarlarını təqdim etdi.

* * *

Jozef Lui Laqranj (1735-1813) Sardiniya krallığının paytaxtı Turində italyan-fransız ailəsində anadan olmuşdur. O, Artilleriya məktəbində oxumuş, sonra isə orada müəllimlik edərək, artıq 18 yaşında professor olmuşdu. 1759-cu ildə Eylerin təqdimatı ilə 23 yaşlı Laqranjı Berlin Elmlər Akademiyasının üzvü seçirlər. 1766-cı ildə o həmin akademiyanın prezidenti olur. II Fridrix Laqranjı Berlinə dəvət edərək yazırdı: "Avropanın böyük həndəsəçisinin ən böyük kralın yaxınlığında yaşaması lazımdır" (o vaxtlar təkcə həndəsə üzrə



Aleksis Klod Klero.



La-Palma adasında Roke de-los-Muçaços rəsədxanası (İspaniya). Günbəzin altında əsas güzgüsünün diametri 2,5 m olan "İsaak Nyuton" teleskopu qurulmuşdur.

Jan Leron D'Alamber.



Qoşa ulduzun orbit müstəvisində, cazibə qüvvələri və mərkəzdənqaçma qüvvələri tərəfindən yaranan bərabər potensial xətləri. Qoşa ulduzun cazibə sahəsində olan hissəciyə bu üç qüvvənin əvəzləyicisi təsir edir. 1772-ci ildə Laqranj tərəfindən aşkar olunmuş L1, L2, L3 və L4 nöqtələrində əvəzləyici qüvvə sıfıra bərabərdir. Bu nöqtələr Laqranj nöqtələri adlanır.



Jozef Lui Laqranj.

mütəxəssisləri deyil, bütün dəqiq elmlərin: riyaziyyatın, mexanikanın, astronomiyanın nümayəndələrini də həndəsəçi adlandırırdılar).

II Fridrixin vəfatından sonra 1786-cı ildə Laqranj Parisə köçdü. 1772-ci ildən o, Paris Elmlər Akademiyasının üzvü idi, 1795-ci ildə onu uzunluq dairələri bürosunun üzvü təyin etdilər və o, ölçü sisteminin yaradılmasında fəal iştirak etdi.

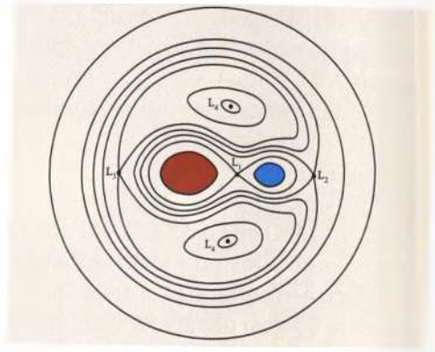
Laqranjın elmi tədqiqatlarının dairəsi çox geniş idi. Bu tədqiqatlar mexanikaya, həndəsəyə, riyazi analizə, cəbrə, rəqəmlər nəzəriyyəsinə, habelə nəzəri astronomiyaya həsr edilmişdir. Laqranjın tədqiqatlarının əsas istiqaməti mexanikada ən müxtəlif hadisələri vahid nöqteyi-nəzərdən təqdim etmək idi. O, qüvvələrin təsiri altında istənilən sistemlərin davranışını təsvir edən tənlik çıxarmışdır.

Laqranj astronomiya sahəsində Günəş sisteminin dayanıqlığı probleminin həlli üçün çox iş görmüşdür; dayanıqlı hərəkətin bir sıra xüsusi hallarını, o cümlədən üçbucaqlı vibrasiya nöqtələrində yerləşən kiçik cisimlərin dayanıqlığını isbat etmişdir. Bu cisimlər – "Troyalı" asteroidlər ("Asteroidlər" məqaləsinə bax) artıq XX əsrdə, Laqranjın ölümündən yüz il sonra aşkar olundu.

Göy mexanikasının konkret məsələlərinin həllində bu alimlərin yolları dəfələrlə kəsişirdi; onlar istər-istəməz bir-biri ilə rəqabət aparır, bəzən yaxın, bəzən də tamamilə müxtəlif nəticələrə gəlib çıxırdılar.

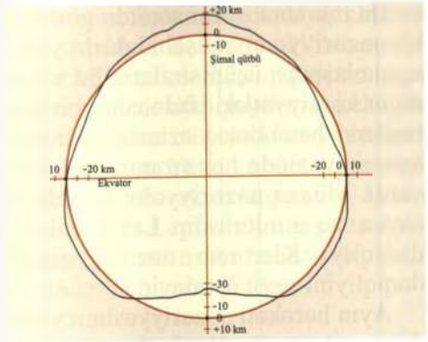
YERİN FORMASI

O vaxt Yerin forması haqqında mübahisə elmi ictimaiyyətin diqqət mərkəzində idi. Bu problemi həll etmək üçün Paris Elmlər Akademiyası iki ekspedisiya göndərdi: Peruya və Laplandiyaya. Geodeziya ölçmələri ilə yanaşı, alimlər bu məsələyə nəzəriyyə mövqelərindən yanaşdılar. Doğrudan da, əgər Yer yavaş fırlanan sferoiddirsə, o hansı formada olmalıdır? Həmin vaxt hesab edirdilər ki, Yer daxildə odlu mayedən ibarətdir, çünki vulkanların püskürmələrini müşahidə edənlər maqma Yerin dərinliklərindən maye tullanıldığını görürdülər. Nyutonun əldə etdiyi nəticəyə görə, maye formalı Yerin qütblərdə 1/230 nisbətində sıxılmış olacaqdır. Başqa sözlə, qütb radiusu ekvatora 1/230-a qədər az olmalıdır. Eylerin hesablamasına görə, Yerin sıxılması 1/234-ə bərabər olmalıdır.



Laplandiya ekspedisiyası qayıdandan sonra onun rəhbəri Mopertyui materialları təhlil edərək, qütb sıxılmasının 1/178-ə bərabər, yəni Nyutonunkundan çox olan qiymət aldı. Lakin Klero dərhal başa düşdü ki, Yerin təkini daha sıx hesab etsək, qütbdə sıxılma az olmalı, Nyutonun modelindəkindən çox olmamalı və Mopertyuinin aldığı qiymətdən daha az olmalıdır (Yerin sıxılmasının müasir qiyməti 1/298,25-dir).

Klero Yerin müxtəlif tərkibli olmasını qəbul edərək, onun nəzəriyyəsini qurmağı qərara aldı. Bu heç də asan məsələ deyildi. Göy mexanikası məsələlərinin əksəriyyəti kimi, bu məsələnin də dəqiq həlli yox idi. Bu və ya digər sadələşdirici fərziyyələr qəbul etmək, düsturlara daxil olan ifadələri yavaş yığılan sıralara ayırmaq lazım gəlirdi.



Nəhayət, Klero məsələnin həllini tapdı və 1743-cü ildə Parisdə çıxan "Yer fiqurunun nəzəriyyəsi" kitabında öz nəzəriyyəsini təqdim etdi.

Çox ciddi hakim olan Leonard Eyler yazırdı: "Kleronun kitabı həm orada nəzərdən keçirilən dərin və çətin məsələlər baxımından, həm də məsələləri tamamilə aydın və dürüst şərh etməyə imkan verən münasib və asan üsul baxımından müqayisəyəgəlməz əsərdir". İndi də bu kitab klassik kitab sayılır.

Lakin Klero tərəfindən məsələnin həlli yalnız başlanğıc idi. Fırlanan planetin fiquru haqqında məsələni ondan sonra Pyer Simon Laplas, Jül Anri Puankare və başqa nəzəriyyəçilər həll etməyə çalışdılar. Bunlardan ən yaxşı variantları XX yüzilliyin əvvəlində rus alimi Aleksandr Mixayloviç Lyapunov (1857-1918) təklif etdi. O, məsələnin həllini bir-birilə bağlı inteqral-diferensial tənliklər zənciri şəklində təqdim etdi. Lakin bu zəncirdə Kleronun tənliyi birinci yerdə dururdu.

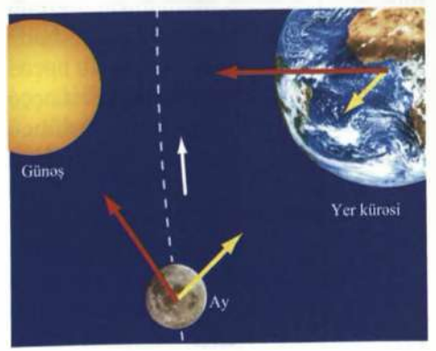
AYIN HƏRƏKƏTİ NƏZƏRİYYƏSİ

Göy mexanikasının ən çətin məsələlərindən biri Ayın hərəkəti nəzəriyyəsi idi. Planetlərin hərəkətini öyrənən alimlər başqa planetlərin təsirinin – mərkəzi cismin – Günəşin cazibə qüvvəsi ilə müqayisədə nisbətən zəif olan bu təsirin yaratdığı sapmaları nəzərdən keçirməli olurlar. Aya gəldikdə isə, məhz Günəş Yer peykinin hərəkətinin əsas təhrikçisi rolunda çıxış edir. Onun doğurduğu sapmalar olduqca böyükdür və Yerin, Ayın və Günəşin qarşılıqlı yerləşməsindən asılı olaraq öz qiymətini və istiqamətini daim dəyişir.

Geoid. Diametri Yerin ekvator diametrinə bərabər olan sferadan sapma.

Ayın hərəkəti nəzəriyyəsini yaratmağa ilk dəfə Nyuton cəhd göstərmişdir. Ümumdünya cazibə qanununa əsasən o, Ayın hərəkətinin hələ antik dövrdə kəşf edilmiş və Tiho Brahe müşahidəçiləri tərəfindən təsdiq olunmuş əsas bərabərsizliklərini (vaxtaşırı sapmalarını) aydınlaşdırmaq müvəffəq olmuşdur. "Böyük elliptik bərabərsizlik" Ay orbitinin elliptikliyi ilə, *eveksiya* (*lat.* evehere – "qaldırmaq") izah olunurdu ki, yeni Ayda o, Yerə nisbətən Günəşə daha yaxın, tam bədirlənmiş Ay çıxanda uzaq olur. *Variasiya* yenə də Günəş cazibəsinin təsiri altında orbitdə Ayın hərəkəti sürətinin dəyişməsi nəticəsində baş verir. *İllik tənlik* Yer orbitinin elliptikliyi və deməli, Yerin və Ayın Günəşdən məsafəsinin il ərzində vaxtaşırı dəyişməsi ilə bağlıdır.

Lakin heç də hər şey belə sadə deyildi. Nyuton Ay orbitinin apsid xəttinin (onun perigeyi və apogeyi



Yerin və Günəşin cazibəsinin təsiri altında Ayın hərəkəti.



Ayın xəritəsi. C.D.Kassini tərəfindən tərtib edilib.

birləşdirən böyük oxunun) dönüşünü hesablamağa cəhd etdiyi zaman tam dövretmənin vaxtını müəyyən etdi, hərçənd bu vaxt 18 ilə, əslində 9 ilə bərabərdir. Hipparxın dövründən müşahidələr belə göstərirdi.

Klero bu məsələni həll etməyə çalışdı və... Nyuton kimi o da apsid xəttinin tam dövretmə vaxtının eyni qiymətini müəyyən etdi ki, bu da 18 ilə bərabər idi. Məsələnin həllinə D'Alamber də qoşuldu. Klerodan asılı olmayaraq, o da eyni nəticəni aldı. Eyler də bu problemlə məşğul oldu, lakin o da müşahidə olunan dövrü izah edə bilmədi. Bu əhvalat 1747-1749-cu illərdə olmuşdu. Bəlkə, Nyutonun qanunu dürüst deyil və onun düsturuna əlavə hədd daxil edilməlidir?

Onda Peterburq Elmlər Akademiyası belə bir ad altında müsabiqə elan etdi: "Ayın hərəkətində müşahidə edilən bütün bərabərsizliklərin Nyuton nəzəriyyəsi ilə uyğun olub-olmadığını və bütün bu bərabərsizliklərin həqiqi nəzəriyyənin – istənilən vaxt üçün Ayın yerini tam dəqiqliyi ilə müəyyən etməyə imkan verən bu nəzəriyyənin necə olmalı olduğunu göstərməli". Çox güman ki, bu məsələnin mövzusunu və onun dürüst ifadəsini Eyler təklif etmişdi.

Klero yenidən məsələnin həllinə girişdi. O başa düşdü ki, apsid xəttinin illik dönüşünün özü və D'Alamber tərəfindən alınmış qiyməti bu qiyməti ifadə edən sıranın yalnız birinci həddidir. Klero ikinci həddi də tapdı: nəzəriyyənin müşahidələrdən fərqi bir neçə dəfə azaldı. O, üçüncü və dördüncü həddləri də tapdı (fərq lap az qaldı) və başa düşdü ki, məsələ həll olundu və bu barədə müvafiq memuar yazdı. 1751-ci ildə ona Peterburq Elmlər Akademiyasının mükafatı verildi. Növbəti ildə onun memuarı Peterburqda, sonra isə Parisdə nəşr olundu.

Bu nümunə əyani surətdə göstərdi ki, nəzəriyyənin müşahidələrlə yaxşı uyğunlaşması üçün sıraların bu və ya digər kəmiyyətləri ifadə edən bir çox həddlərini hesablamaq lazımdır. Kleronun nəzəriyyəsində hər sıranın 20 həddi vardı. Müasir nəzəriyyələrdə onların sayı artıq minlərlədir. Lakin onların dəqiqliyi Kleronun nəzəriyyəsinin dəqiqliyini xeyli üstələyir.

Ayın hərəkəti nəzəriyyəsinin yaradılması ilə həmin dövrün digər alimləri də məşğul olmuşlar. 1753-1772-ci illərdə Leonard Eyler Ayın hərəkətinin tam üç nəzəriyyəsini yaratdı. Bəs niyə üç? Məsələ ondadır ki, Eyler göy mexanikasının mürəkkəb məsələlərinin həlli üçün həmişə yeni yollar axtarırdı. Astronomlara gələcəkdə 100 il, 200 il, sonra da yaxşı xidmət etmiş metodlar ona məxsusdur. Ayın hərəkəti nəzəriyyəsini Laplas da, onun şagirdləri və davamçıları da inkişaf etdirmişlər.

Hazırda astronomlar Ayın hərəkətini əks etdirən düsturların qurulması üçün elektron hesablama maşınlarından istifadə edirlər. Bu, maşın nəzəriyyələri adlanan nəzəriyyələr yaradılmasına gətirib çıxarmışdır. Lakin göy mexanikası klassiklərinin əsərləri olmasaydı, alimlər bunu etməyə heç vaxt nail ola bilməzdilər.

* * *

Toplanmış bilikləri Laplas 1798-1825-ci illərdə böyük fasilələrlə "Göy mexanikası haqqında traktat" adı altında çıxan beşcildlik əsərində yekunlaşdırdı. "Göy mexanikası" terminin özü Laplas tərəfindən tətbiq edilmişdir. Böyük alimin şagirdləri və ardıcılları bu əsəri mükəmməl düzəldilməyə ehtiyacı olmayan binaya bənzədirdilər.

Lakin bu gümanlar təsdiq olunmadı. Bina, doğrudan da, əzəmətli olduğuna baxmayaraq, sonrakı nəsillərə mənsub alimlər tərəfindən bir çox dəyişikliklərə məruz qaldı və dəfələrlə tikilib tamamlandı. Müşahidələrin dəqiqliyi artdıqca nəzəriyyəni də dəqiqləşdirməyə ehtiyac yaranırdı. Yeni məsələlər meydana gəlirdi (məsələn, Yerin və planetlərin süni peyklərinin hərəkəti haqqında). Lakin Pyer Simon Laplasın və onun sələflərinin xidməti məhz bundan ibarətdir ki, onlar bu binanı tikdilər.

KAİNATIN QURULUŞU VƏ GÖY CİSİMLƏRİNİN MƏNŞƏYİ

XVIII əsrdə Kainatın quruluşu haqqında düşünərkən kosmoloqlar əvvəlcə Rene Dekartın, sonra isə İsaak Nyutonun fikirlərinə əsaslanırdılar.

XVIII əsrin 20-ci illərində Dekarta əsaslanaraq İsveç filosofu və fiziki Emanuel Svedenborq (1688-1772) belə bir fərziyyə irəli sürdü ki, təbiətdə bütün strukturlar eyni prinsiplər əsasında əmələ gəlir. Məsələn, atomlar və ulduzlar materiyaya xas olan burulğanlı hərəkət nəticəsində yaranır. Svedenborqa görə, atom zərrəciklərin mürəkkəb sistemidir və o, Günəş sisteminə bənzəyir. O, ilk dəfə belə bir fikir söylədi ki, Ağ Yol ulduzların real müstəvi sistemidir. Doğrudur, Svedenborq Nyutonun cazibə nəzəriyyəsini qəbul etmir və belə hesab edirdi ki, ulduzlar birbirini maqnit qüvvələri ilə saxlayır. Ağ Yolun təbiəti haqqında onun fərziyyəsi yanlış idi, lakin həmin fərziyyə bu ulduzlar sisteminin ilk dinamik modeli oldu.

* * *

İmmanuil Kant (1724-1804) Yeni dövrün ən böyük filosofu idi, onu fəlsəfənin Koperniki adlandırmaq olardı. O, elmdə öz yoluna nəzəriyyəçi astronom, nyutonçu kimi başladı. Kant ilk dəfə Kainatda ümumdünya cazibəsinin bütün mümkün təzahürlərini fikrən izləmək, astronomların müşahidə etdikləri nə varsa, hamısını bu nöqteyi-nəzərdən götür-qoy və izah etmək və Kainatın necə qurulduğunu və inkişaf etdiyini başa düşmək vəzifəsini birinci olaraq qarşıya qoymuşdu. Yeni dövrün kosmoqoniya və kosmologiyası belə yarandı.



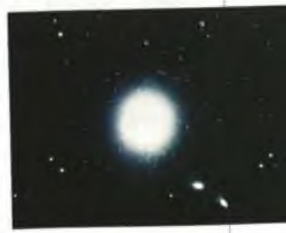
İmmanuil Kant.

Hələ ilk işlərindən olan "Yer mövcud olduğu vaxtdan öz oxu ətrafında fırlandığı zaman bəzi dəyişikliklərə məruz qalmışdırmı?" (1754-cü il) əsərində Kant belə bir fakta diqqət yetirir ki, okeanda baş verən Ay-Günəş qabarmaları Yerin fırlanmasını müntəzəm ləngitməlidir, bu isə, Kanta görə, o deməkdir ki, Kainatda qarşısıalınmaz proseslər mövcuddur, o başqalaşır, öz tarixinə malikdir. O, inkişaf edən struktur kimi Kainata antik filosofların baxışını elmə qaytardı.

Kantın astronomiyaya aid əsas əsəri olan "Ümumi təbiət tarixi və səma nəzəriyyəsi" (1755) bizim günlərdə asan və maraqla oxunur, lakin XVIII əsrdə müşahidəçi astronomlara və göy mexanikası alimlərinə bu əsər çox mücərrəd göründüyündən qəbul olunmadı. Lakin sonralar Kainatın dərk edilməsi tarixi və elmi kəşflərin başa düşülməsi Kantın qoyduğu yolla davam etdi.

Kanta görə, Kainat sonsuzdur. O, iyerarxik quruluşa malikdir: planet və kometalar Günəş sistemini təşkil edir; Günəş və ulduzlar Ağ Yola daxildir; başqa ulduz sistemləri və Ağ Yol daha böyük bir sistem əmələ gətirir.

Kant qeyd etdi ki, kənardan Ağ Yol halqası disk kimi görünəcəkdir (Andromeda dumanlığına bənzər). Andromeda dumanlığını o, uzaq ağ yollar kimi hesab edirdi (biz deyərdik ki, qalaktikalar). O, qalaktikaların diskəbənzərliyinə onların fırlanmasının və onlarda cazibənin təsirinin nəticəsi kimi baxır və



Uzaq qalaktikalar (Qız bürcündə qalaktikalar topası).

cazibə qüvvəsi ilə eyni dərəcədə idarə edilən Günəş sistemi ilə Ağ Yol sistemi arasında dərin oxşarlıq olduğunu görürdü. Onun nəticəsi son dərəcə müasir səslənirdi: Günəş öz sisteminə planetləri və kometa orbitləri ailəsini daxil etdiyi kimi, ulduzlar sistemi (qalaktika) də Kainat "əhlinin" iki tipinə malikdir – Ağ Yola bitişmiş disk ulduzları və bütün göy üzünə səpələnmiş parlaq kürəvi ulduzlar.

Böyük mütəfəkkir belə bir paradoksal ideya irəli sürmüşdür ki, Yerin bir çox strukturları göy cisimlərinə və Kainata nisbətən daha mürəkkəb qurulmuşdur, deməli, daha çətin dərk olunandır. Günəşi öyrənmək kəpənək qurdunu öyrənməkdən daha asandır. Kant yazırdı: "Mən demirəm ki, mənə materiya verin, mən kəpənək qurdunu yaradım, mən deyirəm ki, mənə materiya verin, mən Kainat yaradım, çünki bu daha sadə və müasir bir məsələdir. Təbiəti və səmanın tarixini öyrənmək vaxtı gəlib çatmışdır".

Kant güman edirdi ki, başlanğıc vəziyyətdə Kainat seyrək materiya ilə dolmuşdu. Materiyanın zərrəcikləri arasında Nyutonun cazibə qüvvəsi təsir edir və onları burulğanlı hərəkətə gətirir. Burulğanlarda zərrəciklər kimyəvi təbiətli qüvvələrin təsirilə itələnir. Materiya Allah tərəfindən yaradılmışdır, o quruluşuna görə "elə zəngin, elə mükəmməl olmalıdır ki, onun bütün mürəkkəbliyi özündə baş verə biləcək hər şeyi özündə birləşdirir və heç bir ölçüyə gəlmir, sonsuzdur".

Kainatda o zaman ulduzlar və planetlər sistemləri formalaşmağa başlamışdır ki, kimyəvi qüvvələr barəsində ilkin materiyada sıxlaşmalar yaranmışdır. Sonra Kant göy cisimlərinin müxtəlif sistemlərinin yaranmasını və inkişafını yalnız Günəş sisteminin timsalında sərf-nəzər etmişdir.

Tədricən cazibə qüvvəsinin təsiri altında mərkəzin sıxlaşma kütləsi artır. Sıxlaşma Günəş sisteminin ilk yaranışına çevrilir. Fırlanan dumanlıq tədricən sıxlaşır və mərkəzi hissəyə gələcək Günəşə və halqalara – planetlərə çevrilir. Cavan Günəş cazibə qüvvəsi ilə sıxılaraq enerji mənbəyinə çevrilir. O sönə və yenidən alışa bilər. Halqalar meteoritlər tipli soyuq cisimlərdən təşkil olunmuşdur. Hər bir halqanın təkamülü oradakı daşların qarşılıqlı cazibəsi, Günəşin cazibəsi, habelə Günəş şüalanmasının təsiri ilə müəyyən edilir.

O zaman hipotez müşahidələri Kantın heyrətamiz idrakının nəticəsi idi. O güman edirdi ki, planetlər halqaların maddəsindən yarandıqdan sonra onun bir hissəsi planetlərarası fəzada qalır. Bu maddə Günəş şüalanmasını əks etdirir və zodiak işığı hadisələrini yaradır.

Kant Saturnun orbit axarında planetlərin və kometaların Günəş sistemini əhatə edən geniş buludunun olduğunu güman edirdi.

Kantın əsəri astronomların diqqətini cəlb etmədi və Laplasa naməlum qaldı. O özünün "Dünya sisteminin şərhi" əsərində, Kantdan asılı olmayaraq, doğrudur, Herşelin müşahidələrindən və özünün planetlərin hərəkətinə aid hesablamalarından istifadə etməklə, onun bəzi ideyalarını təkrar etmişdir.

Yaşa dolmuş Kant astronomiya ilə məşğul olmasa da, onu həmişə nəzərdə tutmurdu, öz fəlsəfi sistemini yaradarkən görkəmli rus mütəfəkkiri, Vladimir Sergeyeviç Solovyovun fikrincə, "Kant hadisələr aləminin insan ağlından asılılığını və bizim mənəvi dünyamızın, şəksiz, müstəqilliyini kəşf etdi".

* * *

XVIII əsrin ikinci yarısında Almaniyada astronom və fizik İohann Henrix Lambert (1728-1777) işləmişdir. O, fotometriyanın əsasını qoydu; isbat etdi ki, işığı ideal səpələyən səthin parlaqlığı istiqamətdən asılı deyil; Günəşin və ulduzların parlaqlığını müqayisə edərək, Yer atmosferində işığın zəiflədiyini müəyyənləşdirdi; Siriusadək məsafənin 8 işıq ili qədər (indiki qiymət 8,7 işıq ilidir) olduğunu göstərdi; bəzi kometaların orbitlərini hesabladı. Lambert Kainatın quruluşu haqqında öz təsəvvürlərini "Dünyanın quruluşu haqqında kosmoloji məktublar" (1761) əsərində şərh etmişdir. Onun fikrincə, Kainat, Kantdakı kimi, iyerarxik quruluşa malikdir: planetlər peykləri ilə, ulduzlar planetləri ilə, Ağ Yol ulduz sistemi kimi. Ağ Yol kimi sistemlər uzaqda olduğuna görə dumanlıqlar təki görünür. Ağ Yolda Lambert ulduz sıxlaşmalarını (ulduz topalarının timsalını) ayırırdı. Hər bir sistemin cazibə və fırlanma mərkəzi vardır. O güman edirdi ki, Ağ Yol dayanıqsızdır və dəyişməlidir.

Lambert *qoşa* və *çoxqat ulduzların* mövcud olduğunu qabaqcadan söyləmiş və bu anlayışları tətbiq etmişdi. O buna diqqət yetirmişdir ki, göy cisminin hərəkətindəki sarsıntılara əsasən başqa bir iri gözəgörünməz cismi aşkar etmək olar. Belə cisimlər sistemlərin cazibə mərkəzində və ya hətta bütün iyerarxik Kainatın ola bilərdi.

* * *

XVIII əsr astronomlarının kəşfləri Kainatın əbədiliyi və dəyişməzliyi haqqında təsəvvürlərdən əl çəkməyə vadar etdi. XIX əsrin əvvəlində tədricən inkişaf edən Kainat haqqında antik filosofların təsəvvürləri bərpa olundu, lakin artıq indi bu təkamülün təsvirini açan riyazi aparat – Nyutonun dinamika qanunları və ümumdünya cazibə qanunu var idi.



Böyük Magellan Buludunda – Qalaktikamızın peykində – kürəvi ulduz topaları və qaz dumanlıqları.

DÜŞÜNƏN QAMIŞ

İnsan onu əhatə edən aləmlə müqayisədə zəif bir qamışa bənzər; lakin o, şüura və düşüncəyə malik bir qamışdır. Onu məhv etmək üçün heç də bütün Kainat lazım deyil: nəsə boş bir şey kifayətdir. Lap tutaq ki, Kainat onu məhv edər, bu halda yenə də insan ondan daha üstündür, çünki o başa düşür ki, ölür, Kainat isə heç nə başa düşmür. Beləliklə, bizim üstünlüyümüz müəyyən məkana sahib olmaqda deyil, ağıllı fikirləşmək bacarığındadır. Məkan və zamanın köməyi ilə Kainat məni bürüyür və udur, amma fikrin köməyi ilə mən Kainatı bürüyürəm. Gəlin çalışaq ki, ləyaqətlə fikirləşək: elə mənəviyyatın əsası da budur.

(Blez Paskalın "Fikirlər" kitabından. 1669-cu il)

PYER SİMON LAPLAS

Parlaq intellekti və eyni zamanda bir neçə elm sahəsində – astronomiya, riyaziyyat və fizikada görkəmli nailiyyətlərinə görə Laplası "Fransanın Nyutonu" adlandırırdılar. Böyük Fransa inqilabı dövründə o "xalq düşməni" hesab olunurdu və çox çətinliklə edamdan canını qurtara bildi. Bərpa dövründən sonra markiz və Fransa peri titulunu aldı. Onun parlaq həyatı olmuş və bu həyatda o hər şeyi öz gücünə əldə etmişdir.

Pyer Simon Laplas 1749-cu il martın 23-də Aşağı Normandiyada Bomon-an-Oj kəndində varlı olmayan fermer ailəsində anadan olmuşdur.

Onun uşaqlıq və gənclik illəri haqqında az məlumat vardır. O, valideyn evinin kasıblığından və qohumlarından danışmağı xoşlamazdı. Onun atasına torpaq icarəyə vermiş mülkədar ağıllı oğlana himayədarlıq etdi və onun Bomon-an-Ojda benediktçi rahiblər məktəbində təhsil almasına imkan



Pyer Simon Laplas.

yaratdı. XVIII əsrin ortalarında kollecdə artıq kübarlar təhsil alırdılar.

Laplas dillərə, riyaziyyata, ədəbiyyata və ilahiyyata böyük qabiliyyəti olduğunu nümayiş etdirdi. O ədəbiyyatı, xüsusilə də Jan Rasini ömrü boyu sevmişdi. Onun şeirlərini Laplas Nyutonun kəşfləri ilə bərabər tutur, onun faciələrindən parçaları əzbər söyləyirdi.

Gənc Pyer Simon əvvəlcə ilahiyyatçı olmaq istəyirdi. O, dini mövzularda müzakirələrdə uğurla çıxış edir və benediktçilər ordeninin nüfuzlu xadimlərinin diqqətini cəlb edirdi. Laplas hələ kollecdə oxuyarkən Bomon hərbi məktəbində müəllim yeri almışdı. O burada elementar riyaziyyatdan dərs deyirdi.

Kolleci qurtardıqdan sonra Laplas Kan şəhərində universitetə daxil oldu və keşiş mənsəbinə yiyələnməyə hazırlaşdı. "Ensiklopediya və ya elmlərin, incəsənətin və peşələrin izahlı lüğəti" ona çox böyük təsir etdi. "Lüğət"in müəllifləri Fransada Maarifçilik dövrünün böyük xadimləri idi. Laplas İsaak Nyutonun, Leonard Eylerin, Aleksis Kleronun, Jozef Lui Laqranjın, Jan Leron D'Alamberin əsərlərini müstəqil öyrənirdi.

Laplasın ilk elmi əsəri əyləncəli oyunların riyazi nəzəriyyəsi ilə bağlı idi. Təsadüfi kəmiyyətlərin orta qiymətlərini tapmaq üçün o ən kiçik kvadratlar metodunu təklif etmişdi (elə bir kəmiyyət axtarılır ki, ondan kənaraçıxmaların kvadratlarının məbləği minimal olsun). Bu metod nəzəri təbiətşünaslığın ən mühüm vasitələrindən biri oldu.

Laplas Nyutonun inamlı ardıcılı oldu və yalnız Nyutonun cazibə prinsipindən istifadə etməklə planetlərin, onların peyklərinin, kometaların hərəkətini, Yerdə okean qabarmalarını və Ayın mürəkkəb hərəkətini izah etmək vəzifəsini qarşısına qoydu. O, öz inamını konkret hesablamalarla təsdiq etmək istəyirdi. Laplas keşiş olmaq fikrindən daşınaraq, öz həyatını nəzəri astronomiyaya həsr etməyi qərara aldı.

1770-ci ilin payızında Laplas Parisə köçdü. O, D'Alamberə zəmanət məktubları göndərdi, lakin heç bir cavab almadı. Onda o, məşhur alimə geniş məktub yazdı və orada nəzəri astronomiyanın vəzifələri haqqında öz təsəvvürlərini izah etdi. D'Alamber başa düşdü ki, onun qarşısında artıq müasir riyazi metodlara yiyələnmiş çox istedadlı bir gənc durur. Onun dəstəyi sayəsində Laplas Paris-dəki Kral Hərbi Məktəbində riyaziyyat professoru oldu.

Laplas Parisə köçdükdən sonra heç vaxt Normandiyaya qayıtmadı. O bütün vaxtını riyaziyyata həsr edir, bir-birinin ardınca ehtimal nəzəriyyəsinə və nəzəri mexanikaya aid işlərini Kral Elmlər Akademiyasına göndərirdi. O, burada kiçik elmi rütbə olan adyunktluq almaq istəyirdi. Laplas özünə tamamilə əmin idi. Axı, onun 22 yaşı vardı, halbuki Klero 18 yaşında, D'Alamber isə 24 yaşında Akademiyanın üzvü olmuşdular. Lakin Laplasın ilk cəhdi uğursuz oldu. O özündən razı halda çıxışlar edir, öz dərin biliyini nümayiş etdirməklə akademikləri özündən incik salırdı. Onun riyaziyyata dair çoxlu elmi işi olsa da, Akademiyaya seçilə bilmədi.

İncimiş Laplas, fransız akademiklərindən üz döndərərək, Berlin Kral Elmlər Akademiyasının prezidenti Laqranjla yazışmağa başlayır. Hər iki alim elmin eyni sahəsində işlədiyindən onların elmi taleləri həmin vaxtdan etibarən bir-birilə çox sıx bağlanır.

* * *

Nəhayət, 1773-cü ildə Laplas adyunkt-mexanik kimi Paris Elmlər Akademiyasına seçilir. Həmin ildə də onun "Ümumdünya cazibə prinsipi və planetlərin ondan asılı olan əsri bərabərsizlikləri haqqında" fundamental əsəri çap olunur (planetlərin Günəş ətrafında dolanması dövrünün arasıkəsilməz, monoton dəyişməsi əsri bərabərsizlik adlanır; Kepler qanunlarına əsasən bu dövr sabit olmalıdır). Lakin hələ Halley öz müşahidələrini, əvvəlki dövrlərin astronomlarının göstəriciləri ilə müqayisə etməklə aşkar etdi ki, onun dövründə Saturnun Günəş ətrafında dolanması, qədim dövrlərdəkinə nisbətən yavaş sürətlə, Yupiterin dolanması isə, əksinə, nisbətən daha tez baş verir. Planetin sürətinin artması onun orbitinin böyük yarımoxunun kiçilməsi demək idi. Yupiterin sürət artımı sonsuz davam etmiş olsaydı, o, Günəşin üstünə düşmüş olardı. Saturn isə Günəşdən həmişəlik uzaqlaşardı. Yupiter və Saturn planetlərinin qarşılıqlı cazibəsini nəzərə almaqla, bu planetlərin bərabərsizliklərini izah etməkdən ötrü Eyler, sonra isə Klero və Laqranj planet orbitlərinin sarsıntılarına dair öz nəzəriyyələrini təklif etdilər.

Laqranjın nəzəriyyəsini təkmilləşdirməklə Laplas isbat etdi ki, planetlərin bərabərsizlikləri dövri olmalıdır. Məsələn, Saturnun dolanma sürətinin yavaşıması vaxt keçdikcə sürət artımı ilə, Yupiterin müşahidə olunan sürətlənməsi isə yavaşıma ilə əvəz olunmalıdır. Onun sözlərinə görə, "planetlərin qarşılıqlı təsiri onların orta hərəkətlərində əsri təcillər yaratmır". Bu onu göstərir ki, göründüyü kimi, Günəş sistemi dayanıqlıdır. Təbiətin "saat mexanizminin" işləmə dayanıqlığını izah edərkən Laplas, artıq bir vaxtlar Nyutonun qəbul etdiyi kimi, bu işdə Yaradanın (Tanrının) təsirini nəzərə almırdı. Elmdə isə ciddi riayət olunan yeni bir prinsip yarandı: "Hətta Allaha inanırsansa belə, elmi nəzəriyyəyə onu daxil etməməlisən". Allaha inanan bütün alimlər: Laplas, Lomonosov, Darvin, Eddinqton, Habbl belə hərəkət edirdilər.

Laqranjın və Laplasın özünün sonrakı işləri onların hesablamalarını təsdiq etdi. Aydın oldu ki, planetlərin başlanğıc dolanma dövrlərinin nisbəti rasional ədədə nə qədər yaxın olarsa (müqayisə oluna bilən dövrlər), bir planetə başqa planetin sarsıntılı təsiri nəticəsində orbit elementlərinin dəyişilməsi dövrü bir o qədər böyük olur. Bu nisbət rasional ədədə bərabər olarsa, onda sarsıntılar vaxt keçdikcə arasıkəsilmədən artacaq və nəticədə planetlərdən biri ya Günəşin üstünə düşəcək, ya da Günəş sistemindən kənara atılacaqdır. Günəş sistemində böyük planetlər üçün belə hal müşahidə olunmayıb. Buna baxmayaraq, bütün planetlərin dolanma dövrləri, demək olar, Yupiterin dolanma dövrü ilə müqayisə edilə biləcək qədərdir və buna görə də onların hərəkətləri mürəkkəbdir və yalnız birinci yaxınlaşmada Kepler qanunları ilə təsvir oluna bilir.

Qədim filosoflar ortaqölçülülüyü harmoniyanın əlaməti hesab edirdilər. Onlar planet hərəkətlərinin harmonik olduğunu düşünürdülər. Laplas isə aşkar etmişdir ki, planetlərin və kometaların mürəkkəb hərəkəti məhz Günəş sisteminin harmoniya halına yaxınlığından irəli gəlir.

Laplas 1778-1785-ci illərdə dərc olunan işlərində sarsıntılar nəzəriyyəsinin təkmilləşdirməkdə davam etdi. Bu nəzəriyyədən o, kometaların hərəkətinin təhlili üçün istifadə etdi.

O göstərdi ki, əgər kometa ilk öncə Günəşə nisbətdə hiperbolik orbit üzrə hərəkət edirdisə, Yupiterə yaxınlaşdıqca o çox güclü qravitasiya təsirinə məruz qalacaqdır. Kometanın orbiti elliptik ola bilər və o, vaxtaşırı Günəşə tərəf qayıdacaqdır.

Laplas 1778-ci ilin mart ayında, mülayim xarakterli, gözəl qadın olan Şarlotta de Kurti ilə evləndi. Laplasın



Astronomiya. Qravüra, XVIII əsr.

dostlarının xatirələrinə görə, ailə həyatında o, xoşbəxt adam olmuşdur. Onun iki uşağı vardı: sonralar artilleriya generalı olmuş bir oğlu və gənc yaşlarında vəfat etmiş bir qızı.

1789-cu ildə Laplas Yupiter peyklərinin hərəkəti nəzəriyyəsini yaratdı. Bu nəzəriyyə müşahidələrlə çox yaxşı uzlaşırdı və ondan həmin peyklərin hərəkətini qabaqcadan təsvir etmək üçün istifadə olunurdu.

* * *

1789-cu il iyulun 14-də Bastiliyaya hücumla Böyük Fransa inqilabı başlandı. 1792-ci ilin avqustunda kral devrildi və çox keçmədən edam edildi. Müəssislər Məclisi Fransanı respublika elan etdi.

Laplas inqilabı hadisələrdən kənarda dayanırdı. Bir müddət o, 1790-cı ildə Laqranjın sədrliyi ilə yaradılan yeni ölçü

OKEANDA QABARMALARIN QABARIQLARI

1777-ci ildə Laplas Paris Akademiyasında okeanlarda qabarma və çəkilmələr haqqında məruzə edir. Qabarma və çəkilmələrin Günəş və Ayın cazibəsi ilə yarandığı haqqında Keplerin hipotezinə istinadla, onların ilk modelini Nyuton yaratmışdır, sonralar bu nəzəriyyəni İohann Bernulli, Eyler və D'Alamber təkmilləşdirmişlər. Onlar qabarmaların statik nəzəriyyəsini yaradırlar. Bu nəzəriyyəyə görə, düz Aya tərəf istiqamətlənmiş iki qabarıq və düz Günəşə tərəf istiqamətlənmiş iki qabarıq əmələ gəlir. Bu cür sxem yalnız fırlanmayan planetdə çox dərin okeanlar üçün yarayardı.

Laplas qabarmaların dinamik nəzəriyyəsini yaratdı və bu halda okean sularının Yer səthi boyunca hərəkətini sərf-nəzər etdi. Bu nəzəriyyə real qabarmaları xeyli dərəcədə dəqiqliklə təsvir edirdi.



YUPİTER AYIN HƏRƏKƏTİNİ QAYDAYA SALIR!

Laplas 1787-ci ildə Akademiyada Ayın hərəkətinə aid məruzə edir. Hələ Halley qədimdəki tutulmaları öz dövründəki tutulmalarla müqayisə edərək müəyyənləşdirmişdi ki, Ayın Yer ətrafına dolanma dövrü qısalmışdır. O, Ayın ulduzlara görə yerdəyişməsinin orta bucaq sürətinin hər yüzillikdə 10°-yə qədər artdığı nəticəsinə gəlir. Laqranj Ayın hərəkətinin bu sürətlənməsini izah edə bilmədi və qədim müşahidələrin doğruluğuna şübhə ilə yanaşmağa başladı.

Laplas isə Ayın təcilini izah edə bildi. Artıq Laqranjın işlərindən o bilirdi ki, Yupiterin Yer planetinə sarsıntılı təsiri Yer orbitinin ekssentrisitetinin dəyişilməsinə gətirib çıxarır. Yer orbiti gah çevrəyə yaxınlaşır, gah da daha uzunsov şəkil alırdı. Laplas isbat etdi ki, Ayın Yer ətrafında dolanma dövrü, Yer orbitinin ekssentrisitetindən asılıdır. Orbit çevrəyə yaxınlaşdıqca Ayın sürəti artır. Müəyyən vaxtdan sonra orbitin ekssentrisiteti artmağa başlayır və Yerdən uzaqlaşdıqca Ayın hərəkəti yavaşıyır. Laplasın bu işi, Nyutonun cazibə nəzəriyyəsi ilə müşahidələr arasında o vaxtlar mövcud olan sonuncu mühüm uyğunsuzluğu aradan qaldırdı.

və çəki sistemlərinin müəyyən edilməsi üzrə Komissiyanın işində iştirak edir. Hakimiyyət yakobinçilərə keçəndə Laplası "respublikaçılara rəğbətində qüsurlarına və krallara qarşı nifrətinə görə" Komissiyanın tərkibindən xaric edirlər. Kütləvi edamlar başlanır. Yakobinçilər hətta məşhur kimyaçı Lavuazye və astronom Bayanı da edam edirlər. Kral Elmlər Akademiyası ləğv edilir. 1793-cü ilin mayında Laplas ailəsi ilə birlikdə Paris yaxınlığında yerləşən Melen şəhərciyinə qaçmalı olur.

Burada Pyer Simon Laplas "Dünya sisteminin şərhi" adlı qiymətli, elmi-kütləvi kitabını yazır. Bu kitab rus dilinə tərcümə olunmuşdur. Bu kitabda o, bir düsturdan belə istifadə etmədən XVIII əsr astronomiya bilgilərinin hamısını toplamışdır. Laplas bu kitabda təqvim haqqında, tutulmalar, kometalar, planetlər və onların peyklərinin hərəkəti, Yerin fırlanması və forması, cazibə qanunu və Saturnun halqaları, Ayın hərəkəti və qabarmalar barədə ətraflı bəhs edir. Kitab astronomiyanın tarixi və dünya sistemlərinə aid fəsillər və qeydlərlə tamamlanır. Yeddinci qeyddə Laplas Günəş sisteminin əmələ gəlməsinə dair öz hipotezini irəli sürür və bu hipotez tez bir zamanda məşhurlaşır. Laplasın özü isə, Nyuton kimi, hipotezlərdən çəkinərək, öz hipotezini də "çox ehtiyatla, müşahidə materialları ilə və hesablamalarla təsdiq olunmayan" bütün mülahizələrə necə ehtiyatla yanaşırdısa, eyni ehtiyatlıqla dərc etdirirdi.

Laplasın hipotezi astronomik müşahidələrin dərk edilməsi və Nyuton cazibə qüvvəsinin təsiri altında cisimlərin hərəkətinin hesablamalarının nəticəsi idi. Onun Herşelin kəşf etdiyi işıqlı dumanlıqlar haqqında da məlumatı var idi. Laplas belə hesab edirdi ki, Günəş sistemi cavan Günəşi əhatə edən, isti (qaynar) qaz dumanlığından əmələ gəlmişdir. Dumanlıq tədricən soyumuş və cazibə qüvvəsinin təsiri altında sıxılmağa başlamışdır. Ölçülərinin kiçilməsi ilə o, daha sürətlə fırlanmağa başlamışdır. Sürətlə fırlanmanın hesabına mərkəzdənqaçan qüvvələr, cazibə qüvvəsi ilə müqayisə ediləcək qədər olmuş və dumanlıq yastılaşmağa başlamış və günəşətrafı disk şəklinə düşmüşdür. Sonra həmin disk halqalara parçalanmağa başlamışdır. Halqa Günəşə nə qədər yaxın olurdusa, bir o qədər sürətlə fırlanırdı. Hər halqanı təşkil edən maddə tədricən soyudu. Belə ki, halqada maddə bərabər paylanmadığından, onların müəyyən qatılaşmış hissələri cazibənin təsirilə daha da qatılaşmağa və bir yerə yığılmağa başladı. Nəticədə halqa qatı hissələrdən protoplanetə çevrildi. Hər protoplanet öz oxu ətrafında fırlanırdı və buna görə də nəticədə onun peyklərinin əmələ gəlməsi mümkün olurdu.

Laplasın hipotezi yüz ildən artıq hökm sürdü. Onun şagirdləri bu hipotezi riyazi model şəklində təsvir etməyə cəhd göstərirdi. Bu hipotez çərçivəsində bir sıra mühüm suallara cavab vermək mümkün olmadı: məsələn, nə üçün planetlərin məcmu kütləsi Günəşin kütləsindən 750 dəfə az olduğu halda, Günəş sisteminin hərəkət miqdarı momentinin 98%-i planetlərin orbital hərəkətinin payına düşür? Bundan əlavə, qaz dinamikasının inkişafı göstərir ki, fırlanma hərəkətində olan halqa planet şəklində qatılaşa bilməz. Bununla belə, Laplasın istifadə etmiş olduğu "soyuma", "qravitasiya sıxılması" kimi fiziki effektlər, Günəş sisteminin əmələ gəlməsinə dair müasir modellərdə də əsas effektlər hesab edilir.

Laplas öz kitabında cazibənin xassələrini təhlil edərək, belə bir nəticəyə gəlir ki, Kainatda, ola bilsin, o qədər böyük kütləyə malik cisimlər mövcuddur ki, işıq bu cisimləri tərk edə bilmir. Hazırda bu cür cisimlər qara çuxurlar adlanır.

"Dünya sisteminin şərhi" 1796-cı ildə çap olundu.

* * *

1794-cü ildə, yakobinçilərin terroru dayandırıldıqdan sonra Laplas Parisə qayıdır və Normal məktəbin (ali məktəbin) və Coğrafi Uzunluqlar Bürosunun təşkilində iştirak etdi. Həmin Büro Günəş, Ay və planetlərin koordinatlarını dərc etməli idi.

1790-cı ildə Çəki və Ölçülər Palatası təsis olundu. Laplas bu Palatanın prezidenti seçildi. Burada onun rəh-



P.S.Laplasa görə, Günəş sisteminin əmələ gəlməsi.

1789-CU İL FRANSA İNQİLABININ TƏQVİMİ

1793-cü il 5 oktyabr tarixli Dekretlə Fransada yeni təqvim – respublika təqvimi tətbiq edilir. İlin və yeni eranın birinci günü Fransanın Respublika elan edildiyi gün (22 sentyabr 1792-ci il) sayılır. İl hərəsi 30 gündən ibarət 12 aya bölünür:

vandemyer – 22/23 sentyabrdan 21/22 oktyabra qədər;
brümer – 22/23 oktyabrdan 20/21 noyabra qədər;
frimer – 21/23 noyabrdan 20/22 dekabra qədər;
nivoz – 21/23 dekabrdan 19/21 yanvara qədər;
plüvioz – 20/21 yanvardan 18/19 fevrala qədər;
vantoz – 19/20 fevraldan 20/21 marta qədər;
jerminal – 21/22 martdan 19/20 aprelə qədər;
floreal – 20/21 apreldən 19/20 maya qədər;
prerial – 20/21 maydan 18/19 iyuna qədər;
messidor – 19/20 iyundan 18/19 iyula qədər;
termidor – 19/20 iyuldan 17/18 avqusta qədər;
früktidor – 18/19 avqustdan 16/17 sentyabra qədər.

İlin axırında daha 5 və ya 6 (uzun ildə) gün əlavə edilirdi.

bərliyi altında bütün fiziki kəmiyyətlərin müasir metrik sistemi yaradıldı.

1795-ci ilin avqustunda akademiyanı əvəz edən Fransa İnstitutu yaradıldı. Laqranj institutun fizika-riyaziyyat bölməsinin sədri, Laplas isə sədr müavini seçildi.

Laplas Günəş sistemində cisimlərin hərəkəti haqqında böyük elmi traktat üzərində işləməyə başladı. O, bu əsəri "Göy mexanikası haqqında traktat" adlandırdı. Əsərin birinci cildi 1798-ci ildə çapdan çıxdı.

1799-cu ilin noyabrında general Napoleon Bonapart dövlət çevrilişi edir və özünü Fransa Respublikasının birinci konsulu elan edir. Napoleon hərbi məktəbdə oxuyarkən Laplasın mühazirələrinə qulaq asmış və ballistikadan ona "əla" qiymətlə imtahan vermişdi. Napoleon hakimiyyətə gəldikdə Laplası daxili işlər naziri təyin edir və özü də Fransa İnstitutuna üzv olur. Lakin Laplasdan daxili işlər naziri alınmadı. O, məhkəmələrin işini elmi əsaslar üzrə elə yenidən qurmaq istəyirdi ki, onların



"Göy mexanikası haqqında traktat"ın titul vərəqi.

çıxardığı hökm və qərarlar ən böyük ehtimalla işin mahiyyətinə uyğun olsun. Bir aydan sonra Napoleon onu Senata keçirir.

Laplas gərgin işləməkdə davam edirdi. Bir-birinin ardınca "Göy mexanikası haqqında traktat"ın cildləri çapdan çıxırdı. Laplas Avropa Akademiyalarının əksəriyyətinin üzvü seçilir. 1808-ci ildə artıq imperator olan Napoleon Laplasa imperiyanın qrafı titulunu verir.

Napoleonun süqutundan və 1814-cü ildə Burbonların kral sülaləsinin bərpasından sonra da Laplası müxtəlif təltiflərə qərq edirlər. Ona markiz və Fransanın peri (ali palatanın üzvü) rütbəsi verilir və onu ali dərəcəli Fəxri legion ordeni ilə təltif edirlər. "Dünya sisteminin şərhi" əsərinin ədəbi dəyərlərinə görə Laplas Paris Elmlər Akademiyası dil və ədəbiyyat bölməsinin "40 ömürlük" akademikləri sırasına daxil edilir.

1820-ci ildə Laplas özünün sarsıntılar nəzəriyyəsinin düsturlarına əsasən Ayın koordinatlarının hesablanmasını təşkil edir. Alınan yeni cədvəllər müşahidələrlə tam uyğunluq təşkil edirdi və böyük müvəffəqiyyət qazanmışdı.

* * *

Laplas həyatının son illərini ailəsi ilə birlikdə Arkeyldə keçirir. O, "Göy mexanikası haqqında traktat"ın nəşri və tələbələri ilə məşğul olur. Böyük gəlirlərinə baxmayaraq, o çox sadə yaşayırdı. Laplasın iş kabinetini Rafaelin əsərlərinin surətləri bəzəyirdi.

1827-ci ilin qışında Laplas xəstələnir. 1827-ci il martın 5-də səhər o vəfat edir. Onun son sözü belə olmuşdur: "Bizim bildiklərimiz bilmədiklərimizə nisbətən son dərəcə cüzidir".

UİLYAM HERŞEL

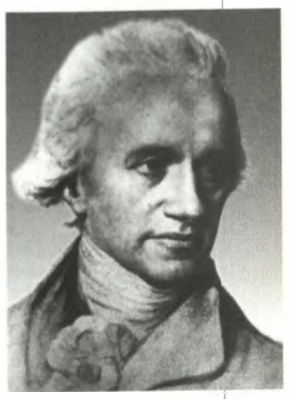
Qarşımızda kəşflər üçün çox geniş meydan açılır və bu kəşflərə açarı yalnız müşahidələr verir.

İmmanuil Kant

Herşel hər nə edirdisə, o həmin işdə birinci olurdu. İlk böyük teleskop – reflektorların konstruktoru və müşahideçi kimi, o, öz müasirlərini çox geridə qoymuşdu. Ayrı-ayrı detallara əsasən Kainatın ümumi mənzərəsini yaradan dərin mütəfəkkir kimi astronomiyanın tarixinə daha böyük təsir göstərmişdir. Şəxsən özünün müşahidələrinə əsasən Uilyam Herşel ilk dəfə olaraq bizim möhtəşəm "ulduz evimiz" olan Qalaktikanın ümumi formasını müəyyən edir və onun ölçülərini qiymətləndirir. O, həm də öz teleskopları ilə ilk dəfə çox uzaq dumanlıqların sonsuz aləminə – başqa ulduzların kainatlarına baş vurmuşdur. Herşel Günəş sisteminin hüdudlarını iki dəfə genişləndirmiş və dünya fəzasında Günəşin hərəkətini kəşf etməklə Günəşi "öz yerindən tərpətmişdir". Müşahidə astronomiyasında Herşel həm Kolumb, həm də Magellan olmuşdur. Bütün bunların hamısı isə hər şeylə maraqlanmaqdan və ...musiqiyə məhəbbətdən başlanmışdı.

* * *

Fridrix Vilhelm (Uilyam) Herşel 1738-ci il noyabrın 15-də Hannoverdə (Almaniya), Hannover qvardiya polkunun musiqiçisi ailəsində anadan olmuşdur. 15 yaşından etibarən o, həmin qvardiya orkestrində qaboyda çalmağa başlamış, sonralar isə skripka və orqanda çalmışdır. 19 yaşında ikən onun həyat yolu kəskin dəyişilir. Hərbi xidmətdən yaxasını qurtarmaq üçün, o, anasının gizli xeyir-duasını alaraq, həmişəlik vətənini tərk etməklə İngiltərəyə qaçır (o vaxtlar Hannover ingilis krallığına tabe idi). Çoxlu sıxıntı və məhrumiyyətlərdən sonra Herşel Bristola yaxın dənizkənarı kurort şəhəri olan Batedə musiqiçi, bəstəkar və musiqi müəllimi kimi tanınmışdır. O, musiqi nəzəriyyəsi ilə ciddi məşğul olmuşdur. Onun bu həvəsi musiqidən riyaziyyat və optikaya keçir və onların vasitəsilə astronomiya ilə tanış olur.



Uilyam Herşel.

Herşelin 35 yaşı vardı – həyat tərzi, elə bil, artıq müəyyənləşmişdi. Konsertlərdə onunla birlikdə İngiltərəyə dəvət etdiyi istedadlı kiçik bacısı Karolina da çıxış edirdi. Lakin Herşelin ulduzlar aləminə marağı, hər şeyi öz gözləri ilə görmək arzusu, enerjili və işgüzar təbiəti onun gələcək taleyini həll etmiş oldu. 1773-cü ildə Herşel fokus məsafəsi 2,5 fut (76 sm-ə yaxın) olan teleskop-reflektor əldə edir. Bu teleskopla aparılan müşahidələr onu qane etməsə də, böyük teleskop almaq üçün onun vəsaiti yox idi. Onda Herşel bir optikdən onun bütün ehtiyat hissələrini və materiallarını satın alaraq, özü müstəqil olaraq teleskop hazırlamağa başlayır.

Artıq 1774-cü ilin martında Herşel özünün düzəltmiş olduğu ilk teleskop-reflektor ilə Orion bürcündə gözəl işıqlı dumanlıq müşahidə edir. Nyuton sistemli bu teleskopun borusunun uzunluğu 5,5 fut (demək olar ki, 2 m), baş güzgüsünün diametri 20 sm-ə bərabər idi.

Bu vaxtdan etibarən o, gündüzləri bütünlüklə astronomik güzgülərin hazırlanmasına, axşamları musiqiyə, gecə saatlarını isə getdikcə daha böyük səylə astronomik müşahidələrə sərf edirdi, bəzən konsert fasilələrini də müşahidələrə sərf edirdi. Teleskopu hazırlamaqda Herşelə özünün Almaniyadan çağırdığı, istedadlı mexanik olan kiçik qardaşı Aleksandr kömək edirdi.



Güzgülü teleskop. XVIII əsr.



Orion bürcündə dumanlıq.

Bacısı Karolinanın da alimin həyatında və elmi tədqiqat işlərində əvəzedilməz rolu olmuşdur. O, müşahidə materiallarının böyük əmək sərfi tələb edən emalını aparır və 16 il ərzində bu çox da böyük olmayan ailənin bütün təsərrüfatını nizamlayırdı. Məhz Karolinanın gündəlikləri və xatirələri Uilyam Herşel və onun ən yaxın köməkçilərinin qaynar, şən, özünüunudacaq qədər səylə çalışmaları, bir-birilə möhkəm bağlanmaları ilə şölələnən yaradıcı həyatının ab-havasını gətirib bizə çatdırmışdır. Bir gün emalatxanada, Herşelin öz teleskopunun metal güzgüləri üçün, qalay və misdən ibarət xüsusi xəlitə hazırladığı əritmə sobası partlayır.

Qardaşım güzgünü cilaladığı vaxt elə olurdu ki, yeməyi öz əlimlə onun ağzına qoymalı olurdum, yoxsa o çox acıya bilərdi: bir dəfə o, yeddi futluq güzgünün cilalanmasını qurtarandan sonra, on altı saat ərzində əllərini ondan çəkmədi. Ümumiyyətlə, yemək vaxtı o həmişə nə iləsə məşğul olardı: plan və eskizlər çəkir və ya başqa nə isə edərdi. Əgər iş düşüncə tələb etmirdisə, mən, adətən, onun üçün ucadan oxuyardım və yavaş-yavaş bildiyim qədər ona kömək etməklə, mən də emalatxanada ustanın yanına qoyulmuş şagird birinci ilində ustaya gərək olduğu kimi, gərəkli oldum.

(Karolina Herşelin "Xatirələr" kitabından, 1825-ci il)

Evlərinin təmiz otaqlarının emalatxanalara çevrilməsi, güzgülərin cilalanması və pardaqlanması zamanı qardaşlarının köynəklərində olan ənənəvi manjet krujevalarının həmişəlik korlanması Karolinanı çox məyus edirdi. Herşelin güzgülərin cilalanması və pardaqlanması kimi bir çox saatlıq işi əli ilə gördüyü şəraitdə fasilə etmək olmazdı. Sonralar o, uzunfokuslu güzgülərin cilalanmasını mexanikləşdirmişdi, belə ki, bu güzgülərə sferik deyil, parabolik forma verilməli olduğundan onun emalı zamanı xüsusi dəqiqlik tələb olunurdu.

Artıq Bate şəhərində Herşel 7, 10 və 20 futluq reflektorlar üçün yüzlərlə güzgü hazırlamışdı. Onun əsas işçi aləti obyektivinin diametri, demək olar ki, yarım metr olan 20 futluq Nyuton reflektoru olmuşdur (teleskopun fokus məsafəsi təxminən 7 m). XIX əsrin ortalarına kimi, teleskopqayırmanın zirvəsi 1787-1789-cu illərdə Herşelin hazırladığı borunun uzunluğu 12 m və güzgüsünün diametri 147 sm (çəkisi təqribən 1 ton!) olan 40 futluq nəhəng reflektor olmuşdur. Herşelin hazırladığı böyük teleskoplarda maksimal effektiv böyütmə 2,5 min dəfə olmuşdur. Bu qədər böyütmə xüsusi məqsədlər – qoşa ulduzların müşahidəsi üçün tətbiq edilirdi. Herşel özünün məşhur "göyün icmalını" 150-300 dəfə böyütmə ilə aparmışdır. Müşahidələr yerdən bir neçə metr hündürlüyündə quraşdırılmış meydançadan aparıldığından bu iş böyük dözüm və cürət tələb edirdi.

1775-ci ildən başlayaraq, bir dənə də olsun, naməlum obyekti buraxmamaq üçün ulduzlu göyün dörd dəfə sistematik "icmalını" aparır. Hər "icmal" bir neçə il vaxt aparırdı. Qardaşının diktəsi ilə Karolina onun gördüklərinin hamısının qeydiyyatını aparırdı. Göyün ikinci "icmalı" zamanı gözlənilmədən onun musiqiçi kimi karyerası bitmiş olur.



Herşel 1781-ci il martın 13-də ilk dəfə olaraq, Babilistan rahiblərindən sonra – Uran planetini kəşf etdi. Dərhal Günəş planet sistemi ölçülərini iki dəfədən də çox artırdı.

Herşel astronomiyaya zəfərlə daxil olmuşdur. İngiltərədə Herşelə verilən mükafatlar bunlar idi: London Kral Cəmiyyətinin Qızıl medalı, bu Cəmiyyətin üzvü seçilməsi, Oksford Universitetinin doktoru kimi Fəxri və əcnəbilər üçün nadir sayılan alimlik dərəcəsi, 300 gineyə (nominalı yüksək olan əsginas) bərabər ömürlük pensiya ilə saray astronomu vəzifəsi. Ən başlıcası isə – o, peşəkar astronom olmuşdu. 1782-ci ildə Herşel Köhnə Vindzora köçür, 1786-cı ildə isə ömürlük olaraq Londondan 30 km məsafədə yerləşən Slauda məskunlaşır. Məşhur Fransua Araqo məhz Slaunu, Yerdə say etibarı ilə ən çox astronomik kəşflərin edildiyi məkan adlandırmışdır. Günəş sistemində, Urandan başqa, Herşel bu planetin iki peykini də kəşf edir (1787-ci il), onlarda tərs hərəkəti müəyyən edir (1797-ci il) və həm də Saturn planetinin iki yeni peykini aşkar edir (1789-cu il), xeyli dəqiqliklə Saturnun və onun halqasının fırlanma dövrünü ölçmüş (1790-cı il), Marsda qütb papaqları ölçülərinin mövsümi dəyişmələrini müəyyən etmişdir. Sonuncu fakt Marsın məskunları – marslılar haqqında düşüncələr və bir çox digər mülahizələr üçün ilk təkan verir. Lakin Herşelin planet tədqiqatları onun əsas yolun – naməlum Ulduzlar Aləminə istiqamətlənmiş yolun kənarında arabir təsadüfən tapdığı "yolüstü xırda qəpik-quruş" idi.

Artıq 1783-cü ildə Günəşin ətrafındakı 13 ulduzun məlum məxsusi hərəkətlərinin müqayisə etməklə, Herşel Günəşin fəzada hərəkətini müəyyən etmiş və kifayət qədər dəqiqliyi ilə bu, hərəkətin istiqamətinin (apeks) Herkules bürcünün λ ulduzuna tərəf olduğunu göstərmişdir.

Qoşa və çoxqat ulduzların kəşfi daha mühüm olmuşdur. 1778-ci ildə göydə

Uranın kəşf olunduğu anda – 1781-ci il martın 13-də onun ulduzlar arasında vəziyyəti.

Günəşin apeksi.



URANIN KƏŞFİ

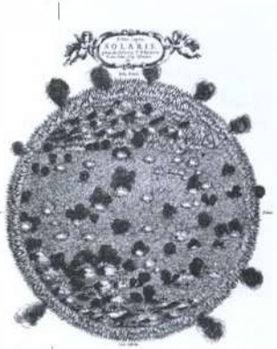
Belə bir fikir formalaşıb ki, guya, Uranı mənim teleskopumun müşahidə dairəsinə xoş bir təsadüf gətirmişdir. Belə düşünmək tamamilə səhvdir. Axı, mən nəinki o həcmdə olan, həm də dəfələrlə kiçik ölçülü hər bir ulduzu diqqətlə izləyirdim və o gecə kəşf olunmaq növbəsi onun qismətinə düşdü. Mən Böyük Yaradanın əsərini aramla vərəqləyərək, nəhayət, yeddinci planeti özündə ehtiva edən səhifəyə yetişdim. Əgər həmin axşam mənə hansısa iş mane olsaydı, mən onu növbəti gün tapacaqdım. Teleskopum isə o qədər yaxşı idi ki, elə ilk baxışdan onda planetin haləsini ayırd edə bildim.

(Uilyam Herşelin əsərlərindən)



görünən bütün sıx qoşa ulduzların ümumi kütləvi qeydiyyatını aparmağa başlayan Herşel yalnız iyirmi beş il sonra, 1803-cü il iyunun 9-da, London Kral Cəmiyyətində 50 ulduz cütünün komponentləri arasında real qravitasiya əlaqəsinin mövcudluğunu kəşf etdiyi barədə məşhur bəyanatını vermişdi. Orbitləri müfəssəl tədqiq edilmiş, 145 fiziki qoşa və çoxqatlı ulduzun kataloqunu hazırlamaq Herşelin axırıncı işi olmuşdur (1822-ci il). Bütövlüklə Herşel 800-dən artıq qoşa və çoxqatlı ulduz kəşf etmişdir. Məhz Herşelin özü ilk dəfə olaraq ulduz fotometriyası bölməsinə aydınlıq gətirməyə cəhd etmişdir. 1794-cü ildən bu sahədə sistematik müşahidələr aparan Herşel, altı il ərzində ulduzların nisbi parlaqlığına aid altı kataloq tərtib etmişdi. O, ilk dəfə olaraq daha etibarlı ulduz ölçüləri şkalasını daxil etmişdi (bu şkala müasir şkaladan bir qədər fərqlənir) və 3 minə yaxın ulduzun parlaqlığını 0,1 ulduz ölçüsü dəqiqliyi ilə təyin etmişdi, bu dəqiqlik vizual müşahidələr üçün maksimal dəqiqlik sayılır. Nəticədə Herşel bir neçə yeni dəyişən ulduz kəşf etmişdi.

Herşel öz müasirlərinin nəzərdən qaçırmış olduğu şeyləri də görə bilirdi. 1804-cü ildə o, taxılın (buğdanın) qiyməti ilə (buğdanın məhsuldarlığı ilə müəyyən olunan) Günəşin səthindəki ləkələrin sayından asılı olan, Günəşin radiasiyası arasındakı əlaqəyə diqqət yetirir. O vaxt üçün gülünc olan bu məlumat 1808-ci ildə İohann Bodenin "Berlin astronomiya salnaməsi"ndə (Berliner astronomisches Jahrbuch) dərc olunmuşdu.



1635-ci il qravürasında Günəşin təsviri.

Yanlışlardan da yan keçmək mümkün olmadı: o vaxtlar, çoxları kimi, Herşel də canlıların məskunlaşdığı aləmlərin çoxluğu ideyasına aludə olmuşdu. O, hətta Günəşin də belə obyektlərdən biri ola biləcəyini mümkün hesab edirdi. Belə ki, obyektin özü soyuq olmaqla, ancaq parlaq işıq saçan atmosfer ilə əhatə olunur və atmosferdə olan aralıqlardan obyektin səthi qara (tutqun) ləkələr şəklində görünür.

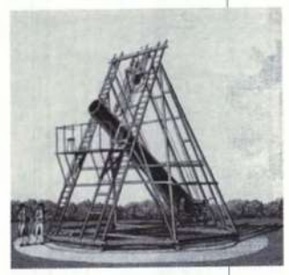
1800-cü ildə Herşel müəyyən etmişdi ki, Günəşin spektrinin görünən sahəsinin kənarına – onun qırmızı kənarına yaxın qoyulmuş termometr qızmağa başlayır. İstilik şüaları və ya infraqırmızı şüalanma bu qayda ilə kəşf olunur. Ulduz spektrlərində, enerjinin maksimumuna uyğun vəziyyətlərin fərqli olduğunu ilk dəfə Herşel qeyd etmişdir. Bu vəziyyətdən asılı olaraq, ulduzların bəzilərini mavi, başqalarını sarı və ya qırmızı adlandırmaq olardı. Ulduzların səth temperaturlarının müxtəlifliyini müəyyən edən bu hadisə sonralar ulduzların ilk spektral təsnifatının əsasını təşkil etmiş oldu.

* * *

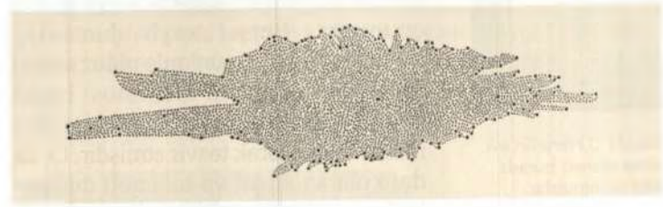
Herşel əsas töhfəni Kainatın ümumi quruluşu anlayışına etmişdir. İlk dəfə olaraq 20 futluq teleskopla göyün görünən sahəsi onun qarşısında adi gözlə seçilməyən zəngin ulduzlar bolluğu və göydə onların son dərəcə ölçüyə uyğun olmayan, görünən yerləşməsi açılmışdır. Herşel teleskopu göyün təbiətini və o zamanlar ən müəmmalı obyekt olan hərəkətsiz dumanlı "kəhkəşan"ı açdı. Bu kiçik dumanlı ləkələr XVIII əsr müşahidəçilərinin əsas işlərinə – yeni kometa axtarışlarına mane olurdu. Yeni kometaların məşhur kəşfçisi Şarl Messye 1781-1783-cü illərdə hətta yüzdən artıq belə "əngəl"lərin – "kəhkəşan" ləkələrinin müşahidəçilər tərəfindən yeni kometa kimi qəbul edilməməsi üçün xüsusi kataloq dərc etdirmişdi. Öz teleskopunda Messye dumanlığının çoxunun bir topa ulduza ayrıldığını, bununla da ingilis astronomu Tomas Raytın (1711-1786) adalı kainat nəzəriyyəsinin təsdiqləndiyini görən Herşelin təəccübü anlaşılan idi. Beləliklə, ulduzlu Kainat öz çətin quruluşunu aramla açırdı.

Herşelin önündə açılmış dərkolunmaz dünyanı artıq köhnə – obyekt ardınca obyekt qaydası ilə öyrənmək mümkün deyildi. Onun quruluşunu dərk etməkdən ötrü ulduz nümunələrinin statistik üsulunu – "götürmə"ləri yaratdı. O, göyün müxtəlif hissələrində 20 futluq teleskopun görüm sahəsindəki ulduzların sayını cəmləyərək, onların bolluğuna görə bizim ulduzlu Kainatın öz istiqamətində nə qədər uzaqlara yönəldiyi haqqında mülahizə yeritdi. Bu məqamda Herşel ulduzların fəzada bərabər ölçülərdə paylanması barədə şüurlu olaraq kobud fərziyyə qəbul etdi. Mindən artıq belə "götürmə"lər edərək, Herşel Ağ Yolun yastılanmış ulduz sistemi kimi ümumi formasını təyin etdi və düzgün olaraq onun sıxlığını 1/5 kimi qiymətləndirdi. O, bizim sistemin fəzada təcrid olunmasını üzə çıxardaraq ilk dəfə ulduz "adaları" şəklində təqdim etmişdir. Hətta, Herşelin son dərəcə təxmini fərziyyələrində bizim Qalaktikanın ölçüləri – Siriusa qədər olan məsafə möcüzəli şəkildə nəhəng – 850×200 vahid, 8 işıq ilinə (6800×1600 işıq ili) bərabər olması onun müasirlərində dərin təəssürat yaratmışdı. Amma burada Herşeli və onun davamçılarını düz XX əsrin 30-cu illərinə qədər bir tələ gözləyirdi. Ayrı-ayrı ulduzların müşahidəsi Qalaktikanın sərhədlərinə yetməyə imkan vermir, nəticədə onda müşahidəçinin özünün, deməli ki, bizim Günəşin mərkəzi mövqeyi olduğu təəssüratı yaranır. İlk dəfə olaraq bu xülyanı Harlou Şepli dağıtdı.

Ondan bir il əvvəl Herşel bir kəşf etmişdi ki, əhəmiyyətini yalnız yüz əlli ildən sonra dərk etdilər. 1784-cü ildə Messye kataloqundan dumanlığın müşahidəsi vaxtı, o, xüsusi növ dumanlığın mövcudluğu qənaətinə gəldi. Herşel, əsasən xeyli zəif olan, hətta onun güclü teleskopu ilə belə ulduzlara ayrılmayan 400-dən artıq yeni dumanlı "kəhkəşan" kəşf etmişdi. Onlar göydə son dərəcə ölçüyə uyğun gəlməz bir şəkildə – topa-topa yerləşmişdilər, bu topalar və ayrı-ayrı dumanlıqlar uzun bir zolaq da – təbəqədə birləşmişdilər. Herşel dumanlığın iki təbəqəsini ayırmışdı, onlardan



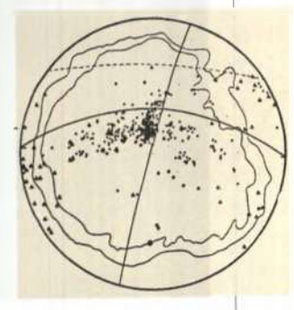
U.Herşelin 20 futluq teleskopu.



Ağ Yol ulduz sistemi. U.Herşelin çəkdiyi rəsm.

nisbətən gözə gələnini "Veronikanın Saçları təbəqəsi" adlandırmışdı, belə ki, məhz bu bürcün və qonşu Qız bürcünün payına təbəqənin zəngin dumanlığı düşürdü. Bundan əlavə, Herşel bir sıra digər Şimal bürclərində – Böyük Ayıda, Şirdə onun davamını qeyd etmişdi və göstərmişdi ki, o, Ağ Yola perpendikulyar yerləşmişdir. O fərz edirdi ki, bu təbəqə bizim Ağ Yol kimidir, Cənub yarımkürəsində uzanmağa davam edərək böyük dairə üzrə bütün göyü bürüyə bilər. Müşahidə edilən Kainatın quruluş xüsusiyyətlərinə xas olan dumanlığın topalanmağa və qat yaratmağa cəhd etməsini o, öz dahiyanə bəsirətilə görürdü. Herşel bu dumanlı təbəqələri, sanki, Yerin tarixi qeyd olunmuş geoloji təbəqələrlə müqayisə edirdi.

"Ağ yol"lar halqasının fraqmenti kimi göydə "Veronikanın Saçları təbəqəsi"nin seçilməsi.



Yalnız 1953-cü ildə fransız astronomu Jerar de Vokulyor, o vaxt artıq məlum olduğu kimi, dumanlıqdan deyil, digər qalaktikalardan ibarət olduğu səciyyəvi təbəqələrin (görünür, o, hətta Herşelin ilkin işləri haqqında məlumatsız imiş), birində də bizim qalaktikamız yerləşən on minlərlə qalaktikanı özündə



Bateda U.Herşelin evi. Uran planeti burada kəşf olunmuşdur.

birləşdirən nəhəng fövqəlsistemin ekvatorial hissəsi olduğunu qətiyyətlə müəyyən etmişdi. İndi Herseli kosmoloqların daha çox diqqətini özünə cəlb edən böyük miqyaslı Kainat quruluşunun ilk kəşfçisi adlandırmaq olar.

Herşelin dumanlıqlar aləmindəki kəşfləri həqiqətən tükənməzdir. Onun üç kataloqu – yeni dumanlıqlar və ulduz yığılmaları (1786, 1789 və 1802-ci illər) iki min beş yüz obyektdən ibarət idi ki, onların da çoxunun qalaktika olduğu üzə çıxmışdır. Herşel xeyli dumanlıq, o cümlədən bizim günlərdə ulduz əmələ gəlməsinin mühüm mərhələsi hesab olunan "kometaşəkilli" dumanlıq formaları kəşf edərək təsvir etmişdir. O, ilk dəfə olaraq ikiqat və təbəqəli dumanlıqların mövcudluğuna diqqəti cəlb etmiş, onları real fiziki sistem kimi təqdim etmişdir.

Beləliklə, Herşel ilk dəfə olaraq cazibə qüvvəsinin təsiri altında kosmik fəzanın təkamülü ideyasını söyləmişdir. Belə ki, o, ulduzlar üzərindən bəzi dumanlıqları ayırmağa müvəffəq olmuşdu, bütün onları uzaq ulduz sistemləri – "kəhkəşan" hesab edirdi və buna görə dolaşıqlıqdan qaçmaq üçün bizim sistemi böyük hərflərlə yazmağı təklif edirdi: Ağ Yol. Herşel tərəfindən qeydə alınmış təxminən 200 ikiqat və təbəqəli dumanlıqların arasından yarısına yaxın real təbəqəli sistemlər, 19-u isə (Herşeldə bəndlərlə) indi qarşılıqlı hərəkət edən adlandırılan qalaktikalara aid olunur. Sonuncular ancaq XX əsrdə təkrar Frits Svikki və xüsusilə B.A.Vorontsov-Velyaminov tərəfindən kəşf edilmiş və təfsilatı ilə müzakirə olunmuşdur. Herşel ulduzların təsadüfi yüksək fəza qalınlığı yerlərində "toplanan qüvvənin" əmələ gələcəyi və cazibə sıxlığını geri dönməyən prosesə çevirəcəyi haqqında önəmli ideyalar irəli sürmüşdü (bu ideyaları xeyli sonra Ceyms Cins inkişaf etdirmişdir).

Planetar dumanlıq.



1791-ci ildə Herşel heyrətli bir kəşf etdi. O vaxtacan dumanlığın nəhəng müxtəlifliyi içindən o, xüsusi bir sinif – kiçik diskşəkilli, zəif yaşılımtıl işıqlanmaları tamamilə bitkin bərabər ölçülü olan dumanlıqları ayırdı. Onlar xarici görünüşünə görə Urana bənzəyirdi və planetə bənzəyən adlandırılmışdı. Əvvəlcə Herşel də onları ən uzaq ulduzlar sistemi hesab edirdi. Amma 1791-ci ildə Persedə buna bənzər bir obyekti – mərkəzində parlaq nöqtə olan açıq rəngli diski (indi NGC 1514 planetar dumanlığı kimi tanınır) aşkar edəndə o, düzgün nəticə çıxardı: adi ulduzun – parlaq mərkəzin ətrafındakı maddə ulduz yox, diffuz xarakterlidir. Herşelin xəyallarını cazibə qüvvəsi ilə maddənin ortaya toplanaraq mərkəzi ulduzu necə formalaşdırdığının parlaq mənzərəsi əsir etmişdi. (Doğrudan da, bu gün bu dumanlığın genişlənməsi məlumdur.) İndi Herşel ayrılmayan "kəhkəşan" dumanlıqlarını "həqiqi"yə və "yalançı"ya bölə bilərdi (uzaq ulduz sistemləri).

Ancaq planetar dumanlıqların quruluşlarının aşkarlanması, Herşeli uzun müddət dumanlı "kəhkəşan"ları, xüsusilə də parlaq nüvəliləri düzgün şərh etməkdən yayındırdı. O, həmin dumanlıqları formalaşan ulduzlar kimi izah etməyə başladı, formanın çeşidliliyini isə prosesin müxtəlif mərhələlərdə olmasında görürdü. Konkret obyektlərin səhv izahına baxmayaraq, ideyanın özü maddələrin xüsusiyyətləri haqqında təkamül təsəvvürlərinin inkişafında böyük rol oynadı. İlk dəfə İmmanuel Kantın işlərində səslənmiş təbiətin inkişafı ideyası Herşelin sayəsində astronomiyada daha erkən möhkəmləndi, nəinki Jan Batist Lamarkın (1809) banisi olduğu biologiyada. Laplas Herşelin kəşflərinə uyğun olaraq nəşrdən nəşrə öz kosmoqonik hipotezlərinə düzəlişlər edirdi.

Dövrünə görə belə cəsarətli ideyalar – dumanlıqların təbəqəşəkilli bölünmələrini, kosmik maddənin təkamülü və ulduzların diffuz maddələrdən formalaşmalarının davam etmələrini irəli sürərək, Herşel özünü dərin təfəkkürlü filosof kimi büruzə verdi.

Ömrünün son illərində 40 futluq teleskopla müşahidə apararaq Herşel Qalaktikanın sərhədlərinə çatmağın mümkünsüzlüyünə əmin oldu. O, həm də yəqin etdi ki, nəinki bütün dumanlı kəhkəşanlar – diffuz maddənin qatılığı və hətta görmə hədləri dairələrində üzə çıxarılmış onların ən zəifi belə digər uzaq "ağ yol"lar ola bilər.

* * *

Herşel 30 ildən artıq müddət ərzində hər aydın gecədə müşahidələr aparmış və yalnız xəstələndikdən sonra, 1807-ci ildə müşahidələrdən uzaqlaşmağa başlamışdır. O, 1822-ci il avqust ayının 23-də (başqa mənbələrə görə 25-də) vəfat etmişdir. Onun qəbirdaşı üstündə "Göylərin qıfılını qırdı" sözləri yazılmışdır.

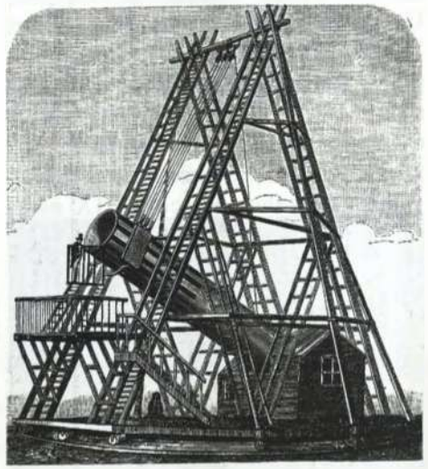
Uilyamın bacısı Karolina Lukretsiya Herşel (1750-1848) məşhur qadın-astronom olmuşdur. Qardaşının ölümündən sonra müşahidə materiallarının qaydaya salınmasını davam etdirmiş və Herşelin 2500 dumanlığı və ulduz topasını əhatə edən kataloqunu nəşr etdirmişdir. O, özü müstəqil olaraq 8 kometa və 14 dumanlıq kəşf etmişdir.

Atasının başladığı müşahidələri davam etdirmiş oğlu Con Frederik Uilyam Herşel (1792-1871) də məşhur astronom olmuşdur. O həm də Peterburq Akademiyasının fəxri üzvü olmuşdur.

ULDUZLAR SƏMA BAĞINDA BİTİR

Göyə bir qədər başqa cür baxsaq, o, qarşımızda başqalaşmış şəkildə meydana çıxacaq. Səma bitkilərin sıx bitdiyi elə bir köhnə bağdır ki, orada olduqca çoxlu miqdarda müxtəlif yaşlı, müxtəlif maddələrlə çiçək açan və bar verən cürbəcür ağaclar bitir. Bağda ağacları bir-bir nəzərdən keçirməklə biz bitkilərin həyatının mərhələləri, onların ardıcıllığı barədə bilgilər əxz edə bilərik. Bununla da biz, sanki, müşahidəmizin vaxtını son dərəcə genişləndirərik, çünki məgər eyni bir şey deyilmi ki, torpağın altından cücərtinin necə çıxdığını, bitkinin yarpaqlarla necə bəzəndiyini, çiçək açdığını, bar verdiyini, solduğunu, quruduğunu və yaxud da öz varlığının müxtəlif mərhələlərində olan çoxsaylı bitkilər eyni vaxtda gözləriniz qarşısında canlanmırmı? Bu yolda səma bağının uzun və ləng həyatı davamlı görüş sahəsinə açılacaq.

(U.Herşelin əsərlərindən)



U.Herşelin 40 futluq teleskopu.



ON DOQQUZUNCU ƏSR VƏ ASTROFİZİKA

On doqquzuncu əsr, astronomiyanın daha mühüm bir bölməsinin – *astrofizikanın* yaranması və sürətlə inkişafı əsridir. O vaxtlar alimlərin diqqət mərkəzində göy cisimlərinin quruluşu prinsipləri və təkamülü, kosmik fəzada baş verən fiziki proseslər dururdu. Yeni elm sahəsi tədqiqat metodunu fizika elmindən, astronomiyadan isə fiziklərin yalnız arzu edə biləcəkləri qədər sonsuz böyük tədqiqat meydanı əldə etdi.

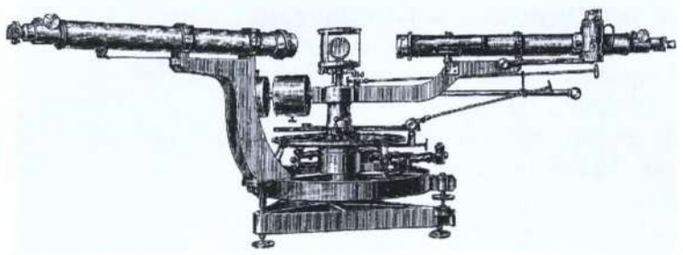
"Astrofizika" termini XIX əsrin 60-cı illərində yaranmışdır. Astrofizikanın əsasını alman astronomu, Leypsiq Universitetinin professoru İohann Karl Fridrix Söllner (1834-1882) qoymuşdur.

"Doğum ili" (1687-ci il) tam dəqiq məlum olan göy mexanikasından fərqli olaraq, astrofizikanın "dünyaya gəlmə" tarixini söyləmək o qədər də asan deyildir. Bu sahə tədricən, XIX əsrin birinci yarısı ərzində yaranmışdır.

SPEKTRAL ANALİZ ASTROFİZİKANIN ƏSASIDIR

1802-ci ildə, bir il əvvəl ultrabənövşəyi şüaları kəşf etmiş ingilis fiziki Uilyam Hayd Vollaston (1766-1828), şüşə prizmadan qabaq, onun tilinə paralel olaraq ensiz yarıq yerləşdirməklə spektroskop düzəldir. Cihazı Günəşə tuşlamaqla o müəyyən etdi ki, Günəşin spektrini ensiz qara xətlər kəsir.

Prizmalı spektroskop. XIX əsr.



O vaxtlar Vollaston özünün bu kəşfinin mənasını anlamadı və ona xüsusi əhəmiyyət vermədi. Bundan 12 il sonra, 1814-cü ildə alman fiziki Yozef Fraunhofer (1787-1826) yenidən Günəşin spektrində qara xətlər aşkar edir, lakin Vollastondan fərqli olaraq o, həmin xətlərin Günəş atmosferindəki qazların şüalanmanı udması ilə düzgün izah edə bildi. İşığın difraksiyası hadisəsindən istifadə etməklə o, müşahidə olunan xətlərin dalğa uzunluqlarını ölçdü. Həmin vaxtdan etibarən həmin xətlər *fraunhofer* xətləri adlanır.

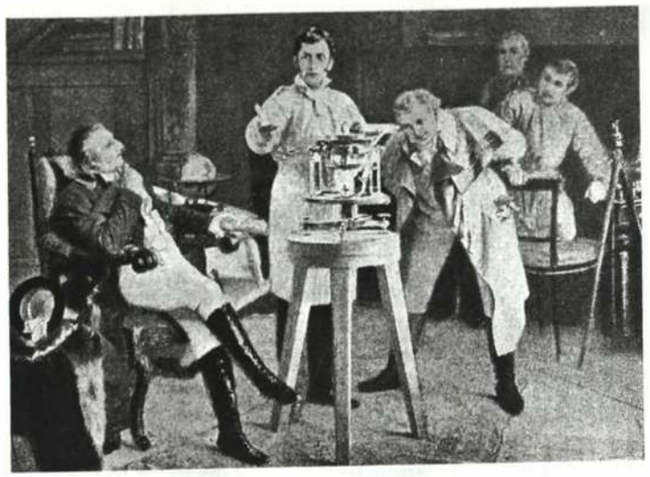
İşığın polyarizasiyasına aid tədqiqatları ilə tanınmış şotland fiziki Devid Bryuster (1781-1868), 1833-cü ildə Günəşin spektrində, intensivliyi Günəşin üfüqə tərəf enməsi ilə getdikcə artan zolaqlar qrupunun mövcudluğuna diqqət yetirmişdi. Bu zolaqların 1862-ci ildə görkəmli fransız astrofiziki Pyer Jül Sezar Jansen (1824-1907) tərəfindən düzgün izahına qədər, demək olar ki, 30 ilə yaxın vaxt keçdi: *tellurik* (*lat.* "telluris" – "yer") adlanan bu zolaqlar Günəş şüalarının yerin atmosferindəki qazlar tərəfindən udulması ilə yaranır.

XIX əsrin ortalarına yaxın işıqsaçan qazların spektrlərini kifayət qədər yaxşı öyrənmişdilər. Belə ki, müəyyən edilmişdi ki, natrium buxarlarının spektri sarı rəngli parlaq xətlər verir. Lakin həmin bu xətlərin yerində Günəşin spektrində qara (tutqun) xətlər müşahidə olunurdu. Bu nə demək idi?

Bu məsələni həll etmək üçün 1859-cu ildə görkəmli alman fiziki Qustav Kirxhof (1824-1887) və onun həmkarı məşhur kimyaçı Robert Bunzen (1811-1899) səy göstərdilər. Günəşin spektrində fraunhofer xətlərinin dalğa uzunluqlarını müxtəlif maddə buxarlarının şüalanma xətləri ilə müqayisə etməklə Kirxhof və Bunzen Günəşdə natrium, dəmir, maqnezium, kalsium, xrom və başqa metallar aşkar etdilər. Hər dəfə yerdəki qazların laboratoriya şüalanma xətlərinə Günəş spektrində qara spektral xətlər uyğun gəlirdi. Spektroskopiyanın əsasını qoyanlardan biri də İsveç fiziki və astronomu Andres Yonas Anqstrem (1814-1874), 1862-ci ildə Günəşin spektrində təbiətdə ən çox yayılmış elementlərdən birinin – hidrogenin xətlərini aşkar etmişdir (yeri gəlmişkən, spektroskopiyada çox işlənən uzunluq vahidi, anqstrem onun şərəfinə adlandırılıb: 1 Å=10^{-10} m). 1869-cu ildə o həm də bir neçə min spektral xəttin dalğa uzunluğunu dəqiq ölçməklə, Günəş spektrinin ilk ətraflı atlasını tərtib etmişdir.

1868-ci il avqustun 18-də fransız astrofiziki Pyer Jansen tam Günəş tutulmasını müşahidə edərkən Günəşin spektrində natriumun cüt xəttinin yanında parlaq sarı rəngli spektr xəttini müşahidə edir. Onu Yerdə məlum olmayan kimyəvi elementə – heliuma aid edirlər (*yun.* helios – "günəş"). Doğrudan da, ilk dəfə olaraq Yerdə helium, kleveit mineralının qızdırılması zamanı ayrılan qazlarda, yalnız 1895-ci ildə tapılmışdır, beləliklə, o özünün "yerdənkənar olmayan" element adını doğrultmuşdur.

Günəş spektroskopiyasındakı müvəffəqiyyətlər, alimləri spektral analizin ulduzların öyrənilməsinə tətbiqinə həvəsləndirdi. Ulduz spektroskopiyasının inkişafında italyan astrofiziki Ancelo Sekki (1818-1878), həqiqətən, görkəmli rol oynamışdır. O, 1863-1868-ci illər ərzində 4 minə yaxın ulduzun spektrini öyrənərək, onları dörd sinfə bölməklə, ulduz spektrlərinin ilk təsnifatını verdi.



Yozef Fraunhofer Günəş spektrindəki tünd xətləri alimlər qrupuna göstərir.

Onun bu təsnifatı bütün astronomlar tərəfindən qəbul edildi və XX əsrin əvvəllərində Harvard təsnifatının daxil edilməsinə qədər tətbiq olundu. Uilyam Högginslə eyni vaxtda Sekki planetlərin ilk spektral müşahidələrini aparır və Yupiterin spektrinin qırmızı hissəsində,



Paris üzərində Donati kometası.

sonralar məlum olduğu kimi, metan qazına məxsus enli qara zolağı aşkar edir.

Astrospektroskopiyanın inkişafında Sekkinin həmvətəni Covanni Donatinin (1826-1873) xidmətləri də böyük olmuşdur. Donatinin adını, adətən, 1858-ci ildə onun kəşf etdiyi və onun şərəfinə Donati kometası adlandırılan çox parlaq və gözəl kometa ilə bağlayırlar. Donati ilk dəfə həmin kometanın spektrini almış və spektrdə müşahidə olunan zolaqları və xətləri eyniləşdirmişdir. O, Günəşin, ulduzların, günəş xromosferi və tacının və həm də qütb parıltılarının spektrini tədqiq etmişdir.

Uilyam Höggins (1824-1910) çoxlu miqdarda ulduz spektrinin Günəşin spektrinə oxşarlığını müəyyən etmişdir. O isbat etmişdir ki, işığı Günəşin qızğın səthi şüalandırır və sonra Günəş atmosferinin qazları onu udur. Aydın oldu ki, elementlərin spektral xətləri Günəş və ulduz spektrlərində nə üçün parlaq olmayıb, adətən, qara (tutqun) olur.

Höggins ilk dəfə olaraq qaz dumanlıqlarının spektrini almış və tədqiq etmişdir. Bu qaz dumanlıqlarının spektri ayrı-ayrı şüalanma xətlərindən ibarət olmuşdur. Bu fakt onların məhz qaz dumanlığı olduğunu təsdiq etdi.

İlk dəfə olaraq Höggins yeni ulduzun – məhz 1866-cı ildə Şimal Tacı bürcündə alışmış yeni ulduzun spektrini öyrənmiş və ulduzun ətrafında genişlənən qaz örtüyünün mövcudluğunu aşkar etmişdir. Ulduzların baxış şüası istiqamətində hərəkət sürətini (şüa sürətini) təyin etmək üçün birinci olaraq o, Dopler-Fizo prinsipindən istifadə etmişdir (bu prinsip çox vaxt Dopler effekti adlandırılır).

Bir qədər bundan əvvəl, 1842-ci ildə avstriyalı fizik Kristian Dopler (1803-1853) nəzəri olaraq isbat etdi ki, müşahidəçinin qəbul etdiyi səs və işıq rəqslərinin tezliyi, mənbəyin yaxınlaşması və ya uzaqlaşması sürətindən asılıdır. Məsələn, lokomotiv fiti tonunun yüksəkliyi yaxınlaşan qatarın yanımızdan keçərkən və uzaqlaşarkən kəskin dəyişilir (tonun alçalması istiqamətində).

Görkəmli fransız fiziki Arman İppolit Lui Fizo (1819-1896) bu hadisəni 1848-ci ildə laboratoriyada işıq şüası üçün yoxlamışdır. O, həm də bunu spektral xətlərin spektrin bənövşəyi kənarına tərəf sürüşməsinə (mənbənin yaxınlaşması halında) və ya qırmızı kənarına tərəf sürüşməsinə (mənbənin uzaqlaşması halında), əsasən, ulduzların baxış şüası istiqamətində, *hərəkət sürətini* – şüa sürətini təyin etmək üçün istifadə edilməsini təklif etmişdi.

Höggins 1868-ci ildə bu qayda ilə Siriusun şüa sürətini təyin etmişdi. Aydın oldu ki, Sirius 8 km/san sürətlə Yerə tərəf yaxınlaşır.

Dopler-Fizo prinsipinin ardıcıl olaraq tətbiqi astronomiyada bir sıra mühüm kəşflərə gətirib çıxardı. 1889-cu ildə Harvard rəsədxanasının (ABŞ) direktoru Eduard Çarlz Pikering (1846-1919) Mitsar ulduzunun spektrində spektral xətlərin qoşalaşdığını (iki hissəyə bölündüyünü) müəyyən edir. Mitsar ulduzu, Böyük Ayı bürcü çömçəsinin quyruğunda yerləşən 2-ci ulduz ölçüsünə malik, hamının tanıdığı ulduzdur. Cütləşmiş spektral xətlər müəyyən dövr gah bir-birinə yaxınlaşır, gah da aralanırdı. Pikering başa düşdü ki, bu, hər şeydən əvvəl, sıx qoşa ulduz sistemidir: bu sistemin ulduzları bir-birinə o qədər yaxındır ki, onları heç bir teleskopla da ayırd etmək mümkün deyil. Lakin spektral analiz bunu etməyə imkan verir. Cütlüyə daxil olan ulduzların sürətləri müxtəlif istiqamətlərə yönəldiyindən, Dopler-Fizo prinsipindən istifadə etməklə bu sürətləri təyin etmək mümkündür (əlbəttə ki, sistemdə ulduzların fırlanma dövrünü də onun kimi).

Eduard Çarlz Pikering.



1900-cü ildə Pulkovo astronomu Aristarx Apollonoviç Belopolski (1854-1934) bu prinsipdən planetlərin sürətini və fırlanma dövrünü təyin etmək üçün istifadə etmişdi. Əgər spektroqrafın yarığını planet ekvatoru boyunca yerləşdirsək, spektral xətlər maili alınacaqdır (planetin bir kənarı bizə yaxınlaşır, o biri kənarı isə uzaqlaşır). Bu metodu Saturnun halqalarına tətbiq etməklə Belopolski isbat etdi ki, halqanın müxtəlif hissələri planet ətrafında Kepler qanunlarına uyğun hərəkət edir, deməli, bu halqalar çoxlu sayda ayrı-ayrı, bir-biri ilə əlaqəsi olmayan xırda hissəciklərdən ibarətdir. Bu nəticəni, nəzəri mülahizələrə əsaslanaraq, Ceyms Klerk Maksvell (1831-1879) və Sofya Vasilyevna Kovalevskaya (1850-1891) qabaqcadan söyləmişdilər.

Belopolski ilə eyni vaxtda eyni nəticəni amerikalı astronom Ceyms Eduard Kiler (1857-1900) və fransız astronomu Anri Delandr (1853-1948) da almışdı.

Bu tədqiqatlardan təxminən bir il əvvəl Belopolski sefeidlərdə şüa sürətlərinin dövri dəyişilməsini aşkar etmişdi. Eynilə həmin vaxtda moskvalı fizik Nikolay Alekseyeviç Umov (1846-1915) öz zəmanəsini qabaqlayan belə bir fikir irəli sürmüşdü ki, bu halda alimlər, o vaxtlar güman edildiyi kimi, qoşa sistemi deyil, pulsasiya edən ulduzu müşahidə edirlər.

Bununla belə, astrospektroskopiya yeni-yeni müvəffəqiyyətlər qazanırdı: 1890-cı ildə Harvard astronomiya rəsədxanası 8-ci ulduz ölçüsünə qədər və ulduz spektrlərinin 25° cənub meylinə qədər 10350 ulduzu əhatə edən böyük kataloqunu buraxdı. Bu kataloq amerikalı həvəskar astronom (ixtisasca həkim idi) Henri Dreperə (1837-1882) həsr olunmuşdu. Dreper astronomiyada fotoqrafiyanın geniş tətbiq edilməsinin öncüllərindən idi. 1872-ci ildə o, ulduz spektrinin ilk fotosunu (spektroqramını), sonralar isə parlaq ulduzların, Ay, planet, kometa və dumanlıqların spektrlərini aldı. Kataloqun birinci cildi çıxandan sonra ona dəfələrlə əlavələr nəşr edilmişdi. Spektri öyrənilmiş ulduzların ümumi sayı 350 minə çatmışdı.



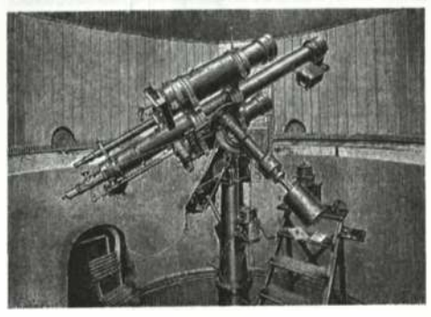
Aristarx Apollonoviç Belopolski.

ASTRONOMİYADA FOTOQRAFİYA

Vizual müşahidələrə nisbətən çoxsaylı üstünlüklərinə görə fotoqrafiyanın astronomiyada tətbiqi son dərəcə böyük əhəmiyyət daşıyırdı.

1839-cu ildə fransız ixtiraçısı Lui Jak Mande Dager (1787-1851) yodu gümüşdən ibarət metal təbəqədə gizli təsvirin alınması üsulunu tapmışdı. O həmin təsviri sonra civə buxarları ilə aşkarlayırdı. Beləliklə, adamların ilk portretləri (dagerotipləri) meydana gəldi. Paris rəsədxanasının direktoru Dominik Fransua Araqo (1786-1853) 1839-cu il avqustun 19-da Fransa Elmlər Akademiyasına məruzəsində fotoqrafiyanın elmdə, xüsusilə astronomiyada tətbiqinin geniş perspektivləri olduğunu qeyd etmişdi. Artıq 1840-cı ildə Günəşin və Ayın, sonra isə ulduzların, Günəş tacının, Günəş spektrinin ilk dagerotipləri alındı.

Dagerotiplərin böyük qüsuru onların çoxaldılmasının mümkünsüzlüyü idi.



Üç fotokameralı teleskop-refraktor. XIX əsr.

RUS HAMAMINDA FOTOLABORATORİYA

1887-ci il avqustun 19-da Rusiyaya, tam Günəş tutulmasını müşahidə etmək üçün, Potsdam rəsədxanasının direktoru professor German Karl Fogel (1841-1907) Volqaboyu şəhərciyinə, Yuryevetsə (Nijni Novqorodun yaxınlığında) gəldi. O, xromosfer spektrinin və tacın qırmızı sahəsinin fotoşəklini almaq istəyirdi. O vaxtlar, 1871-ci ildən başlayaraq tətbiq olunan quru bromjelatinli plastinkalarla onun şəklini çəkmək mümkün deyildi. Bunun üçün Fogel maye əsasında xüsusi emulsiya hazırladı və tutulma ərəfəsində axşam plastinkalarının üzərinə kolloid təbəqəsi çəkdi və onları qurumaq üçün sərdi. Birdən onun qonşuları – A.A.Belopolskinin başçılığı ilə Moskva rəsədxanasından olan ekspedisiya iştirakçıları ümidsiz bir qışqırtı eşidirlər:

– Hər şey bitdi! Mənim plastinkalarım məhv oldu!

Qışqıran Fogel idi. O, plastinkalarını "fotolaboratoriyada" sərmişdi, fotolaboratoriya rolunu isə adi rus hamamı oynayırdı. Hamamın tavanı torpaqla örtülmüşdü və qapı çırpıldıqca yuxarıdan torpaq tökülürdü. Zavallı Fogel heç cür ağlına gətirməzdi ki, adamların yuyunduğu binada tavandan torpaq tökülə bilər. Hər halda, o, vəziyyətdən çıxış yolu tapdı – tutulma zamanı spektri vizual müşahidə etdi.



Ay və Venera axşam göyündə.

Dagerotip bir nüsxədə alınırdı və digər dagerotipi almaq üçün təkrar çəkmək lazım gəlirdi. 1851-ci ildə ingilis F.Skott-Arçer yaş kolloid metodunu təklif edir, belə ki, istifadə olunmazdan bir qədər əvvəl plastinkanın üzərinə tərkibində yodlu gümüş olan kolloid təbəqəsi yaxılırdı. Həmin bu qat işığahəssas material rolunu oynayırdı.

A.O.Karelinin fotokamerası. O, 1887-ci ilin tam Günəş tutulmasını bu kamera ilə çəkmişdi.



Bu üsulla göy cisimlərinin fotoqrafiyasını almaq üzrə elə ilk eksperimentlər göstərdi ki, dagerotiplərə nisbətən yaş kolloid metodu çox böyük üstünlüklərə malikdir. Ekspozisiyaların müddəti 100 dəfədən də çox qısaldı, təsvirlərdə çoxsaylı detallar vardı.

Yaş kolloid metodunun tətbiqində ingilis həvəskar astronomu Varren Delaryu (1815-1889) ən böyük nailiyyətlər qazanmışdır. Kağız fabrikinin sahibi olan Delaryu öz vəsaiti hesabına London yaxınlığında rəsədxana və yaxşı teleskop inşa etdirdi, fotoçəkilişləri də həmin teleskopla aparırdı. Onun təklifi ilə Britaniya Astronomiya Assosiasiyası Kyuda xüsusi astronomiya rəsədxanası və Günəşin fotoqrafiyasını almaq üçün cihaz – fotohelioqraf inşa etdi.

1850-ci ildə Uilyam və Corc Bondlar – ata və oğul – ilk dəfə ulduzun (Veqanın) fotoqrafiyasını aldılar. 1872-ci ildə Henri Dreper həmin ulduzun ilk spektroqramını aldı; bu spektroqramda udulma xətləri aydın görünürdü. Fotoqrafiya astronomik tədqiqatlara getdikcə daha çox nüfuz edirdi. 1891-ci ildə fotoqrafiyanın köməyilə ilk kiçik planet kəşf edildi. Bu planet 323 Brutsiya idi. Fotoçəkiliş texnikası getdikcə təkmilləşir, fotomateriallar keyfiyyətcə yaxşılaşırdı. Spektrin sarı, qırmızı və infraqırmızı sahələri fotoçəkiliş üçün münasib idi.

* * *

Astronomlar hələ qədimdən ulduzları parıltısına görə altı sinfə – ulduz ölçüsünə ayırırdı. Bu kəmiyyətin ulduzun ölçüləri ilə heç bir əlaqəsi yoxdur, o yalnız işığın miqdarını xarakterizə edir. 1857-ci ildə ingilis astronomu Norman Robert Poqson (1829-1891) indiyə qədər də istifadə olunan ulduz ölçüləri şkalasını təklif etdi. Bu şkalaya görə, bir ulduz ölçüsü qədər fərq ulduzların parıltısı nisbətinin 2,512 dəfə fərqlənməsinə uyğundur. Bu ədəd əlverişlilik baxımından seçilmişdir, ona görə ki, $2{,}512^5 = 100$. Başqa sözlə, 5 ulduz ölçüsü qədər fərq, ulduzların parlaqlığı nisbətinin 100 dəfə fərqlənməsinə uyğundur, 15 ulduz ölçüsü qədər fərqli ulduzlar üçünsə bu nisbət 1 milyona bərabərdir. Ulduzların parlaqlığının dəqiq təyin edilməsi başlandı. Bu məqsəd üçün xüsusi cihazlar – fotometrlər tətbiq edilirdi. Bu metodlara istinadla dəyişən ulduzların parlaqlığının dəyişilməsini dəqiq müşahidə etmək mümkün olmuşdu.

Müşahidə astrofizikası XX əsrdə də coşqun inkişaf etmişdir. Lakin müşahidə astrofizikasını bu əsrdə ilk dəfə bütün Kainatı vahid nöqteyi-nəzərlə əhatə etmiş nəzəri astrofizika qabaqlamağa başladı.

VASİLİ YAKOVLEVİÇ STRUVE

Bu alman filoloqu astronomiyada heç bir ixtira etməmiş olsaydı belə, o, XIX yüzillikdə "dünyanın astronomiya paytaxtı" sayılan Pulkovo rəsədxanasının banisi kimi astronomiya tarixinə həmişəlik daxil olacaqdı. Fridrix Georq Vilhelm Struve (onun əsl adı belədir) nəinki çoxlu sayda diqqətəlayiq kəşflər etmiş, eyni zamanda, demək olar, rus astronomiya məktəbinin banisi olmuşdur. Onun şagirdləri Rusiyanın bütün aparıcı universitetlərində professor kafedralarına yiyələnmişdilər. Struve həm də alimlər sülaləsinin banisi olmuş və bu sülalə, demək olar, yüz əlli il astronomiya sahəsində çalışmışdır. Onun oğlu Otto Vasilyeviç Struve (1819-1905) Pulkovo rəsədxanasının direktoru vəzifəsində 1862-1889-cu illər ərzində atasını əvəz etmişdi. Pulkovoda, Königsberqdə və Xarkovda onun nəvələri Qerman Ottoviç Struve (1854-1920) və Lüdviq Ottoviç Struve (1858-1920) parlaq müvəffəqiyyətlər qazanmışdılar. Bu sülaləni təmsil edənlər içərisində astronomiyada daha çox məşhur olanı Struvenin nəticəsi – Otto Lüdviqoviç Struve (1897-1963) olmuşdur. O, 1917-ci il Oktyabr çevrilişindən sonra Rusiyanı tərk etməyə məcbur olmuş və sonra Amerika astrofiziki kimi dünya şöhrəti qazanmışdı.

* * *

Fridrix Georq Vilhelm Struve 1793-cü il aprelin 15-də Danimarkanın sərhədyanı şəhərciyi olan Altonada (hazırda Hamburqun şəhərətrafı qəsəbəsi) anadan olmuşdur. O, böyük və səmimi ailənin beşinci uşağı olmuşdur. Gimnaziya direktoru olan atası Vilhelmin ev təhsilinə özü müstəqil rəhbərlik edirdi. O, oğluna qədim dilləri və klassik ədəbiyyatı tədris edirdi.

Vasili Yakovleviç Struve.



1808-ci ilin yazında Hamburqda fransız muzdlu qoşunları Vilhelmi tuturlar. O vaxt Napoleonun qoşunları, demək olar, bütün Qərbi Avropanı işğal etmişdilər. 15 yaşlı Vilhelm hündürboylu və qüvvətli bir gənc idi. O, fransızların onu dama saldıqları binanın ikinci mərtəbəsinin pəncərəsindən tullanır və o vaxtlar neytral Danimarkaya məxsus olan Altonaya gəlib çıxa bilir. Vilhelm muzdlu əsgər olmaqdan canını qurtarsa da, onun valideynləri böyük təlaş içində idilər və oğlunu Rusiyaya, Derpt Universitetinə (hazırda Esto-



Kryuger 60 qoşa ulduzunun (sol tərəfdə yuxarı küncdə) bir neçə illik fasilə ilə çəkilmiş üç fotoqrafiyasında bir komponentin digərinə nəzərən yerdəyişməsi görünür.

niyanın Tartu Universiteti) göndərirlər. 15 yaşlı Vilhelm həmin Universitetin filologiya bölməsinə daxil olur və İskəndəriyyə qrammatikalarına həsr etdiyi inşaya görə qızıl medal alır və Universiteti vaxtından əvvəl bitirir. Lakin fizik Georq Parrotun təsiri altında o, fizika-riyaziyyat elmləri və xüsusilə astronomiya ilə maraqlanmağa başlayır.

20 yaşında Struveyə magistr elmi dərəcəsi verirlər. Onun dissertasiyası müşahidəçi astronomu olduğu Derpt Universiteti rəsədxanasının coğrafi mövqeyinin təyini məsələsinə həsr edilmişdi. Həmin ildəcə o, Universitetin professoru olur. Buna baxmayaraq, yeni astronomiya alətlərini o özü qurmalı və sınaqdan çıxarmalı oldu. O, rəsədxanada elmi işi təşkil etdi və rəsədxananın əsərlərini – "Salnamə"lərini nəşr etməyə başladı. 1818-ci ildə Struve rəsədxananın direktoru və yeni yaradılmış astronomiya kafedrasının başçısı təyin edildi.

1819-cu ildən etibarən Struve, Uilyam Herşelin kəşf etdiyi qoşa və çoxqat ulduzları müşahidə edir. 1802-ci ildə Herşel həmin ulduzlarda komponent ulduzların əsas ulduz ətrafında dolandığını müəyyən etmişdi ("Qoşa ulduzlar" məqaləsinə bax). 1822-ci ildə Struve qoşa ulduzların ilk kataloqunu nəşr etdirdi, həmin kataloqda 795 sistem haqqında məlumatlar verilirdi. Struve London Kral Astronomiya Cəmiyyətinin Qızıl medalı ilə təltif edildi. 1826-cı ilin dekabrında Struve Peterburq Elmlər Akademiyasının fəxri üzvü, 1832-ci ildə isə onun həqiqi üzvü seçildi. 1834-cü ildə o, rus zadəganı hüququ qazandı və həqiqi mülki müşavir adını aldı.

1825-1827-ci illərdə Struve Derpt rəsədxanasının Yozef Fraunhofer tərəfindən hazırlanmış 244 mm-lik diametri olan obyektivə malik dünyada ən böyük refraktorunun köməyi ilə 9-cu ulduz ölçüsündən parlaq olan 120 min ulduz üzərində müşahidələr apardı. Struve hər ulduza orta hesabla 12 saniyə vaxt sərf edirdi. Həmin müşahidələr əsasında Struve 3112 qoşa ulduzu əhatə edən özünün ilk kataloqunu buraxdı. Kataloqda o, komponentlər arasında bucaq məsafəsindən asılı olaraq qoşa ulduzları qruplar üzrə sistemləşdirdi. 1827-ci ildə Struve London Kral Astronomiya Cəmiyyətinin üzvü seçildi.

Müşahidələr apardıqca, alim 1837 və 1852-ci illərdə yeni kataloqlar nəşr etdirir. 1837-ci il kataloquna ön sözündə o, 58 cüt qoşa ulduzda peyk-ulduzun əsas ulduz ətrafında dolanmasının şübhəsiz olduğunu qeyd etmişdi. 1852-ci il kataloqunun təsvirində Struve ulduzların fiziki qoşalılığının yeni meyarını tətbiq edir. Həmin meyara görə, hər iki komponenti qiymət və istiqamətinə görə yaxın məxsusi hərəkətlərinə malik olan qoşa ulduzları, hətta onların dolanma periodu çox böyük olduğu üçün onu görmək mümkün olmasa belə, onları qoşa ulduz saymaq olar.

On illərlə Struve müntəzəm olaraq xüsusi qayda ilə seçilmiş ulduzların koordinatlarını təyin edirdi ki, bir il ərzində bu koordinatların parallaktik dəyişilməsinə görə ulduz parallakslarını müəyyən etsin. Bu tədqiqatlar ona belə bir nəticəyə gəlməyə imkan verdi: tədqiq olunmuş 19 ulduzun hamısının mütləq parallaksı 1″-dən kiçikdir, bu ulduzların əksəriyyətində isə parallaks 0,5″-dən xeyli kiçikdir.

Bu, ulduz parallakslarının elm tarixində ilk dəfə dəqiq qiymətləndirilməsi idi. 1822-ci ildə Struve bu ümumi qiymətləndirmədən əlavə ayrı-ayrı ulduzların fərdi parallakslarını da təyin edə bildi. Qütb ulduzu üçün onun tapdığı qiymət səhv idi, Əltair ulduzu (Qartal bürcünün α-sı) üçün onun tapdığı qiymət 0,181″ ± 0,094″ çox dəqiq idi (həmin ulduzun parallaksı üçün müasir qiymət 0,198″-dir).

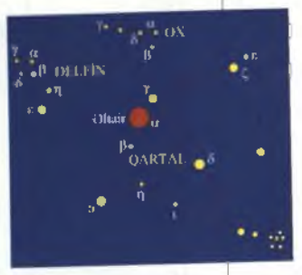
1828-ci ildən 1834-cü ilə qədər Struve üçün çox ağır illər olmuşdur. Uşaqları tez-tez xəstələnirdi, iki oğlu və qızı yatalaq xəstəliyindən vəfat edir, 1834-cü il yanvarın axırında isə əsəbi gərginlikdən zəifləyən arvadı vəfat edir. Ölümqabağı o, ərindən xahiş edir ki, o elə qadın axtarsın ki, uşaqları üçün anasını əvəz edə bilsin və özü həmin qadının – öz rəfiqəsinin adını çəkir: Johanna Bartels. 1835-ci ilin fevralında onların toyu olur. Struvenin ikinci nikahı daha uğurlu olur.

Derpt rəsədxanasında işlədiyi son illərdə Struve ulduz parallakslarının təyini üzrə tədqiqatlarına yenidən başlayır. İndi artıq o bilirdi ki, yalnız çox yaxın ulduzların triqonometrik parallakslarını ölçmək mümkündür. Ona görə də alim ulduzların uzaqlığı haqqında mülahizə yürütməyə imkan verən bir neçə əlamət göstərmişdir. Əvvələn, ulduzun görünən parlaqlığı: bir qayda olaraq, ulduz nə qədər parlaq olarsa, bir o qədər yaxın olar. İkincisi, bu, ulduzun məxsusi hərəkətidir: ulduz nə qədər uzaq olarsa, onun məxsusi hərəkətinin bucaq qiyməti bir o qədər kiçik olar. Üçüncüsü, qoşa ulduzlar halında komponentlər arasındakı bucaq məsafəsini göstərmək olar: bu məsafə nə qədər kiçik olarsa, qoşa sistem bir o qədər uzaq olar. Struve buna əlavə olaraq qeyd edirdi ki, qoşa ulduz cütünün xətti ölçüləri onun dolanma periodu ilə təyin edilə bilər.

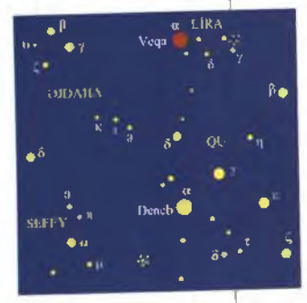
Alim başa düşürdü ki, qeyd olunan əlamətlər bütövlükdə yalnız o halda doğru olar ki, bütün ulduzların işıqlığı, sürətləri və kütlələrinin də eyni olduğunu qəbul edək.

Struve özünün son seçimini heç də əbəs yerə Veqa ulduzunda saxlamırdı. Ölçmələri aparmaq üçün o, hələ Qalileyin təklif etmiş olduğu nisbi parallaks metodunu seçdi. Təsadüfi xoşbəxtlikdən, Veqanın yanında, cəmi 43″-lik qövs qədər ondan aralı, zəif və ola bilsin ki, çox uzaqda yerləşən ulduz görünür. Bu fiziki deyil, optik qoşa ulduzdur. Parlaq və bizə daha yaxın olan Veqanın illik parallaksı zəif və uzaq ulduzun parallaksına nisbətən böyükdür. Ona görə də Veqa il ərzində, demək olar ki, tərpənməz qalan vizual qonşusuna nisbətən yerdəyişmə etməlidir. Həmin bu bucaq sürüşməsi məhz nisbi parallaksdır və onu ölçmək bir il ərzində Veqa ulduzunun koordinatlarının yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsinə görə dəyişməsini – mütləq parallaksı təyin etməkdən asandır.

Veqanın parallaksı üçün Struvenin 1837-ci ildə aldığı (0,125″ ± 0,055″) qiyməti, onun müasir qiymətinə çox yaxındır (0,121″ ± 0,004″). 1838-ci ilin sonunda Königsberqdə Fridrix Vilhelm Besselin (1784-1864) 61 Qu ulduzu üçün tapdığı parallaksın qiyməti ən dəqiq oldu. Az sonra ingilis astronomu Tomas Henderson (1798-1844) ulduzun parallaksını ölçür. Sonralar məlum oldu ki, onun parallaksını təyin etdiyi ulduz Güneşə ən yaxın ulduzlardan biri – Kentavrın α-sıdır. Struve öz ölçmələrinin nəticələrini, təəssüf ki, yalnız



Ulduz xəritəsində Əltair ulduzu (Qartalın α-sı): Ox, Delfin, Əltair, Qartal.



Veqa (Liranın α-sı) ulduz xəritəsində: Lira, Veqa, Əjdaha, Qu, Sefey, Deneb.

Derpt rəsədxanasının ekvatorialı.



Derpt rəsədxanası.





Pulkovo rəsədxanası. 1850-ci il.

1839-cu ildə, yəni Besselin bəyan etməsindən bir il sonra dərc etdirmişdi. Bu səbəbdən ulduz parallaksının ilk təyini prioriteti, hər halda, Besselə məxsusdur.

Üç ulduzun təyin edilmiş parallaksları onlara qədərki məsafələri qiymətləndirməyə imkan verirdi. Lakin müxtəlif ulduz ölçülərinə malik ulduzlara qədər, bu və ya başqa məxsusi hərəkətlərə malik ulduz qruplarına qədər orta məsafələri təyin etmək üçün bu parallakslar kifayət deyildir. Bununla belə, yaxın ulduzlara qədər məsafələrin qiymətləndirilməsində elə ilkin nəticələr Kainatın miqyasları barədə təsəvvür yaratmağa imkan verirdi.

Bu çox böyük elmi nailiyyət idi və astronomiyanın inkişafında yeni dövrün başlanğıcını qoymuşdu.

* * *

1827-ci ildə Rusiyada böyük rəsədxananın tikilməsi barədə məsələ qaldırılır. Peterburq Elmlər Akademiyasında Struvenin iştirakı ilə layihə hazırlanır və qərara gəlirlər ki, "bu iş üçün əlverişli yer Pulkovo dağının zirvəsi ola bilər, ona görə ki, həmin zirvə çox geniş üfüqə malikdir və dəniz səviyyəsindən 75 m hündürlükdə yerləşir".

1834-cü ilin başlanğıcında rəsədxananın inşası üçün 100 min rubl pul ayrıldı və onun gələcək direktoru V.Y.Struve təyin edildi. Rəsədxananın açılışı 1839-cu il avqustun 19-da oldu. Rəsədxana obyektivinin diametri 30 düym (0,75 m-ə yaxın) olan dünyada ən böyük teleskop-refraktorla təchiz edildi.

Struve astronomik müşahidələrin proqramını ətraflı şəkildə işləyib hazırladı. O, ulduzların məxsusi hərəkətlərini və onlara qədərki məsafələrin təyin edilməsini planlaşdırmışdı. Bundan əlavə, Struve qoşa ulduzların müşahidələrini apardı, 4-cü ulduz ölçüsünə qədər parlaqlığı olan qütbətrafı ulduzların kataloqunu tərtib etdi, 7-ci ulduz ölçüsünə qədər ulduzların geniş təsvirini verdi və digər tədqiqatlar apardı.

Astronomiya alətləri xətalarının ciddi tədqiq edilməsi ilə yanaşı, astronomik sabitlərin də yenidən təyin edilməsi zəruri idi.

1840-1842-ci illər ərzində Struve özünün quraşdırdığı passaj alətinin köməyi ilə zenitə yaxın yerləşən yeddi ulduzun müşahidələrini apardı. Rəsədxananın mövcudluğunun ilk illərindəcə o, şimal göyünün 7-ci ulduz ölçüsünə qədər bütün ulduzların vəziyyətlərinin müşahidəsini təşkil etdi. Bu işdə ona Yeqor Nikolayeviç Fuss (1806-1854) və Andrey Petroviç Şidlovski (1818-1892) kömək edirdi. Toplanmış müşahidə materialına əsasən 17 min ulduzun vəziyyətlərini təsvir edən kataloq hazırlandı və 1843-cü ildə nəşr olundu.



▸ Pulkovo meridianı.

Pulkovoda alınmış astronomiya sabitləri sistemi XIX əsrdə – XX əsrin əvvəlində elmdə ən dəqiq və hamı tərəfindən qəbul olunmuş sistem hesab edilirdi. Kataloqun məlumatları ulduzların paylanmasında bəzi qanunauyğunluqları aşkar etməyə imkan verdi. Ulduz astronomiyası sahəsində Struvenin çıxardığı nəticələr onun əsas əsəri olan "Ulduz astronomiyası barədə etüdlər"ində toplanmışdır (1847-ci il). Alim ilk dəfə olaraq göstərdi ki, Ağ Yolun orta xəttinə tərəf yaxınlaşdıqca ulduzların paylanma sıxlığı artır, ona görə ki, ulduz sisteminin əsas müstəvisi yaxınlığında ulduzların fəza sıxlığı artır. Başqa sözlə, Ağ Yol hadisəsi nəinki təkcə U.Herşelin qəbul etdiyi fəzada ulduzların bərabər paylanması nəticəsi kimi ulduz sisteminin basıqlığı ilə, eyni zamanda, həm də onların, ulduz sisteminin əsas müstəvisinə real konsentrasiyası ilə izah olunur.

Struve müəyyən etdi ki, Ağ Yolun orta xətti göy sferasında onun şimal qütbündən 93° 30′ bucaq məsafəsində kiçik dairə əmələ gətirir. Buradan nəticə çıxır ki, Günəş ulduz sisteminin əsas müstəvisindən üstdə yerləşir. Günəşin yerləşməsindəki bu sürüşmə, müasir məsafə vahidləri ilə 6 pk (parsek) təşkil edir ki, bu da hazırda qəbul edilmiş qiymətə yaxındır.

Struve daha bir mühüm kəşf etdi. O, ulduzlararası fəzada işığın udulmasını isbat etdi və bu udulmanın kəmiyyətini də qiymətləndirdi. İşığın kosmik fəzada udulması fərziyyəsini Struvedən xeyli əvvəl, məsələn, 1744-cü ildə Jan Şezo (1718-1751) söyləmişdir. Alman astronomu Henrix Olbers 1826-cı ildə fotometrik paradoksu bu effektlə izah etməyə cəhd etmişdir (Kainatın sonsuzluğunu qəbul etdikdə bütün göyün parlaq işıqlanmalı olacağı nəticəsi). Lakin Struvenin nəticəsi müşahidələrə



Ağ Yolun parlaq hissəsi.

əsaslanırdı. Belə ki, o teleskopun nəzəri nüfuzetmə qabiliyyətini real alınan qiymətlə müqayisə edərək müəyyənləşdirdi ki, bu fərq ən zəif ulduzlar üçün, demək olar, üç dəfə azdır. O yazırdı: "Mən belə bir fərziyyəni qəbul etməkdən başqa, heç bir izah görmürəm; yəni işığın intensivliyinin məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasib olaraq azalmasından da böyük sürətlə azalır. Bu isə onu göstərir ki, işığın itkisi mövcuddur, işığın dünya fəzasından keçərkən zəifləməsi mövcuddur". Udulmanın qiymətləndirilməsi Struvenin aldığı nəticə qalaktika müstəvisinə yaxın işığın udulmasına aid müasir qiymətlərə bir çox cəhətdən uyğundur. Lakin alimin bu kəşfi unudulmuş oldu. Yalnız 100 ildən sonra Amerika astronomu Robert Trümpler yenidən isbat etdi ki, işığın ulduzlararası udulması mövcuddur.

Uzun illər ərzində qış aylarında Struve Peterburq Universitetində astronomiyadan kütləvi mühazirələr oxumuşdu. Onlardan yığılan pullar xeyriyyə məqsədlərinə sərf edilirdi.

Struve 1864-cü il noyabrın 23-də – Pulkovo rəsədxanasının 25 illiyi yubileyindən üç ay sonra vəfat etmişdir. O, Pulkovoda dəfn edilmişdir.

Struve astronomlarının sülaləsi şərəfinə 1913-cü ildə 768 saylı kiçik planet Struveana adlandırıldı. Ayın səthində Fırtınalar Okeanında Struvenin adını daşıyan krater mövcuddur.

Meksika körfəzi qaz-toz dumanlığı.



NİKOLYA KAMİLL FLAMMARİON

Özünün 70 illik yubileyində Kamill Flammarion bütün həyatı boyu onu ardınca aparan ideyanı belə ifadə etmişdi: "Mən astronomiyanı canlı Kainat haqqında elm sayır və ona qibtə edirəm. Kainat fəzada faydasız hərəkət edən ədalətli planetar qaymalar deyil, bu, bütün dəyəri yalnız öz həndəsi koordinatlarından ibarət ola biləcək ulduzların parıldayan nöqtələri deyil; bu, dünyalardır, ümumən həyatın – hazırkı, keçmiş və ya gələcək həyatın özəyidir (axı, əbədiyyət üçün vaxtın mənası yoxdur); bu, Yerin, göylərin və Sonsuzluq Günəşinin enerjisinin, işığının, möcüzəli həyatverici şüalanmalarının mənbəyidir; bu, bütövlüklə bütün Təbiətin ifa etdiyi ümumdünya həyatının himnidir..."

* * *

Nikolya Kamill Flammarion 1842-ci il fevralın 26-da Fransanın Montinyi-le-Rya şəhərciyində kasıb əkinçi ailəsində anadan olmuşdur. O, dörd uşaqlı ailənin böyük oğlu idi. Dörd yaşında ikən o, artıq İncili sərbəst oxuyur və onun bir çox səhifələrini əzbər bilirdi. Qismən Günəş tutulması səkkiz yaşlı oğlanı heyran etmişdi. O, hadisəni izah etməyi müəllimdən xahiş etdi və astronomiyaya dair özünün birinci kitabını qazandı. O, kitabdan çox az şey başa düşdü, lakin göyü anlayanlara, hələ qədimdən göy hadisələrini qabaqcadan xəbər verə bilənlərə onda bütün həyatı boyu ehtiram yarandı.

Nikolya Kamill Flammarion.



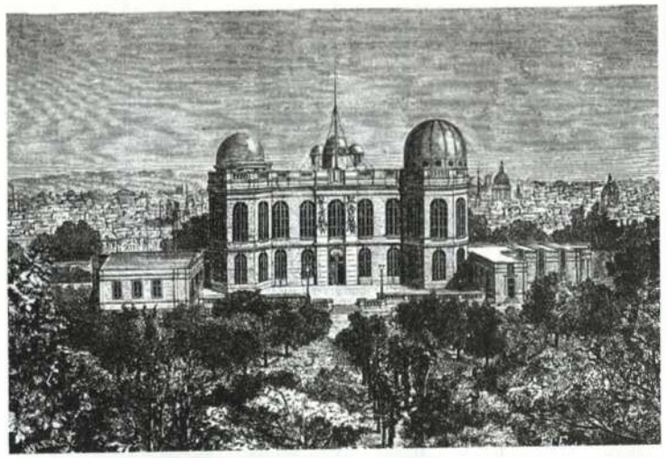
Həyat Kamilli çox tez pul qazanmağa məcbur etmişdi. O, müstəqil təhsil alır, yeməyinə qənaət edirdi ki, yeni kitablar ala bilsin. Son dərəcə yorğunluq və arıqlamaq 16 yaşında onu, az qala, qəbrə göməcəkdi. Lakin müalicə etdiyi xəstənin əlində astronomiyaya aid 500 səhifəlik əlyazmanı görən və xəstənin sanballı biliyə malik olduğunu yəqin edən gənc həkim Furnyenin mərhəməti Kamilli xilas etdi. Onun qayğısı sayəsində, Kamilli o vaxtlar məşhur Urben Leveryenin rəhbəri olduğu Paris rəsədxanasına hesablayıcı astronom kimi işə qəbul edirlər. Rəsədxanada olduğu az müddət ərzində Flammarion bakalavr dərəcəsini almaq üçün imtahan verir və həm də böyük bir əsəri yazıb qurtara və çap etdirə bilir. Həmin əsər o vaxtlar bütün dünyada böyük müvəffəqiyyət qazanan "Məskunlaşmış dünyaların çoxluğu" kitabı idi.

Lakin rəsədxanada ona münasibət başqa cür idi. Flammarion hətta işdən kənar vaxtlarda belə "alimlik rütbəsinə yaraşmayan" fəaliyyətinə görə, Leverye tərəfindən işdən... azad edildi. "Populyarlaşdırma" sözü fransız dilində "vulqarlaşdırma" kimi səslənir. Bütün Parisdə öz əsəbi xarakteri ilə tanınan Leverye subordinasiyanı pozmuş, hesablayıcı astronomun ciddi yolundan çıxmış gənc yazıçını yanına çağırır və soyuqqanlıqla ona deyir: "Mən görürəm ki, müsyö, Siz burada qalmağa cəhd göstərmirsiniz... Bundan asan heç nə yoxdur, Siz gedə bilərsiniz...". 14 il keçəndən sonra, Leverye onu – artıq məşhur yazıçı və tədqiqatçını yenidən dəvət edir və o yenidən altı il ərzində Paris rəsədxanasının əməkdaşı olur.

Hadisələrin gözlənilməz dönüşü Flammarionun yaradıcılıq fəaliyyəti üçün sərbəstlik gətirmişdi. Geniş elmi biliyi və ədəbi istedadı onu istənilən nəşriyyat üçün arzuolunan müəllifə çevirmişdi. O da böyük əzmkarlıqla bir çox jurnal və qəzetlərlə əməkdaşlıq edirdi. Ən əsası isə o, daha yeni elmi-kütləvi kitablar yazmaqda da davam edirdi: "Xəyalı dünyalar və real dünyalar" (1865-ci il), "Səmanın möcüzələri" (1865-ci il) – astronomiyadan ilk kütləvi dərslik, "Səmanın tarixi" (astronomiyanın əyləncəli tarixi, 1867-ci il, kitab zəmanəmizdə rus dilində nəşr olunub). "Astronomiyadan etüdlər" adlı elmi-kütləvi məhazirələrin bütöv seriyası nəşr edilmişdir (1880-ci ilə qədər bunların doqquz cildi çapdan çıxmışdı).

Flammarion eyni zamanda obyektivinin diametri 108 mm olan teleskopla özü müşahidələrini aparmış, öz fotometrini konstruksiya etmişdi. Onun elmi maraqları astronomiyadan çox kənara çıxırdı. Bu maraqlar həm meteorologiyanı, həm də Günəş-Yer əlaqələri problemini əhatə edirdi. 1867-1880-ci illərdə Yerin hava örtüyünü tədqiq edərkən Flammarion 12 dəfə hava şarında uçuş həyata keçirmişdi. 1871-ci ildə o, çox maraqlı "Atmosfer (Populyar meteorologiya)" kitabını buraxır.

Flammariona qədər də biliklərin populyarlaşdırılması üçün vaxt və diqqət ayıran məşhur astronomlar olmuşdu: Qalileo Qaliley, İohann Kepler, Bernar Fontenel, Jozef Laland, Pyer Laplas, Fransua Araqo. Heç bir elm, astronomiya qədər, onu yaradanların dilindən savadlı adamlara belə səxavətlə və istedadla çatdırılmamışdı. Lakin elmin populyarlaşdırılmasını yüksək maarifçilik missiyası rütbəsinə qaldıranlardan birincisi Flammarion olmuşdur.



Paris rəsədxanası.

Flammarion özünün əsas məqsədini Kainatın gözəlliyi və qanunauyğunluğunu, onun Kosmosla əlaqəsini insanlara çatdırmaqda görürdü. O inanırdı ki, kosmik dünyaqavrayışı insanların ruhunu xırda qayğılardan yüksəyə qaldırar, qanlı faciələrə gətirib çıxaran siyasi çəkişmələrdən uzaqlaşdırar.

* * *

İdrakın fəal halda daha səmərəli olduğunu hesab edən Flammarion artıq 1864-cü ildən etibarən həvəskar astronomların müstəqil müşahidə apara bilmələri üçün vəsaitlər hazırlamağa başlayır. Demək olar ki, 60 ilə yaxın vaxt ərzində o, göyün planetlərin yerləşməsini göstərən aylıq xəritələrini müntəzəm olaraq tərtib və nəşr etdirmişdi. 1866-cı ildən Flammarion aylıq kütləvi astronomiya konfransları keçirirdi ki,

Nikolya Kamill Flammarion. 1862-ci il.



MƏSKUNLAŞMIŞ DÜNYALARA DOĞRU

Gecələr, tənha Təbiətlə birgə, ulduz göyünün hüdudsuz qübbəsi altında bizim ruhumuz lal-dinməz seyrə qərq olur. Kainatın sonsuz fəzası boyunca səpələnmiş minlərlə ulduz, öz yumşaq işıltılarını bizim Yerə çiləyir. Sonsuzluğa aid düşüncələr bizi bütövlükdə öz ağuşuna alır, bütün Yerə mənsub olanların üstünü örtür və bizi, insanın zəif baxışları üçün əlçatmaz olan uzaq aləmlərə aparır. Yuxuya qərq olubmuş kimi, biz, gecə göyünün maviliyi içrə titrəyən brilyantların parıltısına baxırıq. Vaxtaşırı göydə ötüşən, düşən ulduzları seyr edirik. Onlarla birlikdə biz Kainatın hüdudsuz fəzasında bir aləmdən digərinə ötürülməklə ölçüyəgəlməz ənginliklərə "baş vururuq".

Lakin təbiətin heyrətedici mənzərəsinin bizdə yaratdığı heyranlıq bir azdan sonra kədər hissi ilə əvəz olunur. Ona görə ki, bizi öz Yerimizlə bağlayan, həyatı hissləri bizim qəlbimizdə doğura bilməyən uzaq aləmlər üçün biz nə qədər yad olduğumuzu anlayırıq. Biz sonsuzluğu alayarımçıq hiss edirik və bu hiss bizdə fikrə dalmağı və heyranetməni doğurur. Ulduzlar fəzada əbədi sükunətə qərq olmuş və bizdən kənarda, bizə məlum olmayan həyat yolunu davam etdirən yaşayış məskənləri kimi asılmışdır. Onlar, dərin uçurum kimi, düşüncələrimizi özünə çəkir, lakin öz mövcudluqlarının sirrini qısqanclıqla saxlayırlar.

Biz öz qaranlığımızdan əzəmətli və sirli Kainatın sonsuzluğuna nəzər salırıq və bizdə bütün bu dünyaları məskunlaşdırmaq arzusu yaranır; biz böyük ehtirasla bu boş və lal-dinməz fəzada bizim sualdolu baxışlarımızın başqa bir baxışla rastlaşmasını istəyirik, elə bir baxışla ki, bizim lal sualımıza cavab gətirmiş olsun. Artıq min illərlə mövcud olan Yeni dünyanı kəşf etmək üçün cəsur dəniz səyyahı, uzun müddət ərzində okeanın sirli ənginliklərinə bu cür nüfuz edir.

(Kamill Flammarionun "Məskunlaşan dünyaların çoxluğu" kitabından)



Jüvizi rəsədxanasının terrası.

bunlar da məşhur Kaputsinov bulvarında, sonralar isə Paris rəsədxanasında mühazirələrlə müşayiət olunurdu.

Flammarion öz mühazirələri ilə Fransanın bir çox şəhərlərini və Avropa ölkələrini gəzmişdi. Axırıncı dəfə o, artıq özünün dediyi kimi, 1924-cü il noyabrın 26-da Jüvizidə öz kabinetində quraşdırılmış və Paris radiostansiyasına birləşdirilmiş mikrofon qarşısında "radioastronomik" mühazirə ilə çıxış etmişdi.

Hətta 1876-cı ildə, Paris rəsədxanasına qayıtdıqda belə, Flammarion özünün əsas məqsədini astronomiyanın populyarlaşdırılması və ədəbi fəaliyyətində görürdü. "Populyar astronomiya" kitabı ona dünya şöhrəti gətirmişdi (birinci nəşri 1879-cu ildə çıxmışdı).

Bu, Flammarionun möhtəşəm əsəri idi. İlk dəfə bolluca illüstrasiyalarla çap edilmiş bu ağıllı və ətraflı kitabın sayəsində milyonlarla yeni astronomiya həvəskarı, öz işinin vurğunu olan minlərlə müşahidəçilər meydana gəlmişdi. Əsər 100 dəfə nəşr edilmiş və demək olar ki, dünyanın bütün dillərinə tərcümə olunmuşdur. Paris Elmlər Akademiyası onu xüsusi mükafata layiq görmüşdü. Bu kitab və Flammarionun başqa əsərlərinin əksəriyyəti rus dilinə də tərcümə edilmişdir. "Populyar astronomiya"nın birinci rus nəşri 1897-ci ildə "Rəsmli astronomiya" adı altında buraxılmışdır. Elm haqqında yazılmış kitablar tez köhnəlir. "Populyar astronomiya"nın rus dilində sonuncu nəşri 1940-cı ildə "Rusiya Flammarionu" B.A.Vorontsov-Velyaminovun səyləri nəticəsində çapdan çıxmışdı. O, kitaba düzəlişlər və əlavələr etmiş və öz uşaqlığı dövrünün sevimli kitabının ömrünü uzatmışdı.

"Populyar astronomiya" kitabından sonra, onun müşahidə hissəsinin davamı kimi, ulduz ardınca ulduz, bürc ardınca bürc olmaqla bütün göyün icmalını aparan "Ulduzlu göy və onun möcüzələri" adlı kitabı çapdan çıxır. İndiyə qədər bu kitab ulduzlu göyə aid ən yaxşı soraq kitabı kimi qalmaqdadır.

* * *

Flammarion müşahidəçi astronom işini də heç vaxt dayandırmamışdı. O, 1882-ci ildə gözlənilmədən Paris yaxınlığındakı qəsrdə öz rəsədxanasını yaratmaq imkanı əldə etdikdə Paris rəsədxanasını tərk edir. Jüvizidə Flammariona bütöv bir qəsri bağışlayan, alimin əsərlərindəki fəlsəfi-astronomik zənginliyə məftun olmuş mülkün sahibi və bağbanı Mere adlı bir nəfər idi. Flammarionun "Səma villası"nda əsas alət fırlanan günbəzi olan qüllədə quraşdırılmış 24 santimetrlik refraktor olmuşdur.

Astroiqlim şəraitinə görə bu rəsədxana Paris şəhər rəsədxanasından xeyli üstün idi. Bütün ikinci mərtəbəni zəbt edən Flammarionun elmi kitabxanası yeganə idi. Kitabxananın kitab fondu 5 min cilddən yuxarı idi və Aristoteldən başlayaraq, ən yeni nəşrlərə qədər ən nadir əsərləri əhatə edirdi.

Göy cisimlərinin səthində hər hansı "dinamizm"in təzahürünün axtarışı üçün Flammarion Ay, Mars, Venera və Yupiterin peyklərini müşahidə edirdi; ona 1866-cı il Şimal Tacı və 1901-ci il Persey Yeni ulduzlarını müşahidə etmək xoşbəxtliyi nəsib olmuşdu. O, qoşa ulduzları müntəzəm olaraq öyrənirdi. Flammarion bir sıra qoşa ulduzların parametrlərini dəqiqləşdirdi; üçüncü üzvü qeyri-adi uzaqlıqda yerləşən Xərçəng ζ, üçqatlı sistemi kəşf etdi; 1877-ci ildə tamamilə yeni, geniş qoşa ulduzlar adlanan ulduzların mövcudluğunu müəyyən etmişdi ki, onların qoşalığı bu cütləri təşkil edən komponentlərin fəzada məxsusi hərəkətlərinin eyniliyinə görə müəyyən edilir. 1878-ci ildə Flammarionun əsas elmi əsəri – "Qoşa ulduzlar. Orbital hərəkətli çoxqat ulduzların kataloqu" çap olundu. Kataloqa orbital hərəkəti şübhəsiz olan 819 sistem haqqında bütün informasiya, o cümlədən tarixi məlumat, orbital hərəkətində şübhə doğuran təqribən 600 ulduz və 300 optik cüt ulduz haqqında məlumat daxil edilmişdi. Kataloq, demək olar ki, dərhal satılmışdı.



Jüvizidə "Səma villası".

1876-cı ildə Flammarion ilk dəfə olaraq Marsın səthində tutqun görünən



Jüvizi rəsədxanasının ekvatorialı.



N.K.Flammarionun "Populyar astronomiya" kitabının titul vərəqi.

sahələrin öz xarici görünüşünü dəyişməsinə diqqət yetirmişdi. Bu müşahidələrin təsiri altında 1877-ci ildə Skiaparelli, məşhur "Mars kanallarını" kəşf etdi; bu həmin "kanallar" idi ki, sonralar əsrin dörddə üçünə bərabər vaxt ərzində həm alimlərin, həm də fantastların nə qədər ümidləri onlarla bağlı idi! Flammarionun rəsədxanası, planetlərimizin çoxsaylı müşahidəçilərindən informasiyanın yığıldığı mərkəzə çevrildi. 1895-ci ildə o, Yerin buzlaqlarına nisbətən Marsdakı qütb papaqlarının daha sürətlə "əridiyini" müəyyən etdi. Elm tarixi üçün Flammarionun, Marsın bütün məlum müşahidələrinə aid 1636-cı ildən başlayaraq XX əsrə qədər olan materialları toplaması daha qiymətli idi. Bu müşahidələr onun ikicildlik ensiklopedik "Mars planeti və orada məskunluq şərtləri" (1892, 1909-cu illər) əsərinə daxil edildi.

Flammarionu Günəş, onun Yerə təsiri nöqteyi-nəzərindən maraqlandırırdı. O, bitkilərin və bir sıra canlı orqanizmlərin Günəş spektrinin müxtəlif diapazonundakı işığın təsiri altında böyüməsini öyrəndi, Parisdə anomal maqnit hadisələrinin müşahidələrinə aid (1541-ci ildən başlayaraq) çoxlu sənədli material topladı, meteoroloji hadisələrin statistik tədqiqatını apardı (müxtəlif dövrlərdə yağmurluq, ildırımların çaxması), göy qurşağı, halo, buludlar və başqa atmosfer hadisələrinə aid 1500-ə yaxın fotoqrafiya materialı topladı. Flammarionun işləri yeni tədqiqatların aparılmasını stimullaşdırırdı. Ömrünün sonuna qədər o özünün "canlı Kainat" ideyasına sadiq qalmışdır. Ejen Antoniadi (1870–1944) tərəfindən "Mars kanalları"nın reallığının ilk dəfə olaraq ciddi təkzib edilməsi də onu sarsıtmadı. 1893-cü ildə – böyük qarşıdurmalar dövründə (Flammarionun "Səma villası"nda) və 1909-cu ildə (Medon rəsədxanasında) Marsı müşahidə edən Antoniadi belə nəticəyə gəldi ki, "Mars kanalları" hansısa müxtəlif ölçülü kiçik ləkələrin zəncirləri ilə yaranan gözaldatmadır.

N.K.Flammarion arvadı ilə Jüvizi rəsədxanasının kitabxanasında.



* * *

1924-cü ildə "Astronomiya" jurnalının növbəti buraxılışına söz önündə Flammarion geniş astronomiya təhsilinin vacibliyindən yazmışdı. O, 1914–1918-ci illərin nahaq qurbanları olan dünya fəlakətinin, başqa səbəblərilə yanaşı, belə bir səbəbin də mövcudluğunu təsdiq edirdi ki, bəşəriyyətin əksəriyyəti harada yaşadığını, Kainatda nə kimi yer tutduğunu anlamır. Flammarion "Populyar astronomiya"da yazırdı: "Müasir xalqlara yaxşı olmazdımı ki, döyüş topları düzəltməkdə bir-birilə rəqabət aparmaq əvəzinə... bu vəsaitin heç olmasa yüzdə bir hissəsini təbiətin fövqəladə sirlərinin açılması üçün aparılan təcrübələrə sərf edəydilər..."

Hələ 1879-cu ildə Flammarion özünün üç müqəddəs arzusunu bəyan etmişdi: bütün həvəskarlara da sərbəst müşahidələr aparmaq imkanı verən xalq rəsədxanası yaratmaq; kifayət qədər ciddi, lakin astronomiya həvəskarlarının da istifadəsi üçün sərbəstlik verilən mətbuat orqanı yaratmaq; həmfikir-entuziastları böyük bir "astronomik ailədə" birləşdirmək, yəni "Astronomiya cəmiyyəti" yaratmaq. Bütün bu üç məsələnin hamısını o həll etmişdi. 1882-ci ildə o, hazırda məşhur olan "Astronomiya" (L'Astronomie) jurnalının əsasını qoydu; 1887-ci ildə o, Fransa Astronomiya Cəmiyyətini yaratdı. Nəhayət, 1892-ci ildə Flammarion öz vəsaiti hesabına Parisdə xalq rəsədxanasını (Astronomiya Cəmiyyəti nəzdində) açdı. 1968-ci ildə onun dul arvadının vəsiyyəti ilə "Səma villası" – Jüvizidəki rəsədxana Astronomiya Cəmiyyətinə verildi.

Flammarionun yerinə yetirdikləri böyük rezonans doğurmuşdu. 1881-ci ildən 1911-ci ilə qədər bütün dünyada 29 həvəskar astronomiya cəmiyyəti yaranmışdı və onların 7-si Flammarionun adını daşıyırdı.

Sovet mətbuatı Flammarionu idealizminə, qeyri-elmi fantaziyalara, mistikaya meylinə və kommunizmə ədavət bəslədiyinə görə qınayırdı. Bu səbəbdən onun bir çox əsərləri 1917-ci ildən sonra rus və başqa sovet xalqlarının dillərinə tərcümə olunmamış qaldı.

Böyük və parlaq həyat yaşamış Kamill Flammarion 1925-ci il iyunun 3-də qəflətən ürəktutmasından vəfat etdi. Onun bir çox əlyazmaları bitməmiş qaldı... Lakin o, hələ gəncliyində qarşısına qoyduğu məqsədinə çatdı – elmin və cəmiyyətin yeni qarşılıqlı münasibətlərinin başlanğıcını qoydu: dünyada ən qədim elmlərdən biri olan astronomiyanı rəsədxanaların olimp yüksəkliklərindən insanlara çatdırdı. Onun kitabları, dünyanın dərk olunması təki yüksək məqsədə və insana layiq mənəvi niyyətlərə aparan yolu məşəl kimi işıqlandırır. Alimin 70 illik yubileyi münasibətilə yazılmış odanın müəllifi əbəs yerə onun adında çox məna tapmamışdı: "Flamme d'Orion" (Orion alovu).





XX ƏSRİN ASTRONOMİYASI

Bu o deməkdirmi, elə vaxt başlanıb ki, bu vaxt, şairin sözləri ilə desək, "elə bil, ulduzların hamısı hesablanmayıb, elə bil, bizim dünya axıracan kəşf olunmayıb?" Sadəcə, ən qədim elmlərdən biri, özünün son dərəcə uzun müddət davam etmiş gənclik dövründən kamillik dövrünə qədəm qoymuşdur.

İ.S.Şklovski

İyirminci əsr astronomiya üçün sadəcə növbəti yüzillik olmayıb. Elm tarixində bu dövrün müstəsna əhəmiyyəti var. Məhz XX əsrdə ulduzların fiziki təbiəti öyrənildi, onların yaranmasının sirri açıldı, qalaktikalar aləmi öyrənildi, demək olar ki, Kainatın tarixi tam bərpa edildi, qonşu planetlərə səfər edildi və başqa planet sistemləri aşkar olundu.

Əsrin başlanğıcında yalnız ən yaxın ulduzlara qədər məsafəni təyin edə bilən astronomlar əsrin sonunda, demək olar ki, Kainatın sərhədlərinə qədər "əl uzatdılar". Bununla belə, məsafənin ölçülməsi astronomiya üçün böyük problem olaraq qalır. "Əl uzatmaq" azdır, ən uzaq obyektlərə qədər məsafəni dəqiq təyin etmək lazımdır; yalnız bu yolla biz onların həqiqi xüsusiyyətlərini, fiziki təbiətini və tarixini öyrənə bilərik.

XX əsrdə astronomiyanın müvəffəqiyyətləri fizika elmindəki inqilabla sıx bağlıdır. Nisbilik nəzəriyyəsinin yaranması və yoxlanılmasında, atomun kvant nəzəriyyəsinin yaradılmasında astronomik məlumatlardan istifadə edilmişdir. Digər tərəfdən, fizikanın inkişafı astronomiyanı yeni metod və imkanlarla zənginləşdirmişdir.

XIX əsr XX əsrə iki ən böyük kəşfi – fotoqrafiyanı və spektral analizi irs qoymuşdur. Astronomiyada bu kəşflər yeni bölmənin – astrofizikanın yaranmasına gətirib çıxardı və əsrin birinci yarısında şüalanmanın tədqiqi işini ən yüksək dərəcədə inkişaf etdirdi. XX əsr astronomiyanı bütün dalğa uzunluğu diapazonunda tədqiqat aparan elmə çevirdi.

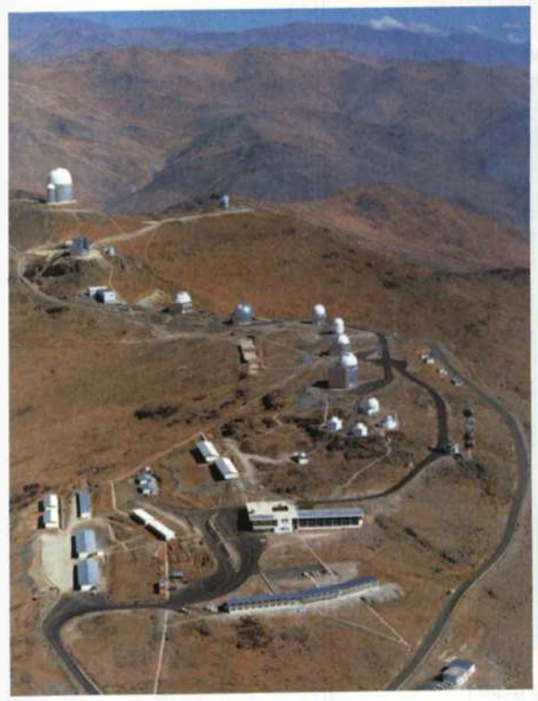
1950-ci ilə qədər fotoqrafiya lövhəsi və spektroskop sayəsində ulduzların və qalaktikaların təbiəti aşkar edildi, Kainatın genişlənməsi kəşf olundu. Astronomlar həvəslə optik cihazlardan istifadə edir və onları inkişaf etdirməkdə ikən, fiziklər və mühəndislər elektronika və kosmik texnikada ilk addımlarını atmaqla, astronomiyada yeni inqilab üçün şərait yaradırdılar. Yerüstü radioastronomiyanın və atmosferdənkənar rentgen, infraqırmızı, ultrabənövşəyi və qamma-astronomiyanın yaranması (pulsarlar, kvazarlar, radioqalaktikalar, ulduzlararası molekullar, protoulduzlar, neytron ulduzları, qara çuxurlar və s.) elə bir kəşflər selinə gətirib çıxardı ki, optik astronomiya bir neçə onillik ərzində ikinci plana keçmiş oldu.

Tezliklə optik astronomiyada da yüksək inkişaf başlandı. Şəffaf və sakit atmosferi olan ərazilərdə (məsələn, ada və dağ yüksəkliklərində) güzgüsünün diametri 4-10 m olan yeni teleskoplar quruldu. Fotoelektron gücləndiriciləri, elektron-optik çeviriciləri, CCD-matrisaları kimi yeni elektron işıq qəbulediciləri yaradıldı. Spektral tədqiqatlar üçün Fabri-Pero etalonu, qrizma – prizma ilə difraksiya qəfəsinin kombinasiyası, avtokorrelyasiyalı spektroqraf və s. kimi yeni cihazlar yarandı. Nəhayət, 1990-cı ildə Yerin orbitinə böyük optik teleskop – Habbl kosmik teleskopu çıxarıldı. Hazırda yerdə yaradılan optik teleskopların bir çoxu parametrlərinə görə heç də Habbl teleskopundan geri qalmır. Bu teleskopların güzgülərinin diametri daha böyükdür, onların formaları tənzimlənə bilir və onlar nisbətən ucuz başa gəlir.

Təəssüflər olsun ki, mövcud rəsədxanalar yer üzərində bərabər paylanmamışdır. Teleskopların əksəriyyəti Şimal yarımkürəsində yerləşmişdir. Buna görə

ÖLÇÜLMÜŞ MƏSAFƏLƏRİN SON HÜDUDLARI

Tarix	XVII əsrədək	1650	1840	1910	1960	1990
Astronomiya	$4 \cdot 10^5$ km	10 a.v.	1 pk	1 Mpk	100 Mpk	3000 Mpk
Fizika	10^{-2} sm	10^{-4} sm	10^{-8} sm	10^{-12} sm	10^{-13} sm	10^{-15} sm





Çilidə Avropa Cənub rəsədxanası (solda) və onun üçün qurulan 8,2 metrlik teleskop.



3C 273 kvazarın (sağda) və bizdən ən uzaq – 10 milyard işıq ili məsafəsində olan (solda, yuxarıda) kvazarın rentgen şəkli.

ULDUZLARIN SİRRİNİN AÇILMASI

Nəzəri astrofizikanın "atası" alman astronomu Karl Şvartsşild (1873-1916) idi. 1906-cı ildə o, ulduz maddəsində şüa enerjisini daşıması nəzəriyyəsini yaratmışdı. O vaxt Günəş və ulduzların enerjisinin mənbəyi məlum deyildi, amma Günəşin təkində nə qədər enerji hasil edildiyi məlum idi. Günəşin xarici temperaturu və radiusu da ölçülmüşdü.

Şvartsşildə yalnız bu verilənlər də kifayət idi ki, o, Günəşin dərinliyindən xaricə və onun xarici təbəqələrinə şüa enerjisinin daşınmasını təsvir edən tənliklər sistemini qursun. Bu bərabərliyin həlli Günəşin daxilindəki hər bir təbəqənin temperaturunu hesablamağa imkan verir. Bunu bilərək və Günəş cisminin zərrəciklərinin qarşılıqlı cazibə qüvvəsini nəzərə alaraq, onun sıxlığının dərinlikdən asılı olaraq dəyişməsini hesablamaq olar.

Ulduzların təkamülü problemi, xüsusilə əsrin ortalarında güclənən kəskin diskussiyalar doğurdu. 20-ci illərdə irəli sürülən ulduzların təkamülü hipotezi göstərdi ki, onların hamısı eyni bir yolu keçir, biz isə onları müxtəlif mərhələlərdə müşahidə edirik. Hesab edilirdi ki, inkişaf yolunda ulduz aşağıdakı ardıcıl mərhələni keçərkən xeyli dərəcədə kütlə itirir: qırmızı nəhəng – sarı nəhəng – sarı cırtdan – qırmızı cırtdan. Amma əsrin əvvəllərində ağ cırtdanlar, çox kiçik ölçülü ulduzlar möcüzəli sıxlıqla bu sxemə sığmırdı.

1934-cü ildə eston astrofiziki Ernst Epik (1893-1985) belə ideya irəli sürdü ki, müxtəlif kütləli ulduzların həyat yolu müxtəlif olmalıdır. Bu ideya yalnız 50-ci illərdə hamı tərəfindən tanındı.

Ulduzların daxili quruluşu nəzəriyyəsinin mühüm problemi ulduz enerjisinin mənbəyi məsələsi idi. Ulduzlar böyük miqdarda enerji şüalandırır. Əsrin əvvəllərində onların ömrünün milyard illərlə ölçülməsi məlum idi. Ulduz nəyin hesabına yaşayır və şüa saçır?

Ulduz enerjisinin mənbəyini Artur Eddinqton əvvəlcədən bildirmiş və 1938-ci ildə alman fiziki Hans Betenin tədqiqatları sayəsində tapılmışdır. O, mümkün enerji mənbələrini araşdırdı və iki nüvə reaksiyası üzərində dayandı. Onların hər ikisi də Kainatın ən geniş yayılmış elementi olan hidrogenin ikinci geniş yayılmış element olan heliuma çevrilməsinə (hidrogen bombasının partlayışında olduğu kimi) gətirib çıxarır.

Ulduz enerjisi mənbəyinin kəşfi ulduzların təkində istilik-nüvə reaksiyalarının tədqiqinin başlanğıcı oldu. Onların hansı şəraitdə axmaları aydınlaşdı. İsbat etmək mümkün oldu ki, helium bu reaksiyaların son məhsulu deyil, o ağır elementlər olan karbon, azot və oksigenə çevrilərək yanır.

Ulduzların təkamülünün ümumi nəzəriyyəsi, onların həyatının son mərhələlərini (ağ cırtdanlar, neytron ulduzlar, qara çuxurlar) daxil etməklə, çoxlu nəzəriyyəçinin işləri ilə yaradılıb.



Radioteleskop.

də, Cənub göy yarımkürəsi Şimal yarımkürəsi kimi ətraflı öyrənilməmişdir. Bu səbəbdən də astronomlar Cənub yarımkürəsində və ekvator yaxınlığında təzə rəsədxanalar qurmağa çalışırlar. Məsələn, Çilidə, Avstraliyada, Havay və Kanar adalarında böyük beynəlxalq rəsədxanalar artıq fəaliyyət göstərir. Antarktidada yeni Günəş teleskopunun inşası planlaşdırılır. Buradan Günəşi altı ay fasiləsiz müşahidə etmək mümkün olacaqdır. Antarktidada artıq ilk kiçik rəsədxanalar fəaliyyət göstərir.

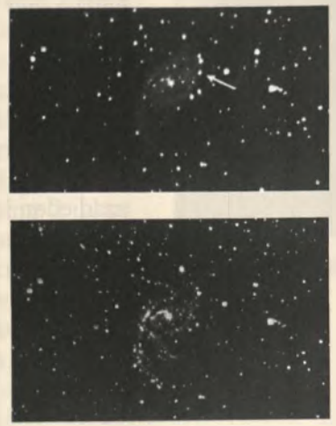
Sirr deyil ki, XX əsrdə alimlərin sayının xeyli artması texnikaya, xüsusilə də hərbi texnikaya olan tələbatla əlaqədar idi. Amma astronomiya texnikanın inkişafı üçün fizika, kimya, geologiya kimi çox da böyük əhəmiyyət daşımırdı. Ona görə də hətta indinin

BÖYÜK KAİNAT

XX əsrin 20-ci illərində aydın oldu ki, spiral dumanlılıqlar heç də dumanlıqlar deyil, uzaq ulduz sistemləridir. 1917-ci ildə C.Riçi (1864-1945) və H.Kertis (1872-1942) onlarda yeni ulduzların alışmaların aşkar etdilər. 1924-cü ildə Edvin Habbl (1889-1954) və C.Riçi Andromedada və Üçbucaqda dumanlıqların spiral qollarını ulduzlara ayırdılar və onlarda sefeidlərin olduğunu müəyyən etdilər. Sefeidin parlaqlığına görə tapıldı ki, bu "qalaktikadankənar" dumanlılıqlar bizdən Ağ Yolun diametrinə nisbətən bir neçə dəfə uzaqdadır. Bu sistemi bizim Qalaktikaya analoji olaraq qalaktikalar adlandırmağa başladılar. 1963-cü ildə kvazarlar – xeyli güclü radioşüalanmanın nöqtəvi mənbəyi kəşf olundu. Məlum oldu ki, onlar bizdən rekord dərəcədə – ən uzaq qalaktikadan da uzaqda yerləşir.

Hələ 1912-ci ildə amerikalı astronom V.Slayfer (1879-1969) uzaq qalaktikaların spektrində xətlərin qırmızı tərəfə sürüşdüyünü müəyyən etdi. 1929-cu ildə E.Habbl qırmızı sürüşmənin ölçüsünün qalaktikaya qədər olan məsafə ilə mütənasib olduğunu göstərdi. Bu o demək idi ki, bütün qalaktika sistemi genişlənir. Genişlənən Kainat nəzəriyyəsi meydana çıxdı ki, buna uyğun olaraq, bizim Kainat möhtəşəm partlayışlar nəticəsində yüksək sıxlıqlı vəziyyətdən əmələ gəlmişdir və onun genişlənməsi hələ indi də davam edir.

1922-1924-cü illərdə rus alimi A.A.Fridman (1888-1925) Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin tənliklərinə əsaslanaraq, isbat etdi ki, bu tənliklərin həllərindən biri Kainatın genişlənməsidir. Kainatın quruluşu və təkamülü konsepsiyasının yaradılması genişlənmənin ilkin mərhələsinin ardıcıl analizini tələb edir. Bunun üzərində çoxlu alim, həmçinin, rus astrofizikləri Y.B.Zeldoviç, İ.D.Novikov, R.A.Syunyayev və b. işləmişlər.



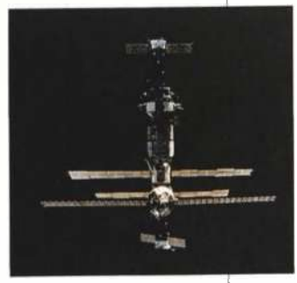
NGC 6946 qalaktikasında 1917-ci ildə Riççi tərəfindən aşkarlanmış ən yeni ulduz. Aşağıda – alışmaya qədər olan şəkil, yuxarıda – 1933-cü ildə çəkilmiş şəkil.

özündə də dünyada peşəkar astronomlar o qədər də çox deyil – onların sayı 10 minə yaxındır. Məxfilik şərtləri ilə bağlı olmayan astronomlar hələ keçən əsrin əvvəllərində, 1909-cu ildə Beynəlxalq Astronomiya İttifaqında (BAİ) birləşdilər. Bu qurum hamı üçün vahid olan ulduzlu səmanın birgə öyrənilməsini əlaqələndirir. Müxtəlif ölkələrin astronomlarının əməkdaşlığı kompüter şəbəkələri sayəsində son onillikdə xüsusilə güclənmişdir.

Tədqiqatçıların sayının azlığına baxmayaraq, astronomiya elmi nəhəng teleskopların tikilməsinə fiziklərin nüvə reaktorları və zərrəciklərin sürətləndiriciləri kimi nəhəng "oyuncaqlarından" ölçülərinə və dəyərinə görə heç də geri qalmayan həddən artıq çox xərc tələb edir. Hər bir ölkədə astronomiyanın real potensialı alimlərin sayı ilə deyil, onların əhəmiyyətli dərəcədə təchizatı, teleskopların sayı və obyektivlərinin sahəsi ilə müəyyən olunur.



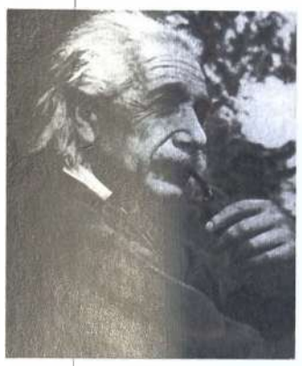
Habbl kosmik teleskopu.



"Mir" kosmik stansiyası.

ALBERT EYNŞTEYN

Məşhur alimin yanına gələnlər onun ev kabinetində kiçik teleskopu görəndə soruşmaya bilmirdilər ki, bu nəyə lazımdır. Eynşteyn, adətən, belə cavab verərdi: "Yox, bu, ulduzlar üçün deyil. Teleskop əvvəl burada yaşayan baqqalındır. Xoşagələn əşyadır. Mən onu oyuncaq kimi saxlayıram". Əlbəttə, Eynşteyn dünyanın ən böyük rəsədxanalarında olub və ən yaxşı teleskopları görüb, amma onun "aləti" astronomik boru deyil, nəzəri təfəkkür olub.



Albert Eynşteyn.

A.Eynşteyn bütün dövrlərin ən böyük mütəfəkkirlərindən biri olub. Qaliley və Nyuton tərəfindən əsası qoyulmuş klassik fizika məbədinin ucaldılmasının başa çatdırılması və eləcə də zaman, məkan və cazibə haqqında təsəvvürlərdə inqilabi çevriliş onun adı ilə bağlıdır. Tanınmış fizik Maks Born yazırdı: "Eynşteynin ideyaları fizika elminə onu köhnə fəlsəfi doktrinalardan azad edən impuls verdi, onu insanların müasir dünyasının həlledici qüvvələrindən birinə çevirdi". Elmin inkişafı üçün əsərlərinin əhəmiyyətinə görə Eynşteyni yalnız İsaak Nyutonla müqayisə etmək olar.

* * *

Uşaqlıq illərində Eynşteynin gələcək dahiliyi zahirən əsla hiss olunmurdu. Albert sakit, qapalı uşaq kimi böyüyürdü; o nadir hallarda başqa uşaqlarla oynayardı, gec danışmağa və 7 yaşında yalnız qısa cümlələri təkrar edə bilirdi. Hələ 5 yaşında atasının ona bağışladığı kompas onda unudulmaz təəssürat yaratmışdı. Əqrəbin şimal və cənub istiqamətini göstərmək qabiliyyəti adi təsəvvürlər əsasında özünün müəmmalılığı və izahedilməzliyi ilə onu heyran etmişdi. O, 12 yaşında təsadüfən əlinə keçən Evklid həndəsəsini oxuyandan sonra riyazi məntiqin gözəlliyinin əsiri olmuşdu. Məntiqi düşünmək qabiliyyəti Albertə atasından, musiqiyə meyilliyi isə anasından keçmişdi. Vaxt keçdikcə o, royal və skripkada yaxşı çalmağı öyrəndi.

A.Eynşteyn 1879-cu il martın 14-də Bavariyanın Ulma şəhərində anadan olmuşdur. Onun atası German Eynşteyn elektrotexnika mağazasının sahibi idi. Albert anadan olandan azacıq sonra ailə Bavariyanın paytaxtı Münhenə köçdü. O, bu şəhərdə gimnaziyaya daxil oldu. O vaxt alman məktəblərində əzbərçilik və icbari təhsil hökm sürürdü. Sonralar Eynşteyn xatırlayırdı: "Mənce, əgər məktəb öz işini qorxutmaq, zor işlətmək və süni nüfuz üzərində qurursa, bu hər şeydən pisdir. Bu cür tərbiyə sistemi məktəblilərin səmimiliyini və sağlam hisslərini boğur və öz güclərinə inamlarını öldürür. Məzlum təbəələr bu cür yaradılır". Amma Eynşteyndən sözəbaxan "sürü heyvanı" yaratmaq mümkün deyildi. O, acgözlüklə elmi-kütləvi ədəbiyyatı oxuyurdu, ictimai həyatdakı hadisələri özü bildiyi kimi başa düşürdü: "Mənim fantastik azadfikirliliyim bu idi ki, dövlət gəncləri bilərəkdən aldadır; bu isə sarsıdıcı nəticə idi". Eynşteynin bu aforizmi onun nisbilik nəzəriyyəsindən heç də az məşhur deyildi: "Yalnız az-az adamlar ətraf aləmin xurafatı ilə uzlaşmayan fikirlərini sərbəst ifadə etmək iqtidarındadır; adamların əksəriyyəti isə, ümumiyyətlə, bu cür fikirlərə gəlmək qabiliyyətinə malik deyildir".

Bir dəfə gimnaziyada sinif rəhbəri Albertə yaxınlaşıb dedi: "Mən istəyirəm ki, siz bizim məktəbi tərk edəsiniz!" Heyrətlənmiş Albert cavab verdi: "Mən ki günahkar deyiləm!" "Bəli, doğrudur, – deyə müəllim onun sözünü kəsdi, – sizin yalnız sinifdə olmağınız müəllimə hörmətin tam itməsi üçün kifayətdir".

Təəccüblü deyil ki, ilk imkan düşən kimi, 1895-ci ilin yazında 16 yaşlı Albert gimnaziyanı tərk edib Milana getdi. O vaxt onun valideynləri orada məskunlaşmışdılar. Oğlu pasportsuz və orta təhsil haqqında şəhadətnaməsiz onların yanına gələndə valideynləri heç də sevinmədilər.

Albert təbiət elmləri sahəsində özünün yüksək təhsil səviyyəsi ilə fərqlənən Sürixdəki federal ali politexnik məktəb olan Politexnikuma daxil olmağa cəhd etdi. Amma o qəbul imtahanlarını verə bilmədi. Eynşteyn riyaziyyat və fizika sahəsində geniş biliyə malik olmasına baxmayaraq, xarici dillər və tarix imtahanlarından keçə bilmədi.

Politexnikumun rektorunun məsləhəti ilə Albert Aaraudakı kantonal məktəbin buraxılış sinfinə daxil oldu. O, alman gimnaziyası ilə müqayisədə bu məktəbin necə fərqləndiyini gördü. "Bu məktəb özünün liberal ruhu ilə, işdə mənə həqiqi kömək edən pedaqoqların ciddiliyi ilə məndə silinməz təəssürat yaratdı. Avtoritarlığın hökm sürdüyü alman gimnaziyasında keçirdiyim 6 illə müqayisədə bu məktəb mənə aydın surətdə göstərdi ki, azad hərəkət edən və öz-özünün qarşısında cavabdehlik hissinə əsaslanan tərbiyə qeyri-şüuri intizam üzərində qurulmuş tərbiyədən, şişirdilmiş nüfuzdan yüksəkdir. Demokratiya boş səs deyil".

Məhz o vaxt Aarau məktəbində Eynşteyn nəticədə xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinə gətirib çıxaran fizikanın sualları üzərində fikirləşməyə başladı. Məhz o vaxt, onun öz sözləri ilə desək, özünün biliyini "ilkin uşaq fikri eksperimentində" yoxladı: "Əgər işıq sürətilə işıq şüasını izləsəydik, nə baş verərdi? Onda bizim qarşımızda donub qalmış, "zamandan asılı olmayan dalğa sahəsi" meydana çıxmazdımı?"

Eynşteyn fizika müəllimi olmağı qərara alır və məktəbdə buraxılış imtahanları verəndən sonra, 1896-cı ilin oktyabrında Politexnikuma daxil olur. Burada Albert Adolf Qurvits və German Minkovski kimi məşhur riyaziyyatçılardan dərs almışdı.

Eynşteynin bir başqa əyləncəsi olan musiqi haqqında da danışmamaq olmaz. O evdə musiqi ilə məşğul olur və həvəskar konsertlərində iştirak edirdi. Tələbəlik illərində o yaxşı skripkaçı oldu. O, Hendel və Bramsdan, Şuman və Şubertdən çalırdı, amma onun ən sevimli bəstəkarları Bax və Motsart idi. Kainat nəzəriyyələrini yaradarkən axtardığı məhz onların əsərlərində duyduğu harmoniya və şəffaflıq onu məftun edirdi.

* * *

1900-cü ilin yayında Eynşteyn fizika müəllimi diplomu almaq üçün imtahan verdi. Qiymətləri çox da yüksək deyildi, buna görə də o, assistent yeri almağa və elmi işlə məşğul olmaq üçün imkan qazanmağa nail olmadı. Yalnız 2 ildən sonra dostlarının zəmanəti ilə Berndə federal patent bürosunda ekspert işində çalışmağa başladı. Eynşteyn orada 1902-1909-cu illərdə işlədi. O, bu illəri ömrünün ən xoşbəxt və məhsuldar dövrü hesab edirdi: xidməti vəzifəsi ona elmi işlə məşğul olmağa kifayət qədər imkan verirdi.

1905-ci il isə Eynşteyn üçün ən uğurlu il oldu. Bu ildə 26 yaşlı fizik "Fizika salnamələri" (*alm.* Annalen der Physik) jurnalında 5 məqalə çap etdirdi ki, bunlar da elmi fikrin əsl şedevrləri idi.

"İşığın yaranmasına və çevrilməsinə bir evristik nöqteyi-nəzər haqqında" adlı işi, fəzada güllə kimi uçuşan elektromaqnit şüalanmasının elementar hissəcikləri – işıq kvantları haqqında cəsarətli fərziyyədən bəhs edir. Eyn-



Eynşteyn Aarauda təhsil aldığı vaxt. 1896-cı il.



Eynşteyn Berndə qulluqda olarkən. 1905-ci il.

Skripka dueti.



Spiral qalaktika M83.



şteynin fərziyyəsi fotoelektrik effektini izah etməyə imkan verir: qısadalğalı şüalanma ilə cismin işıqlanması zamanı cərəyanın yaranması. Effekt 1886-cı ildə Henrix Hers tərəfindən kəşf edilmişdi və işığın dalğa nəzəriyyəsi ilə bir çərçivəyə sığmırdı. Sonralar bu işə görə Eynşteyn Nobel mükafatına layiq görüldü. Bu işlə fizikanın inkişafında yeni – kvant dövrü başlandı. O, Rezerford – Borun məşhur atom modeli üçün ideya əsası yaratdı, bu modelə görə, işıq porsiyalarla (kvantlarla) şüalanır və udulur. Bununla Lui de Broylun dahi "materiya dalğaları" konsepsiyası üçün də ideya əsası yarandı. Bundan bir qədər əvvəl Maks Plank göstərdi ki, istilik də kvantlarla şüalanır. İndi aydın oldu ki, onun səbəbi şüalanan atomlarda deyil, işığın özündədir. İşıq həm dalğa, həm də korpuskulyar (*lat.* corpusculum – "ən xırda zərrəciklər") xassəyə malikdir. Bu yolla da vaxtilə Hüygens və Nyuton tərəfindən işığın təbiəti haqqında söylənilən ziddiyyətli fikirlər kimi görünən iki fikrin dahiyanə sintezi həyata keçirildi.

"Hərəkət edən cisimlərin elektrodinamikasına dair" məqaləsinə *xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinə* (*XNN*) giriş kimi baxmaq olar; bu, məkan və zaman haqqında təsəvvürlərdə çevriliş yaratdı.

Eynşteyn Qaliley-Nyuton mexanikasının və Maksvell elektrodinamikasının yığcam formada təqdim olunduğu iki postulatdan başladı:

1. Fizikanın bütün qanunları inersial hesablama sistemlərində (Nyutonun mexanika qanunlarının doğru olduğu sistemlərdə) eyni hala malikdir.

2. Bu sistemlərin hər hansı birində işığın sürəti işığın sükunətdə və ya hərəkətdə olan cisimdən saçılmasından asılı olmayaraq eynidir (deməli, bütün hesablama sistemlərində elektromaqnit sahəsinin tənlikləri yerinə yetirilir).

İşıq sürəti c məlumatın ötürülməsi ilə müşayiət olunan bütün proseslər üçün əlçatmaz sürətlər həddi kimi təzahür edir.

"Cismin ətaləti ondakı enerjinin miqdarından asılıdırmı?" məqaləsi relyativist (*lat.* relativus – "nisbi") nəzəriyyəsinin yaranmasını başa çatdırır. Burada ilk dəfə olaraq kütlə və enerji arasındakı əlaqə isbat edildi: müasir işarələrlə $E = mc^2$. Eynşteyn yazırdı: "...əgər cisim E enerjisini şüa şəklində verirsə, onun kütləsi E/c^2 şəklində azalır... Cismin kütləsi onda olan enerjinin ölçüsüdür".

Həmin kəşf fizika, texnika və fəlsəfənin sərhədlərini aşdı və bu günə qədər insan taleyini bilavasitə həll edir. Atom enerjisi enerjiyə çevrilmiş kütlədən başqa bir şey deyil.

* * *

Belə epoxal işlərin meydana gəlməsi Eynşteynə elə də tez şöhrət gətirmədi. Maks Plank, Vilhelm Vin, Arnold Zommerfeld və Maks Born kimi məşhur alimlərin onunla yazışmalarına və görüşmələrinə baxmayaraq, hələ də patent bürosunda işləməyə məcbur idi. Yalnız 1909-cu ilin yazında Eynşteyni Sürix Politexnikumunun nəzəri fizika professoru seçdilər və o, buradan çıxıb gedə bildi.

1913-cü ildə Prussiya Elmlər Akademiyasına üzv seçiləndən sonra onun şöhrəti artmağa başladı. O, Berlinə 1914-cü ilin əvvəlində gəldi. Burada Eynşteyn elmi işini davam etdirmək üçün çox əlverişli şərait əldə etdi. Sanki, hər şey çox yaxşı yoluna düşürdü, amma 4 aydan sonra Birinci dünya müharibəsi başlandı. Şovinizm havası Almaniyanın elmi dairələrini də əhatə etdi. Amma Eynşteyn, altında dahi Plankın da imzası olan yalançı "vətənpərvərlik" ruhu ilə aşılanmış manifesti imzalamaqdan imtina etdi. Müharibə vaxtı alim daim ardıcıl pasifizm mövqeyindən çıxış edirdi: "Mən o adamlara dərindən nifrət edirəm ki, onlar musiqi sədaları altında

DƏYİŞMƏYƏN SÜRƏT

Eynşteynin öz yazı tərzinə görə sadə olan "Elektrodinamikaya... dair" məqaləsi hətta bu gün, onun ideyaları adiləşdiyi və hətta ehkama çevrildiyi bir vaxtda hansısa daxili əzəməti ilə insanı heyran qoyur. Eynşteyn nəinki yeni nəzəriyyə yaratdı, o, bəşəriyyətə yeni tərzdə – daha çevik və paradoksal düşünməyi öyrətdi; bu, ümumiyyətlə, onun üslubu, Eynşteyn üslubu – əsla bir araya sığmayan ideyalar qovuşuğunda işləmək və onların sintezinə nail olmaq üslubu idi. O vaxtlar onun həmkarları bu ideyalardan birini müdafiə etdikləri vaxt Eynşteyn görə bilirdi ki, ideyaların bir araya sığmazlığının əsası onların özündə deyil, dünyanın adət etdiyimiz və bütün düşüncələrdə nəzərə çarpmadan iştirak edən mənzərəsindədir. Deməli, ideyaların sintezi mümkündür, amma, o dünyanın köhnə mənzərəsindən imtina etməyi və yenisini yaratmağı tələb edir – bu, qeyri-adiliyinə və intellektual cəsarətinə görə heyrətamiz addımdır.

XNN yaranana qədər elmi ictimaiyyət özünün iki böyük nailiyyətindən birini qurban vermək zərurəti qarşısında qalmışdı. Bir tərəfdən, Qaliley Aristotel dünyagörüşü ilə ağır mübarizədə nisbilik nəzəriyyəsini təsdiq etdi: Kainatın mərkəzi yoxdur, onu hər hansı sərbəst hərəkət edən hesablama sistemindən təsvir etmək olar. Digər tərəfdən, Maksvell elektromaqnit sahəsinin tənliklərini kəşf etməklə alimlərin bir neçə nəslinin səylərini başa çatdırdı. Onlara yeni sabit c – işığın sürəti, bu sahənin yayılma sürəti daxil oldu. Buradan da problemlər başlandı. Əgər müxtəlif müşahidəçilər üçün işığın müxtəlif sürətə malik olması aydındırsa, işığın sürəti necə universal sabit ola bilər? Onunla üz-üzə gələnlər üçün işığın sürəti böyük olmalıdır, arxasınca gedənlər üçünsə az.

Burada fiziklər yeganə çıxış yolunu nisbilik nəzəriyyəsindən imtina edib, Aristotelə qayıtmaqda görürdülər. Onlar qəbul edirdilər ki, Maksvell tənlikləri yalnız bir xüsusi hesablama sisteminə aiddir və orada xüsusi görünməz substansiya – efir durur. Tərpənməz Yerin əvəzində tərpənməz efir yaranır. İşığa bu efirin dalğalanması kimi baxılırdı. Bu vaxt Maykelson-Morli təcrübəsinin nəticəsi aydın səmada şimşək kimi çaxdı. Təcrübə efiri aşkar etməli idi, amma onun olmadığına şahidlik etdi.

Eynşteyn məsələyə tamamilə başqa tərəfdən yanaşdı. O gördü ki, özündən əvvəlki dahi alimlərin nailiyyətlərini saxlamaq olar. Bunun üçün bu vaxta kimi aydın hesab olunan və bu səbəbdən də sarsılmaz qəbul edilən zaman və məkan anlayışlarını təftiş etmək lazımdır. Eynşteyn isbat etdi ki, zaman və məkan haqqında təsəvvürlərimiz özündə görünməyən və təsdiq olunmayan fərziyyədir (məsələn, zaman bütün hesablama sistemlərində eyni cür axır). Nəticə kimi, bizim öyrəşdiyimiz – sürətlərin toplanması qanunu düzgün olmadı, işığın sürəti bizim onun mənbəyinə yaxınlaşmağımızdan və ya ondan uzaqlaşmağımızdan asılı olmayaraq, doğrudan da, sabitdir. Əgər işığın sürətinə nə isə əlavə edilsə, yenə də həmin sürət alınar!

ƏKİZLƏRİN PARADOKSU

İşıq sürətinin sabitliyindən nisbilik nəzəriyyəsinin məşhur *əkizlər paradoksu* doğur. Sürətlə hərəkət edən hesablama sistemində zaman sükunətdə olan sistemlə müqayisədə ləngiyir. Buradan belə çıxır ki, işıq sürətinə yaxın sürətlə uçan kosmonavt Yerə qayıdaraq, həmişə Yerdə yaşayan öz əkiz qardaşından cavan görünər. Bu isə fantaziya deyil. Zamanın relyativist ləngimə faktı kosmik şüaların tədqiqi zamanı eksperimental surətdə təsdiq olundu. Onlar yuxarı atmosferin atomları ilə toqquşaraq, işıq sürətinə yaxın sürətlə hərəkət edən zərrəciklər yaradır və buna görə də Yerin səthində yerləşən cihazlara çata bilir, hərçənd, sükunətdə onların yaşama müddətləri çox qısadır. Əgər ömrün uzadılmasının relyativist effekti olmasaydı, onlar yarandıqları yerdən, atmosferin yuxarı qatlarından cihazlara qədər uçub çatmağa nail olmazdı və yoldaca parçalanardı.

NİSBİLİK NƏZƏRİYYƏSİNDƏN CAZİBƏ NƏZƏRİYYƏSİNƏ DOĞRU

Burada Eynşteyn fizikanın yeniləşdirilməsində növbəti addımı atdı. Bu addım yenə də zaman və məkan anlayışının inkişafı ilə bağlı idi. Bir tərəfdən, o çoxdan istəyirdi ki, fizika dünyanı bütün hesablama sistemlərində, yalnız, düzxətli və bərabərsürətli hərəkət edən deyil, sürətlənən, həmçinin, fırlanan sistemlərdə də təsvir edə bilsin.

Digər tərəfdən də, Eynşteyn gördü ki, sanki, aydın olan kütlə ilə nə qədər qəribəliklər bağlıdır. Vaxtilə Qaliley isbat etmişdi ki, bütün cisimlər eyni sürətlə düşür. Ona Aristotelin yaratdığı dünya sistemini dağıtmaq vacib idi. Bu sistemə görə, od yuxarı qalxaraq, səma və ulduzları, torpaq və su Kainatın mərkəzinə doğru, aşağı düşərək, nəhəng küreni – Yeri yaradır. Nyuton buradan qravitasiya kütləsi ilə ətalət kütləsinin bərabərliyi haqqında belə nəticəyə gəldi ki, F = ma. Öz ardıcıllarından fərqli olaraq, o, bu faktın bütün qəribəliyini gördü, amma onun mənasını açа bilmədi.

Eynşteyn buradan belə nəticə çıxardı ki, cismin yerə düşməsi səbəbi onun xassələrində deyil, məkan-zamanın quruluşundadır. Nisbilik ideyalarının gözlənilmədən inkişafı cazibə nəzəriyyəsini yaratdı!

Ümumi nisbilik nəzəriyyəsinə (ÜNN) uyğun olaraq, məkan heç də hər yerdə eyni deyildir, onun həndəsi quruluşu onda kütlələrin paylanmasından asılıdır. Əyilmiş fəza qeyri-evklid həndəsəsində əyilmiş səthlərlə analoji olaraq daxil edilir. Cazibə sahəsində hərəkət edən cismin trayektoriyası fəzanın əyriliyi ilə müəyyən olunur.

məmnuniyyətlə addımlayırlar... Müharibə mənə necə də iyrənc görünür və nifrət oyadır. Mən belə alçaq işdə iştirak etməkdənsə, tikə-tikə doğranmağıma razılıq verərdim".

Müharibə Eynşteynin elmi yaradıcılığını yarımçıq qoymadı. 1916-cı ildə o, "Ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin əsasları"nı nəşr etdirdi.

Çox keçmədən alim başa düşdü ki, onun nəzəriyyəsi Kainatın ümumi quruluşunu müəyyən etməlidir. O, dünyanın ilk relyativist kosmoloji modelini "Kosmologiya məsələləri və ümumi nisbilik nəzəriyyəsi" məqaləsində (1917) verdi. Ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin (ÜNN) qanunları ilə qurulan və yaşayan Eynşteyn Kainatı statikdir, dəyişməzdir. O sonlu kütləyə, daha doğrusu, qalaktikaların, ulduzların sonlu sayına və sonlu həcmə malikdir. Böyük Kainata qeyri-evklid həndəsəsinin qanunları tətbiq olunur. Onun fəzası cazibə qüvvəsinə malik kütlələrin təsiri altında elə əyilib ki, hər hansı bir nöqtədən çıxan işıq şüası əyilmiş üçölçülü fəzada qısa xətt üzrə yayılaraq, yenidən özünün əvvəlki vəziyyətinə qayıdır. Eynşteyn Kainatı özünə qapanmışdır. O məhduddur, amma sərhədsizdir, belə ki, nə "divarları", nə də "divarlar arxasında" fəzası vardır.

* * *

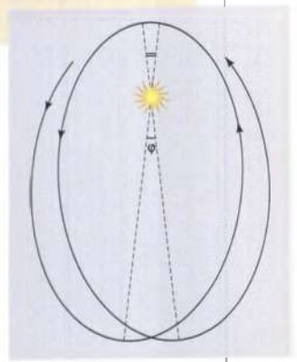
Eynşteynin bütün həyatı elmi tədqiqatlara həsr olunmuşdu. 1921-ci ildə o, "nəzəri fizika sahəsində xidmətlərinə görə və xüsusilə fotoelektrik effekti qanununun kəşfinə görə" Nobel mükafatı aldı. Bu mükafatın yəhudiyə verilməsi Almaniyada faşistpərəst antisemit əhvali-ruhiyyəni kəskin surətdə qızışdırdı. Eynşteynə hücumlar daha da artdı, iş hətta onu öldürmək hədələrinə gəlib çatdı. Amma o, fəal elmi işini davam etdirir, çoxlu elmi-kütləvi mühazirə oxuyurdu. O, dünya müharibəsinin pozduğu beynəlxalq elmi əlaqələri bərpa etmək üçün tez-tez səyahətə çıxırdı. Lakin 1932-ci ilin payızında Eynşteyn ABŞ-a yola düşəndə bu onun vətənlə qəti vidalaşması oldu.

1933-cü ilin yanvarında Hitler hakimiyyətə gəldi. Nasistlər Eynşteyni Prussiya Elmlər Akademiyasından xaric etməyi planlaşdırmışdılar. Akademiyadan çıxmaq haqqında 1933-cü il 28 mart tarixli ərizəsi ilə Eynşteyn onların planlarını pozdu. Alim Almaniya vətəndaşlığından imtina etdi və ABŞ-a köçməyə məcbur oldu. O, Prinstonda Ali Tədqiqatlar İnstitutunun daimi əməkdaşı oldu. Bu dövr ərzində o, öz elmi fəaliyyəti ilə sahənin vahid nəzəriyyəsini, daha doğrusu, bütün fiziki sahələri birləşdirə bilən nəzəriyyəni yaratmağa cəhd etdi. Uzun illər o inadla işləməkdə davam etdi, amma o vaxt fizikanın inkişaf səviyyəsi çox da uzağa getməyə imkan vermirdi. Eynşteyn öz nəzəriyyəsini bitməmiş hesab edirdi.

Eynşteyn Amerikada yaşaya-yaşaya Avropadakı siyasi vəziyyəti izləyirdi. Uran nüvəsinin bölünməsinin kəşfi onu narahat edirdi. 1939-cu il oktyabrın 11-də ABŞ prezidenti Ruzveltə yazdığı məktubunda Eynşteyn diqqəti atom bombası yaratmaq üçün real imkanı olduğuna cəlb etdi. Onun fikrinə, ABŞ faşist Almaniyasının atom bombasına yiyələnmək inhisarının qarşısını almaq üçün özü mümkün qədər tezliklə atom bombası yaratmalı idi. Lakin bir

NİSBİLİK NƏZƏRİYYƏSİNİN YOXLANMASI

ÜNN-nin yoxlanılması üçün Eynşteyn onun üç mümkün nəticəsini göstərdi. Birincisi, Merkuri perihelisinin əlavə yerdəyişməsi müşahidə olunmalıdır. Bu yerdəyişmənin yüz ildə 43″ qiyməti hələ Urben Leverye tərəfindən kəşf edilmişdi. ÜNN-dən əlavə fərziyyələrsiz yerdəyişmənin müşahidə olunan qiyməti ortaya çıxır. İkincisi, Günəşin qravitasiya sahəsində işıq şüalarının əyilməsi müşahidə olunmalıdır. Bu ehtimallar 1919-cu ildə Günəş tutulması zamanı özünü doğrultdu. Üçüncüsü, relyativist qırmızı yerdəyişmə müşahidə olunmalıdır. Güclü qravitasiya sahəsi işıq şüaları rəqslərinin tezliyini azaltmalıdır, daha doğrusu, onların dalğa uzunluğunu artırmalı, bununla da həmin spektral xətləri qırmızı tərəfə sürüşdürməlidir. Çox sıx ulduz olan Siriusun peykinin müşahidəsi bu effektin mövcudluğunu təsdiq etdi. ÜNN-nin doğruluğunu sonralar kəşf olunmuş neytron ulduzlar da təsdiq etdi.



Merkuri perihelisinin yerdəyişmə sxemi.

neçə ildən sonra Yaponiyanın Xirosima və Naqasaki şəhərlərinə atom bombaları atıldığı vaxt Eynşteyn Amerika hökumətini qətiyyətlə pisləyi. Ölümündən azacıq əvvəl A.Eynşteyn və filosof Bertran Rassel böyük dövlətlərin hökumətlərinə müraciətində bəşəriyyəti atom müharibəsində özünü məhv etməkdən çəkindirdilər.

Albert Eynşteyn 1955-ci il aprelin 18-də Prinstonda vəfat etdi.

Demək tam düzgün olmaz ki, o, XX əsrdə yaşayıb-yaratmışdır. Çox güman, əksinə: XX əsr tarixdə Eynşteynin yaşadığı əsr kimi yadda qalacaqdır.

ARTUR STENLİ EDDİNQTON

Kral astronomu ser Uilyam Kristinin Qrinviç rəsədxanasında baş assistent vəzifəsini tutmaq təklifinə razılıq verən Eddinqton anasına yazırdı: "Mən, əsasən, gündüzlər işləyəcəyəm, amma işimin birinci ilində alətləri yaxşı başa düşmək üçün gecələr müşahidələr aparacağam".

Eddinqtonun əldə etdiyi böyük müşahidə praktikası ona müşahidə materialının səhihliyini hiss etməyə imkan verdi, alınan nəticələrin seçilməsi və şərhi onda güclü intuisiyanı inkişaf etdirdi. Astronom Eddinqton həm də görkəmli fizik-nəzəriyyəçi idi. Nobel mükafatı laureatı S.Çandrasekar məzəli bir əhvalat söyləmişdir: "Bir dəfə Kral Astronomiya Cəmiyyətinin iclasından sonra Lüdviq Zilbərşteyn Eddinqtona yaxınlaşıb dedi: "Professor Eddinqton, Siz, yəqin, dünyada ümumi nisbilik nəzəriyyəsini başa düşən üç nəfərdən

birisiniz". Zilberşteyn Eddinqtonun özünü itirdiyini görüb dedi: "Təvazökarlıq etməyin, Eddinqton". Eddinqton belə cavab verdi: "Əksinə, mən üçüncünün kim olduğunu anlamağa çalışıram". Həqiqətən, Eddinqton ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin əhəmiyyətini başa düşənlərdən biri idi, müşahidələr vasitəsilə onun təsdiqində iştirak edir, bununla da onun bütün dünya miqyasında tanınmasına kömək edirdi. İstedadlı müşahidəçi və dahi nəzəriyyəçinin bir simada bu cür birləşməsi astronomiya tarixində müstəsna dərəcədə nadir hadisədir.

* * *

Artur Stenli Eddinqton 1882-ci il dekabrın 28-də İngiltərənin Kendal şəhərciyində anadan olmuşdur. Onun ailəsi yüksək mədəniyyəti və həqiqi dindarlığı ilə seçilən ailə idi. Arturun atası və anasının aid olduqları kvakerlər əyləncələri rədd edir, yalnız xeyirli işləri təqdir edirdilər. Bu ənənədə tərbiyə Eddinqtonun həyatında xüsusi iz qoydu. Eddinqtonun atası məktəb direktoru idi; o, 34 yaşında vəfat etdi. Stenlidə qeyri-adi qabiliyyət tez özünü göstərmişdi. Onun qeyri-adi yaddaşı vardı və böyük rəqəmlərə maraq göstərirdi. 24×24-ə qədər vurma cədvəlini hələ oxumağı öyrənməmişdən əvvəl əzbərləmişdi.

Artur Stenli Eddinqton.



Eddinqtonun etirafına görə, astronomiya onu 6 yaşında, böyük rəqəmlər cəlb edən vaxtlar maraqlandırmağa başladı. 10 yaşında Stenli ona məktəbdə verilən üçdüymlü teleskopla səmanı maraqla müşahidə edirdi. 1893-1898-ci illərdə o xüsusi məktəbdə oxumuşdu. Bu illər ərzində o, məktəb jurnalında çap olunan astronomiyaya aid 13 referat yazmışdı. Elmə olan maraq onu qapalı etməmişdi. O bütün məktəbin sevimlisi idi, idmanla məşğul olur, yaxşı futbol və kriket oynayırdı.

Eddinqtonun xidmətləri yüksək qiymətləndirildi. 1898-ci ildən qraflığın məktəblər Şurasından ona 3 il ərzində ildə 60 funt-sterlinq təqaüd verilirdi. Bu da təhsil üçün kifayət qədər idi. Bu, ona 16 yaşı tamam olmamış Mançesterdə Ouen kollecinə daxil olmağa imkan verdi. Eddinqton diqqətini riyaziyyatı və fizikanı öyrənmək üzərində cəmləşdirdi. Təhsilini bitirəndən sonra fizika üzrə bakalavr elmi dərəcəsi aldı.

1902-ci ilin payızında Eddinqton Trinitidə Kembric Universitetinin kollecinə daxil oldu. 200 il əvvəl İsaak Nyuton burada oxumuş və sonra dərs demişdi. Bu məktəb fizika-riyaziyyat elmləri sahəsində ən yaxşı təhsil verən məktəb idi.

Tələbəlik illərində Eddinqton müxtəlif cəmiyyət və klubların: Kembric riyaziyyat klubunun, Kavendiş (fizika) cəmiyyətinin, Şahmat klubunun (vitse-prezident), Non-konformistlər İttifaqının və əsasən Şekspirin əsərlərinin oxunduğu qeyri-formallar klubunun fəaliyyətində iştirak edirdi.

Universitetdə Eddinqton 2 il gec təhsilə başladığı üçün riyazi traypos adlanan çox çətin imtahan verdi. Bunu ona qədər başqaları da etmişdilər. Bir neçə il əvvəl Ceyms Cins də belə etmişdi. Stenli birinci yeri tutdu və "senyor vrangler" (görkəmli riyaziyyatçı tələbə) adını aldı, halbuki hələ heç vaxt ikinci kurs tələbəsi bu adı almamışdı. 1905-ci ildə ona Kembric Universitetinin incəsənət bakalavrı elmi dərəcəsi verilmişdi.

* * *

1905-ci ildə Eddinqton Kembricdə sferik həndəsə və fizikanın bəzi bölmələri üzrə mühazirələr oxumağa başladı, amma bu fəaliyyət onu qane etmirdi. Qrinviç Kral Rəsədxanasının baş assistenti seçilməsi onu sevindirdi. 1906-cı il fevralın 18-də Eddinqton işə başladı. O, əvvəlcə praktik astronomiyanın əsaslarını öyrənməyə başladı: kataloqlarla işləmək müşahidələrin emalının işlənilməsinin statistik metodlarını, instrumental səhvlər nəzəriyyəsi və başqaları. Astronomiya elmində bütün hadisələrdən xəbərdar olmaq üçün Eddinqton Kral Astronomiya Cəmiyyətinin aylıq iclaslarında iştirak etməli idi. 1907-ci ildə o, Cəmiyyət klubunun üzvü oldu. Axırıncı hadisə onu Birləşmiş Krallığın elmi elitasına daxil etdi.

Kral Astronomiya Cəmiyyəti dünyada ən qədimidir. Cəmiyyət tərəfindən astronomiya elmində nailiyyətlərə görə ardıcıl olaraq Qızıl və xüsusi medallar təqdim olunur. İndiki zamanda astrofizikanın görkəmli alimləri Eddinqton mükafatına layiq görülürlər.

Qrinviçdə alim ulduzların xüsusi hərəkətlərinin tədqiqi ilə öz işinə başladı. Onun birinci elmi məqaləsi "Ulduzların sistematik hərəkətləri" 1906-cı ildə nəşr olunur. 1912-ci il oktyabrın 10-da Eddinqton tam Günəş tutulmasını müşahidə etmək üçün Braziliyaya getdi. Lakin onun bəxti gətirmədi: tutulma günü yağmur oldu.

1913-cü ildə Eddinqton Kembric universitetinin astronomiya professoru seçildi, bir il keçəndən sonra London Kral Cəmiyyətinin üzvü seçildi. Birinci dünya müharibəsi zamanı Eddinqtonu



Eddinqton anası ilə şahmat oynayır.

hərbi xidmətə cəlb etməyə çalışdılar. O elan etdi: "Mən dini motivlərə görə hərbi xidmətə getməkdən imtina edirəm", bütün başqa kvakerlər kimi, o da, aydın surətdə bildirdi ki, o əyilməz pasifistdir. İş dramatik hal aldı. Lakin Eddinqtonun elmi tədqiqatlarının böyük əhəmiyyət daşıdığını əsas gətirən kral astronomu ser Frenk Daysonun işə müdaxiləsi onu xilas etdi. Dayson xüsusilə də sonrakı ilin mayında Günəş tutulmasını müşahidə etmək üçün ekspedisiyada onun iştirakını vacib saydı, o vaxt Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin (ÜNN) müşahidə testini keçirmək mümkün idi.

ÜNN-nin ehtimallarından biri olan güclü cazibə sahəsində Günəşin səthində fəzanın əyilməsi ehtimalını Eddinqton yoxlamaq qərarına gəldi. 1919-cu il mayın 29-da o, Afrikanın qərb sahilindəki Qvineya körfəzində balaca ada olan Prinsipidə Günəşin tam tutulmasını müşahidə etdi. Günəşin tam tutulması fazası anında Günəşə yaxın çəkilmiş ulduzların sürüşməsinin ölçülməsi ÜNN-nin ehtimalları ilə üst-üstə düşdüyünü göstərdi. Eddinqton bunu öz həyatının böyük anı hesab etdi.

Eddinqton ÜNN-nin riyazi aparatının inkişafında iştirak etdi və onun



Eddinqton və Eynşteyn.



ÜNN-i yoxlamaqdan ötrü Günəş tutulmasının Eddinqton tərəfindən çəkilmiş neqativ şəkli. Kiçik xətlərlə kontrol ulduzlar qeyd edilmişdir.



Uzaq ulduzdan gələn foton Günəşin səthi üzərindən uçarkən, Nyutonun cazibə qanuna əsasən, öz yolundan 1" qövsündən bir qədər az Günəşə tərəf əyilir. ÜNN-ə görə isə bu əyilmə iki dəfə çox olub, 1,75" təşkil etməlidir. Məsələ ondadır ki, Nyuton sürüşməsinə, məkan-zamanın əyilməsinin yaratdığı ona bərabər bir hədd də əlavə olunmalıdır. Yerdən müşahidə zamanı ulduz məhz bu bucaq qədər öz həqiqi vəziyyətindən Günəşə tərəf sürüşməlidir.

haqqında "Məkan, Zaman, Cazibə" (1920) adlı məşhur kitabını yazdı.

Lakin Eddinqtonun həyatında başlıca iş ulduz aləminin tədqiqi oldu. O, spiralvari dumanlıqların başqa qalaktikalar olduğunu göstərərək, birinci olaraq adalı kainatlar nəzəriyyəsinin xeyrinə çıxış etdi.

Eddinqtonu ulduzların fiziki təbiəti xüsusilə maraqlandırırdı, məhz onun dərk edilməsi alimin elmə verdiyi töhfənin əsasını təşkil edir. Onun mühüm kəşfi bundan ibarət idi ki, ulduz, əvvəllər hesab edildiyi kimi, maye cisim olmayıb, səthdən mərkəzə kimi qaz kürəsidir. Enerjinin xaricə ulduzların daxili qaynar hissəsindən daşınması, əvvəllər deyildiyi kimi, konveksiya ilə, ulduzların qaz kütləsinin qaynaması ilə deyil, atomdan-atoma kvantların ötürülməsi – şüalanma və udulma-şüaburaxma ilə ötürülməsi ideyası Eddinqtona məxsusdur. İndi şüalanma təzyiqinə normal ulduzların tarazlıq halının vacib amili kimi baxmağa başladılar.

Ulduzların nəzəri modellərini işləyərək, alim müşahidələrlə təsdiq olunan "kütlə–işıqlanma" asılılığını tapdı. Aydın oldu ki, ulduzların təkinin maddəsi ideal qaz halındadır. Alim yazırdı: "Mən ulduzu belə təsəvvür edirdim ki, onların təkinə istilik maşını kimi və uyğun olaraq istilik maşınlarının məlum qanunlarının obyekti kimi baxmaq olar".

Eddinqton nəzəri olaraq sübut etdi ki, ulduzların işıqlanmasının yuxarı həddi var. O belə də adlanır – *işıqlığın Eddinqton həddi.* Bu anlayış kvazarların rentgen mənbələrinin və qara çuxurların öyrənilməsində böyük rol oynayır. Bu obyektlərin işıqlığını Eddinqton həddinə yaxın hesab edərək, onların kütləsini qiymətləndirmək olar. Digər tərəfdən, hələ 1917-ci ildə Eddinqton birinci olaraq başa düşdü ki, ulduzların işıqlanmasındakı mühüm dəyişkənliklər onların kütləsinin elə də güclü dəyişməsi demək deyil.

Sıxlığı adi ulduzların sıxlığından yüz min dəfələrlə çox olan yeni tip ulduzlar – ağ cırtdanlar nəzəriyyəsi Eddinqtona məxsusdur. "Ulduzlar və atomlar" (1927) məşhur broşürasında da onlar haqqında müəllif özü belə yazırdı: "Şifrinin açılmasından sonra Siriusun peykinin məlumatı belə səslənirdi: "Mən sizin rastlaşdığınız hər hansı maddənin sıxlığından 3000 dəfə çox olan maddədən ibarətəm; mənim maddəmin tonu kibrit qutusuna sığa bilən kiçik bir hissədir". Bu məlumata necə cavab vermək olar? 1914-cü ildə çoxlarımız belə cavab verərdi: "Boş-boş danışmayın!" Lakin 1924-cü ildə ulduzlarda materiyanın bizə yerdəki təcrübələrdən məlum olandan xeyli çox sıxılması nəzəriyyəsi yarandı".

Eddinqton, həmçinin, ilk dəfə başa düşdü ki, əgər ağ cırtdan ulduzun sıxlığı, həqiqətən, böyükdürsə, onun spektrində qravitasiya ilə bağlı kifayət qədər qırmızı sürüşmə müşahidə olunmalıdır. O, 1924-cü ildə bu sürüşməni Siriusun peyki üçün hesablayaraq, 20 km/san nəticəsini aldı. 1925-ci ildə Eddinqtonun xahişi ilə Uolter Sidni Adams bu kəmiyyəti ölçərək, orta 21 km/san qiymətini aldı.

Hələ 1920-ci ildə, nüvə fizikasının yaranmasından çox-çox əvvəl, Eddinqton ulduz enerjisinin əsas mənbəyi kimi hidrogenin heliuma çevrilməsi nüvə reaksiyasını qeyd etmişdi. Ulduz enerjisinin mənbəyi problemini müzakirə edərək, o başa düşdü ki, ulduzun dayanıqlılığını təmin etmək üçün enerji müəyyən bir sürətlə generasiya olunmalı və bu sürət sıxlıqdan və temperaturdan asılı olmalıdır. Ulduzun mövcudluğu üçün onun enerji təminatı prosesi öz-özünə idarə olunmalıdır. Bu isə ancaq istilik-nüvə sintezi reaksiyaları hesabına mümkün ola bilər. Bu nəzəriyyəni yaradan Eddinqton güclü tənqidə məruz qalsa da, zaman keçdikcə onun düz olduğu sübuta yetdi. Tənqidçilərin əsas iradı bundan ibarət idi ki, guya, ulduzun nüvəsində sintez üçün kifayət qədər temperatur yoxdur.

Eddinqtonu cəsarətlə ulduzlararası mühit fizikasının nəzəri əsaslarının yaradıcısı hesab etmək olar. İlk dəfə o göstərmişdir ki, kalsium buludlarının köməyi ilə qalaktikaların fırlanmasını müəyyən etmək olar. Özünün axırıncı işlərinin birində, 1943-cü ildə o göstərmişdir ki, ulduzlararası mühitdə maddənin sıxlığının bərabər paylanmaması ulduzların orbitlərində sarsıntılara səbəb ola bilər.

Eddinqton ulduzların təbiətinin öyrənilməsi sahəsində öz tədqiqatlarını əvvəllər çapdan çıxmış "Nisbiliyin riyazi əsasları" (1924), "Ulduzların daxili quruluşu" (1926) monoqrafiyasında yekunlaşdırmışdır və sonralar nəşr edilmiş "Fundamental nəzəriyyə" (1946) monoqrafiyası kimi, bu monoqrafiya da, dünya şöhrəti qazanmışdır.

* * *

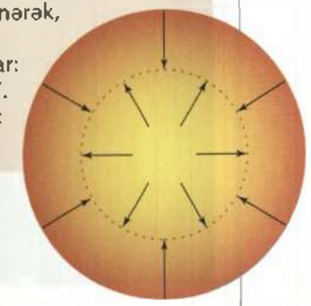
Eddinqton böyük fizik və astrofizik olmaqla yanaşı, həm də elm fəlsəfəsinin görkəmli nümayəndəsi olmuşdur. O belə hesab edirdi ki, bu dünyanın sirlərinə yalnız müşahidə və məntiqi təfəkkürlə deyil, eləcə də mistik təc-

ULDUZUN EDDİNQTON TARAZLIĞI

Ulduzda iki əsas qüvvə təsir göstərir. Cazibə qüvvəsi, maddənin üst qatlarının çəkisi ulduzu minimal ölçüyə qədər sıxmağa, isti qazın elastikliyi və içəridə udulub qalmış işığın təzyiqi isə onu genişləndirməyə və dağıtmağa çalışır. Normal sakit ulduzda bu qüvvələr ulduz kürəsinin bütün dərinliklərində tarazlıq halında olur. Dərinlik artdıqca üst qatların çəkisi – təzyiqi artır, həm də ulduzun daha da sıxlaşmasına mane olan qazın temperaturu yüksəlir. Ancaq buna qarşı dayanan temperaturun artmasıdır ki, bu da ulduzun sıxılmasının qarşısını alır.

Əgər sakit ulduzun təkində temperaturu azaltsaq, o, tarazlıqdan çıxar və sıxılar. Bu zaman sıxılmadan əlavə istilik ayrılar və ulduzun temperaturu bütövlükdə əvvəlkinə nisbətən yüksələr. Belə çıxır ki, biz istədik ulduzu soyudaq, o isə, tərsinə, qızmağa başlayır. Bu fenomeni mənfi istilik tutumu adlandırırlar. Lakin sonra ulduz ətalət üzrə sıxılaraq və qızaraq, sonra genişlənməyə və soyumağa başlayır. Beləliklə, ulduz döyünərək, tədricən tarazlıq halına qayıdacaqdır.

Eddinqtonun belə bir məşhur kəlamı var: "Ulduzu soyutmaq istəyirsənsə, onu qızdır". Ser Artur isə demişdir: "Ulduzdan sadə heç nə yoxdur!"

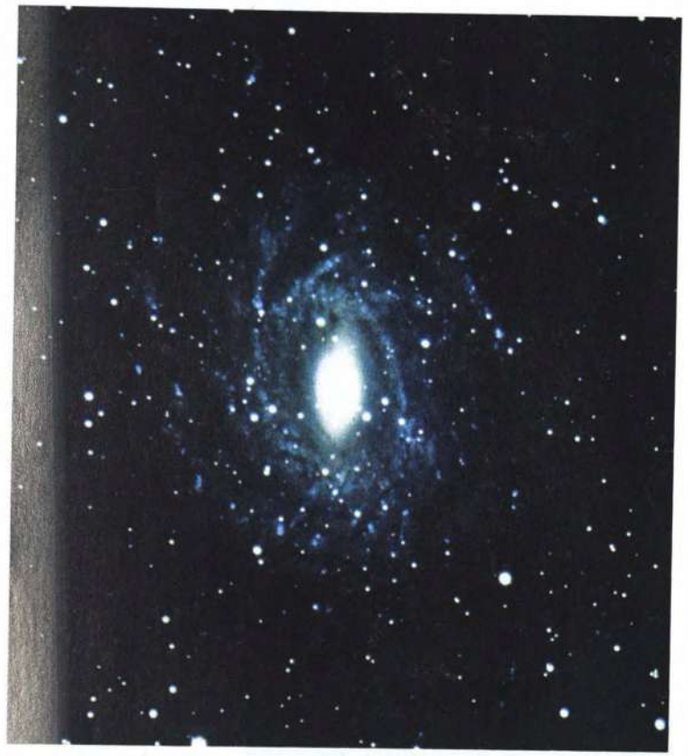


◂◂ Eddinqton Veyl-der-Ştadtda Keplerin abidəsi qarşısında. 1928-ci il.

▾ Balıqçı toru – 1957-ci ildə rəngli şəkli alınmış ilk dumanlıq.







Spiral qalaktika.

dərketmə bir-birini tamamlayır. Alimin təbiətşünas olması, dini mistik olmasına maneçilik göstərmirdi.

Eddinqton elm fəlsəfəsinə dair çoxsaylı işlərin, kitab və broşüranın müəllifidir. Bu əsərlər fizika və astronomiyanın nailiyyətlərinin populyarlaşdırılmasına xidmət etmişdir.

Eddinqtonun elmi nailiyyətləri ona təkcə öz ölkəsində yox, həm də bütün dünyada layiqli şöhrət qazandırmışdı. 1930-cu ildə o, rıtsar adına layiq görülmüşdü. Eddinqton Kral Astronomiya Cəmiyyətinin prezidenti, Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının prezidenti (1938), Amerikanın, Rusiyanın və Avropa ölkələrinin akademiyalarının və elmi cəmiyyətlərinin fəxri, yaxud əcnəbi üzvü seçilmişdi.

Ser Artur Stenli Eddinqton 1944-cü il noyabrın 22-də vəfat etmişdir.

Ser Arturun öz gündəliyinin üz qabığında yazdığı misralar, yəqin, onun həyatının rəmzi ola bilər:

Xaliq öz Kitabını xəlq etdi,
Bütün insanlara onu həsr etdi.
Şeytan əməllərinin üstündən keçdi,
Heç qurban vermədi bir misrasını da.

CEYMS HOPVUD CİNS

Kembric Universitetini yenicə bitirmiş və hələ gənc tədqiqatçı olan Ceyms Cins gələcək işi üçün ona mövzu təklif etmək xahişi ilə məşhur fizik Cozef Larmora müraciət etdi. Bu xahişə Larmor kinayə ilə cavab verdi: "Əgər gənclər nə ilə məşğul olacaqlarını bilmirlərsə, onda dünyanın axırı necə olacaq?"

Lakin, əslində, Cinsin elə bir köməyə ehtiyacı yox idi. O intuisiyası ilə hiss edirdi ki, elmin inkişafı üçün nə ilə məşğul olmaq lazımdır. Cins haqlı rübələrin köməyi ilə "qaranlıq dünyanın" dini dərkedilməsi vasitəsilə yiyələnmək olar. Eddinqton belə hesab edirdi ki, elmi-rasional və dini-mistik olaraq elmdə təzə istiqamətlərdən birinin – nəzəri astrofizikanın yaradıcılarından biri hesab olunur. O, astronomiya sahəsində işləməyə başlamış və ona nəzəri fizika aparatını gətirmiş ilk peşəkar nəzəriyyəçi fiziklərdən biridir.

Öz elmi fəaliyyətinin başlanğıcında Cins qazların kinetik nəzəriyyəsi və şüalanma nəzəriyyəsi ilə məşğul olmuşdur. O, tarazlıq şüalanması spektrində enerjinin paylanması düsturunu çıxarmış və onu fiziki olaraq əsaslandırmışdır. Bu düstur indi Reley-Cins düsturu adlanır. O qravitasiya dayanıqsızlığı nəzəriyyəsinin banisidir. Bu nəzəriyyə göy cisimlərinin seyrək qaz mühitindən necə əmələ gəldiyini izah edir. Müasir kosmoqoniya və kosmologiyanın əsasında Cinsin nəzəriyyəsi durur. Cinsi astrofizika problemləri getdikcə daha çox cəlb edirdi. O, ulduz dinamikası üzrə, ulduzların daxili quruluşu və onların təkamülü, fırlanan səma cisimlərinin fiqurları nəzəriyyəsi sahələrində çox mühüm nəticələr almışdır. Cinsə ən çox məşhurluq gətirən onun Günəş sisteminin iki ulduzun yaxınlaşması nəticəsində yaranması hipotezi olmuşdur. İndi Cinsin hipotezi ancaq tarixi əhəmiyyət daşımasına baxmayaraq, onun bu sahədə aldığı bir çox nəticələr bu gün də aktuallığını itirməmişdir.

Keçən əsrin 20-ci illərinin əvvəlində Ceyms Cinsin adı təkcə elm aləmində məşhur deyildi. Onun populyar kitabları "Kainat bizim ətrafımızda" və "Dünyaların hərəkəti" bir çox dillərə tərcümə edilmişdir. Sovetlər İttifaqında bu kitablar 1920-ci illərin axırı – 1930-cu illərin əvvəlində çap olunub.

Ceyms Cins 1877-ci il sentyabrın 11-də İngiltərənin Lankaşir qraflığının Ormzkirk şəhərində anadan olmuşdur. Onun atası Uilyam Tallox Cins jurnalist və alimlər haqqında kitabların müəllifi idi. Ceymsin anası Marta Enn Hopvud saatlar düzəldən qədim sənayeçilər ailəsindən idi.

Ceymsin anası çox dindar idi. Atası oğlunun intellektual inkişafında kömək edir və ona böyük təsir göstərirdi. Ceymsin gözəl yaddaşı var idi. Üç yaşında o, saatı hansı vaxtı göstərdiyini bilir, dörd yaşında sərbəst mütaliə edirdi.

Ceyms ən çox rəqəmlərlə əməliyyatlar aparmağı xoşlayırdı. Bir dəfə o, loqarifmlər cədvəli ilə üzləşdi. Bu cədvəlin nəyə lazım olduğunu başa düşə bilmədiyinə görə onun ilk 20 rəqəmini asanlıqla yadında saxlamışdı. Bir dəfə anası qatara bileti yaddan çıxarıb evdə qoymuşdu. Ceyms nəzarətçiyə biletin nömrəsini əzbərdən demişdi.

Ceyms bir çox cihazlarla, əsasən, saatla maraqlanırdı. Onun doqquz yaşı olarkən özünü atasına oxşadaraq, ilk inşasını yazmışdı. Bu, 9 səhifəlik "Saatlar" yazısı idi. Burada o, saatların iş prinsipini və konstruksiyalarını ətraflı izah etmişdi.

Ceymsdə hələ uşaq ikən musiqiyə də maraq var idi. O, fortepiano dərsi alırdı. On iki yaşında orqanda yaxşı çalırdı. Onun sevimli bəstəkarı Bax idi.

1890-cı ildə Ceyms Teylorun kommersiya məktəbinə daxil oldu. Bu məktəbdə təhsil səviyyəsi yüksək idi və burada onda fizika və riyaziyyata böyük maraq yarandı. O, evdə balaca laboratoriya yaratmışdı və sadə eksperimentlər keçirirdi.

1896-cı ildə Ceymsi Kembric Universitetinin Triniti-kollecinə keçirdilər. Cinsdən 250 il qabaq İsaak Nyuton bu kollecdə təhsil almış və işləmişdi. Burada Cins riyaziyyatı öyrənməyə başladı. XIX əsrin sonu – XX əsrin əvvəllərində Kembric universiteti riyaziyyat və təbiət elmləri



Ceyms Hopvud Cins.

üzrə dünyada ən güclü təhsil ocağı idi. Kollecdə Cins astronomiya və optika üzrə Nyuton adına təqaüd alırdı. Kolleci qurtarandan sonra Cins orada bir neçə il müəllimlik etmişdi.

Böyük təbiətşünas Darvinin oğlu astronom Corc Darvinin təsiri ilə tələbə Cins kosmik mühitdə qravitasiya dayanıqsızlığı problemləri üzrə nəzəri tədqiqatlara başladı. Cinsin bu nəzəriyyəsində bir-birinə zidd iki amilin nəzərə alınması idi. Bir tərəfdən, cazibə qüvvəsi maddəni ayrı-ayrı kütlə mərkəzinə yığmağa, sonra da onları sıxaraq göy cisimləri əmələ gətirməyə çalışır. Digər tərəfdən isə, qaz təzyiqi çalışır yaranmış qeyri-bircinsliyi yox etsin, kütlə mərkəzini məhv etsin və maddəni qaz dumanlığında bərabər paylasın. Gənc alim göstərdi ki, qravitasiya dayanıqlılığının ölçüsü *cins dalğa uzunluğundan* böyük olmalıdır.

1903-cü ildə Cins magistr dərəcəsi aldı və sonradan Kembric Universitetində riyaziyyatdan mühazirələr oxumağa başladı. 1905-ci il o, Amerikaya Prinston Universitetinə dəvət olundu. Orada o, yuxarı kursların seçmə tələbələrinə xüsusi mühazirələr oxuyurdu. 1906-cı ildə o, London Kral Cəmiyyətinə üzv seçildi. O zaman, belə yüksək rütbəyə çatarkən onun 28 yaşı var idi. Prinstonda işləyən vaxt Cins iki kitab yazmışdı: "Nəzəri mexanika" (1906) və "Elektromaqnetizmin riyazi nəzəriyyəsi" (1908). Bu iki əsər və onun əvvəl yazdığı "Qazların dinamik nəzəriyyəsi" kitabı bu istiqamətlər üzrə tam və ideal dərsliklər olmuşdur. Ancaq 1909-cu ildə İngiltərəyə qayıdandan sonra Cins daha müəllimlik etməklə məşğul olmur. O, bütün vaxtını elmə həsr etməyi qərara alır.



Ulduzlararası materiyanı işıqlandıran cavan isti ulduzlardan ibarət NGC 6193 səpələnən ulduz topası. 4 min işıq ili məsafəsində olan bu topa intensiv ulduzəmələgətirmə yeridir.

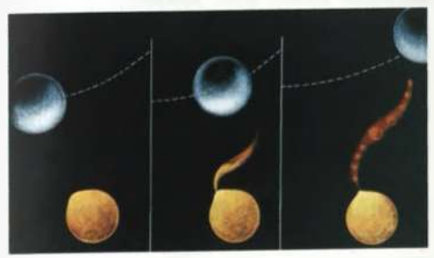
* * *

Artıq Cins bütün marağını və vaxtını astronomiyaya sərf edirdi. O, ulduz yığnaqlarının hərəkətini tədqiq edir. Bu nəzəriyyədə o, hər bir ulduzun hərəkətini qazda hissəciklərin hərəkəti ilə eyniləşdirir. Eyni zamanda Cins sürətlə fırlanan cisimlərin forma və dayanıqlılığı problemləri ilə də məşğul olurdu. O göstərdi ki, zəif fırlanma ulduzların qütblərdən sıxılmasına səbəb olur. Əgər fırlanma sürəti böyüsə, nə gözləmək olar? Fransız riyaziyyatçısı Jül Anri Puankare göstərdi ki, bu halda sıxılmış fırlanma sferoidi armudvari formaya keçir. Corc Darvin təqribi metodların köməyi ilə göstərdi ki, armudu forma cismin dayanıqlı halıdır. Rus akademiki Aleksandr Mixayloviç Lyapunovun aldığı nəticə bunun əksinə oldu. Cinsin tədqiqatları həmçinin armudvari fiqurların dayanıqsızlığını göstərdi. O göstərdi ki, fırlanan kütlə iki ayrıca konfiqurasiyaya bölünə bilər. Bu nəticə qoşa ulduzların yaranması nəzəriyyəsinin əsasını təşkil edir. 1922-ci ildə ona Kral Astronomiya Cəmiyyətinin Qızıl medalını verdilər.

Fırlanan kütlənin forması və dayanıqlılığı haqqında Cins nəzəriyyəsi onun kosmoqonik təsəvvürünə böyük təsir etmişdi. Günəş sisteminin əmələ gəlməsi haqqında 1916-cı ildə təklif etdiyi hipoteza ona axırıncı iki onillikdə ümumdünya şöhrəti qazandırdı.

Cins belə nəticəyə gəlmişdi ki, Laplas fərziyyəsi aşağıdakı məsələni izah etməyə qadir deyil: necə ola bilər ki, kütləyə malik olan planetlər Günəşdən qoparkən (ayrılarkən) ondan onun özününkü qədər fırlanma sürəti qopara bilsinlər, əlbəttə ki, bu ola bilməz. Cins hesab edir ki, uzaq keçmişdə hansısa bir ulduz Günəşin yaxınlığından keçmiş və öz cazibəsi ilə Günəş maddəsinin bir hissəsini qoparmışdı. Bu böyük kütləyə malik olan ulduz planetlərə lazımi qədər fırlanma momenti vermişdi. Belə güman edən Cins, sanki, məsələni həll olunmuş hesab edirdi. Onun sxeminə görə, planetlər bilavasitə Günəşdən atılan maddədə qravitasiya dayanıqsızlığının olması nəticəsində əmələ gəlmişdir.

Lakin Cinsin təklif etdiyi kosmoqonik ssenarinin müfəssəl analizi göstərdi ki, onun yolunda dəfedilməz çətinliklər meydana çıxır. Müasir kosmoqoniyada fəlakətli fərziyyələrə ümumiyyətlə baxılmır. Cins özü də bilirdi ki, onun verdiyi təklif hazırlıq xarakteri daşıyır. Cins özünün "Kosmoqoniya və ulduz dinamikası problemləri" (1919) monoqrafiyasının yekununda yazır: "Kosmoqoniyada həmrəylik üçün hələ zaman yetişməyib". Bu iş klassik bir iş oldu və astronomiya elminin qızıl fonduna daxil oldu.



Günəş sistemi planetlərinin yaranmasının Cins fərziyyəsi.

1919-cu ildə Cins Kral Astronomiya Cəmiyyətinin katibi, 1925-1927-ci illərdə isə onun prezidenti seçildi. Bu dövrlərdə o, əsasən, ulduzların enerji mənbələri və daxili quruluşu ilə maraqlanırdı. Hələ 1904-cü ildə Ceyms



Hündürlüyü 500 000 km olan Günəş protuberansının tullanması. Fotoşəkil "Skayleb" orbital stansiyasından ultrabənövşəyi şüalarda çəkilmişdir.



NGC 1365 qalaktikası.

Cins ulduz enerjisinin maddənin annihilyasiyası hesabına əmələ gələ bilməsi, yəni toqquşan iki hissəciyin toqquşma nəticəsində şüalanmaya çevrilə biləcəyi fikrini söyləmişdi. Lakin bu mülahizə düzgün deyildi, ona görə ki, Cinsin güman etdiyi elektron-proton annihilyasiyası mümkün deyil. Ulduz enerjisinin mənbəyi haqqında söylədiyi başqa bir fərziyyəsi də səhv idi. Onun fikrincə, ulduz enerjisinin mənbəyi ifrat-ağır transuran elementlərinin parçalanması ola bilər, hərçənd onların olmasını qabaqcadan xəbər verməkdə o haqlı idi.

Axır nəticədə Eddinqton haqlı oldu. O, hesab edirdi ki, ulduzlar ağır atom nüvələrinin parçalanması hesabına deyil, hidrogenin heliuma çevrilməsi nəticəsində işıq saçır.

1917-ci ildə Cins belə bir fikir söylədi ki, çox yüksək temperatur nəticəsində ulduzların təkindəki maddə tamamilə ionlaşıb. Onun bu gümanı ulduzların daxili quruluşlarını dərk

HARLOU ŞEPLİ (1885-1972)

Görkəmli astronom Harlou Şepli 1885-ci il noyabrın 2-də Birləşmiş Ştatların nə mərkəzində, nə də ən ucqarında olmayan – Naşvill şəhərində anadan olmuşdur. Gəncliyində o, qəzet reportyoru işləmiş və jurnalistika sənətini öyrənmək üçün öz doğma Missuri ştatı universitetinə daxil olmuşdu, ancaq jurnalistika bölməsi yalnız bir ildən sonra açılası olur və Şepli, elə bil, təsadüfən astronom olur. Onun müəllimi məşhur Henri Ressell idi. Ressell məşhur Hertssprunq-Ressell diaqramını kəşf edənlərdən biri idi. Bu diaqram ulduzların təkamülünün təhlili üçün əsas aparat hesab olunur.

Müşahidə etmək və düşünmək bacarığı eyni dərəcədə həm yaxşı jurnalistə, həm də əla astronoma lazımdır. Şeplinin ilk böyük elmi işlərindən biri tutulan qoşa ulduzların müşahidələrinin təhlili oldu. O zaman Sefeyin δ-sını çoxları tutulan hesab edirdilər. Şepli bu fikri inandırıcı surətdə rədd etdi və göstərdi ki, Sefey δ-sı tək pulsasiya edən ulduzdur. O, sefeidlərin Kainatda məsafələrin ölçülməsi işində böyük əhəmiyyəti olduğunu ilk başa düşənlərdən biri olmuşdu. Kürəvi topalarda tutulan ulduzların tədqiqi ona həmin obyektlərə qədər məsafəni təyin etməyi öyrənməkdə kömək etdi.

Bundan sonra Şepli hiss etdi ki, Oxatan bürcündə kürəvi topaların bolluğu onu göstərir ki, bizim Qalaktikanın mərkəzi məhz orada, Günəşdən bir çox on min işıq ili məsafəsində yerləşir. Ona qədər qeyri-açıq şəkildə hesab edirdilər ki, bəşəriyyətin haradasa Qalaktikanın mərkəzinə yaxın bir yerdə "imtiyazlı" mövqe tutur. Bu kəşfə görə Şeplіyə XX əsrin Koperniki deyirdilər.

Şepli az sayda alimlərdən biridir ki, açıq elmi diskussiyalar məşhurlaşdırmışdı. 1920-ci ildə Vaşinqtonda bizim ulduz sisteminin ölçüləri və spiral dumanlıqların təbiəti haqqında onun H.Kertislə mübahisələri olmuşdu. Şepli düzgün olaraq təsdiq edirdi ki, bizim Qalaktikamız nəhəngdir, lakin səhvən hesab edirdi ki, spiral dumanlıqlar bizim ulduz sistemimizin hissələridir.

1938-ci ildə Şepli və onun tələbəsi Silviya Massels ulduzlu göyün şəkli çəkilmiş Harvard fotoplastinkası üzərində barmaq izinə bənzər azca tutqunlaşmış yer aşkar etmişdilər (fotoplastinka üç il əvvəl aydınlaşdırılmışdı); bu, emulsiya zədəsinə də bənzəyirdi, amma göy obyektinə isə yox. Yalnız plastinkanın və emulsiyanın diqqətlə tədqiq edilməsi, göyün yenidən fotoşəklinin çəkilməsi Heykəltəraş bürcündə birinci cırtdan qalaktikanın kəşfi ilə nəticələndi. Beləliklə, Şepli Kainatda birinci "ulduz kəndini" kəşf etdi.

Harlou Şepli alim və elm təşkilatçısı kimi uzun ömür sürdü. O, Maunt Vilson rəsədxanasında işləmiş, 1921-ci ildən 1952-ci ilə qədər Harvard rəsədxanasının direktoru olmuşdu. Lakin gənclik ehtirası ilə yazmaq həvəsi onu tərk etmirdi. Şeplinin astronomiyaya dair gözəl populyar kitabları nəşr olunmuşdur: "Atomlardan Ağ Yollara qədər" (1934), "Qalaktikalar" (1947), "Ulduzlar və insanlar" (1962).



etməyə yol açdı. Bu halda ulduz modelini hesablayarkən ona elektron və müsbət yüklü atom nüvələrindən ibarət bircinsli "qaz" kimi baxmaq olar; zərrəciklərin çox cüzi həcm tutması üzündən ona ideal qaz qanunları tətbiq edilə bilər.

İstilikkeçirmə vasitəsilə enerjinin köçürülməsinin ulduzların çox güclü şüalanmasının izahı üçün kifayət etmədiyi haqqında Cinsin ehtimalı kimi, onun bu hipotezi də Eddinqtonun stasionar ulduz modelinin qurulmasında ona xeyli kömək etdi.

Cins və Eddinqton ulduzların təbiətinə bir çox cəhətdən müxtəlif baxışlara tərəfdar idilər. Kral Astronomiya Cəmiyyətində onların arasında 1917-ci ildən gedən məşhur mübahisə ulduzların təbiətinin öyrənilməsində tərəqqiyə kömək etdi. Bu sahədə Eddinqtonun təsəvvürləri Cinsinkindən daha düzgün idi. Lakin ayrı-ayrı yanılmalar, nəzəri astrofizika sahəsində Cinsin əsərlərinin çox böyük rolunu azaltmır.

* * *

1928-ci il Cins üçün iki hadisə ilə əlamətdar oldu: elm və Kral Cəmiyyəti qarşısında xidmətlərinə görə rıtsar rütbəsinə layiq görüldü və "Astronomiya və kosmoqoniya" monoqrafiyası çapdan çıxdı. Monoqrafiyada həmin sahələrdə onun tədqiqatlarını yekunlaşdırdı. Kitab naşirlərin diqqətini cəlb etdi və Cinsə astronomiyadan elmi-kütləvi kitab yazmaq təklif olundu. 1929-cu ildə "Kainat bizim ətrafımızda" kitabından sonra "Müəmmalı Kainat" (1930-cu il), "Ulduzlar və onların taleyi" (1931-ci il), "Məkan və Zaman arasından" (1934-cü il), "Fizika və fəlsəfə" (1941-ci il) kitabları çapdan çıxdı. Onun ölümündən sonra, 1947-ci ildə "Fizika elminin inkişafı" kitabı nəşr edildi. Böyük ədəbi ustalıqla yazılmış kitabların müəllifi Cins-alim şöhrətinə Cins-populyarizator şöhrəti də əlavə olundu.

Kitablarının bir çoxunda, xüsusən də ömrünün son illərində yaratdığı kitablarda Cins elmin çox vacib fəlsəfi məsələlərinə müraciet edirdi. O çalışırdı ki, Rene Dekartın dünyaya dualist, ikili baxışını dirçəltsin. Cinsə görə, dünyada iki müstəqil başlanğıc var – təfəkkür və materiya. Onlardan heç biri əsas, təyinedici deyil, onlar qarşılıqlı surətdə birbirini tamamlayır. Materiya təfəkkürə necə təsir edirsə, təfəkkür də materiyaya nəzarət edir. Cinsə görə, Allah Kainatın Riyaziyyatçısıdır. Cins "Müəmmalı Kainat"da yazırdı: "Biz elə əvvəllər də dünyanı Bioloqmu, yoxsa Mühəndismi yaradıb fikrinə inamsız yanaşırdıq. Kainatın Böyük Yaradıcısı xəlq etdiyi varlığa xas olan aydınlıqla indi xalis Riyaziyyatçı kimi çıxış edir".

1935-ci ildən ömrünün axırına kimi Cins Londondakı Kral İnstitutunda astronomiya kafedrasına rəhbərlik etmişdi.

Ser Ceyms Cins 1946-cı il sentyabrın 16-da özünün Klivlend Loc malikanəsində vəfat etmişdir.

Ömrünün sonuna qədər Cins insanın mənəvi dünyasında astronomiyanın fəlsəfi və əxlaqi rolu haqqında düşünməkdə davam etmişdir. O yazırdı:

İNSAN KAİNATDA

Bəşəriyyətə dünyada nadir bir hadisəyə olduğu baxışın nəzərdən keçirilməsi üçün hazırda əsaslar varmı? Biz dərhal cavab verərik: "Bəli!" Bizim təsəvvürlərimizin bu cür yenidən qiymətləndirilməsi xeyrinə çox sadə bir dəlil ondan ibarətdir ki, nisbətən bu yaxınlarda Günəş, Yer və başqa planetlər ulduzlu Kainatda mərkəzi bir yerdə olduğu halda, indi heç bir şeylə fərqlənməyən bir yerdə – adi qalaktikanın spiral qolunda sadə bir tamaşaçıya çevrilmişlər.

Bu dəlil sadə, lakin çox vacibdir, ona görə ki, məlum olduğu kimi, o, Kainatın quruluşu haqqında daha erkən heliosentrik və ya geosentrik nəzəriyyələrdən imtina etməyə gətirib çıxarmışdı. Bunun nəticəsində biz Kosmosun həqiqi quruluşunun dərk edilməsində irəliyə doğru böyük addım atdıq. Bu idrak prosesi isə dönməzdir. Biz belə bir fakta alışmalıyıq ki, ucqardayıq və ulduzumuzla – Günəşlə birlikdə Qalaktikanın xarici hissəsində hərəkət edirik, bu, milyardlarla ulduzu olan çoxsaylı qalaktikalardan biridir.

Mən deyə bilmərəm, zaman və ya məkan daxilində yerimizə görə bizim müəyyən üstün mövqeyimiz var, ya yox. Fikirləşirəm ki, bizim şöhrətimiz nəsə başqa şeydədir. Vaxtı yetişməyibmi ki, insanın nəyə görəsə xüsusi mövqeyə malik və əlçatmaz olduğunu iddia edən müştəbeh və bezdirici doğmaları səmimi şəkildə şübhə altına alaq. Ola bilsin ki, o, əlçatmazdır. Mən inanıram ki, doğrudan da, belədir. Əlbəttə ki, nə özünün məkan və ya zaman daxilində vəziyyətinə görə, nə də kimyəvi tərkibinə görə deyil. Əgər dörd əsas ünsürdən – məkan, zaman, maddə və enerjidən danışsaq, burada o heç nə ilə fövqəladə deyil. O, heç bir üstünlüyə malik deyil ki, onunla fəxr edə; nə onun ölçüsü, nə yaradıcılığı, nə kimyəvi tərkibi, nə yaşadığı epoxa. Əlbəttə ki, insan mürəkkəb və maraqlı hadisədir, lakin buna görə mərhəmət oyatmaq və ya özünütəhlillə məşğul olmağa dəyməz. Bir halda ki, bizim insanın xüsusi təyinata malik olması haqqındakı xülyamız dağılıb, onda yaxşı olar ki, biz insan təfəkkürü barədə danışaq, onun gücünü qiymətləndirək, onun əhəmiyyətindən və kosmik proseslərin anlaşılmasında effektivliyindən danışaq.

İnsanın bioloji varlıq kimi əlçatmazlığını sübut edilmiş hesab etmək, bütövlükdə həyatın və xüsusi olaraq insan həyatının Kainat üçün mühüm əhəmiyyətli bir hadisə olmasını, verilmiş geoloji epoxanın nəyə görəsə vaxt gedişində qeyri-adi məna kəsb etməsini qəbul etmək – bütün bu səthi iddiaları şübhə altına almaq lazımdır.

Lakin bizim maddi dünyada əhəmiyyətsizliyimiz təhqir deyil. Bizim sərçə kimi uça bilməməyimiz, begemotdan balaca olmağımız, itin bizdən daha güclü eşitmə qabiliyyətinə malik olması, böcəklərin daha həssas iybilmə qabiliyyətinin olması məgər bizi alçaldırmı? Biz bütün bunlarla asanlıqla barışırıq və bununla belə, öz şəxsi mənliyimizi qoruyub saxlayırıq. Biz heç bir çətinlik çəkmədən ulduzlarla və kosmik faktlarla barışardıq. Kainat o qədər nəhəngdir ki, onda çox sadə bir rol oynamaq da şərəflidir.

(Harlou Şeplinin "Ulduzlar və insanlar" kitabından)

"...bu gün çoxları güman etməyə başlayırlar ki, insan həyatının daxil olduğu Kainata münasibəti haqqında, insan nəslinin başlanğıcı, onun mənası və taleyi haqqında hamını düşündürən məsələdə astronomiya öz sözünü deyə bilər". İnsan arzu edir ki, Yer üzündə yaşadığı qısa müddətdə keçmişə və gələcəyə daha dərindən nüfuz etsin. O, insan nəslinin mövcudluğuna qədər Kainatı mövcud olduğu kimi görmək, sonuncu insanın öz nəslinin çıxmış olduğu kölgəyə dönüşündən sonra Kainatın necə olacağını bilmək istəyir.

ALEKSANDR ALEKSANDROVİÇ FRİDMAN

Elmdə vaxtından çox tez söylənilmiş yeni ideyalar müasirləri tərəfindən hər zaman başa düşülmür və onların müəllifi əksər hallarda kafir və ya (ən yaxşı halda) xəyalpərəst adlandırılır. Elmi inqilabi konsepsiya ilə zənginləşdirən müəlliflər tez başa düşülüb, tez qiymətləndirilmirlər. Rus alimi Aleksandr Aleksandroviç Fridmanın (1888-1925) ideyasının taleyi də belə oldu. Sağlığında və ölümündən bir çox illər sonra onu görkəmli riyaziyyatçı, mexanik, geofizik, nəzəri meteorologiyanın əsasını qoyan alim kimi tanıdılar. Yalnız yaxın zamanlarda Fridmanı görkəmli kosmoloq, Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin (ÜNN) ən cəsarətli şərhçisi və *qeyri-stasionar Kainat nəzəriyyəsinin* yaradıcısı kimi tanınmağa başladı.



Aleksandr Aleksandroviç Fridman.

* * *

A.A.Fridman 1888-ci il iyunun 17-də Sankt-Peterburqda musiqiçilər ailəsində anadan olmuşdur. Hələ uşaq ikən dünyanın harmoniyası, ədədlərin və kəmiyyətlərin harmoniyası və riyaziyyat onu özünə çəkirdi. Peterburq Universitetində (1906-1910) oxuyarkən onun riyaziyyat müəllimi akademik V.A.Steklov olmuşdu. Universiteti bitirdikdən sonra onu professorluq adı almaq üçün kafedrada saxlamışdılar.

Steklov kimi, Fridman da sırf riyaziyyatçı olmamışdı. Riyaziyyata o, təbiət hadisələrini öyrənmək üçün güclü bir vasitə kimi baxırdı. İlk əvvəl o meteorologiya ilə məşğul olmağa başlamışdı. Hidrodinamika məsələlərinin riyazi həllərini illüstrasiya etmək üçün Yer atmosferindən nəhəng təbiət laboratoriyası kimi istifadə etmək istəyirdi.

Fridman, atmosfer burulğanları və axınları haqqında nəzəri nəticələrinin aeronaviqasiyada praktik tətbiqini tapdı. Birinci dünya müharibəsi başlananda Fridman könüllü olaraq cəbhəyə getdi. Rus ordusunun hissələrində o, aeronaviqasiya və aerologiya xidmətləri təşkil etdi. 1920-ci ildən o, Baş Geofizika Rəsədxanasının əməkdaşı oldu, 1925-ci ildə isə onun direktoru təyin edildi. O, həmçinin Perm Universitetinin, sonra isə Petroqradda təhsil müəssisələrinin professoru oldu.

Fridmanın həyatı fizikada elmi inqilab dövrünə təsadüf etdi. Yeni ümumdünya cazibə qanunu – Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsi (1916-cı il) – məkan və zaman haqqında, Kainatın sonsuzluğu haqqında qərarlaşmış təsəvvürləri alt-üst etdi.

20-ci illərin əvvəlində Fridman nəinki adət edilməmiş nəzəriyyəni mənimsədi, hətta ondakı ən çətin – kosmoloji – problemi ilk dəfə yeni üsulla həll etdi.

İlk belə cəhdi 19 17-ci ildə Eynşteyn özü göstərmişdi. O hesab edirdi ki, məkana görə məhdud, zamana görə isə stasionar olan sonsuz Kainat öz-özünə qapalıdır. Onun əyrilik radiusu, relyativizmin banisinin fikrincə, dəyişməməlidir. Bu cür postulatı qəbul edən Eynşteyn öz yeni nəzəriyyəsinin "şıltaqlığı" ilə qarşılaşdı. Dünya tənliklərini həll edərkən o, nə qədər ki tənliklərə əlavə "kosmoloji həddi" Λ (lambda) – kəmiyyət sabitini daxil etməmişdi, dünyanın dayanıqlı stasionar modelini ala bilməmişdi. Bu sabit Kainat kütlələrinin qarşılıqlı cazibəsini tarazlaşdırmalı olan itələmə qüvvəsinin qeyri-adi fiziki mənasına malik idi. Müasir kosmologiyada bu qüvvə mənfi təzyiq kimi başa düşülür. Ancaq ciddi deyilərsə, bu kəmiyyəti daxil etmək üçün Eynşteynin kifayət qədər əsası yox idi.

Fridman birinci olaraq Kainatın stasionarlığı haqqında postulatdan imtina etdi. Nəzəriyyənin mükəmməl olması xatirinə dünyanın sarsılmaz və dayanıqlı olması haqqında minillik fəlsəfi ənənəni qurban verdi. 1922-ci ildə on dünya tənliyindən ibarət olan çox mürəkkəb sistemi yenidən təhlil edərək o, fundamental nəticəyə gəldi: onların həlli heç bir şəraitdə yeganə ola bilməz.



Peterburq universiteti, XX əsrin əvvəlləri.

Aydın oldu ki, relyativist nəzəriyyə Kainatın forması haqqında, məkan daxilində onun sonluluğu və ya sonsuzluğu haqqında birmənalı cavab verə bilməz. Fridman bununla kifayətlənmədi, kosmologiyanın qarşısında açılan görünməmiş perspektivlər onu tamamilə özünə cəlb etmişdi. O görürdü ki, dünya tənliklərini həll etməklə, birmənalı olmasa da, ÜNN nöqteyi-nəzərindən Kainatın nə ola biləcəyi haqqında suala cavab almaq mümkündür. Kainatın stasionarlığı haqqında postulatı Fridman daha geniş anlayışla, bircinslilik və izotropluqla əvəz etdi (Kainatda nə seçilən oblast, nə də müstəsna istiqamət var). Hələ XV əsrdə bu ideyaları alman filosofu Nikolay Kuzanski söyləmişdi. Nəticədə Fridman ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin tənliklərinin yeni, tamamilə müəyyən olan həllini – qeyri-stasionar Kainatın üç mümkün modeli şəklində həllini tapmışdı. Hər biri Λ-nın verilmiş qiymətinin intervalı və fəza əyriliyinin işarəsi ilə müəyyən olunmuşdur.

Müsbət Λ-ya malik iki model Kainatı monoton artan radiusulu əyri ilə təsvir edirdi. Kainatın genişlənən olduğu aşkar oldu: bir halda nöqtədən, başqa halda nəsə qeyri-sıfır başlanğıc həcmdən. Kainatın müasir dövrə qədər genişlənmə müddətini Fridman şərti olaraq "dünyanın yaranışından keçən müddət" adlandırıb və qeyd edib ki, "bu vaxt sonsuz ola bilər". Üçüncü model "periodik" Kainatı ifadə edir: onun fəzasının əyrilik radiusu, Fridmanın "dünyanın periodu" adlandırdığı zaman dövründə sıfırdan



Yer atmosferi. Yerətrafı orbitdən görünüş.



İzotrop genişlənən fəzanın modeli.

müəyyən qiymətə qədər artır və yenidən sıfıra qədər azalır. Kainat yenidən "nöqtəyə" sıxılır və s. Bu variant qədim hind filosoflarının ideyalarını xatırladırdı. Fridman göstərmişdi ki, Eynşteynin stasionar Kainat modeli özlüyündə ÜNN-in dünya tənliyinin həllinin yalnız xüsusi halıdır. Eynşteyn belə ümumi nəticəyə gəlmişdi ki, ÜNN mütləq Kainatın sonlu olmasına gətirəcək. Fridman, Eynşteynin bu nəticəsini rədd edirdi.

Fridmanın işinin nəticələri 1922-ci ildə nəzəri fizika üzrə aparıcı alman jurnalında kiçik məqalədə dərc edilmişdi. Bunlar dərhal Eynşteynin kəskin tənqidinə məruz qaldı. Eynşteyn hesab edirdi ki, Rusiya aliminin nəticələri səhvdir. Lakin Fridman Eynşteynin hesablamalarında səhv tapdı və böyük opponentə məktub göndərdi. Həmin jurnalda Eynşteyn cavan nəzəriyyəçinin haqlı olduğunu etiraf etdi və onun nəticələrini problemin üzərinə yeni işıq saldığını söylədi. 1924-cü ildə Fridman özünün ikinci məqaləsində dünyanın daimi mənfi əyriliyə malik olması haqqında məsələni nəzərdən keçirdi (üçbucağın bucaqlarının cəmi həmişə 180 dərəcədən kiçik olan dünya).

1923-cü ildə yazdığı "Dünya məkan və zaman kimi" əsərində Fridman birinci olaraq, dünyanın əmələ gəlməsi və qeyri-stasionar Kainatın "yaşı" problemini qaldırır: "Dünyanın heç nədən yarandığı haqqında danışmaq mümkündür, lakin bunlara, kifayət qədər eksperimental astronomik materialla təchiz oluna bilmədiyinə görə, hələlik maraqlı faktlar kimi baxmaq lazımdır. Əgər dünyanın nöqtə halında olduğu məqamdan indiki halına qədər keçən vaxtı hesablasaq, bunun milyardlarla ilə bərabər olduğunu görərik".

İndiki zamanda, isti Kainatın yaşının, Böyük Partlayış anından indiyə qədər 12-15 milyard il olduğunu nəzərə alsaq, Fridmanın hədəfi necə dəqiq vurduğuna heyrətlənməmək olmaz.

* * *

Relyativ kosmologiyanın tarixi artıq Fridmansız davam edirdi: alim onu sırf riyaziyyatçı hesab edən astronom-kosmoloqlar tərəfindən qəbul olunmağa macal tapmadan, 1925-ci ilin sentyabrında, 38 yaşına çatmamış yatalaq xəstəliyindən vəfat etdi. Kosmologiyada onun adı uzun müddət unuduldu.

Fridmanın ideyalarına ilk ədalətli qiyməti, elmin yeni nailiyyətləri işığında, 1945-ci ildə "Nisbilik nəzəriyyəsinin mahiyyəti" kitabında Eynşteyn verdi: "Habbl tərəfindən ulduz sisteminin genişlənməsi kəşf edildikdən sonra, onun (Fridmanın) nəticələri gözlənilmədən öz təsdiqini tapdı. Bu elə Fridmanın ideyalarının şərhindən başqa bir şey deyildir. Ona görə də heç bir şübhə doğurmur ki, bu, kosmoloji problemin həllinə gətirib çıxaran ən ümumi sxemdir".

Kaliforniya dumanlığı (NGC 1499).



GEORGİ ANTONOVİÇ QAMOV

Georgi Antonoviç Qamov "ideyalar generatorları" adlanan universal alimlər tipinə mənsub olub, elmin ən mühüm məsələlərinin qoyuluşu və həlli sahəsində xüsusi istedadı ilə seçilirdi.

Parlaq və qızğın, yorulmaz zarafatçı və quramaçı bir insan olan Qamov "fiziki" folklorun ən sevimli qəhrəmanlarından biri olub və olaraq qalır. Onun haqqında söylənilən rəvayətlər bütün dünya fizikləri tərəfindən nəsildən-nəslə ötürülür.

Qamov, 1909-cu il martın 4-də Odessada, ədəbiyyat müəllimi ailəsində anadan olmuşdur. Georgi özünün ilk elmi müşahidələrini hələ uşaqkən aparmağa başlamışdı – atası ona mikroskop və teleskop bağışlamışdı. Fizikaya uşaq marağı onun istedadını üzə çıxardı: Qamov 3 ilə Petroqrad Universitetini bitirib, tezliklə Almaniyaya Höttingen Universitetinə staj keçməyə getdi. Orada o, ilk dəfə olaraq özünü görkəmli alim kimi göstərdi – onun nüvə reaksiyalarında tunel effekti haqqında məruzəsi sensasiyaya səbəb oldu. Klassik fizikaya görə qadağa qoyulmuş, kvant fizikası təsəvvürlərinə görə isə mümkün olan, alfa zərrəciklərin enerji maneəsini aşması haqqında Qamovun ideyası bu reaksiyaların mexanizmini izah etdi. Gənc alim o dövrün nəhəng fizikləri, əvvəlcə Nils Bor, sonra isə Robert Rezerford tərəfindən birlikdə işləmək üçün dəvət aldı. 25 yaşında o, artıq nəzəri nüvə fizikası sahəsində görkəmli mütəxəssislərdən biri kimi tanınırdı. O, müxtəlif ölkələrin elm mərkəzlərində olmuş, elmi konfranslarda çıxışlar etmiş, sovet alimlərinin nüvə fizikası sahəsində tədqiqatlarında iştirak etmişdi.

Lakin 1931-ci ildə ilk dəfə olaraq Georgi Qamovun sərbəst elmi fəaliyyəti hökumətin qoyduğu qadağaya rast gəldi, ona beynəlxalq elmi konfransda iştirak etmək üçün Romaya getməyə icazə verilmədi. Sonralar onun özünün "Roma iflası" adlandırdığı bu hadisə alimin həyatında dönüş nöqtəsinə çevrildi. Müxtəlif insanlarda azadlığın məhdudlaşdırılmasına "həssaslıq həddi" müxtəlif olur. Qamov üçün bu hadisə kifayət etdi. O, dünya elmi ictimaiyyətindən təcrid olunmuş şəkildə işləməyi qəbul edə bilmirdi. 1932-ci ildə arvadı ilə birlikdə Brüsselə, beynəlxalq konqresə getdi və bir daha vətənə qayıtmadı, Amerikaya getdi. Təbii ki, bu hadisədən dərhal sonra, Sovet İttifaqında mümkün olan bütün addımlar atıldı ki, alimin adı ölkə fizikası tarixindən silinsin. 1960-cı illərin ortalarına kimi onun işlərinə istinad etmək belə qadağan edilmişdi, onun əsərlərinin nəşr olunmasından söhbət belə gedə bilməzdi. Onu yalnız 1990-cı ildə, ölümündən sonra ölkənin Elmlər Akademiyasının tərkibində bərpa etdilər.

Ən parlaq və möhtəşəm astrofizika nəzəriyyələrindən biri – Böyük Partlayış konsepsiyası və ya isti Kainat nəzəriyyəsi Qamovun adı ilə bağlıdır. O, kosmologiyanı mikroaləmin fizikası ilə birləşdirməyə nail olmuş ilk alimdir. Nüvə reaksiyalarının qaynar qazanında kimyəvi elementlərin yarandığı, təxəyyülü heyrətə gətirən partlayan, parçalanan Kainat mənzərəsi, əvvəlcə cəsarətli, sonra inandırıcı, əsaslı görünürdüsə, bu gün artıq müntəxəbat materialıdır, tarixdir.

Qamov elmdəki dönüş nöqtələrini xüsusi duymaq qabiliyyətinə malik idi. Fizikadan sonra onun diqqətini, həmin anda tamamilə yeni inkişaf səviyyəsi həddində olan genetika cəlb etdi. Qamovun diqqəti Kainatın yaranması kimi möhtəşəm bir sirlər dünyasından başqasına – həyat sirləri dünyasına yönəldi. Elmin ən mühüm məsələlərini duymaq istedadı alimə əsas bir məsələ olan "Həyat kriptoqramını" – genetik kodun şifrini açmağa imkan verdi. Genetiklərin yeni tədqiqatlarında onun ideyası öz parlaq təsdiqini tapdı. Bu, Qamovun elmdə üçüncü "Böyük Partlayış"ı idi.

* * *

İ.S.Şklovski bir zaman Qamov haqqında demişdi: "Mən Qamovu XX əsrin ən böyük rus fiziki hesab edirəm. Alimdən qalan onun işlərinin konkret nəticələridir. Futbol dili ilə desək, ayrı-ayrı fəndlər deyil, vurulmuş qollar mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Elmin də belə sərt qaydaları var. Qamov üç əsas "qolla" elmdə öz adını əbədiləşdirib: 1) parçalanma nəzəriyyəsi (1928-ci il); 2) "İsti Kainat" nəzəriyyəsi və onun nəticəsi kimi relikt şüalanmanın mövcud olmasının əvvəlcədən deyilməsi (1948-ci il). Bu şüalanmanın 1965-ci ildə aşkar edilməsi kosmologiyada yeni bir mərhələnin başlanğıcını qoydu; 3) müasir biologiyanın əsasını təşkil edən, genetik kod fenomeninin kəşf edilməsi (1953-cü il). Qamov Vətənə dönmədi və bu heç də yaxşı olmadı. Lakin Rusiyanın XX əsr musiqi mədəniyyətini biz Şalyapin və Raxmaninovun adları olmadan təsəvvür edə bilərikmi?"

(V.Frenkel və A.Çerninin "Alfa-parçalanmadan Böyük Partlayışa qədər" kitabından. 1990-cı il)



İOSİF SAMUİLOVİÇ ŞKLOVSKİ

İosif Samuiloviç Şklovski 1916-cı il iyulun 1-də Ukraynanın Qluxov şəhərciyində doğulmuşdur. Uşaqkən o, şəkil çəkməyi çox sevirdi: "Mən uşaq vaxtı hər cür texnikadan çox uzaq olmuşam. O, məndə yalnız darıxdırıcı, cansıxıcı ikrah hissi doğururdu. Bu sətirlərin müəllifi qabiliyyətinə, istedadına görə rəssamdır. Mən üç yaşımdan başlayaraq əlimin altında olan bütün əşyalardan – tabaşir, kərpic parçası və s. istifadə edərək, şəkil çəkirdim. O vaxtdan başlayaraq mən hər zaman, hər yerdə şəkil çəkirdim. 1938-ci ildə Moskva Universitetinin fizika fakültəsini bitirənədək gələcək həyat yolumu seçməkdə tərəddüd edirdim". 1938-ci ildən başlayaraq, Şklovskinin bütün gələcək həyatı P.K.Şternberq adına Dövlət Astronomiya İnstitutu ilə bağlı olub.

O, keçmiş SSRİ-də radioastronomiya sahəsində çalışan ilk alimlərdən biri olub, Günəşin və Qalaktikanın radioşüalanmasının mexanizmini tədqiq edib.

Müharibədən sonrakı illərdə Şklovskinin elmi tədqiqatının əsas



mövzusu Günəş tacının təbiətinin öyrənilməsi olub. Onun nəzəriyyəsinə görə, Günəş tacı milyon dərəcəyə qədər qızır ki, bu da Günəşin görünən səthinin temperaturundan (6000 K) 200 dəfə çoxdur.

Hələ 1945-ci ildə Niderland astronomu Hendrik van de Hyülst atomar hidrogenin radioşüalanmasının 21 sm dalğa uzunluğunda müşahidə olunmasının mümkünlüyünü qabaqcadan söyləmişdi. 1948-ci ildə Şklovski bu ehtimal olunan radioxəttin intensivliyini hesabladı. Onun hesablamaları əsasında, 1951-ci ildə Qalaktikadakı ulduzlararası neytral qazın şüalanma və udulma spektrində bu xətt aşkar edildi. Bu gün də ulduzlararası qaz, əsasən, 21 sm-lik radioxəttə görə öyrənilir. Belə tədqiqatlar bizim, eləcə də digər qalaktikaların quruluşunu aşkara çıxarmağa imkan verir.

1953-cü ildə Şklovski fundamental əhəmiyyətli daha bir məsələni həll edir. O, Yengəcvari dumanlıqda yerləşən ifratyeni 1054-cü il ulduz qalığının işıqlanma spektrini zəif maqnit sahəsində, demək olar ki, işıq sürəti ilə hərəkət edən yüksək enerjili elektronların şüalanması ilə izah etdi (bu şüalanma mexanizmi sinxrotron adlanır). Bu izah sinxrotron şüalanmanın rentgendən radiodiapazona qədər bütün spektrini o, bir düsturla təsvir etməyə imkan verdi.

Şklovski birinci olaraq başa düşdü ki, planetar dumanlıqlar və ağ cırtdanlar, kütləsi Günəş kütləsinə yaxın olan ulduzların təkamülünün nəticəsidir. Belə ki, ulduzdakı bütün hidrogen heliuma çevrildiyi zaman, ondan örtük (planetar dumanlıq) ayrılır, nüvə isə ölçüləri bir neçə min km olan çox sıx ulduza qədər sıxılır.

Şklovskinin tədqiqat dairəsi çox geniş idi. O, gecə göyünün işıqlanması, qütb parıltıları, Yerin radiasiya qurşaqlarına aid elmi işlərin müəllifidir. Qalaktikaların aktiv nüvələrinin, kvazarların, radio və rentgen pulsarlarının öyrənilməsi ilə bağlı bir sıra yeni ideyalar ona məxsusdur. O, kosmik texnikadan astronomiyada istifadə imkanlarını qiymətləndirən ilk alimlərdən biri olmuş və bir neçə il Kosmik Tədqiqatlar İnstitutunda işləmişdir.

Çoxsaylı kəşflərin, xidmətlərin uzun siyahısı arxasında canlı insan itə bilər. Şklovski görkəmli bir elm xadimi olmaqla yanaşı, "canlı", bəlkə də, çox "canlı" parlaq bir şəxsiyyət olub. Şklovski "çox" istedadlı, "çox" hazırcavab, "çox" müstəqil və heç bir avtoriteti qəbul etməyən bir şəxsiyyət olub. Təsadüfi deyil ki, o özü haqqında yazırdı: "Mən miskin gerçəklikdən xilas olub, böyük maraqla elmlə məşğul olmağa başladım. Mənim bəxtim onda gətirdi ki, elmi karyeramın başlanğıcı səma haqqında elmin sıçrayışlı inkişafı dövrünə düşdü. Astronomiyada ikinci inqilab baş verdi və mən bunu bütün varlığımla duydum. Burada uzaq ölkələr haqqında uşaqlıq arzularım mənim köməyimə gəldi".

Uzun illər Şklovski Moskva Dövlət Universitetinin fizika fakültəsinin astronomiya bölməsində mühazirələr oxudu. O, gözəl pedaqoq idi. Onun tələbələri arasında Rusiya Elmlər Akademiyasının 2 akademiki və bir müxbir üzvü, Rusiya və MDB ölkələrinin bütün rəsədxanalarında işləyən onlarca elmlər doktoru və professor var. Şklovskinin qələminin məhsulu olan elmi-kütləvi kitablar: "Kainat, Həyat, Şüur", "Ulduzlar: onların doğulması, həyatı və ölümü", "Kütləvi Radioastronomiya", "Eşelon", ona dünya şöhrəti gətirdi.

Şklovski SSRİ EA-nın müxbir üzvü, Londonun Kral Astronomiya Cəmiyyətinin üzvü, ABŞ Milli Elmlər Akademiyasının və çoxsaylı digər elmi cəmiyyətlərin üzvü seçilmişdi. O, 1985-ci ildə 70 yaşına çatmadan vəfat etdi. Moskvadakı Vostryakovski məzarlığında onun başdaşında qısa bir yazı həkk olunub: "Astronom".

Hələ Edvin Habblın kəşfindən əvvəl belçikalı fizik abbat Jorj Lemetr, Fridmanın işlərindən xəbərsiz, 1927-ci ildə ümumi nisbilik nəzəriyyəsinə əsaslanaraq, genişlənən Kainat ideyasını irəli sürdü. O, öz nəzəriyyəsinə parlaq dini çalar verdi. Bunun nəticəsi olaraq, relyativist kosmologiya SSRİ-nin rəsmi fəlsəfəsi tərəfindən "cəhalət və dini xurafat" sırasına aid edildi. Qeyri-stasionar Kainat deyəndə "Lemetr Kainatı" başa düşülürdü və yalnız 1960-cı illərdə relyativist kosmologiyanın banisi Fridmanın adı xatırlanmağa başladı.

Böyük Partlayışın əks-sədası – relikt radioşüalanmanın kəşfindən sonra

Eynşteyn nəzəriyyəsi təcrübədə sübut olunur; o, köhnə, izaholunmaz görünən hadisələri izah edir və yeni qeyri-adi münasibətləri əvvəlcədən görür. Bizim Kainatın quruluşunun və dünya həndəsəsinin Eynşteyn nəzəriyyəsinin köməyi ilə öyrənilməsinin ən düzgün və ən dərin üsulu, bu nəzəriyyənin bütün dünyaya tətbiq olunması və eləcə də astronomik tədqiqatlarda ondan istifadə edilməsidir. Hələ ki, bu metod bizə çox şey verə bilmir, çünki məsələnin çətinliyi qarşısında riyazi analiz öz silahını yerə qoyur, astronomik tədqiqatlar isə bizim Kainatın eksperimental tədqiqi üçün kifayət qədər etibarlı baza yarada bilmir. Lakin bu çətinliyin müvəqqəti olduğunu da görməmək mümkün deyil. Bizim gələcək nəsillər, heç şübhəsiz, yaşamağa məhkum olunduğumuz Kainatın xarakterini öyrənəcəklər...

(A.A.Fridmanın "Dünya məkan və zaman kimi" kitabından. 1922-ci il)

Fridman–Lemetrin qeyri-stasionar Kainat nəzəriyyəsi qəbul olunmuş elmi biliklər sırasına aid edildi.

EDVİN PAUELL HABBL

Habbl deyirdi: "Astronomiya dini ibadətə bənzəyir – ilahi çağırış gərəkdir. Luisvillde birillik hüquqi praktikadan sonra mən o çağırışı eşitdim. Astronomiyanın xatirinə mən hüququ tulladım. Mən başa düşdüm ki, ortabab və ya pis xidmət etsəm belə, bu qulluq astronomiyada olmalıdır".

Edvin Pauell Habbl 1889-cu il noyabrın 20-də ABŞ-ın Missuri ştatının Mensfild şəhərində sığorta agentliyinin sahibkarı ailəsində anadan olmuşdur. Ailədə 8 uşaq var idi, o, üçüncü uşaq idi. Habbllar tez-tez yaşayış yerini dəyişirdilər – atanın səhhəti o qədər də möhkəm deyildi.

Evdə çoxlu qulluqçu olmasına baxmayaraq, uşaqları ev işlərinə öyrədirdilər. Hətta tətillərdə onlara icazə verilirdi ki, işləyib özləri üçün cibxərcliyi qazansınlar. Oğlu evin ətrafındakı otu çalanda, çəmənliyə qulluq edəndə atası bunun müqabilində oğluna pul verirdi. Böyük göllərin ətrafında meşədə dəmiryol xətti çəkən geodeziyaçılarla iş Edvinin yaddaşında daha parlaq iz qoymuşdu. Bir dəfə iki quldur Edvinə hücum edir. O, kürəyindən bıçaq yarası almasına baxmayaraq, bu mübarizədə qalib gəlir. Bu epizod Habblın dözümlülüyünün və qeyri-adi fiziki qüvvəyə malik olmasının göstəricisidir.

Habblın ailəsi dindar idi. Onun mənəvi həyatı çoxtərəfli idi. Axşamlar tez-tez ailəvi konsert təşkil edirdilər – ailənin hər bir üzvü hər hansı bir musiqi alətində yaxşı çalırdı.

Edvin çox oxuyurdu, Jül Vernin fantastik romanlarını sevirdi. Astronomiya ilə çox erkən yaşlarından maraqlanıb. Edvinin bacısı Elen Leyn xatırlayırdı ki, bu onun ana babası Vilyam Henderson



Qalaktika NGC 3031.



Edvin Pauel Habbl.

Ceymsin təsiri altında baş verib. Belə ki, Edvinin babası teleskop qurmuşdu. Bu teleskop Edvini o qədər heyran etmişdi ki, o, özünün 8 yaş mərasimini qeyd etmək əvəzinə, gecə yarısına kimi yatmayıb, bu cihaza doyunca baxmağa icazə verilməsini xahiş etmişdi. Onun bu arzusu yerinə yetirilmişdi..."

1906-cı ildə Edvin Habbl orta məktəbi bitirib, təqaüd alır və 16 yaşında Çikaqo Universitetinə daxil olur. O, astronomiya, riyaziyyat və fizikanı öyrənir. İdman oyunlarından Edvin, əsasən, futbolu və boksu sevirdi. Edvin boksda özünü o qədər yaxşı göstərə bilmişdi ki, hətta məşqçi ona təklif etmişdi ki, ixtisasını dəyişib peşəkar boksa keçsin. Ən qabiliyyətli tələbələr sırasında o, Böyük Britaniyada təhsilini davam etdirmək üçün təqaüd alırdı. Lakin 1910-cu ilin payızında Böyük Britaniyaya gələn Habbl astronomiya sahəsində ixtisaslaşmaq istəməyib, Oksford Universitetində beynəlxalq hüququ öyrənmək qərarına gəlir.

Hüquq bakalavrı dərəcəsi alan Habbl 1913-cü ilin yayında Amerikaya, evlərinə qayıdır. Amma onu hüquqşünaslıq yox, astronomiya daha çox özünə cəlb edirdi. Habbl Çikaqoya gəlib Yerk rəsədxanasında işə girir. Bu rəsədxana adını əbədiləşdirmək istəyən Çikaqo tramvay maqnatı Çarlz Yerksin ianəsi hesabına yaradılmışdı. Onun həyatı Teodor Drayzerin "Maliyyəçi" romanında təsvir edilmişdir. Onun adını daşıyan bu rəsədxana o dövrün ən yaxşı cihaz və alətləri ilə təchiz olunmuşdu. Orada 40 düymlük (100 sm) teleskop – dünyada sonuncu ən böyük refraktor, eləcə də 24 düymlük (60 sm) teleskop-reflektor qurulmuşdu.

Habblın birinci elmi işi ulduzların məxsusi hərəkətinə həsr olunmuşdu. Onun doktorluq dissertasiyası "Zəif dumanlıqların fotoqrafik tədqiqi" adlanırdı. Həmin dövrdə 20 minə qədər dumanlıq kəşf olunmasına baxmayaraq, onların təbiəti məlum deyildi. Habbl göyün genişmiqyaslı fotoqrafiyasının vasitəsilə 512 yeni dumanlıq aşkar etdi. Onun elmi işlərini Birinci dünya müharibəsi yarımçıq qoydu. Bu zaman Habbl Maunt-Vilson rəsədxanasının direktoru Corc Elleri Heyldən onun yanında işləməyə dəvət aldı. Heyl onu yeni qurulmuş, o zaman dünyanın ən böyük teleskopu olan 100 düymlük reflektorda müşahidələr aparmağı təklif etdi. Habbldan aldığı teleqram Heyli xeyli təəccübləndirdi. Habbl yazırdı: "Təəssüf ki, sizin dəvətinizi qəbul edə bilməyəcəyəm. Müharibəyə gedirəm".

Habbl zabit tədris düşərgəsində kapitan rütbəsi aldı və "Qara qırğı" diviziyasında batalyon komandiri vəzifəsinə təyin olundu. 1918-ci ilin payızında diviziya Fransada yerləşdirildi, amma hərbi əməliyyatlarda iştirak etməyə macal tapmadı.

* * *

Müharibədən sonra Habbl mayor rütbəsində Amerikaya qayıtdı. Ordudan tərxis edildikdən sonra o, Pasadenə gəldi, Heylin dəvətini qəbul edib, Maunt-Vilson rəsədxanasında işə başladı. O, dumanlıqların fotoqrafiyası qrupuna daxil edildi ki, bu da onun elmi marağına uyğun gəlirdi. Habbl çoxlu müşahidə apardı, amma dərc etdirdiyi məqalələr az idi. 1922-ci ildə dərc etdirdiyi "Diffuz qalaktik dumanlıqların ümumi tədqiqi" məqaləsində o, bütün dumanlıqları iki tipə ayırırdı: Ağ Yol ilə əlaqəsi olan diffuz dumanlıqlar və əsasən, ondan kənarda görünən qalaktikadankənar dumanlıqlar.

20-ci illərin əvvəlində Habbl diffuz və planetar qalaktik dumanlıqların işıqlanma mexanizmlərini öyrənir. O sübut etdi ki, diffuz dumanlıqlar yaxınlıqda yerləşən isti ulduzlardan əks olunan şüaların hesabına işıqlanır, planetar dumanlıqların işıqlanması isə, fluoressensiyaya oxşayır: mərkəzi ulduzun şüalandırdığı güclü ultrabənövşəyi şüalanma dumanlıqda, spektrin görünən oblastında yenidən şüalanır. Habbl həmçinin işıqlandıran ulduzun parlaqlığı ilə əksetdirən dumanlığın parlaqlığı arasında əlaqə tapdı.

Habbl məşhur Andromeda dumanlığına (M31) xüsusi maraq göstərib, onu mükəmməl öyrənməyə başladı. O, 60 və 100 düymlük reflektorlarda dumanlığın bir sıra fotoşəkillərini aldı. 1923-cü il oktyabrın 4-də böyük reflektorda çəkilən fotoşəkildə, dumanlığın daxilində iki yeni və bir zəif dəyişən ulduzda alışma aşkar etdi. Habbl bu dəyişən ulduzu, 1909-cu ilin payızından çəkməyə başladığı onlarca neqativdə də tapdı. Növbəti müşahidələrdən sonra və onların əvvəlki müşahidə materialları ilə müqayisəli analizi nəticəsində məlum oldu ki, Habbl tipik sefeid kəşf edib. Astronomlar yaxşı bilirlər ki, sefeidlərin görünən parlaqlığına görə onlara qədər məsafəni necə təyin etmək olur. Bu sefeid Andromeda dumanlığının tərkibinə aiddirsə, onda həmin dumanlığa qədər məsafəni də təyin etmək olar. Habbl bu məsafəni bir milyon işıq ili qədər qiymətləndirdi (müasir hesablamalara görə, bu məsafə təqribən iki milyon işıq ili qədərdir). Bu məsafə bizim Qalaktikanın ölçülərindən çox-çox böyük olduğundan, qəti şəkildə sübut olundu ki, spiral dumanlıqlar müstəqil ulduz sistemləri olub, bizim Qalaktikadan çox böyük məsafədə yerləşir və ona oxşayır. Kainat adaları konsepsiyası çox gözəl təsdiqini tapdı.

Habbl öz nəticələrini ilk dəfə 1925-ci il yanvarın 1-də Amerika Astronomiya Cəmiyyətinin iclasında məruzə etdi. Bu tədqiqatlara görə o, elmin inkişafı Assosiasiyasının mükafatını aldı və ilk dəfə onun adı 1924-1925-ci illər üçün "Amerikada kim kimdir" soraq kitabına daxil edildi.

Habbl qalaktikaların tədqiqatını davam etdirdi. O, qalaktikaların tərkibini, quruluşunu və fırlanmasını, onların fəzada paylanmasını və hərəkətini öyrəndi. Onun tərəfindən, ilk dəfə olaraq, qalaktikaların formasına görə onların elmi təsnifatı təklif olundu ki, bu da müasir təsnifatın əsasını təşkil edir. Habbl bütün qalaktikadankənar dumanlıqları üç tipə ayırdı: elliptik – E, spiral – S və irrequlyar, düzgün olmayan – Irr.



Habbl XX əsrin ən məhsuldar astrokamerası – Maunt-Vilson rəsədxanasındakı 48 düymlük Şmidt kamerasının arxasında.

BANKİR – DALANDAR – ASTRONOM

Maunt-Vilson rəsədxanasının əməkdaşlarından biri, varlı bir bankirin oğlu Milton Hyumason 14 yaşında məktəbi atıb, rəsədxanaya dalandar kimi işə girdi. Fitri ağlı, hər şeyi bilmək, öyrənmək həvəsi və astronomiyaya sevgisi ona elmin əsaslarını müstəqil öyrənməyə imkan verdi. O, müşahidələrin aparılmasında və fotolaboratoriyada kömək etməyə başladı, sonralar isə məşhur müşahidəçi astronoma, Habblın sevimli əməkdaşına çevrildi.

ELMİ NƏZƏRİYYƏ KAZİNODA YARANIR

1937-1940-cı illərdə astrofizik Georgi Qamov (odessalı, 1934-cü ildən ABŞ-da yaşamış və işləmişdir) ulduzların enerji mənbələri problemləri ilə çox məşğul olurdu. O, hətta 1938-ci ilin aprelində, nüvə reaksiyaları ilə məşğul olan ən yaxşı astrofizik və fizikləri dəvət edib, Vaşinqtonda xüsusi müzakirə çağırdı. Bunun nəticəsi olaraq, alman astrofizikləri Karl fon Veyszekkerin və Hans Betenin iki mühüm tədqiqat işi meydana gəldi ki, həmin tədqiqatlarda ulduzların enerji mənbələri – hidrogenin heliuma çevrilməsi aşkar edildi.

Artıq enerjinin ulduzu necə tərk etməsini (məsələn, ulduz alışmalarında) müəyyən etmək lazım idi. Qamov astrofizik M.Şenberqi bu məsələnin həllinə cəlb etmişdi.

Bir dəfə (bu, 1940-cı ildə olmuşdu) Qamov və Şenberq Rio-de-Janeyroya gəlir və orada kazinoya gedirlər. Alimlər pul qoyub, bəxtlərini sınamaq qərarına gəlirlər. Onlar xüsusi jeton alıb, pul qoyurlar. Bəxtləri gətirmir, onlar uduzurlar. Onlar bir daha risk etməmək qərarına gəlib, oyun getməyən, qonşu boş stolun yanına çəkilirlər. Şenberq fikirli halda yaşıl parçada belə bir sxem çəkir: pul yeni formaya – jetona çevrilir və çox asanlıqla sahibini tərk edir.

– Bir dəqiqə! Bu ki ideyadır! Ulduzun nüvəsində qapanmış enerji, başqa bir formaya çevrilir və dərhal neytrino kimi ulduzu tərk edir, – deyə Qamov qışqırdı.

Hər iki alim dünyanın bütün qayğılarını unudub, birbaşa oyun stolu üzərində, elektronların nüvə ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində, neytrino-antineytrino cütünün yaranıb, enerji ilə birlikdə ulduzu tərk etməsi prosesinin nəzəri əsasının eskizlərini cızmağa başladı.

Qamov tapdığı bu çevrilmə yolunu Urka-proses adlandırdı. (axı, bu kəşf "Kazino de Urka"da edilmişdi). Amma, o uzaq Odessada kim bilmirdi ki, urka – "oğru", urka-proses isə "adi oğurluq" deməkdir.

Yaxın qalaktikalarda, Habbl, yeni ulduzlar, sefeidlər, kürəvi topalar, qaz dumanlıqları, qırmızı və mavi ifratnəhənglər aşkar etdi. O, qalaktikadankənar məsafə şkalasını müəyyən etdi. Habbl, onların parlaqlıqlarına görə, ən uzaq qalaktikalara qədər məsafənin qiymətləndirilməsi metodikasını işləyib hazırladı.

Habblın elmi fəaliyyəti elmi dairələrdə çox yüksək qiymətləndirilirdi. O, 1927-ci ildə ABŞ Milli Elmlər Akademiyasına seçilir, Böyük Britaniyanın Kral Astronomiya Cəmiyyəti onu özünün həqiqi üzvü seçir.

Habblı bizim dünyanın – Kainatın ümumi quruluşu məsələləri maraqlandırırdı. Hələ o, özünün 1926-cı ildə yazdığı "Qalaktikadankənar dumanlıqlar" məqaləsində holland astronomu Villem de Sitterin genişlənən Kainat relyativist (*lat.* relativus – "nisbi") modelini mümkün model hesab edirdi. Lakin nəzəriyyə və nəzəriyyəçilərə çox da etibar etməyən Habbl belə hesab edirdi ki, əsl həqiqət yalnız müşahidələrdə aşkar edilə bilər. Genişlənən Kainat modellərində qalaktikaların birbirindən qarşılıqlı uzaqlaşma sürəti, onlar arasındakı məsafə ilə düz mütənasib olmalıdır. O, müşahidələrin köməyi ilə qalaktikalarda məsafə artdıqca şüa sürətinin də artmasının yoxlanılmasını zəruri hesab edirdi. Habbl, təbii olaraq, ən uzaqda olduqları fərz edilən zəif qalaktikaların siyahısını tərtib etdi və onların şüa sürətlərini ölçdü. O, çox uzaq bir qalaktika üçün (NGC 7616) qırmızı tərəfə sürüşmüş spektral xətlərə görə 3779 km/san şüa sürəti aldı. Şüa sürətinin bu böyük qiyməti Habbla çox şey deyirdi.

1929-cu ilin martında "ABŞ Milli Elmlər Akademiyasının Əsərləri"nin növbəti sayında Habblın "Qalaktikadankənar dumanlıqların şüa sürətləri və məsafələri arasında əlaqə" məqaləsi dərc olundu. O, 46 dumanlığın məsafəsi və şüa sürətləri haqqında məlumat topladı. Müşahidə nəticələrini müqayisə edərək, alim belə nəticəyə gəldi: "Uzaq qalaktikalar bizdən olan məsafələrə mütənasib sürətlə bizdən uzaqlaşır. Qalaktika uzaq olduqca, sürəti də böyük olur".

$$v = H_0 r.$$

Habbl bu qanununda mütənasiblik əmsalı H_0 *Habbl sabiti* adlandırıldı. Burada v – sürət və r – məsafədir. Habbl onun qiymətini 500 km/(san · Mpk) kimi hesabladı; müasir hesablamalara görə H_0=75 km/(san · Mpk). Bu o deməkdir ki, bir milyon parsek (3,26 mln işıq ili) məsafədə olan qalaktika 75 km/san orta sürətlə bizdən "qaçır", 100 dəfə böyük məsafədə olan qalaktikalar isə uyğun olaraq 100 dəfə böyük sürətlə bizdən uzaqlaşacaq.

Habblın bu kəşfi genişlənən Kainat konsepsiyasının əsasını təşkil edir. Elm tarixində onun adı Nikolay Kopernikin adı ilə yanaşı durmağa başladı. Onların hər ikisi Kainat haqqında bizim təsəvvürlərimizdə inqilabi çevrilişlər etdi.

* * *

1930-cu illərin əvvəlində Habbl dünya şöhrəti qazandı. 1930-cu ilin sonunda Albert Eynşteyn onun mühazirəsini dinlədi və mühazirəni yüksək qiymətləndirdi. 1934-cü ilin yazında Habbl Oksfordda Halley mühazirəsi oxuyur və Oksford Universitetinin fəxri elmlər doktoru dərəcəsi alır. Yel Universitetində oxuduğu mühazirələr əsasında Habblın yazdığı "Dumanlıqlar dünyası" kitabı 1935-ci ildə işıq üzü gördü. 1936-cı ilin payızında Oksfordda "Kosmologiyaya müşahidələrlə yanaşma" adlı üç mühazirə oxuyur. Həmin ad altında 1937-ci ildə onun ikinci kitabı çap olunur. 1940-cı ildə o, Kral Astronomiya Cəmiyyətinin Qızıl medalını alır.

Amerika və dünya elmində çox yüksək mövqe tutmasına baxmayaraq, Habbl heç bir fəxri və ya inzibati vəzifə tutmağa can atmırdı. Tanınmış astrofizik Alan Sendic xatırlayırdı: "O bütün işlərini özü görürdü. Onun heç zaman, xəstə olduğu vaxtlarda belə assistentləri olmamışdı. O dedikcə çox işləyirdi və bütün ömrünü işə həsr etmişdi".

Habbl şəxsi həyatında, işdə olduğu kimi, qapalı deyildi. Onun dostları arasında ingilis yazıçısı Oldos Haksli, bolşevik çevrilişindən sonra Rusiyadan mühacirət etmiş böyük rus bəstəkarı İqor Stravinski, Hollivud artistləri, o cümlədən Uolt Disney var idi.

İkinci dünya müharibəsi başlananda Habbl Cənubi Kaliforniya Azadlıq uğrunda Birləşmiş Mübarizə Komitəsinə rəhbərlik edir, 1940-cı ilin oktyabrında isə Böyük Britaniyaya təcili yardım haqqında müraciətlə çıxış edir.

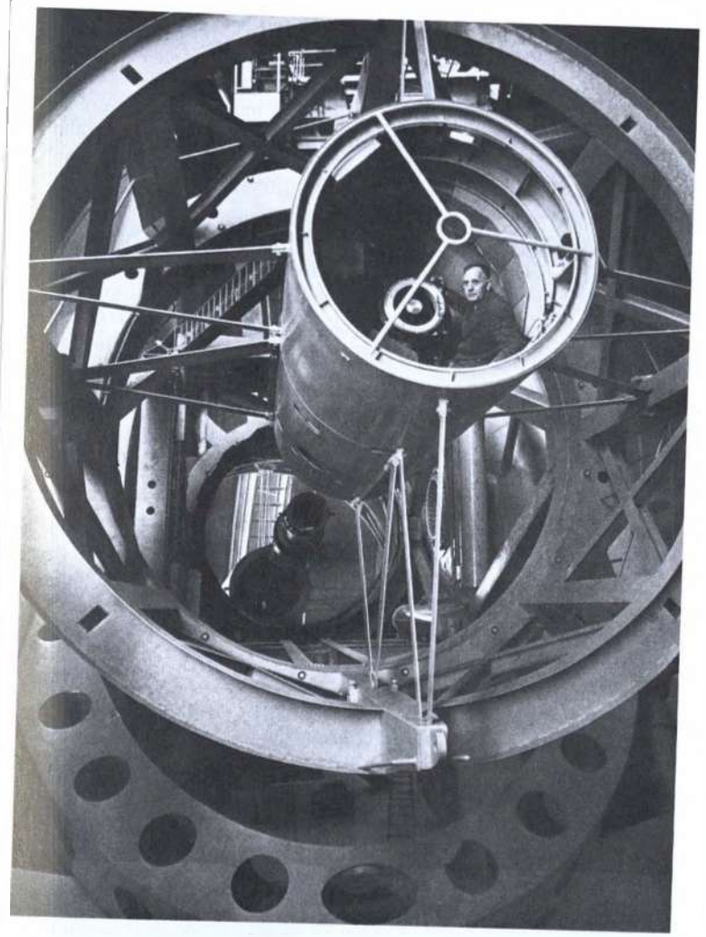
ALFA, BETA, QAMMA...

Zarafat etmək imkanını əldən verməyən Qamov, bir dəfə işini çapa hazırlayarkən fikir verdi ki, məqalə müəllifləri – onun və Alferin soyadları latın əlifbasının birinci və üçüncü hərflərini (alfa və qamma) xatırladır. Beta hərfi çatışmırdı və Kornuelldə olan Bete adlı dostu Qamovun yadına düşdü. Qamov onun soyadını məqalə müəlliflərinin sırasına daxil etdi və sonralar bu nəzəriyyə beləcə də adlanırdı – alfa, beta, qamma. Bete də buna etiraz etmədi və hətta nəzəriyyəni müzakirə etməyə kömək etdi. Lakin, sonralar bu nəzəriyyə özünü doğrultmadı. Qamov inandırırdı ki, ona söz-söhbət çatıb ki, Bete öz soyadını dəyişməyə hazırlaşır. Qamovun sözlərinə görə, bu nəzəriyyə üzərində işləyən əməkdaşı Germandan xahiş etmişdi ki, soyadını dəyişib Delter qoysun ki, bu sıra tamamlansın, o isə "kor inadkarlıqla" buna etiraz etdi.

(Barri Parkerin "Eynşteynin arzuları" kitabından)



Sombrero qalaktikası. Süni rənglərdə çəkilmiş şəkil.



Habbl Maunt-Palomar rəsədxanasındakı 200 düymlük teleskopun güzgüsünün baş fokusunun yaxınlığındakı müşahidə kamerasında.

Müraciətin sonunda o demişdi: "Biz hamımız sülh arzulayırıq. Amma bu, şərəfli sülh olmalıdır. Nəyin bahasına olursa olsun sülh əldə etmək – bu, kölələr dinidir... Tarixin bizə öyrətdiyi bir dərs varsa, bu da ondan ibarətdir ki, yalnız güclü insanlar öz taleyini həll edə bilərlər".

Əlbəttə, Habbl yalnız vətənpərvərlik nitqləri ilə kifayətlənmirdi. Onu orduya çağırmadılar, amma Ordu Artilleriya İdarəsində onu Aberdin poliqonundakı tədqiqat mərkəzinə dəvət etdilər.

Amerikanın "uçan qalaları" bombardmanlardan sonra Rusiya aerodromlarına enirdi. Geriyə dönəndə onlar sovet bombaları ilə Almaniyanın müttəfiqlərini – Rumıniya və Macarıstanı bombalayırdı. Habbl xatırlayırdı: "Heç bir aerodinamik göstəriciləri olmayan rus bombaları üçün bombaatma cədvəllərinin tərtib edilməsi əsl qəhrəmanlıq idi". Habblın bu işləri ABŞ hökuməti tərəfindən yüksək qiymətləndirildi. 1946-cı ildə o, "Xidmətlərinə görə" medalı ilə təltif olundu. Amerikada bu medala atom silahının hazırlanmasına rəhbərlik etmiş alimlər də layiq görülmüşdülər.

* * *

Müharibədən sonra Habbl dərhal rəsədxanaya qayıdıb öz elmi işlərini davam etdirməyə başladı. O, "Qalaktikaların Atlası"nı hazırlamağı planlaşdırırdı. Lakin o, bu işi sona çatdıra bilmədi. Maunt-Palomar rəsədxanasındakı yeni 200 düymlük (5 m-lik) teleskop-reflektorda geniş müşahidə proqramını həyata keçirmək də ona nəsib olmadı. Bu teleskop 1949-cu il yanvarın 26-da işə salındı. Yeni teleskopda ilk neqativ Habbl tərəfindən alındı.

Lakin o, iyul ayında ağır infarkt keçirdi. Alimin güclü orqanizmi, deyəsən, bu bəlaya da üstün gəldi. O, yenidən müşahidələrə başladı. Sendiclə birlikdə o, əvvəllər elmə məlum olmayan dəyişən ulduz tipi, Habbl-Sendic obyektləri adlanan ulduzları aşkar etdi. Müəlliflər 1953-cü il iyun ayının sonunda məqaləni çapa göndərdilər, amma məqalə çapdan çıxanda Edvin Habbl artıq həyatda yox idi. O, 1953-cü il sentyabrın 28-də gözlənilmədən dünyasını dəyişdi.

Alan Sendic Habblı belə xatırlayırdı: "Mütləq ilahi güc, mənəvi mətinlik, heç bir mühakiməsizlik, zahiri görünüşcə zadəgan".

XXI ƏSRƏ QƏDƏM QOYARAQ

Axırıncı onilliklərdə astronomiyanın aparıcı qolu, sözsüz ki, onlara qeyri-adi fiziki şəraiti olan laboratoriya kimi baxaraq, kosmik cisimlərdə gedən fundamental fiziki prosesləri öyrənən astrofizika elmidir. Bu, hər şeydən əvvəl, ekstremal yüksək və alçaq sıxlıqlı maddələrə, güclü qravitasiya və maqnit sahələri, qarşılıqlı təsirdə olan zərrəciklərin nəhəng enerjilərə və işıq sürətinə yaxın sürətlərə və s. aiddir. Astrofizika Kainatın istənilən guşəsində fizika

ANDREY DMİTRİYEVİÇ SAXAROV

XX əsrin ikinci yarısından başlayaraq dünya müharibələrinin qarşısını alan, rus hidrogen bombasının atası, akademik Andrey Dmitriyeviç Saxarovu (1921-1989) bütün dünyada tanıyırlar. Onu müəllim, görkəmli hüquq müdafiəçisi və Rusiyanın vicdanı kimi xatırlayırlar. Lakin, kosmoloq Saxarovu çox az adam tanıyır. O, Kainat haqqında elmdə elə suallar qoyub ki, XXI əsr fizika və astronomiyası bu suallara cavab axtararaq inkişaf edəcək.

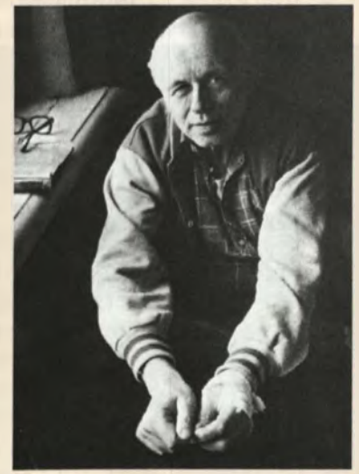
Saxarov ilk dəfə olaraq, protonun – atom Kainatının əsas kərpicinin etibarlığını şübhə altına aldı. Əgər protonlar, nadir halda olsa da, hər halda, parçalanırsa, Kainat başqa cür inkişaf edəcək. O, izah etməyə cəhd edirdi ki, niyə antidünyalar yoxdur və zaman yalnız bir istiqamətdə axır.

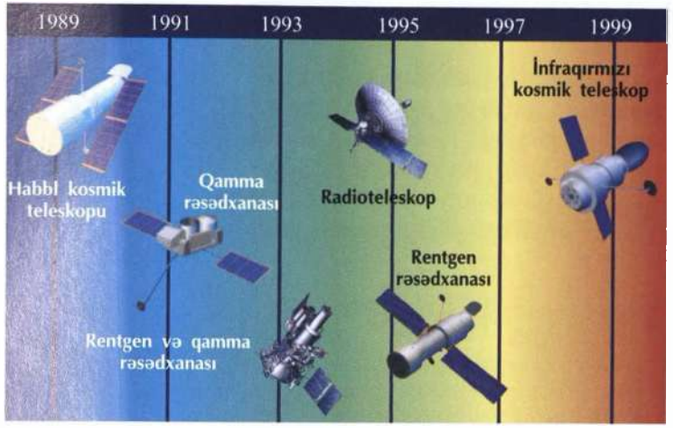
Tanınmış kosmoloq Andrey Dmitriyeviç Linde öz müəllimi haqqında yazırdı: "Hər bir mədəniyyətdə, elmdə, ölkədə elə məsələlər var ki, müəyyən zaman kəsiyində həmin məsələlər müzakirə olunmur, onların müzakirəsi yersiz sayılır: Allahın mövcudluğu, partiyanın siyasi xəttinin düzgünlüyü, məkan-zamanın dördölçülü olması və s." İstər elmi işdə, istərsə də siyasi fəaliyyətdə eyni dərəcədə parlaq qabiliyyət nümayiş etdirən A.D.Saxarovun ən mühüm keyfiyyətlərindən biri ondan ibarət idi ki, o, heç bir qorxu hissi keçirmədən, bu və ya digər səbəbdən müzakirəsi "məsləhət bilinməyən" məsələləri qoyub müzakirə edirdi.

1960-cı illərin sonlarında, kosmologiyanın əsas binası demək olar ki, tikilmiş kimi görünürdü. İsti Kainat nəzəriyyəsi zəfər çalmışdı. Cəmi bir neçə məsələ kosmoloqların rahatlığını pozurdu: Kainat yarananda əvvəl nə olub? Nə üçün Kainatda antimaddə yoxdur? Böyük miqyaslarda onun bu cür bircins olmasının səbəbi nədir? Əgər onu sinxronlaşdıran heç bir fiziki proses baş verməyibsə, Kainatın müxtəlif hissələrinin eyni zamanda genişlənməyə başlamasının səbəbi nə olmuşdur? Bu sualların hər birinə əvvəlcədən cavab hazırlanmışdı, lakin bu cavablar, analgin kimi, müalicə etmir, yalnız ağrıları götürürdü. Deyilirdi ki, Eynşteyn tənliklərinin həllini sinqulyarlıqdan sonra davam etdirmək olmaz və ona görə də Kainatın yaranışından əvvəl nə baş verdiyini öyrənməyə cəhd etmək mənasızdır.

A.D.Saxarovun işləri bu istiqamətdəki boşluqları doldurdu. Onun kosmologiya sahəsində olan işlərinin böyük hissəsi sinqulyarlıq problemi və "zaman oxu" ilə bağlıdır. Kainatın maksimal genişlənməsi zamanı və ya məkan-zamanın itib və adi fizika qanunlarının işləmədiyi sinqulyarlıqda (ehtimalı daha böyükdür) zaman geriyə dönə bilərmi? Nə üçün biz elə fikirləşirik ki, bizim məkan-zaman sistemimiz üç fəza və yalnız bir zaman ölçüsünə malikdir? Zaman istiqaməti olmasa və ya iki, ya da üç zaman istiqaməti olsa, Kainat necə olar? Ola bilsin ki, biz məhz belə bir Kainatda yaşayırıq, sadəcə olaraq, bir sıra zaman istiqamətləri bizim üçün qapanıb və həmin istiqamətlərdə hərəkət edə bilmirik. Bizim Kainat bir-birindən zaman istiqaməti və zaman koordinatlarının sayı ilə fərqlənən bir çox oblastlardan təşkil olunsaydı, nə olardı?

Belə sualları qoyub və onlara cavab axtarmaq cəsurluqdur, yoxsa ağılsızlıq? Bu kateqoriyaların heç biri Andrey Dmitriyeviçə aid deyil. O, sadəcə olaraq, başa düşürdü ki, belə problemlər mövcuddur və o, bu problemləri tədqiq etməyə, onların həllinə cavab tapmağa cəhd etməyə bilməz. A.D.Saxarovun elmi işinə, eləcə də həyatda qarşısına çıxan bütün məsələlərə münasibəti məhz belə olub.





▲
XX əsrin kosmik rəsədxanaları.



▶▶
Teleskopu idarə etməkdə müşahidəçilərə müasir kompüterlər kömək edir.

qanunlarının universallığını sübut etdi və laboratoriya fizikasının sərhədlərini xeyli genişləndirdi. Axı, otaq havasından milyard dəfələrlə seyrək olan qaza yalnız ulduzlararası fəzada rast gəlmək olar. Yalnız neytron ulduzlarını öyrənməklə, sıxlığı qurğuşunun sıxlığından min milyard dəfə çox olan maddənin xassələrini öyrənmək olar. Astrofizika yer fizikasını yeni hüdudlara çıxardı.

Amma son illərdəki kəşflərin sayına görə astronomiyanın ənənəvi qolları, astrofizika ilə rəqabət aparmağa başlayıb. Günəş sisteminin tədqiqatçıları tərəfindən bir sıra gözlənilməz kəşflər edilib, yaxın ulduzların ətrafında planetlər aşkar olunub. Hətta astrometriya kimi qədim bir elmdə, orbital rəsədxanaların yaranması sayəsində sürətli tərəqqi başlanıb.

Kompüterlər astronomiyanın simasını dəyişdi. Öz obyektləri üzərində eksperiment aparmaq imkanından məhrum olan astronomlar, indi kompüterlərin yaddaşında ədədi eksperimentlər qoyurlar, kompüterdə "ifratyeni ulduzlar "partladılır" və qalaktikalar toqquşdurulur".

Kompüter şəbəkələri, əslində, arzusu və potensial imkanı olan istənilən adamın elmi tədqiqat işlərinə qoşulmasına imkan verdi. Hazırda internet şəbəkəsi vasitəsilə istənilən yerüstü və kosmik rəsədxanadan müşahidə nəticələrini əldə edib, müstəqil işləmək imkanı var. Evdən çıxmadan xüsusi avtomatlaşdırılmış teleskoplarda müşahidələr aparmaq olar. Belə teleskopların sayı getdikcə artır.

Elektron rabitəsi astronomların çoxdankı arzusunu reallığa çevirmişdir. Artıq peşəkar və həvəskar astronomlar Kainatı öyrənən vahid ümumdünya kollektividir.

XX ƏSR ASTRONOMİYASINDA ÇOX MÜHÜM KƏŞFLƏR

Planet astronomiyasında:

– planetlərin bir çox minilliklər bundan əvvəlki və gələcək vəziyyətini hesablamağa imkan verən, planetlərin hərəkətinin relyativist nəzəriyyəsi işlənib hazırlanmışdır;

– bütün planetlərin təbiəti ümumi şəkildə tədqiq olunub, Ay, Venera və Marsın səthləri isə birbaşa öyrənilmişdir;

– asteroidlərin və kometa nüvələrinin üzərindən sirr pərdəsi götürülmüş; tezliklə onların zondla tədqiq edilməsinə başlanacaqdır;

– digər ulduzlar ətrafında planet sistemləri kəşf olunmuşdur;

– Günəş sistemində yeni struktur (koyper kometa-asteroid qurşağı) tapılıb.

Lakin hələlik:

– kosmoqoniyanın bir sıra probemləri (Ay necə əmələ gəlib, nəhəng planetlərin ətrafında halqalar necə yaranıb, nəyə görə Venera əks istiqamətdə, həm də çox yavaş fırlanır və s.) öz həllini tapmayıb;

– "Günəş sistemi necə yaranıb?" kimi əsas problemin tam və dəqiq həlli yoxdur.

Ulduz astronomiyasında:

– ulduzların daxili quruluşunun nəzəriyyəsi yaradılıb; istilik-nüvə reaksiyaları zamanı yaranan neytrinonu qeyd etmək yolu ilə və ulduzun səthinin vibrasiyasına görə (helioseysmologiya) ulduzların təkinin öyrənilməsi metodu tapılmışdır;

– ulduzların əmələ gəlməsi və təkamülü mənzərəsi ümumi şəkildə qurulmuşdur;

– ulduz təkamülünün qalıqları – ağ cırtdanlar və nəzəri cəhətdən əvvəlcədən xəbər verilmiş neytron ulduzları aşkar edilmiş və öyrənilmişdir.

Lakin hələlik:

– Günəşin, onun müşahidə edilən bütün xassələrini, məsələn, nüvədən gələn neytrino selinin dəqiq izahını verməyə ətraflı modeli yoxdur;

– ulduz fəallığının bəzi təzahürlərinin dəqiq fiziki nəzəriyyəsi yoxdur. Məsələn, ifratyeni ulduzların partlamasının səbəbləri axıra qədər aydın deyil; tam aydın deyil ki, nə üçün bəzi ulduzların ətrafından ensiz qaz şırnaqları tullanır. Lakin göyün müxtəlif istiqamətlərində qamma-şüalanmanın



Mars avtomobili Qırmızı planetin qumluqlarında. "Mars-Pasfaynder" missiyası.

◀◀
Qalaktikalar topası.



▼
Şaxtanın dibində neytrino teleskopu.



müntəzəm olaraq baş verən qısamüddətli alışmaları xüsusilə müəmmalıdır. Hətta aydın deyil ki, onlar ulduzlarla və ya başqa obyektlərlə bağlıdırmı və bu obyektlər bizdən hansı məsafədədir?

Qalaktik və qalaktikadankənar astronomiyada:

– Qalaktikanın və onun müşahidə edilən əsas komponentlərinin quruluşu ümumi şəkildə aydınlaşdırılmışdır;

– çox qalın ulduzlararası qaz və toz təbəqəsi arxasında bizə görünməyən Qalaktikanın nüvəsinin quruluşu öyrənilmişdir;

– Kainatın ən uzaq obyektlərinə qədər məsafənin ölçülməsi metodları tapılmışdır;

– qalaktikaların əsas növlərinin və onların topalarının quruluşu öyrənilib.

– aşkar olunmuşdur ki, qalaktika topaları xaotik paylanmayıb, Kainatın daha irimiqyaslı xanalı quruluşunu təşkil edir.

Lakin hələlik:

– gizli kütlə problemi həll olunmayıb, bu problem isə ondan ibarətdir ki, qalaktikaların və qalaktika topalarının qravitasiya sahəsi müşahidə olunan maddənin bunu təmin edə biləcəyindən bir neçə dəfə güclüdür. Ehtimal ki, Kainatın kütləsinin çox hissəsi indiyədək astronomlardan gizli qalır;



Həvəskar astronomlar yay ekspedisiyasında, müşahidələrdə.

– qalaktikaların formalaşmasının vahid nəzəriyyəsi yoxdur;

– kosmologiyanın əsas problemləri həll olunmayıb: Kainatın yaranmasının bitmiş fiziki nəzəriyyəsi yoxdur və onun gələcək taleyi aydın deyildir.

XX əsr astronomiyasının yekunları bunlardır.

BƏS SONRA?

Astronomların XXI əsrdə cavab almağa ümid etdikləri bəzi suallar aşağıdakılardır:

– Yaxın ulduzların ətrafında Yer tipli planetlər mövcuddurmu və onların biosferləri varmı? (Onlarda həyat varmı?)

(Qeyd: bu yaxınlarda bizdən 20,5 işıq ili məsafəsində Gliese 581 ulduzu ətrafında Yerə bənzər yeni bir ekzoplanet astronomlar tərəfindən kəşf olundu. Ətrafında hərəkət etdiyi ulduz Günəşə çox bənzəyən bu planetin dövrü 13 gün, temperaturu yerdəkinə oxşardır və onun səthində suyun olması ehtimalı çox böyükdür).

– Ulduzların formalaşmağa başlamasına hansı proseslər kömək edir?

– Oksigen, karbon kimi bioloji mühüm kimyəvi elementlər Qalaktikada necə yaranır və yayılır?

– Qara çuxurlar fəal qalaktikaların və kvazarların enerji mənbəyidirmi?

– Qalaktikalar nə zaman və harada yaranmışdır?

– Kainat əbədi olaraq genişlənəcək, yoxsa onun genişlənməsi kollapsla əvəz olunacaq?

Çox ola bilər ki, yeni nəsil astronomlarının əsas diqqətini bu problemlər cəlb etməyəcəkdir. Hazırda neytrino və qravitasiya-dalğa astronomiyası ilk ürkək addımlarını atır. Ehtimal ki, iyirmi ildən sonra məhz onlar qarşımızda Kainatın yeni simasını açacaqlar.

Sürətlə inkişaf etməsinə baxmayaraq, astronomiyanın bir xüsusiyyəti dəyişməz qalır. Yer kürəsinin istənilən nöqtəsindən seyrə dalmaq və öyrənmək mümkün olan ulduzlu göy astronomiyanın maraq mövzusudur. Yer kürəsində yaşayan bütün insanların bir göyü var və hər bir kəs öz arzusu ilə onu öyrənə bilər. Hətta indi, XXI əsrin başlanğıcında həvəskar astronomlar müşahidə astronomiyasının bir sıra bölmələrinə nəzərəçarpan töhfələr verirlər.

Bu töhfələr elmə fayda verməklə yanaşı, onların özlərinə heç bir şeylə müqayisəyə gəlməyən çox böyük sevinc bəxş edir.



SON SÖZ əvəzi

"Bəşəriyyət, bizim təsəvvür edə biləcəyimiz istənilən zaman intervalından müqayisəolunmaz dərəcədə böyük zaman kəsiyində Yerdə mövcud olacağı ilə hesablaşmalıdır.

Bir halda ki söhbət fəzadan gedir, astronomiyanın öyrənilməsi, ən yaxşı halda, dünyanın çox geniş olmasının dərkinə gətirib çıxaracaq. Söhbət zamandan gedirsə, o, demək olar ki, sonsuz imkanlar və arzular haqqında nəsihətə çevrilir. Yer sakinləri kimi, biz zamanın lap başlanğıcında yaşayırıq: biz şəfəqin qənirsiz gözəlliyi aləminə daxil oluruq və bizim qarşımızda, demək olar ki, sonsuz imkan və nailiyyətləri ilə zəngin, təsəvvürəgəlməz dərəcədə uzun bir gün açılır.

Uzaq gələcəkdə bizim nəsillər bu uzun yolun o başından bizim əsrləri dünya tarixinin dumanlı səhəri hesab edəcəklər. Bizim müasirlərimiz onlara, cəhalət, xurafat cəngəlliklərindən həqiqəti dərk etmək üçün yol açmış, təbiət qüvvələrini özlərinə tabe etdirməyə nail olmuş, bəşəriyyətin orada yaşamasına layiq olan bir dünya qurmuş qəhrəman şəxsiyyətlər kimi görünəcək. Gündüzün tam şəfəqində onu görməyə nail olanlar üçün, dünyanın necə olduğunu ümumi şəkildə təsəvvürə gətirmək üçün belə, biz hələ sıx şəfəqqabağı dumana bürünmüşük. Elə indi gördüyümüz o işıqda da ayırd edə bilirik ki, astronomiya onun əsasında insan nəsli üçün özü ilə bütövlükdə ümidlər gətirir və hər bir fərdin məsuliyyətinin dərkini anladır. Elə bir məsuliyyət ki, biz planlar cızır və nəinki indi ağlımıza gətirdiyimiz kimi, ondan dəfələrlə davamlı bir şəkildə gələcəyi qururuq".

(Ceyms Cinsin "Bizim ətrafımızdakı Kainat" kitabından. 1929-cu il)





BAŞIMIZ ÜZƏRİNDƏ ULDUZLU GÖY



MÜŞAHİDƏ ELMİNİN ƏSASLARI

BAXIB HƏZZ ALMAQ, YOXSA MÜŞAHİDƏ ETMƏK?

Ulduzlu göyün mənzərəsi bütün mənzərələrin ən möhtəşəmi, səma haqqında kitab isə bütün kitablardan ən əyləncəlisidir. Dərrakəli, məntiqli, alicənab və kamil olmaq üçün bu kitabı oxumaq, ulduzlu göyü dönə-dönə seyr etmək və bu mənzərəyə baxıb həzz almaq lazımdır.

K.Flammarion

Ulduzlu göyə baxıb həzz almaq, yoxsa müşahidə etmək? Seçmək nəyə lazım? Hər ikisi ilə məşğul olmaq olmazmı? Sən demə, olar. Amma eyni zamanda yox.

Göy cisimlərinin gözəl və sirli dünyası insan qəlbinin müxtəlif guşələrinə təsir göstərir. Başımız üzərindəki ulduz qübbəsini seyr etmək insanda yüksək fikirlər doğurur və hisslər insanı gündəlik xırda qayğılardan ayırıb, əbədilik haqqında təsəvvürlər doğurur. İncəsənətlər içərisində fikir, xəyal dünyası ilə bağlı sənət poeziyadır və hər bir əsl şairin əsərlərində ulduzlu göyün seyri ilə bağlı obraza rast gəlməmək mümkün deyil. Azərbaycan poeziyasında bu motivləri ulduz göyünə şairanə heyranlığı göy cisimlərinin elmi müşahidələri ilə uyğunlaşdıran Nizamidən tutmuş müasir şairlərə qədər izləmək olur. Doğrudur, şəhər işıqlarının gurluğu müasir şairlərin ulduzlu göylə təmasını getdikcə çətinləşdirir.

Teleskopda açılan gözəl mənzərə daha böyük təsir bağışlayır. Onun vasitəsilə adi gözlə görünməyən obyektləri: dumanlıqları, qoşa ulduzları, ulduz topalarını və uzaq qalaktikaları görmək mümkündür. Fotoqrafiyanın imkanları daha böyükdür. Fotolövhə işığın təsirini toplamaq xüsusiyyətinə malikdir. Adi gözlə heç bir teleskopda görmək mümkün olmayan detalları fotoqrafiyanın köməyi ilə uzun ekspozisiyalarla aşkara çıxarmaq mümkündür. Təbii ki, yaxşı astrofotoşəkil çəkmək o qədər də asan iş deyil. Bunun üçün xüsusi avadanlıq və əlbəttə, vərdiş tələb olunur. Bununla belə, astronomiyaya aid kitab və jurnallarda tez-tez göy cisimlərinin olduqca gözəl fotoşəkilləri dərc olunur. Bu kitabda da onlardan bir neçəsini görə biləcəksiniz.

Lakin çoxları ulduzlu göyü sadəcə seyr etməklə, baxmaqla kifayətlənmirlər. Hər bir insanda ətraf aləmi dərk etmək marağı yaşayır, o özünü əhatə edən aləmin necə yarandığını, onun tərkib hissələri arasında hansı əlaqənin mövcud olduğunu başa düşməyə çalışır. Analiz və ümumiləşdirmə qabiliyyətinə malik olan insan şüurundan alət kimi istifadə edərək, təcrübə və müşahidələrdən alınan informasiyaların köməyi ilə elm bu suallara cavab tapmağa çalışır. Astronomiya müşahidələri bu prosesin mühüm tərkib hissəsini təşkil edir.

Təbiət hadisələrinin gedişinə müdaxilə etmədən, onların hiss üzvlərimiz vasitəsilə duyulması, yaxud xüsusi cihazlarla məqsədli şəkildə seyr edilməsi müşahidə adlanır. Təbiət hadisələrinin əvvəlcədən düşünülmüş plan əsasında, xüsusi şəraitdə, xüsusi cihazlarla süni şəkildə yaradılmasına eksperiment deyilir. Eksperiment zamanı hadisəyə istənilən şəkildə müdaxilə etmək və onu müəyyən sayda təkrarlamaq mümkündür. Təbii ki, ulduz və ya qalaktikalarda eksperiment qoymaq olmaz. Elə bu səbəbdən də astronomiya uzun əsrlər boyu təmiz müşahidə elmi olaraq qalıb. Yalnız sonuncu onilliklərdə alimlər kosmik zondların köməyi ilə bir sıra göy cisimlərində aktiv eksperiment qoymaq imkanı əldə ediblər.

Müşahidəçinin passivliyi o demək deyil ki, bu prosesdə məsələ qoyulmur. Əksinə, müşahidəçi passiv şəkildə ulduz göyünü seyr etmir, hər hansı bir məsələni həll etmək üçün, müntəzəm olaraq məqsədyönlü müşahidələr aparır. Peşəkar astronomlar tərəfindən Kainatın quruluşunun vacib və mühüm məsələləri qoyulub, onları həll etməyə cəhd edilir. Astronomiyada bir sıra maraqlı məsələlər həvəskar astronomlar, o cümlədən səmanın ulu kitabını yenicə oxumağa başlayan insanlar tərəfindən öyrənilir. Məsələn, bir sıra dəyişən ulduzların parlaqlıqlarının dəyişməsi, meteor sellərini yaradan hissəciklərin sayı, gümüşü buludların xassələri kimi məsələlər, əsasən, həvəskarlar tərəfindən tədqiq olunur.

İstənilən, o cümlədən həvəskar elmi tədqiqat işləri müəyyən zəruri mərhələlərlə həyata keçirilməlidir. Ən əvvəl, məsələ qoyulmalıdır. Hansı hadisəni biz öyrənmək istəyirik? Bu hadisənin hansı məqamları bizim üçün ciddi əhəmiyyət





▲ Astronomik rəsədxana.

▲ Zodiak işığı – toz meteor hissəciklərində Günəş işığının səpilməsi. Şərqdə səhərlər Günəş çıxmazdan əvvəl, qərbdə isə Günəş batandan sonra müşahidə olunur.

kəsb edir? Hansı suallara biz cavab tapmaq istəyirik?

Sonra tədqiqat metodu seçilir. Hansı müşahidələri aparmalıyıq? Bunun üçün hansı cihaz və qurğular lazımdır? Hansı parametrləri və hansı dəqiqliklə tapmalıyıq?

Növbəti mərhələ müşahidə materiallarının işlənməsidir. Hələ Qaliley deyirdi ki, təbiətin kitabı riyazi dildə yazılıb. Kim bu kitabı oxumaq istəyirsə, o dili bilməlidir. Müşahidə nəticələrinin riyazi işlənməsi – müşahidələrdən alınan parametrlərdən tədqiq olunan hadisənin fiziki mahiyyətinin təsvirinə keçid prosesidir. Müşahidənin nəticələri cədvəl, qrafik və düsturlar şəklində verilməlidir.

Nəhayət, alınmış nəticələr analiz olunmalıdır. Bizim aldığımız nəticələr nə dərəcədə həqiqətə uyğundur? Alınmış nəticələr digər tədqiqatçılar tərəfindən alınmış analoji nəticələrə uyğundurmu, yoxsa onları inkar edir? Yeni nə aşkara çıxarmaq mümkün olub?

Astronomiyada bu və ya digər obyektin və ya hadisənin müntəzəm, bircins müşahidə sırasının aparılması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Məhz belə müşahidələr zaman keçdikcə astronomik obyektin xüsusiyyətlərinin necə dəyişdiyini aşkar etməyə imkan verir.

Hər bir astronomik müşahidənin sənədləşdirilməsi zəruridir. Müşahidə qeydləri ətraflı, aydın və dəqiq aparılmalıdır. Bu müşahidə nəticələri kimin əlinə düşsə, o, dəqiq müəyyən etməyi bacarmalıdır ki, kim, nə zaman, hansı cihaz və qurğunun köməyi ilə, hansı şəraitdə bu müşahidələri aparıb və hansı nəticələri alınıb.

Müşahidəçidən tələb olunur ki, o, bütün diqqətini qarşıya qoyduğu məsələnin həllinə yönəltsin. Müşahidə olunan hadisə və ya müşahidə obyekti nə qədər cəlbedici, nadir olsa belə, o, emosiyaya uymamalı, müşahidə nəticələrinin dəqiq qeydiyyatını aparmalıdır. Beləliklə, biz, başlanğıcda qeyd etdiyimiz ulduzlu göyü seyr edib həzz almaq, yoxsa müşahidə etmək seçiminin zəruri olması qənaətinə gəldik. Müşahidəçi qarşısına qoyduğu məsələni dəqiq müəyyən etməlidir. Onun məqsədi ulduzlu göyə tamaşa edib həzz almaq, yoxsa müşahidə aparmaqdır? Bunu özü üçün müəyyən etdikdən sonra o, öz işini davam etdirə bilər.

▸▸ Sentavr bürcündə Ağ Yol sahəsi.

▼ Axşam göyündə Sirius və Orion bürcü.





GÖZ MÜŞAHİDƏÇİNİN ƏSAS ALƏTİDİR

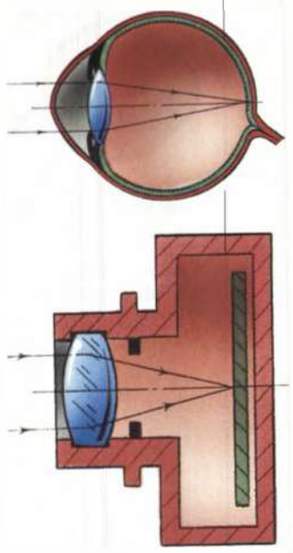
Həvəskar astronomun öz rəsədxanasında apardığı müşahidələrin böyük əksəriyyəti vizual müşahidələrdir. Bu müşahidələr gözlə aparılır. Saat mexanizminə malik teleskopda quraşdırılmış kamerada ulduzlu göyün fotoşəkli alınarkən belə, müşahidəçi teleskopun aparmasının düzgünlüyünə əmin olmaq məqsədilə müntəzəm olaraq okulyarda ulduzun təsvirini izləyir və lazım gələrsə, teleskopun tuşlanmasına düzəliş verir. Bu proses astronomiyada izləmə adlanır. Hər bir müşahidəçi üçün öz gözünün quruluşunu, onun real və potensial imkanlarını bilmək faydalı olardı.

İnsan gözü təbiətin bizə bəxş etdiyi nadir müşahidə alətidir. Təsadüfi deyil ki, müasir avtomatik fotoaparatın quruluşu bir çox cəhətdən gözün quruluşuna oxşayır.

Gözün "obyektivi" buynuz təbəqəsi (gözün xarici örtüyünün şəffaf qabaq hissəsi) və elastiki göz büllurudur. Xüsusi əzələlərin sıxılması və gərilməsi nəticəsində büllurun forması dəyişir. Nəticədə biz həmişə baxdığımız əşyaların dəqiq təsvirini görürük. Gözün yaxın və uzaq məsafələri görməyə uyğunlaşma xassəsi gözün akkomodasiyası (*lat.* "uyğunlaşma") adlanır. Əzələlər yorulur və nəticədə görmə pisləşir. Ona görə də müşahidə zamanı obyektin daha yaxşı görünməsi üçün bülluru gərginləşdirmək lazım deyil, okulyardakı fokuslama qurğusunun köməyi ilə görmənin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq lazımdır. Həmçinin, səma cisimlərini müşahidə edərkən yadda saxlamaq lazımdır ki, xəyalın keyfiyyəti həm də atmosferin vəziyyətindən asılıdır.

Gözə düşən işıq gözün ön səthində, buynuz təbəqəsində, büllurda, şüşəyəbənzər cisimdə sınır, bunun nəticəsində tor təbəqəsində baxılan cisimlərin həqiqi, kiçildilmiş, çevrilmiş xəyalı alınır. İşıq tor təbəqəni təşkil edən görmə sinirinin uclarına düşərək, onları qıcıqlandırır. Qıcıqlanma sinir ucları ilə beyinə verilir və insanda görmə hissi oyanır, o, cisimləri görür. Beyin görmə prosesini düzəldir, biz cismi düzgün görürük. Amma əvvəlcə təsviri onun başa düşdüyü, dərk etdiyi şəklə salmaq lazımdır. Bu çevirməni, demək olar ki, gözün bütün daxili səthini əhatə edən tor qişa həyata keçirir. Adından göründüyü kimi, o, torşəkilli olub, çöpcük və kolbacıqlar adlanan iki növ sinir hüceyrələrindən təşkil olunmuşdur. Bu hüceyrələr fotoaparatda plyonkanın oynadığı rolu oynayır, xəyalı qeyd edir.

Kolbacıqların işığa həssaslığı az olur, amma rəng haqqında informasiyanı beyinə onlar ötürür. Çöpcüklər isə,



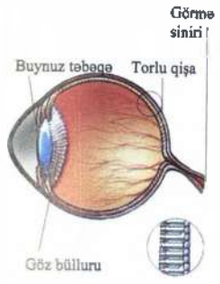
İnsan gözündə və fotoaparatda şüaların yolu.

Gözün ən böyük faydası nədir ki, Allah onun xatirinə gözü bizə bəxş edib?

Mənim başa düşdüyümə görə, göz bizim üçün ən böyük fayda mənbəyidir. Əgər biz heç zaman Günəşi, Ayı və ulduzları görməsəydik, Kainatın təbiəti haqqında bir kəlmə də olsun söz deyə bilməzdik. Bir halda ki, gecə və gündüz, ilin və fəsillərin dövranı, gecə-gündüz bərabərliyi və gündönümü gözlə görünür, gözlə biz ədədləri gördük, zaman haqqında təsəvvürlər yarandı və Kainatın təbiətini öyrənməyə həvəs oyandı. Bütün bunlardan fəlsəfə yarandı ki, bu da Allahın biz adi insanlara bəxş etdiyi ən böyük nemət olub və olaraq qalacaqdır. Mən israr edirəm ki, gözün ən böyük faydası məhz budur. Gözün digər daha az əhəmiyyətli faydalarını tərənnüm etməyə dəyərmi?

Hər halda, biz hesab etməliyik ki, Allahın görməni kəşf edib və bizə bəxş etməsinin səbəbi odur ki, biz göydəki məntiqli, qanunauyğun dövrəvi hərəkətləri müşahidə edib, təfəkkürümüzün dövrəvi hərəkəti üçün faydalı nəticə çıxaraq. Bizim təfəkkürümüz də göyə oxşayır. Lakin göy təmkinli, heç bir şeylə pozulmayan olduğu halda, bizim təfəkkürümüz həyəcanlamalara məruz qalır. Ona görə də biz ilahi Kainatın qüsursuz dövrəvi hərəkətlərini təqlid edərək, öz içimizdəki sabit olmayan dövrəvi hərəkətləri tənzimləməliyik.

(Platon. Timey. E.ə. IV əsr)



Gözün quruluşu. Kəsikdə torlu qişanın quruluşu göstərilib.

əksinə, çox kiçik işıqlanmada, hətta qaranlıqda belə görməyə imkan verir, amma rəngləri ayıra bilmir. Bu fakt belə bir deyimdə öz əksini tapıb: "Gecələr bütün pişiklər bozdur". Bu hələ hamısı deyil. Kolbacıqlar 555 nanometr (nm; 1 nm = 10^{-9} m) dalğa uzunluqlu yaşıl işığa daha həssasdır. Zəif işıqlanmalarda işıq yalnız çöpcüklərə təsir göstərir. Onda gözün həssaslığının maksimumu qısa dalğa uzunluğu oblastına tərəf sürüşüb 510 nm-ə uyğun gəlir. Bu sürüşmə Purkinye effekti adlanır. Purkinye effekti praktikada ona gətirib çıxarır ki, iki eyni parlaqlıqlı rəngli ulduzu müqayisə edərkən, qırmızı ulduz mavi ulduza nisbətən daha parlaq, əksinə, iki zəif ulduzu müqayisə edərkən mavi ulduz qırmızıdan daha parlaq görünür.

Çoxillik müşahidə təcrübəsi göstərir ki, alaqaranlıqda qırmızı ulduzlar həqiqətdə olduğundan 1-1,5 ulduz ölçüsü qədər parlaq görünür. Bu hadisə də Purkinye effektinin nəticəsidir. Dəyişən ulduzların müşahidəçilərinin bunları bilməsi zəruridir.

Şəhər işıqlarından kənarda, qaranlıq gecədə çöpcüklərin sayəsində insan göydə 6-cı ulduz ölçüsünə qədər ulduzları görə bilir. Yüksək dağlıq rayonlarda hava şəffaf və təmiz olduğundan, bundan 1,5 və ya 2 ulduz ölçülü zəif ulduzları da görmək olar. Amma yadda saxlamaq lazımdır ki, bu nəticələri göz qaranlığa uyğunlaşandan (adaptasiya olduqdan) sonra almaq olar. İşıqlı otaqdan qaranlığa çıxandan təqribən 40 dəq sonra göz özünün maksimal həssaslığına çatır ki, bu da gündüzdəki həssaslığından 200000 dəfə çox olur.



Müasir rəsədxanada teleskopla müşahidə.

Təsvir etdiyimiz qaranlığa, adaptasiyadan başqa, gözə işıq adaptasiyası da xasdır. O kifayət qədər tez baş verir: işıqlanma kəskin artanda gözün həssaslığı aşağı düşür, 5-8 dəq sonra sabitləşir.

Gələcək müşahidələri planlaşdırarkən gözün adaptasiya xüsusiyyətlərini nəzərə almaq lazımdır. Əvvəlcə nisbətən zəif obyektləri – dumanlıqları, dəyişən ulduzları və ya kometaları, sonra isə Ay, Yupiter, Venera kimi parlaq obyektləri müşahidə etmək lazımdır. Bu cür yanaşma gözün vəziyyətinin tez-tez dəyişməsi ilə bağlı xətaların baş verməsi ehtimalını azaldar, eləcə də gözün torlu qişasını artıq gərginlikdən qoruyar.

Torlu qişanın səthində kolbacıqlar və çöpcüklər bərabər paylanmayıb. Mərkəzi hissədə kolbacıqların, kənarlarda isə çöpcüklərin konsentrasiyası çoxdur. Yan görmə effekti bununla bağlıdır. Bunun məğzi ondan ibarətdir ki, zəif ulduzlara birbaşa deyil, bucaq altında baxanda, onlar daha yaxşı görünür. Zəif qalaktikaları və dumanlıqları müşahidə etdikdə bu effektdən tez-tez istifadə olunur.

Nəhayət, torlu qişanın səthində spesifik xüsusiyyətlərə malik iki xüsusi oblast mövcuddur. Onlardan birincisi kor ləkə adlanır, belə ki, orda nə çöpcüklər, nə də kolbacıqlar var. Görmə sinirinin tor qişadan çıxdığı həmin nahiyədə işığa həssas hüceyrələr yoxdur. Biz həmin nahiyəyə düşən əşyaların xəyalını qavramırıq. Buna görə də ona kor ləkə deyilir. Torlu qişanın ikinci xüsusi oblastı sarı ləkə adlanır. Torlu qişanın ortasında, bəbəyin düz qabağında kolbacıqları daha çox olan sarı ləkə vardır. Buna görə də bəbəyin qarşısında olan cisimləri daha aydın görürük. Sarı ləkə gözün ən böyük ayırdetmə qabiliyyətinə malik olan hissəsidir.

İki yaxın yerləşən əşyanın ayrı-ayrı görünmə qabiliyyəti bütünlüklə işığa həssas hüceyrələrin ölçüləri ilə təyin olunur. Həqiqətən də, əgər iki yaxın ulduzun büllur tərəfindən torlu qişada alınan xəyalı eyni bir kolbacıq və çöpcüyə düşürsə, müşahidəçi onları bir ulduz kimi görəcək. Əgər bu xəyallar iki qonşu hüceyrəyə düşərsə, onda müşahidəçi artıq nöqtə yox, uzun ləkə görəcək ki, bu da ulduzun qoşa olması haqqında fikir söyləməyə imkan verəcək. Kolbacıq və çöpcüklərin ölçülərini (millimetrin bir neçə mində biri qədər) və büllurun fokus məsafəsini (25 mm ətrafında) bilməklə gözün ayırdetmə qabiliyyətini asanca hesablamaq olar. O, təqribən 1′, yəni Yerdən görünən Ay diskinin 1/30 hissəsinə bərabərdir.

İki gözlə görmənin görüş sahəsi daha genişdir. İki gözlə görmə cisimləri və onlara qədərki məsafələri dəqiq qiymətləndirməyə imkan verir, müşahidə edilən cismin həcmi təsəvvürünü yaradır. Lakin beyinin görmə mərkəzində bir gözdən gələn qavrama digərindən çox olur. Qavraması üstün olan belə göz aparıcı göz adlanır. Müşahidə zamanı baxış borusu və ya teleskopun okulyarına məhz bu gözlə baxmaq lazımdır. Aparıcı gözü təyin etmək çətin deyil. Hər iki gözlə lampaya baxarkən, şaquli karandaşla lampanın işığını bağlasaq, onun kölgəsi mütləq aparıcı gözə düşəcək.

Gözün sadaladığımız xüsusiyyətləri ilə yanaşı, həm də təkmilləşmək, mükəmməlləşmək imkanı var. İlk dəfə teleskopda Yupiterə və ya Marsa baxan müşahidəçi, diskdə heç bir detal görməyib məyus ola bilər. Bir neçə ay müntəzəm müşahidələrdən sonra planetlərin onun teleskopunda görünməsi mümkün olan əksər detallarını inamla tapacaq. Yenicə başlamış müşahidəçi iki ulduzun parlaqlıqlarında minimal 0,5 ulduz ölçüsü fərqi aşkar edə bilər. Müntəzəm və ciddi şəkildə dəyişən ulduzların müşahidəsi ilə məşğul olan şəxs üçün bu fərq müşahidə mövsümünün sonunda 0,1 ulduz ölçüsünə kimi azala bilər.

ÖZ RƏSƏDXANAN

Astronomiya ucsuz-bucaqsız Kainat okeanında bilgi toplayan müşahidə elmidir. Elə bir elm ki, kəşflərinin böyük əksəriyyəti kabinetlərdə və laboratoriyalarda deyil, ulduzlu göyün altında, teleskopun okulyarı yanında edilir. İndiki zamanda da kəşflərin mənbəyi tükənməyib, əksinə, müşahidəçilərin gərgin əməyi nəticəsində daha da güclənib. Beləliklə, ulduzlar dünyasının sirlərinə yiyələnmək istəyirsinizsə, qoşulun bu müşahidəçilər ordusuna. Bunun üçün sizə öz məxsusi rəsədxananızı yaratmaq lazım gələcək. İnanın ki, bu, sizin fikirləşdiyiniz qədər də çətin bir iş deyil.



Moskva planetarisində 300 mm-lik teleskop-refraktor.

Müasir rəsədxana cihaz və alətlərin, müşahidə metodlarının, informasiyanın saxlanması və işlənməsi qaydalarının vahid elmi-texniki kompleksidir. Bu elementlərin konkret tərkibi bütünlüklə rəsədxananın ixtisaslaşmasından asılıdır. Əgər rəsədxana astrometriya sahəsində ixtisaslaşıbsa, o, mütləq passaj aləti, meridian dairəsi, zenit teleskopu ilə təchiz olunmalıdır. Həmin rəsədxanada ulduzların vəziyyətinin dəqiq təyin edilməsi metodları işlənib hazırlanmalıdır. Radioastronomik rəsədxana radioteleskop və yüzlərlə elektron bloku ilə təchiz olunmalıdır. Astrofizika rəsədxanası isə müasir yüksək həssaslıqlı işıqqəbulediciləri ilə təchiz olunmalıdır. Müşahidə materiallarının işlənməsinin müasir metodları işlənib hazırlanmalıdır. Ona görə də siz öz rəsədxananızı yaradarkən həll etmək istədiyiniz məsələlər dairəsini aydınlaşdırmalısınız.

Elə düşünməyin ki, peşəkar astronomlar artıq göy üzünü öz aralarında çoxdan bölüblər və siz həvəskarlara öz məhdud imkanlarınızı tətbiq etməklə ciddi bir iş görmək mümkün deyil. Həqiqətdə isə müşahidə astronomiyasının bir sıra sahələrində peşəkar astronomların siz həvəskarlara böyük ehtiyacı var. Bu, dəyişən ulduzların, meteor selinin, ulduzları və planetləri Ay kölgəsinin örtməsinin müşahidəsi və s. məsələlərə aiddir. Sizin qarşınızda geniş fəaliyyət meydanı açılıb, buyurun, öz zövqünüzə görə seçin.

Bədirlənmiş Ay.

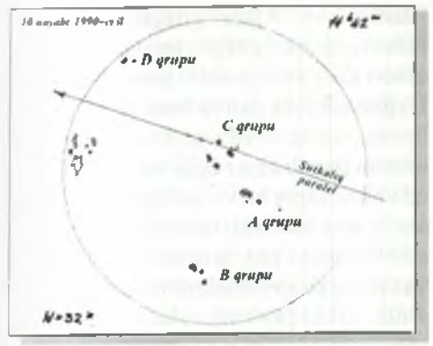


MÜŞAHİDƏ CİHAZLARI

İstənilən rəsədxananın əsasını astronomun "cəbbəxanasının" baş aləti olan müşahidə cihazları təşkil edir. Bu alətlərdən biri artıq sizdə var. Bu, sizin gözlərinizdir.

Adi gözlə aparılan müşahidələrin köməyi ilə həll olunan məsələlər dairəsi kifayət qədər genişdir. Ulduzlu göylə, bürclərlə, Ayın fazalarının dəyişməsi, parlaq planetlərin hərəkəti ilə ilk ümumi tanışlıq və s. Belə müşahidələr təcrübə toplamağa kömək edir, səma cisimlərinin binokl və ya teleskopla daha ətraflı tədqiqi üçün gözləri məşq etdirib hazırlayır. Dəyişən ulduzları, meteor selini, planetləri və Ayı adi gözlə müşahidə etməklə göy cisimlərinin öyrənilməsinin əsas metodlarını mənimsəyir, ulduz xəritələrindən istifadə etməyi öyrənir və müşahidəçi üçün vacib keyfiyyət olan zəif işıqda qeydlər aparmaq vərdişlərinə yiyələnirsiniz. Bundan əlavə, siz özünüz də hiss etmədən ulduzların bürclərdə yerləşməsi və parlaqlığı, sizin ərazidə olan görünmə şəraitini yadda saxlayırsınız.

Elə fikirləşmək lazım deyil ki, adi gözlə müşahidə yalnız tədris-təlim məqsədi güdür. Sizin elmə fayda gətirmək arzunuz varsa, öz gücünüzə inanırsınızsa, dəyişən ulduzların, gümüşü buludların, meteor selinin müşahidələrində özünüzü sınaya bilərsiniz. Bu hadisə və obyektlərin müşahidəsinə aid çoxlu sayda tədris vasitələri var ki, onların hər birində bu obyektlərin adi gözlə müşahidəsinə dair tövsiyələrlə tanış ola bilərsiniz.



Kiçik böyütmə ilə Günəş səthinin təsviri. Günəş ekranındakı şəkil.

Adi gözdən sonra müşahidə cihazlarının növbəti silsiləsi binokl və monokulyardır. Binokl ilk başlayan həvəskarlar üçün ideal alətdir. Onun görüş sahəsi böyükdür və düzünə xəyal verir ki, bu da adi gözlə görünən və ya ulduz xəritələrindəki təsvirlərlə müqayisələr apardıqda çətinlik yaratmır. Monokulyar binoklun bütün xüsusiyyətlərinə malikdir, binokldan yalnız onunla fərqlənir ki, onda müşahidələr bir gözlə aparılır.

Binoklun əsas xarakteristikası onun böyütməsi və giriş bəbəyinin diametri – *aperturudur*. Bu göstəricilər, adətən, onun adında öz əksini tapır. Məsələn, "BP 20 × 50" adı onu göstərir ki, binokl prizmalıdır, böyütməsi 20 dəfə, aperturu 50 mm-dir. Binokl və monokulyarı seçərkən, ilk növbədə, apertura fikir vermək lazımdır. Yadda saxlayın: apertur böyük olduqca, daha zəif göy cisimlərini görə bilərsiniz. Aperturları eyni olduqda, böyütməsi çox olduqca, görüş sahəsi kiçik olacaq. Yeri gəlmişkən, bu hökm teleskoplar üçün də doğrudur.

Hətta sadə teatr binoklunu əldə tutub müşahidə apardıqda, tez bir zamanda xəyal titrəməyə başlayır və obyekti praktik olaraq görüş sahəsində saxlamaq olmur. Bu onunla əlaqədardır ki, əl yorulur və əsməyə başlayır. Binokl bu titrəməni gücləndirir və praktik olaraq müşahidə aparmaq mümkün olmur. Bunu aradan qaldırmaqdan ötrü binokl üçün altlıq düzəltmək lazımdır. Ən sadə variantda okulyarı, uyğun hündürlüklü dayaq üzərinə qoyulan düzbucaqlı faner parçasının üzərində yerləşdirmək lazımdır. Əgər binoklu fotoştativ üzərində yerləşdirsək, onu tez bir zamanda asanca, istənilən obyektə yönəltmək olar. Bu konstruksiyanı qısa fokuslu fotoaparatla təchiz edib, okulyardan bələdçi kimi istifadə etməklə, ulduzlu göyün yaxşı fotoşəkillərini almaq olar.

Binokl və monokulyarın vasitəsilə müşahidə olunan səma cisimlərinin sayı adi gözlə müqayisədə xeyli çoxdur. Dəyişən ulduzların müşahidəsi ilə yanaşı, kometaların, ulduz topalarının, dumanlıqların, parlaq qalaktikaların, Ay və Günəş tutulmalarının müşahidəsi proqramlarına da qoşulmaq olar. Siz Yupiterin peykləri sistemindəki hadisələrin şahidi ola bilər, Günəş diskindəki ləkələrin vəziyyətinin dəyişməsini izləyə bilərsiniz. Amma yadda saxlayın ki, **hətta teatr binoklu ilə də, xüsusi işıq süzgəcləri olmadan, Günəşə baxmaq olmaz!** Binoklu ştativdə yerləşdirib, xüsusi Günəş ekranı ilə təchiz etmək daha yaxşıdır. Ekranda alınmış Günəş səthinin şəkli, istənilən halda binoklla bilavasitə aparılan müşahidələrdən alınan şəkildən daha dəqiqdir.

Binoklla ulduzlu göyün "seyrinə" çıxmağın bütün romantikliyinə baxmayaraq, onun xəzinəsinin öyrənilməsində əsas alət teleskop olaraq qalır. Hətta 80 mm aperturlu kiçik həvəskar teleskopu, böyük teleskopların bütün atributlarına malikdir. Onun borusu dayanıqlı bir ştativə və ya sütuna bağlanıb, oxlar ətrafında dönmə mexanizmləri sıxma açarları və dəqiq hərəkət vintləri ilə təchiz olunub. Teleskopun kom-



Teleskopla müşahidə zamanı ulduzun difraksiya təsvirləri:
a – ideal şəkil;
b – teleskopun xətaları ilə təhrif olunmuş təsvir;
c – teleskopun ayırdetmə hüdudunda olan qoşa ulduzun təsviri.

Monokulyar, Günəşi müşahidə etmək üçün qurulmuş ştativdə.



ULDUZLAR TELESKOPDA NECƏ GÖRÜNÜR?

Elə görünə bilər ki, "Ulduzlar teleskopda necə görünür?" sualının cavabı çox sadədir. Əlbəttə, parlaq işıqlı nöqtə kimi. Həqiqətən də, teleskopun optik sxemini hesablayarkən fərz olunur ki, obyektiv onun üzərinə düşən bütün şüaları bir nöqtədə – fokusda toplayır. Lakin bu hökm yalnız həndəsi optikanın mövqeyindən ədalətlidir.

Həqiqətdə isə, işıq dalğa təbiətinə malikdir və ulduz kimi uzaq mənbədən Yerə dar şüa dəstələri şəklində deyil, səpilən sferik dalğa cəbhəsi kimi gəlib çatır. Onun xassələrindən biri *difraksiyadır*, yəni yolda rast gəlinən maneələrdən yan ötmək qabiliyyətinə malik olmasıdır.

Bizim halda manea teleskopun obyektivinin sağanağıdır. Obyektiv dalğa cəbhəsinin müəyyən hissəsini "kəsir" və onun kənarlarında işıq dalğalarının rəqsinin mürəkkəb mənzərəsi yaranır. Nəticədə fokal müstəvidə ideal nöqtəvi deyil, təhrif olunmuş – ulduzun işıqlı halqalarla əhatə edilmiş, diskşəkilli *difraksiya təsviri* yaranır. Mərkəzi ləkədə şüalanan enerjinin təqribən 86%-i toplanır. Onun qalan hissəsi isə difraksiya halqalarının arasında qeyri-bərabər paylanır. Difraksiya mənzərəsinin ölçüləri obyektivin diametrindən və şüalanmanın dalğa uzunluğundan asılıdır. Obyektivin diametri böyük olduqca, onun bucaq diametri kiçik olur.

Difraksiya mənzərəsi yalnız parlaq ulduzlarda və nisbətən yüksək böyütmələrdə aşkar olunacaq. Zəif ulduzlarda difraksiya halqalarının parlaqlığı az olduğundan, insan gözü yalnız mərkəzi diski ayırd edə biləcək.

Difraksiya hadisəsi teleskopun ayırdetmə qabiliyyətini məhdudlaşdıran təbii amildir. Əgər eyni parlaqlıqlı iki ulduz arasındakı bucaq məsafəsi difraksiya ləkəsinin diametrindən kiçikdirsə, onlar bir ulduz kimi görünəcək. Bu halda deyirlər ki, teleskop bu ulduzları ayırd edə bilmir. Ulduzların arasındakı məsafə artdıqca, onların birgə difraksiya mənzərəsinin mərkəzi ləkəsi dartılaraq səkkiz formasını alır və nəhayət, eyni parlaqlıqlı iki ləkəyə ayrılır. Bu halda müşahidə olunan ulduzun qoşalığı haqqında mühakimə yürütmək olar.

Bütün bu deyilənlər o zaman doğru olacaq ki, teleskopun obyektivi idealdır və optika əla yustirlənib. Əgər obyektiv xəta ilə hazırlanıbsa, düzgün qoyulmayıbsa və ya teleskopun bütün sxemi fokusdan çıxarılıbsa, müşahidə olunan difraksiya mənzərəsi bu barədə "məlumat" verəcək. Difraksiya mənzərəsindəki mərkəzi disk ellipsə çevrilə və ya tamamilə itə bilər. Halqa parçalanıb, diskin zəifləməsi hesabına güclənə bilər və s. İstənilən halda difraksiya mənzərəsinin hətta kiçicik dəyişməsi, teleskopun optik sxeminin xətasının göstəricisidir.

Yer atmosferinin vəziyyəti də difraksiya mənzərəsinin keyfiyyətinə təsir göstərir. Konkret hava şəraitindən asılı olaraq, mərkəzi simmetriya saxlanmaqla difraksiya mənzərəsi ciddi dəyişikliyə uğraya bilər. Teleskopda görünən difraksiya mənzərəsini onballıq şkalada (Pikerinq şkalası) qiymətləndirərək, müşahidə gecəsindəki təsvirin keyfiyyəti barədə mühakimə yürütmək olar.

plektinə əvəzlənən işıq süzgəcləri və okulyarlar dəsti daxildir. Hal-hazırda həvəskarlar üçün gözəl alətlər satılır: "Mitsar" və "Alkor" güzgülü teleskopları, meniskli (güzgü-linzalı) "İntes", eləcə də geniş çeşidli baxış boruları. Uyğun şəkildə ştativə bərkidilmiş baxış borusu, yenicə başlayan həvəskar astronomun rəsədxanası üçün teleskopu əvəz edə bilər. Əgər bu və ya digər səbəbdən, siz zavod istehsalı olan teleskop əldə edə bilmirsinizsə, özünüz kifayət qədər yaxşı teleskop-reflektor düzəldə bilərsiniz. Əldəqayırma teleskop yığmaq məsələləri həvəskar astronomlar üçün nəzərdə tutulan ədəbiyyatda geniş işıqlandırılıb.

Teleskopun əsas optik elementi obyektivdir. O, güzgülü (teleskop-reflektorlarda), həm də linzalı (teleskop-refraktorlarda) ola bilər. Obyektivin növündən asılı olmayaraq, onun əsas xarakteristikası diametrdir. Obyektivin diametri böyük olduqca, uzaq obyektlərdən topladığı işıq daha çox olacaq. Lakin böyük şəhərlərin ətrafında, küçə fənərlərinin yaratdığı işıqlanma və atmosferin çirklənməsi nəticəsində, böyük teleskoplar malik olduğu üstünlüklərini itirir. Şəhər şəraitində ideal qurğu 100-150 mm-lik reflektordur.

100 mm-lik teleskopla müşahidə oluna biləcək obyektlərin sayı kifayət qədər çoxdur. Binoklda görünən bütün obyektlərdən başqa, bu teleskopda qoşa və çoxqat ulduzlar, Saturnun parlaq peykləri, Ay səthi relyefinin böyük detalları müşahidə oluna bilər. Siz Yupiterin diskində zona və zolaqları, Merkuri və Veneranın fazalarını, Günəş qranullarını görə bilərsiniz. Günəş və ulduzların Ayla tutulmasını, Ay tutulması zamanı xronoloji qaydada Yerin kölgəsinin Ayın səthindən keçməsini müşahidə edib, anomal Ay hadisələrini izləyə bilərsiniz.

Teleskop və ya binoklu əldə etdikdən sonra onu sınaqdan keçirin, onun verdiyi xəyalın keyfiyyətini yoxlayın. Bunu, aləti uzaq ağaca və ya hündür binaya yönəltməklə, həm gecə, həm də gündüz yoxlamaq olar. Gecə parlaq ulduzların obyektivdə yaranan difraksiya mənzərəsinə fikir verin. İdeal halda onlar intensivliyi getdikcə azalan konsentrik halqalarla əhatə edilmiş kiçik diskdən ibarət olur. Bir neçə uyğun qoşa ulduz seçin və öz teleskopunuzun ayırdetmə qabiliyyətini sınaqdan keçirin. Teleskopun ayırdetmə hüdudunda qoşa ulduz hantel və ya səkkiz formasında görünəcək. Əgər sizdə ulduz atlası və ya ulduz ölçüsü göstərilən fotometrik standart ulduz kataloqu varsa, siz öz teleskopunuzun nüfuzetmə qabiliyyətini – sizin cihazda görünən ən zəif ulduzu tapın. Əlbəttə, bu sınaqların nəticəsi, həm də müşahidə vaxtı Yer atmosferinin vəziyyətindən asılıdır. Lakin buna baxmayaraq, bu sınaqların nəticəsində siz teleskop və ya binoklunuzun real xarakteristikaları haqqında ümumi təsəvvür əldə edəcəksiniz.

Rəsədxananı qurarkən müşahidə yerinin seçilməsi məsələsi az əhəmiyyət daşımır. Kənd yerində və ya şəhər kənarında, göyün yaxşı görünüş sahəsi olan açıq bir yer tapmaq o qədər də çətin məsələ deyil. Şəhərdə isə belə bir yeri, çox güman ki, tapa bilməyib, balkondan və ya pəncərədən müşahidə aparmaqla kifayətlənməli olacaqsınız. Ruhdan düşməyin. Hətta bu halda belə siz mürəkkəb müşahidələr apara bilərsiniz, fırlanan göy qübbəsi isə, teleskopun qübbəsini əvəz edəcək.

SAATINIZI YOXLAYIN

Ulduzlu səma sabit deyil, dəyişkəndir. Sizin başınız üzərində oynanılan o fantastik "tamaşa" dörd ölçüdə, fəzada və zamanda baş verir. Ona görə də təkcə göydə nəyi, harada, necə müşahidə etmək suallarına cavab vermək kifayət



Ayın teleskopda görünüşü.

deyil. Vaxtı bilmək lazımdır. İstənilən astronomik hadisə ciddi təyin olunmuş vaxtda baş verir və sizin məqsədiniz gördüyünüzü təkcə ətraflı təsvir etməkdən deyil, həmçinin baş verən hadisənin vaxtını bu və ya digər dəqiqliklə qeyd etməkdən ibarətdir. Əksər hallarda saatlarınızın göstəricilərini dəqiqə dəqiqliyilə yazmaq kifayət edəcək. Vaxt məlumatlarına malik olmayan müşahidələr hər cür qiymətini itirir. Məlum olduğu kimi, hətta ən yaxşı saatlar belə geri qala və ya tələsə bilər. İstənilən halda onların göstəriciləri dəqiq vaxtdan düzəliş adlandırılan müəyyən kəmiyyət qədər fərqlənəcəkdir. O, bir-iki saniyə civarında kiçik ola bilər, yaxud bir neçə dəqiqəyə çata bilər. Amma saatların keyfiyyəti onların düzəlişlərinin qiymətləri yox, sabitliyidir, başqa sözlə, gedişinin bərabərsürətliyidir. Əgər sizin saatınızın düzəlişi 5 dəqiqəyə bərabərdirsə, ancaq gündən-günə dəyişmirsə, deməli, sizin əla saatınız var.

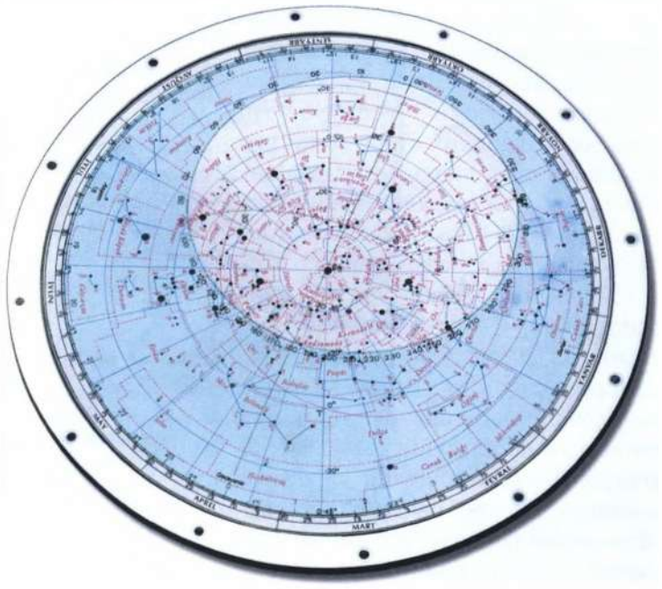
Öz saatınızın düzəlişini həmişə bilmək lazımdır. Ulduzların Ayla örtülməsiylə və ya qısaperiodlu dəyişən ulduzların müşahidəsiylə məşğul olanlar üçün isə bu, sadəcə zəruridir. Onu təyin etməyə sizə Vaxt Xidməti kömək edə bilər. Özünüz üçün bir qayda qoyun: hər gün eyni vaxtda, məsələn, axşam saat 6-da öz saatınızın göstərişini dəqiq vaxt siqnallarıyla müqayisə etmək. Düzəliş sizin saatınızın altıncı siqnal anında göstərişiylə dəqiq vaxtın, baxılan halda saat 18-in fərqinə bərabər olacaqdır. Günbəgün alınan qiyməti ölçmə tarixini və vaxtını qeyd etmək şərtilə xüsusi dəftərə yazın. Bu üsulla siz öz saatınızın sutkalıq düzəlişini təyin edə bilər və müşahidə vaxtlarına düzəlişlər edə bilərsiniz.

KİTABXANA

Hər bir rəsədxanada təkcə ulduz xəritələri və atlaslar, məlumat kitabçaları, nəşrlər deyil, həm də orada aparılan müşahidələrin nəticələri toplanılır. Belə kitabxana sizin üçün də zəruridir. İlk növbədə, astronomik təqvim əldə etmək lazımdır. Orada hər bir gün üçün astronomik hadisələr, Ayın və planetlərin görünməsi, səma cisimlərinin doğuşu və batışı haqqında vacib məlumatlar verilir. Təqvim müşahidələrin proqramını tərtib etmək üçün əvəzsizdir və sizin masaüstü kitabınıza çevrilməlidir. İlk vaxtlar üçün sizə məktəbli astronomiya təqvimi kifayət edər. Sizin maraq dairəniz genişləndikcə, daha ətraflı məlumatlar tələb olunacaqdır. Bu halda ən təcrübəli astronomiya həvəskarlarının tələblərinə cavab verə bilən Ümumittifaq Astronomiya və Geodeziya Cəmiyyətinin "Astronomiya təqvimi"nə müraciət edə bilərsiniz. Astronomiya təqvimindən başqa, göyün mütəhərrik xəritəsi zəruridir. Onun köməyilə səma cisimlərinin sizin ərazidə görünmə şərtlərini müəyyən edə və sadə astronomiya hesablamaları apara bilərsiniz. O, həm də istiqamətin təyini və bürclərlə tanışlıq üçün kara gələ bilər. Əgər sizin kompüteriniz varsa, onda mütəhərrik xəritə rolunu ulduzlu göyü vizuallaşdıran proqramlar oynaya bilər.

Göy qübbəsi obyektlərini hərtərəfli öyrənmək üçün ulduz atlası tələb olunur. Yeni ulduzların yerlərini, kometa və planetlərin, asteroidlərin yollarını çəkməkdən ötrü bütün atlasın və ya vərəqlərin bir hissəsinin surəti çıxarılsa, yaxşı olar. Bundan başqa, ulduzlu göyü müşahidə etmək qaydaları haqqında kitablar əldə etməyə çalışın. Onlarda bu və ya digər səma hadisələrini müşahidə üsulları, məlumatlar və faydalı məsləhətlər verilir.

Ulduzlu göyün mütəhərrik xəritəsi.



İŞIQLANDIRMA

Ola bilsin ki, sizə müşahidə vaxtı ulduz xəritələrini, jurnal və ya formaları, yaxud eskizlərinizi işıqlandırmaq məsələsini həll etmək lazım gəlsin. Buna mümkün qədər ciddi yanaşın. Yadda saxlayın: teleskop və binoklla müşahidə zamanı əsas qəbuledici cihaz rolunu sizin gözləriniz yerinə yetirir. Onları kənar işıqlanmalardan qoruyun. Həddən artıq güclü fənərdən istifadə etmək sizin qaranlığa alışmış gözlərinizi işıq hücumuna məruz qoya bilər və siz qiymətli müşahidə vaxtını təkrar adaptasiyaya görə itirə bilərsiniz.

Qoşa ulduzların məşhur müşahidəçisi fransız Pol Kuto hesab edir ki, astronom müşahidə zamanı göydən düşən işıqla kifayətlənməlidir. Əgər siz böyük şəhərin sakinisizsə, onda şəhər işığı tamamilə bəs edə bilər. Yazı yaza bilməniz üçünsə çətin olmayan xüsusi vasitəçi düzəldin. Bundan ötrü qovluğun üz qabığın götürüb onda bir neçə uzun düzbucaqlı yarıqlar kəsin. Ora kağız qoyub sancaqla bərkidin. Onda siz lap tam qaranlıqda da yaza bilərsiniz. Kəsiklərin qırağı sizin əlinizi yönəldər, sətriniz əyilməz və nəticədə öz gecə yazılarınızla probleminiz olmaz.

Əgər sizin fənər almaq qərarınız qətidirsə, onda çox parlaq işığa malik olmayan, mümkünsə, işığı artıb-azala bilən fənər alın. Onun şüşəsinə tündqırmızı qat çəkmək faydalı olar. Ən yaxşısı budur ki, fəneri özünüz düzəldəsiniz. Qırmızı işıqlı işıq diodu, uyğun gələn batareya, iki naqil götürüb fantaziyanızı işlədin və tələblərinizi ödəyə bilən əla fənər sahibinə çevrilə bilərsiniz.

FOTOMATERİALLARIN İŞLƏNİLMƏSİ

Astrofotoqrafiya ilə məşğul olmaq istəyənlər əvvəlcə öz kiçik fotolaboratoriyası barəsində düşünməlidirlər. Əlbəttə, rəngli neqativ və slayd plyonkalarını fotomərkəzlərə vermək daha yaxşıdır, amma qara-ağ plyonkanın özünüz tərəfindən işlənilməsi məsləhətdir. Bundan başqa, ola bilsin ki, müəyyən vaxtdan sonra, kifayət qədər təcrübə qazanıb qeyri-standart xüsusi aşkarlama reseptləri və çəkilişdən sonra həssaslığı artıran metodları (hipersensibilizasiya), ola bilsin, sınamaq istəyərsiniz.

Bütövlükdə astronomik fotoplyonkaların işlənilməsi üsulları adi fotoplyonkadan az fərqlənir. Burada temperatur və vaxt rejimlərinə xüsusi diqqət yetirilməsi, plyonkanın hər prosesdən sonra diqqətlə yuyulması tələb olunur. Plyonkaları tozlu olmayan yerlərdə qurudun, çünki neqativdəki hər bir tozcuq sonradan yeni ulduz kimi qəbul oluna bilər. Buna görə neqativlər, ümumiyyətlə, tozdan qorunmalıdır. Yaxşı olar ki, plyonkalar o saat bir neçə zolaqla kəsilib, kalkadan bükülmüş zərflərdə saxlanılsın. Onları yazdıqlarınıza uyğun şəkildə nömrələməyi unutmayın. Bu, emulsiyalı üzdə karandaş və ya örtük üzdə tuşla edilir. Qarışıqlıq olmasın deyə, hər plyonkanı nömrələyin və zərfin üstündə tarix qoyun.

Mütləq xüsusi bir jurnal ayırın ki, oraya gələcəkdə hər plyonka haqqında məlumatlar yaza biləsiniz: onun sıra sayı, tipi, həssaslığı, çəkilmə tarixi, işlənilmə şəraiti və həmçinin, hər kadr haqqında məlumatlar – onun sıra sayı, ekspozisiya vaxtı, kadr çərçivəsindəki göy oblastı, neqativdə əldə olunmuş ən kiçik ulduz ölçüsünün həddi. Əgər siz bələdçi ilə işləmisinizsə, onun ulduzunu da göstərin. Bütün bu məlumatları siz öz müşahidə jurnalınızdan götürəcəksiniz.

MÜŞAHİDƏ JURNALI

Hər bir astronomiya hadisəsi nadirdir. İki eyni Günəş tutulması, yaxud Marsın Ayla örtülməsi olmur, bir çox hadisələr isə göydə, ümumiyyətlə, bir dəfə baş verir və heç vaxt təkrarlanmır. Sizin yazılarınız, elə bil ki, ani fotosurətdir və vaxt keçdikcə onun qiyməti artacaq. Ona görə də çalışın nə görürsünüzsə, nəyi lazım bilirsinizsə qeyd edin. Əgər





◂◂ Perseyin χ və h ulduz topaları. Həvəskar şəkli.

◂ Andromeda dumanlığı. Həvəskar şəkli.

Müşahidə 119 **16 avqust 1996-cı il**

Göy qaranlıqdır; tutqunluq. Külək yoxdur. Qu bürcü oblastında Ağ Yolun bir hissəsi görünür. Xəyalların keyfiyyəti 8 bala bərabərdir (Deneb, böyütmə 32 dəfə). Ulduz ölçüsünün həddi 11 (SS Cyg sahəsi, böyütmə 32 dəfə). Saatların düzəlişi – 2 dəq. Müşahidələr "Mitsar" teleskopu ilə aparılmışdır.

Kadr	Vaxt	Ulduz	Müşahidə / ekspozisiya	Qeyd
1	22:30	α Per	Ekspoz. 5 dəq	Obyektiv "Yupiter"
	22:42	AE Aur	B3 V2 D	Monokulyar
2	22:44	η Tau	Ekspoz. 5 dəq	Obyektiv "Yupiter" "Ülkər"lər Böyütmə 169
	22:52	ε Per		Çəhrayı və yaşıl
	23:00	NGC 2281		Böyütmə 96. Mərkəzində parlaq ulduzlardan ibarət Nallı yığcam topa
3	23:04	—	—	Bələdçinin səhvi
4	23:06	Kapella	Ekspoz. 3 dəq	Obyektiv "Yupiter"

Müşahidələr jurnalı tərtibinin nümunəsi.

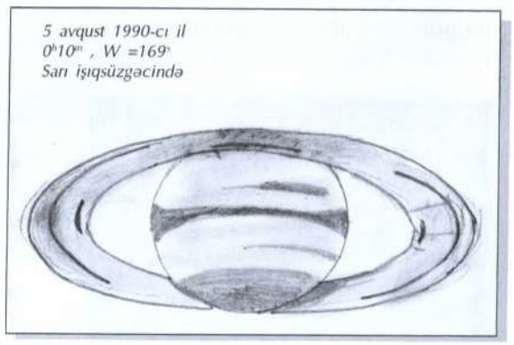
hətta siz heç bir obyekt tapa bilməsəniz belə, bu faktı, səbəbini göstərməklə (məsələn, atmosfer tüstüsü, Ayın güclü işığı) jurnalınızda qeyd edin.

Sizə bir neçə jurnal lazım gələcək. Birini siz bilavasitə müşahidə vaxtı dolduracaqsınız. Qalanlarını sizi maraqlandıran obyektlər üzrə bölüşdürün. Onlardakı məlumatları əsas jurnaldan müşahidədən sonrakı günə uyğun səhifəyə keçirmək lazımdır.

Hər bir jurnalın tərtib olunması konkret obyekt və hadisədən asılıdır. Məsələn, Messye kataloqu obyektlərin müşahidələrini qoruyub saxlamaq üçün hər obyektə məxsusi səhifə ayırmaq, burada məlumat və müxtəlif böyütmələrdəki eskizləri yerləşdirmək lazımdır. Dəyişən ulduzların müşahidələrini də hər bir proqram ulduzuna bir səhifə ayırmaqla bir dəftərə yazmaq lazımdır. Planet müşahidəçiləri, hər planet üçün tarix, vaxt, atmosfer şəraiti, istifadə olunan alətin adı, böyütməsi göstərilməklə, gördüklərini təsvir etməklə, xüsusi dəftər ayırsalar, yaxşı olar. Rəsmləri isə ayrı əks etdirmək, blanklardasa onları zərf və ya qovluqlarda saxlamaq məsləhətdir.

Əsas jurnala qayıdaq. Ondakı hər bir yazının tarixini, başlanğıc vaxtını (yay və ya qış vaxtı) qeyd etməyi unutmadan, əgər fotoçəkiliş edilibsə, plyonkanın tipi və həssaslığını göstərmək lazımdır. Hava şəraitinin təsvirinə xüsusi diqqət yetirin: buludun, küləyin, yüngül tüstünün olub-olmadığını, Ayın görünməsini və sairəni göstərin. Təsvirin keyfiyyətini də təyin etmək lazımdır. Ən çox böyütməli okulyarı (gözlüyü) qoyub teleskopu parlaq ulduza yönəldin. Siz onun atmosfer tərəfindən təhrif olunmuş difraksiya təsvirini görəcəksiniz. Bu şəklin ideal şəkildən fərqlənməsi təsvirin keyfiyyətini xarakterizə edir; o, onballı şkalada qiymətləndirilir. Həm də o gecə üçün teleskopda görünə bilən ən zəif ulduz ölçüsünü göstərmək olar.

Planetlərin müşahidəsinin tərtibinin nümunəsi. Saturnun təsviri.



MÜŞAHİDƏLƏRİ NECƏ TƏŞKİL ETMƏLİ

Rəsədxananın tikintisini qurtarandan sonra müşahidələrə başlamaq olar. İstənilən müşahidə mütləq üç ardıcıl mərhələdən ibarət olur: hazırlıq, müşahidələr və nəticələrin işlənməsi.

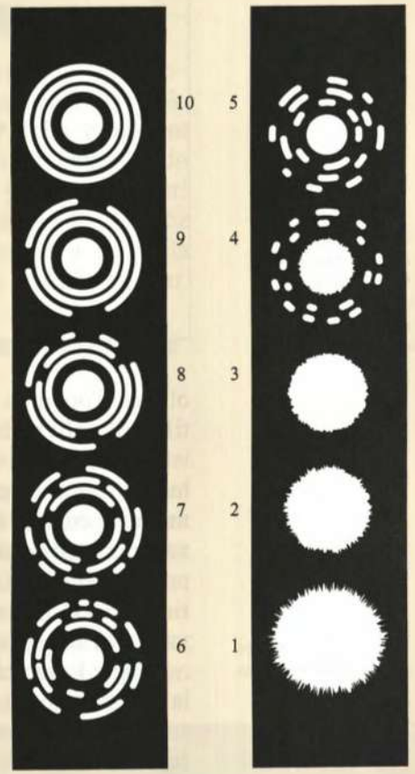
Müşahidələrə hazırlıq "uçuş zolağıdır" və sizin səmaya səyahətiniz ondan başlanır. Qısa və sahmana salınmamış zolaqdan uzağa uçmaq olmaz, ona görə tənbəllik etməyin, müşahidə gecəsinə əsaslı surətdə hazırlaşın.

Hər şeydən əvvəl, sizə müşahidə proqramı tərtib etmək lazımdır. Savadlı tərtib olunmuş proqram vaxtdan səmərəli surətdə istifadə etməyə kömək edər, müşahidənin effektivliyini və hətta müəyyən dərəcədə qiymətliliyini artırar. Proqrama müşahidə üsullarını və bunun üçün zəruri olan cihazları göstərməklə sizi maraqlandıran səma obyektlərinin və hadisələrinin siyahısı daxil edilməlidir. Əslində, o kiçik xüsusi astronomiya təqvimidir. Proqramlar həm müşahidə mövsümü üçün nəzərdə tutulan uzunmüddətli, həm də qısamüddətli – birgecəlik ola bilər.

Müşahidə proqramı işləyib hazırlamaqdan ötrü astronomiya təqvimi və ulduzlu göyün mütəhərrik xəritəsi tələb

XƏYALLARIN KEYFİYYƏT ŞKALASI

Bal	Ulduzun xəyalının görünüşü	Keyfiyyət
10	Bütün difraksiya halqaları tərpənməzdir və tamamilə aydın görünür	İdealdır
9	Difraksiya diski kəskin, daxili halqa tərpənməzdir, vaxtaşırı ikinci halqa tərpənməzdir	Əladır
8	Disk daim kəskin görünür; bir neçə halqanın qövsləri hərəkət edir	"
7	Disk hərdən aydın görünür; halqaların qövsləri hərəkət edir	Yaxşı
6	Disk və halqaların qövslərin qısa parçaları həmişə görünür	"
5	Disk həmişə görünür; qövslər tez-tez görünür	Ortabab
4	Disk tez-tez görünür; parlaq ulduzların vaxtaşırı qısa qövsləri görünür	"
3	Disk görünmür; xəyalın diametri üçüncü halqanınkına bərabərdir	Pis
2	Xəyalın diametri hərdən üçüncü halqanın diametrindən böyükdür	"
1	Ulduzun xəyalı – "fətirdir", onun ölçüsü üçüncü halqanın diametrindən iki dəfə böyükdür	Çox pis





Müşahidə jurnalının səhifələri. Messye (M 31) kataloqu obyektlərinin müşahidəsinin tərtibi nümunəsi.

olunur. Təqvimlə uyğunlaşdırmaq şərtilə, ilk növbədə, müşahidə etmək istədiyiniz obyekt və hadisələrin siyahısını tutun. Sonra ulduz xəritəsinə müraciət edərək, öz yerinizin və rəsədxananızın görüş dairəsinin vəziyyətini nəzərə alaraq, sizi maraqlandıran obyektin nə vaxt müşahidə üçün münasib vəziyyət alacağını təyin edin.

Kağız vərəqinin yuxarısında aparılacaq müşahidənin tarixini yazın və sonra bir neçə sətri boş buraxın. Sonradan siz oraya müşahidənin nömrəsini və qeydlərinizi yaza bilərsiniz. Sonra dördsütunlu cədvəl çəkin. Birinci sütuna səma obyektlərinin və ya hadisələrinin adlarını yazın; ikinciyə ulduz xəritəsilə müəyyən etdiyimiz müşahidə vaxtlarını yazın. Növbəti sütuna aparılacaq müşahidənin alət və metoduna aid qeydlər edin. Sonuncu sütunu hələlik boş saxlayın. Sonradan siz oraya müşahidənizin nəticələrini yazacaqsınız. Əgər hansısa obyekti görə bilməyibsinizsə, bunun səbəbini yazarsınız: güclü duman, şəhərin işıqları və s. Müşahidə gecəsindən sonra heç vaxt proqramları tullamayın. Onları ayrı qovluqda saxlayın. Onlar sizə çox lazım olacaq – müşahidələri işləyəndə də, yeni proqramlar tərtib edəndə də və s.

Müşahidə proqramı hazır olandan sonra bütün lazımi materialları, alətləri və vəsaitləri toplayıb hazırlayın. Birincisi, bunlar göyün seçilmiş sahələrinin xəritələridir. Bu xəritələri elə yerləşdirin ki, təsvir olunmuş obyektlər sizin proqramınızda göstərilmiş qaydaya uyğun olsun. İkincisi, müşahidə jurnalını və şəkil çəkmək üçün blankları hazırlayın. Karandaş və əgər lazım gələrsə, fənəri unutmayın. Müşahidə vaxtı hər şey əl altında olmalıdır ki, qiymətli vaxtınızı xəritə və ya blank axtarışına sərf etməyəsiniz. Sizin bütün diqqətiniz göyə yönəlməlidir.

Nəhayət, şəxsi komfort haqqında da fikirləşmək lazımdır. Müşahidəyə gedərkən, hər ehtimala qarşı, qalın geyinin. Yoxsa, təmiz göylü gecənin yarısını üşüdüyünüzə görə itirə bilərsiniz. Amma, işdir, bu baş verərsə, ehtiyatlı olun, sağlamlıq hər şeydən qiymətlidir.

Müşahidə vaxtı çalışın tələsməyəsiniz, bir bürcdən o biri bürcə vurnuxmayasınız, səhərə neçə dəqiqə qalmasını saymaqla məşğul olmayasınız. Hər şeyi sakit və tələsmədən edin. Əgər müşahidəyə yaxşı hazırlaşıbsınızsa, bu çətin olmaz. Həm də belə müşahidələrin dəqiqliyi də yüksək olur.

Hər hansı bir obyektin incə detallarını görmək, yaxud onun şəklini əllə çəkmək üçün okulyara (gözlüyə) baxmazdan əvvəl çalışın onun necə olduğu haqqında bilgilərinizi unudasınız. Nə görsəniz, ancaq ona da inanın. Nəyi və necə görürsünüzsə, onu da çəkin və qeyd edin. Bu qaydaya daim riayət etməklə siz təkcə öz müşahidələrinizin dəqiqliyinə əminlik yox, həm də səma cisimlərini tədqiq etməkdə qiymətli təcrübə qazanar, üstəlik, gözlərinizin görmə qabiliyyətini artırmış olarsınız.

Əgər müşahidə vaxtı yorğunluq hiss etsəniz, yaxud mürgüləsəniz, onda 10-15 dəqiqə istirahət edin. Müşahidə jurnalında fasilənizi, onun müddətini və səbəblərini qeyd etməyi unutmayın. Bu cür məlumat da əhəmiyyətlidir. Ola bilər, yorğunluğunuz keçməsin. Onda müşahidələri bitirib yaxşıca yatın. Bütün günü başağrısından əziyyət çəkməkdənsə, bir neçə saatlıq müşahidə vaxtını itirmək sərfəlidir.

Bax, buna görə də ikilikdə və ya qrupla müşahidə etmək əlverişlidir. Müşahidəçilərin biri teleskopun yanında məşğul olan vaxt digəri istirahət edir ki, onu əvəz edə bilsin. Bu hər iki müşahidəçinin vaxtına və qüvvəsinə qənaət edər. Bundan əlavə, qrup müşahidələrinin dəqiqliyi, yəni qiyməti də hissediləcək səviyyədə yüksək olur.

* * *

Qısa məqalədə müşahidə astronomiyasının bütün çalarlarını əks etdirmək, hər bir konkret hal üçün məsləhət vermək mümkün deyildir. Ona görə də son məsləhət olduqca yığcam olacaqdır! Tez-tez və çox müşahidə edin. Göy öz əsrarəngiz guşələrini sizə açmaqla səbrinizi və inadınızı mükafatlandırar.

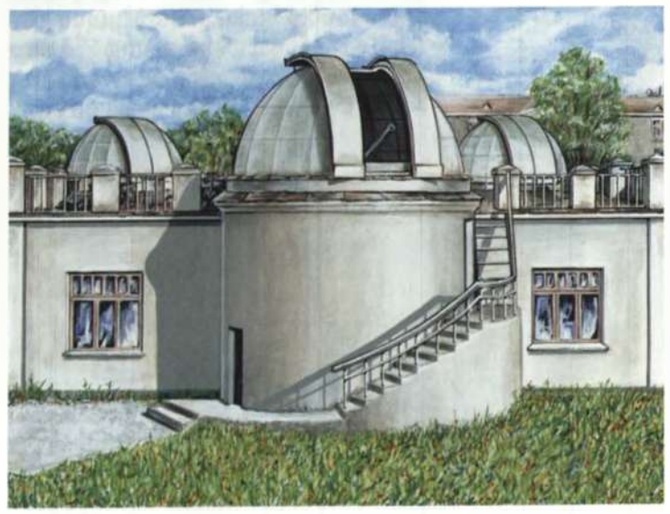
Uğurlar olsun!

HƏVƏSKAR KOLLEKTİVİN RƏSƏDXANASI

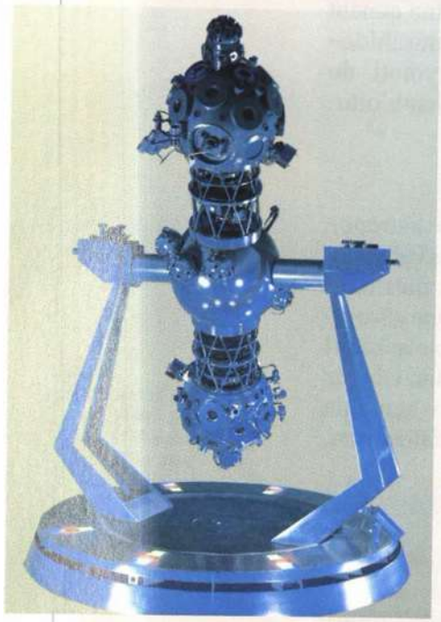
Bir adamın bəzən onu maraqlandıran bütün obyekt və hadisələri müşahidə etməyə, müşahidə nəticələrini işləməyə vaxtı çatmır. Ona görə də, əgər astronomik klub və ya dərnəyə üzv olmaq imkanı varsa, bu imkandan mütləq istifadə etmək lazımdır. Belə dərnək və klublar, adətən, məktəblərdə, yaradıcılıq evlərində, planetarilərdə, bəzən isə həyətlərdə təşkil olunur.

Kollektivin imkanları, bir qayda olaraq, daha geniş, teleskop və alətləri çox olur, deməli, həll edə biləcəyi məsələlərin də dairəsi geniş olur. Teleskopquranlar dərnəyinin rəsədxanası, bir növ, cihazqayırma üçün poliqondur, gənc astronomlar klubu, bir növ, Kainatı öyrənməkdə ilk addım atmaq üçün tədris auditoriyasıdır; müşahidəçilər qrupunun rəsədxanası isə artıq tədqiqat laboratoriyası deməkdir. Belə nümunələri çox göstərmək olar.

Həvəskar astronomlar kollektivi üçün, nəzəri məşğələlər otağından əlavə, hamar örtüklü, geniş, yaxşı görüş dairəsinə malik müşahidə meydançası da vacibdir. Bu, cihazları yerləşdirmək üçün lazımdır. Bundan başqa, əgər müşahidələrdə çox adam iştirak edirsə, onlar bir-birinə maneçilik törətməməlidirlər. Bu, diqqətin yayınmasına, nəticələrin pisləşməsinə səbəb ola bilər.



Həvəskar kollektiv rəsədxanalarından biri.



PLANETARİ

Planetari ulduzlu göyü nümayiş etdirmək üçün nəzərdə tutulmuş aparatdır. Müasir optik-mexaniki planetarilər adi gözlə görünə bilən bütün ulduzları, ulduz topalarını, dumanlıqları göstərir, göyün fonunda Ayın, Günəşin və planetlərin görünən hərəkətlərini izləməyə imkan verir.

Astronomiyaya, kosmonavtikaya, Yer haqqında elmlərə dair mühazirələr, audio-viziual proqramlar təşkil edən elmi-maarif müəssisələri də planetarilər adlandırılır.

Planetari aparatı.

Əgər dərnəyin ixtiyarında kiçik daşımla bilən teleskop varsa, ondan ötrü ayrıca pavilyon tikməyə, yəqin ki, dəyməz. Hər dəfə, sadəcə olaraq, teleskopu müşahidə meydançasına çıxarmaq olar, bir şərtlə ki, ora külək və kənar işıqlanmalardan qorunsun. Belə dərnək şəhərdən kənarda, xüsusi tutqun göy tələb edən müşahidələr aparmağa imkan verən bazaya malik olsa, daha yaxşı olar. Şəhərdənkənar bazanın qışda qızdırılması məsləhətdir. Bu təkcə mülayim havada deyil, qışda da müşahidələr aparmağa imkan verər.

Böyük teleskoplar stasionar qurulma tələb edir. Onların sahibləri günbəzli qüllə və ya kitab kimi açılıb-örtülən, ya da yana əyilən dama malik pavilyon tikmək haqqında ciddi düşünməlidirlər. Orta ölçülü teleskop üçün səyyar budka və yaxud qaraj da yarayar. İstənilən halda unutmaq olmaz ki, bina təkcə teleskopu küləkdən və pis havadan qorumağa deyil, həm də göyü yaxşı görə bilməyə, xüsusən də teleskopu qurmaq üçün vacib olan Qütb ulduzunu görə bilməyə imkan verməlidir. Həm də unutmayın ki, müşahidə vaxtı otağın temperaturu bayırdakı temperatur kimi olmalıdır, əks halda isti hava axını təsvirin keyfiyyətini pisləşdirər. Müşahidəyə bir az (yaxşı olar bir saat, saatyarım) qalmış dam, yaxud lyuk açılmalıdır ki, havanın temperaturu tənləşə bilsin.

Qrup müşahidələrində, cihaz və teleskoplarla yanaşı, düz planlama da az rol oynamır. Müşahidə proqramı tərtib edərkən dərnək üzvlərinin maraqlarını, təcrübələrini, təşkilatçılıq qabiliyyətlərini nəzərə almaq lazımdır. Heç bir halda tədris müşahidələrinin rolunu aşağı salmaq lazım deyildir. Bu, təcrübə qazanmağın yeganə vasitəsidir, ölçmələr aparıb onları işləmək, mürəkkəb cihazlardan istifadə edə bilmək, dərk etmək təcrübəsidir.

ULDUZ ÖLÇÜLƏRİ

Hamıya məlumdur ki, ulduzların bir qismi parlaq, digərləri isə xeyli zəifdir. Eramızdan əvvəl II əsrdə qədim yunan alimi Hipparx adi gözlə (o dövrdə gözü heç nə ilə "silahlandırmaq" mümkün olmadığı üçün) görünən ulduzların kataloqunu tərtib etmişdir. O ilk dəfə olaraq bu kataloqda ulduzları parlaqlığına görə altı sinfə bölmüşdü. Bunlardan ən parlağını 1-ci, tutqununu isə 6-cı ölçülü ulduz adlandırmışdı. Astronomlar artıq 2000 ildən çoxdur ki, əsasən, bu bölgüdən istifadə edirlər.

Ulduzların parlaqlığını daha dəqiq təyin etmək üçün teleskoplar və digər cihazlar (fotometrlər) yarandıqdan sonra astronomlar müəyyən etdilər ki, bir ulduz ölçüsündən digərinə keçərkən ulduzlardan gələn işıq seli (astronomların dedikləri kimi, ulduzların parlaqlığı) təxminən 2,5 dəfə dəyişir. Birinci ölçülü ulduz ikinciden 2,5 dəfə, ikincisi isə üçüncü ölçülü ulduzdan yenə 2,5 dəfə parlaq olur. Beləliklə, birinci ölçülü ulduz üçüncüdən $2{,}5 \cdot 2{,}5 = 6{,}25$ dəfə parlaq olur. Təbiidir ki, Hipparxın kataloqunda bu nisbət, fotometr olmadığına görə, o qədər də dəqiq ifadə olunmamışdır.

Astronomlar Hipparx bölgüsünə adət etdikləri üçün onu saxlamaq məqsədi ilə bu bölgünü daha dəqiq və əlverişli etmək qərarına gəldilər. Hələ 800 il bundan əvvəl yaşamış məşhur Marağa rəsədxanasının yaradıcısı dahi Azərbaycan alimi Nəsirəddin Tusi Hipparxın kataloqunu daha da genişləndirərək, yeni ulduz kataloqu tərtib etmişdir ("Ulduz xəritələri və kataloqları" məqaləsinə bax). Elm və texnikanın inkişafı ilə əlaqədar olaraq 1856-cı ildə ingilis alimi Norman Poqson çoxlu sayda ulduzların parlaqlığını ölçərək, indiki ulduz ölçüsü şkalasını tərtib etmişdir. O, bir ulduz digərindən 100 dəfə parlaq olduqda onların ulduz ölçülərinin fərqini 5-ə bərabər götürməyi təklif etmişdir. Belə olan halda bir ulduz ölçüsünə bərabər olan fərq parlaqlığın $\sqrt[5]{100} \approx 2{,}512$ dəfə fərqli olmasına uyğun gəlir. Bu da təxminən Hipparx və Tusi şkalası ilə üst-üstə düşür.

Ulduz ölçüsünün hesablama başlanğıcı kimi astronomlar Lira bürcünün parlaq ulduzu Veqanı seçmiş və onun ulduz ölçüsünü başlanğıc kimi sıfır qəbul etmişlər. Bu da belə işarə edilir 0^m (m indeksi latınca "stellar magnitude" – "ulduz ölçüsü" deməkdir).

Böyük Ayı bürcünün Dolçasındakı ulduzlar 2^m ulduz ölçüsünə malikdir. Bu o deməkdir ki, bu ulduzlar $2{,}512 \times 2{,}512 \approx 6{,}3$ dəfə Veqadan zəifdir.

Şəhərdənkənar qaranlıq gecə vaxtı normal göz 6^m ulduz ölçüsünə qədər olan ulduzları görə bilir. Böyük teleskoplar vasitəsi ilə 26^m ulduz ölçüsü olan ulduzların fotoşəklini çəkmək olar. Uyğun olaraq insan gözünün həssaslığı belə teleskopa nisbətən 20^m (ulduz ölçüsü) qədər aşağıdır. Bunu aşağıdakı şəkildə göstərmək olar: $5^m + 5^m + 5^m + 5^m$. Buradan asanlıqla parlaqlıqlar fərqinə keçmək olar: teleskop fotolövhə ilə birlikdə $100 \times 100 \times 100 \times 100 = 100$ milyon dəfə gözdən həssasdır. Əgər fotolövhəni elektron işıq qəbuledicileri ilə əvəz etsək, məsələn, yarımkeçirici YƏQ-matrisanı götürsək, onda bu fərq daha da çox – təxminən milyard dəfə olar!

Veqadan parlaqlığı az olan bütün göy cisimlərinin ulduz ölçüləri müsbət ədədlə göstərilir. Onda daha parlaq obyektləri necə ifadə etmək olar? Məsələn, Sirius və Kanopus ulduzları Veqadan xeyli parlaqdır. Bunlardan başqa, daha parlaq olan planetlər, nəhayət, Ay və Günəş var. Belə hallarda riyazi qaydalara uyğun olaraq parlaqlıq mənfi ədədlərlə göstərilir. Əgər ulduzun parlaqlığı -1^m olarsa, bu ulduzun Veqadan 2,512 dəfə parlaq olduğunu göstərir. Siriusun parlaqlığı $-1{,}5^m$-dir, yəni o, Veqadan $(2{,}512)^{1{,}5} \approx 4$ dəfə



Müşahidəçi əvvəlcə ulduzların rənginə və parlaqlığına görə fərqli olmasını görür.



Sirius – göyün ən parlaq ulduzu (-1,5^m).

parlaqdır. Yupiterin parlaqlığı bəzən $-2{,}5^m$-ə çatır. Veneranın parlaqlığı isə maksimumda $-4{,}7^m$-dir.

Asanlıqla görmək olar ki, ulduz ölçüsü ədədi silsilə ilə azaldığı halda (6; 5; 4; 3 və s.), onların parlaqlığı həndəsi silsilə ilə artır (1; 2,512...; 6,310...; 15,851... və s.). Beləliklə, ulduz ölçülərinə görə parlaqlığın fərqi ulduzdan gələn işıq selinin loqarifması kimi dəyişir. Ona görə də ulduz ölçüləri şkalasını loqarifmik şkala adlandırırlar.

Əgər iki göy cismindən yer səthinə düşən işıq seli I_1 və I_2 olarsa, onda onların ulduz ölçülərinin fərqi

$$m_1 - m_2 = -2{,}5 \cdot \lg \frac{I_1}{I_2}.$$

Buna bənzər digər şkalalar da mövcuddur. Məsələn, səsin gurluğunu desibellə ölçürlər ki, bu da, həmçinin səsin qulağa təsir gücünün loqarifması ilə mütənasib olur. Loqarifmik şkaladan istifadə olunması bizim hiss üzvlərimizin – görmə, eşitmə və s. xüsusiyyətlərinə görə daha əlverişlidir. Belə ki, insan beyni hiss üzvlərinin qıcıqlanmasını birbaşa deyil, qıcıqlandıran qüvvənin (məsələn, səsin gücü) loqarifmi ilə mütənasib olaraq qəbul edir. Məhz ona görə də qulaq həm ağcaqanadın vızıltısını və həm də hava limanında təyyarənin uğultusunu eyni cür eşitmək qabiliyyətinə malik olur. Göz isə ulduzların parlaqlığını seçə bilir və hətta ulduzlardan milyard dəfələrlə parlaq olan günəşə birbaşa baxır və kor olmur.

GÖY CİSİMLƏRİNİN GÖYDƏ ÜNVANLARI

Göy cisimlərinin göydəki vəziyyətlərini necə dəqiq göstərmək olar? Müşahidəçini maraqlandıran obyekti görmək üçün gözümüzü və ya teleskopu hara yönəldək?

Cismin vəziyyətini rəqəmlərlə vermək daha yaxşı olar. Riyaziyyatçılar bunu məlum koordinat üsulu kimi çoxdan qəbul etmişlər. Tutaq ki, nöqtənin vəziyyətini müstəvi üzərində təsvir etmək lazımdır. Bu müstəvi üzərində bir-biri ilə düzbucaq altında kəsişən iki düz xətt götürək və müəyyən uzunluqda düz xətt parçasını vahid qəbul edək. Belə düz xətləri koordinat oxları, onların kəsişmə nöqtəsini isə koordinat başlanğıcı adlandırırlar. Sonra bizim baxdığımız nöqtədən bu oxlara paralel düz xətlər keçirək. Bunların hər biri oxlardan birini kəsəcək. Koordinat başlanğıcından kəsişmə nöqtələrinədək olan parçaların uzunluqlarını ölçüb koordinat başlanğıcından olan vəziyyətə uyğun olaraq müsbət və ya mənfi qiymətləndirək. Müxtəlif nöqtələr müxtəlif koordinatlara malik olacaqdır. Koordinatlar kimi götürülən iki cüt rəqəm (x, y) müstəvi üzərində bir nöqtəyə uyğun gəlir.

Buna oxşar olan koordinat sistemini fəzada da qurmaq olar. Burada nöqtənin vəziyyəti üç rəqəmlə xarakterizə edilir ki, bunlar da bir-birinə perpendikulyar üç müstəvidən olan məsafələri göstərir.

Lakin ulduzların göydəki qarşılıqlı vəziyyətlərinə görə onların bir-birindən hansı məsafədə (kilometrlərlə və ya işıq ili ilə) yerləşdiklərini bilmək olmaz. Ola bilər ki, iki ulduz bir-birindən olduqca uzaq məsafədə yerləşsin, amma onlar Yerdən eyni istiqamətdə olarsa, biz onları yanaşı görərik. Deməli, məhz istiqamət obyektin göydə yerləşməsini müəyyən edir. İstiqamətin rəqəmlərlə qiymətləndirilməsini bucaqların köməyi ilə həyata keçirirlər.

Bir nöqtədən (müşahidəçinin gözündən) çıxan və göydə iki müxtəlif cismə tərəf yönələn iki şüa təsəvvür edək. Bu şüalar arasında qalan bucağa həmin cisimlər arasındakı *bucaq məsafəsi* deyilir. Bucaq kiçikdirsə, bu cisimlər yaxın, bucaq böyük olduqda isə bu cisimlər bir-birindən aralı, göyün müxtəlif hissələrində yerləşir. Elə koordinat sistemləri də var ki, obyektin vəziyyəti xətti ölçülərlə deyil, bucaqlarla xarakterizə olunur. Məsələn, coğrafi koordinat sistemində yer səthində istənilən nöqtənin vəziyyəti enlik və uzunluq bucaqları ilə təyin edilir. Elə buna bənzər sistemi göy cisimlərinə də aid etmək olar.

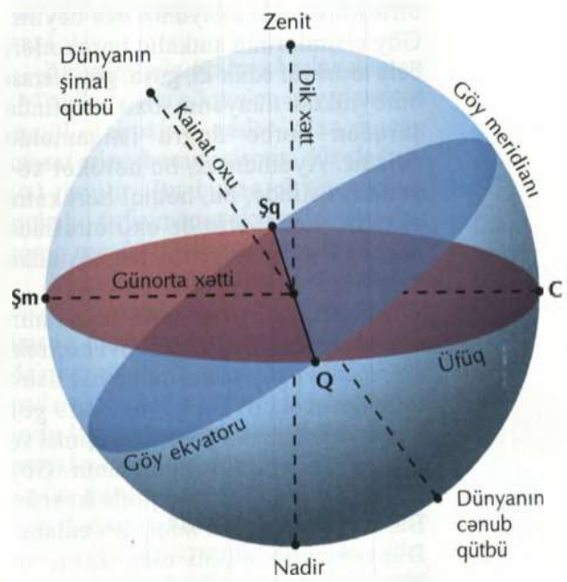
Artıq çoxdandır ki, insanlar səmanı göy cisimləri ilə bəzənmiş və yeri əhatə edən bir qübbə kimi təsəvvür etməkdən imtina etmişlər. Lakin göy cisimlərinin qarşılıqlı vəziyyətlərini və görünən hərəkətlərini təsvir etmək üçün bütün göy cisimlərini kifayət qədər böyük radiuslu kürənin daxili səthinə yerləşdirmək və kürənin mərkəzində isə müşahidəçini yerləşdirmək kimi təsəvvür etmək daha uyğun və əlverişli hesab edilir. Coğrafi sistemə analoji olaraq bu cür sistem *göy sferası* adlandırılır və bu sistem bucaqlardan ibarət koordinat sistemi adlanır.

ZENİT, NADİR, ÜFÜQ

Göy cisimlərinin koordinatlarını hesablamaq üçün göy sferasında hər hansı bir nöqtə və xətt götürülür.

Bir ip götürüb onun ucuna yük bağlayaq. İpin ucundan tutub yükü yuxarı qaldırsaq şaquli xətt parçası alarıq. Bu yükü fikrən göy sferasını kəsənə qədər qaldıraq. Başımızın tam üstündə yerləşən və göy sferası ilə kəsişən nöqtə *zenit* adlanır. Bunun əks istiqamətində, müşahidə oluna bilməyən nöqtə isə *nadir* adlanır.

Əgər göy sferasını müstəvi ilə kəsmiş olsaq, kəsişmədə dairə alarıq. Əgər kəsən müstəvi göy sferasının mərkəzindən keçərsə, o daha böyük ölçüyə malik olar. Bu dairəyə Böyük dairə deyilir. Göy sferasında qalan bütün dairələr kiçik dairələrdir. Müşahidəçidən keçən və şaquli xəttə perpendikulyar olan müstəvi göy sferasını böyük dairə üzrə kəsəcəkdir. Bu böyük dairə *üfüq* adlanır. Baxmaq mənasında



Göy sferasının nöqtələri və xətləri.

bu elə yerdir ki, sanki "göy yerlə birləşir" kimi görünür və biz göy sferasının üfüqdən yuxarıda yerləşən yarım hissəsini görə bilirik. Üfüqün bütün nöqtələri zenitdən 90° məsafədə yerləşir.

DÜNYANIN QÜTBÜ, GÖY EKVATORU, GÖY MERİDİANI

Sutka ərzində ulduzların göydə yerdəyişmələrini müşahidə edək. Yaxşı olar ki, bunu fotoqrafik üsulla edək, yəni fotokameranı açıq şəkildə gecə vaxtı göyə yönəldib bir neçə saat saxlayaq. Fotoşəkildə aydın görmək olar ki, bütün ulduzlar bir mərkəz ətrafında müxtəlif radiuslu dairələr cızmışdır. Bu mərkəzə uyğun olan nöqtəyə *dünyanın qütbü* deyilir. Bizim coğrafi enliklər üçün üfüqdən yuxarıda dünyanın şimal qütbü yerləşir (Qütb ulduzunun yanında). Yerin cənub yarımkürəsində isə bu cür hərəkət dünyanın Cənub qütbü ətrafında baş verir. Dünyanın hər iki qütbünü birləşdirən oxa *dünyanın oxu* deyilir. Göy cisimlərinin sutkalıq hərəkətləri belə təsəvvür edilir ki, guya, göy sferası bütövlükdə dünyanın oxu ətrafında şərqdən qərbə doğru istiqamətdə fırlanır. Aydındır ki, bu hərəkət xəyalidir: əslində, bu, həqiqi hərəkətin əksidir, yəni Yerin öz oxu ətrafında qərbdən şərqə doğru fırlanmasından ibarətdir.

Müşahidəçi vasitəsilə dünyanın oxuna perpendikulyar müstəvi keçirək. Bu müstəvi göy sferasını böyük dairə üzrə kəsəcəkdir. Bu böyük dairə *göy ekvatoru* adlanır və göy sferası şimal və cənub yarımkürələrinə bölünür. Göy ekvatoru üfüqlə iki nöqtədə kəsişir. Bunlar *şərq* və *qərb nöqtələri* adlanır. Dünyanın iki qütbü olan Zenit və Nadirdən keçən böyük dairəyə *göy meridianı* deyilir. Bu meridian üfüq dairəsini *şimal* (Ş) və *cənub* (C) *nöqtələrində* kəsir.

GÖY SFERASINDA KOORDİNAT SİSTEMLƏRİ

Koordinatlarını tapmaq istədiyimiz göy cismindən və zenitdən keçən böyük dairə çəkək. Bu, göy cismindən, zenit və müşahidəçidən keçən müstəvinin göy sferası kəsiyi adlanır. Göy cismindən Zenit və Nadirdən keçən göy sferası yarımdairəsinə bu cismin hündürlük dairəsi, şaquli dairə və yaxud, sadəcə olaraq, həmin cismin *şaqulu* deyilir. Təbiidir ki, bu dairə üfüqlə müəyyən nöqtədə kəsişir. Bu kəsişmə nöqtəsi ilə göy cismi arasında qalan bucaq həmin cismin üfüqdən olan *hündürlüyünü* (h) göstərir. Bu bucaq (hündürlük) üfüqdən yuxarıda olduqda müsbət, üfüqdən aşağıda isə mənfi olur (zenit nöqtəsinin hündürlüyü həmişə 90° olur). İndi isə üfüq boyu göy cisminin şaqulu və üfüqün kəsişmə nöqtəsi ilə cənub nöqtəsi istiqaməti arasında qalan bucağı ölçək. Hesablamanın istiqaməti cənubdan qərbə tərəf götürülür. Bu bucağa astronomik *azimut* (A) deyilir və hündürlüklə birgə *üfüqi koordinatlar sistemində* göy cisimlərinin koordinatları (h, A) adlanır.

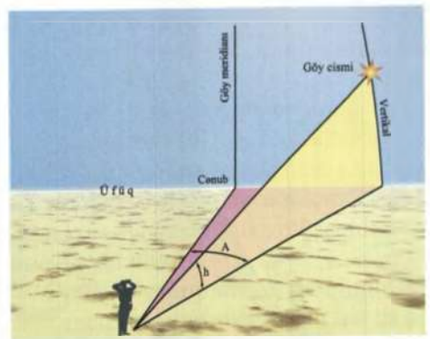
Göy cismindən zenitə qədər olan bucaq məsafəsinə *zenit məsafəsi* (z) deyilir və bəzən hündürlük əvəzinə zenit məsafəsindən də istifadə edilir. Hündürlüklə zenit məsafəsinin cəmi 90° olur.

Göy cismini üfüqi koordinatlarını bilmək onu göydə tapmağa imkan verir. Lakin ən böyük çətinlik ondan ibarətdir ki, göy sferasının kifayət qədər sürətlə və qeyri-bərabər fırlanması nəticəsində hər iki koordinat zamandan asılı olaraq dəyişir. Ona görə də ən çox üfüqlə deyil, ekvatorla əlaqədar koordinat sistemindən istifadə edilir və belə sistemə ekvatorial koordinat sistemi deyilir.

Bunun üçün yenə də bizim baxdığımız göy cismindən keçən böyük dairə çəkək. Bu dəfə onu dünyanın qütbündən keçirək. Bu cür çəkilən dairəyə *meyil dairəsi* (d) və ya cismin meyli deyilir. Bu dairənin göy ekvatoru ilə kəsişmə nöqtəsini qeyd edək. Göy cismi ilə həmin nöqtə arasında qalan *meyil bucağı* (δ) göy sferasının şimal yarımkürəsi üçün müsbət, cənub yarımkürəsi üçün isə mənfi olur. Ekvatorun bütün nöqtələri üçün meyil 0°-dir. İndi isə göy ekvatorunda iki nöqtə qeyd edək: birinci nöqtə göy ekvatoru ilə göy meridianın kəsişmə nöqtəsi, ikinci isə ekvatorun göy cisminin meyil dairəsi ilə kəsişmə nöqtəsi olsun. Şərqdən qərbə tərəf hesablanan və bu iki nöqtəyə tərəf istiqamətlər arasında qalan bucaq göy cisminin *saat bucağı* (t) adlanır. Adətən, bunu dərəcələrlə ölçürlər, lakin çox vaxt onu saatla ifadə edirlər: belə ki, tam dairə 360°-yə deyil, 24 saata (24^h) bölünür. Beləliklə, 1 saat – 15° (360° : 24 saat), 1° – 4 dəqiqə (1/15 saat) götürülür.

Beləliklə, göy sferasının sutkalıq fırlanması göy cisminin ekvatorial koordinatlarına ciddi təsir göstərmir. Göy cismi göy ekvatoruna paralel olan kiçik dairə boyunca hərəkət edir və buna *sutkalıq paralel* deyilir. Bu sistemdə ekvatora qədər olan bucaq məsafəsi dəyişmir və göy cisminin meyli (d) sabit qalır. Saat bucağı böyüsə də, bərabər sürətlə artır. Hər hansı bir vaxt anı üçün saat bucağını bilməklə onun başqa anlarını hesablamaq olar.

Buna baxmayaraq, bu koordinat sistemində göy cisimləri cədvəlini əvvəlcədən vermək olmaz, belə ki, onun bir koordinatı zamandan asılı olaraq dəyişir. Dəyişməyən koordinat sistemi qurmaq üçün gərək hesablama sistemi bütün



Üfüqi koordinatlar sistemi. Göy sferasının daxildən görünüşü.

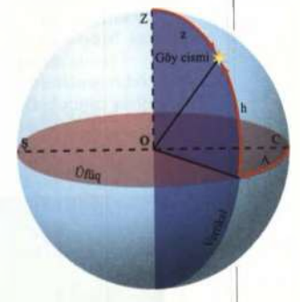
obyektlərlə birgə hərəkət etmiş olsun. Bunu etmək mümkündür, ona görə ki, göy sferası sutkalıq fırlanarkən vahid bir cisim kimi hərəkət edir. Bunun üçün ikinci ekvatorial koordinat sistemindən istifadə edilir.

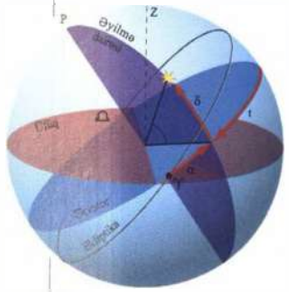
Göy ekvatorunda ümumi fırlanmada iştirak edən bir nöqtə seçək. Bu nöqtədə heç bir göy cismi yoxdur; bu nöqtədə Günəş yalnız ildə bir dəfə olur (təqribən martın 21-də), belə ki, Günəş ulduzlar arasında özünün (sutkalıq deyil!) illik hərəkəti zamanı yerini cənub yarımkürəsindən şimala tərəf dəyişir ("Günəşin ulduzlar arasında yolu" məqaləsinə bax).

Yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsi (♈) adlanan bu nöqtədən göy cisminin meyil dairəsinə qədər olan bucaq məsafəsinə həmin cismin *düz doğuşu* (α) deyilir. Bu bucaq ekvator boyu sutkalıq fırlanmanın əksi, yəni qərbdən şərqə tərəf istiqamətdə ölçülür.

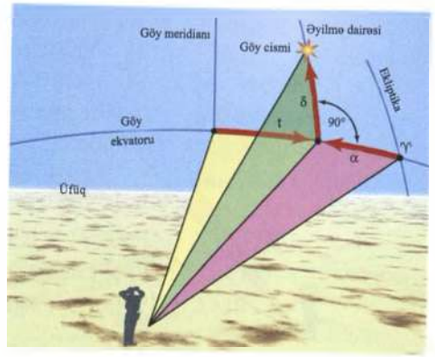
Sonra bu böyük dairənin qütbündən və göy cismindən keçərək böyük dairəni kəsən daha bir böyük dairə (ekvator dairəsi) götürülür. Göy cisminin koordinatları kimi bu dairələrin kəsişmə nöqtəsindən göy cisminə qədər olan bucaq məsafəsi və əsas dairə (ekvator) üzərində götürmüş nöqtədən ekvatorla meyil dairəsinin kəsişmə nöqtəsinə qədər olan bucaq məsafəsi qəbul edilir. Üfüqi koordinat sistemində əsas müstəvi

Üfüqi koordinatlar sistemi.





▲ Ekvatorial koordinat sistemi.



▶▶ Ekvatorial koordinat sistemi. Göy sferasının daxildən görünüşü.

üfüqi müstəvi, ekvatorial sistemdə isə ekvator müstəvisi götürülür.

Başqa koordinat sistemləri də vardır. Günəş sistemi cisimlərinin hərəkətini öyrənmək üçün *ekliptik koordinat sistemi* qəbul edilir ki, burada əsas müstəvi kimi ekliptika müstəvisi götürülür. Günəşin ulduzlararası mühitdə illik hərəkətinə uyğun olan böyük dairəyə (hərəkət trayektoriyasına) ekliptika deyilir.

Ekliptika göy ekvatoru ilə iki nöqtədə yaz (γ) və payız gecə-gündüz bərabərliyi (Ω) nöqtələrində kəsişir. Ekliptik koordinat sistemində ekliptik enlik və ekliptik uzunluqdan istifadə olunur. Bundan başqa, *qalaktik koordinat sistemi* də var ki, burada əsas müstəvi kimi qalaktika diskinin orta müstəvisi götürülür.

ULDUZ XƏRİTƏLƏRİ VƏ KATALOQLARI

ULDUZ KATALOQLARI NƏ ÜÇÜN LAZIMDIR?

Əgər əlimizdə etibarlı ulduz xəritələri olmasa, onda sonsuz sayda ulduz və dumanlıqlar arasında göy fəzasına "səyahət" etsək, sözsüz ki, aza bilərik.

Ulduz xəritələrini tərtib etmək üçün göydə minlərlə ulduzun vəziyyətlərini dəqiq bilmək lazımdır. Bax elə buna görə də astronomların bir qismi (onları astrometrist adlandırırlar) bu məsələ ilə məşğul olurlar ki, bununla hələ qədim münəccimlər də məşğul olmuşlar. Onlar özlərindən əvvəlkilərə, həmçinin özlərinə belə inanmadıqları üçün çox səbir və inamla eyni bir obyektin koordinatlarını ölçməklə məşğul olmuşlar.

Belə ki, həqiqətən də, ulduzların Qalaktikanın fırlanmasına və Günəş sisteminə nəzərən öz vəziyyətlərini dəyişməsi ilə əlaqədar olaraq, eləcə də bəzi koordinat sistemlərinin özlərini dəyişməsinə görə daimi olaraq öz vəziyyətlərini dəyişirlər. Yerin oxunun presessiyası dünyanın oxunun azacıq da olsa dəyişməsinə, eləcə də yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsinin ulduzlara nəzərən yerdəyişməsinə səbəb olur ("Fırfıra oyunu, yaxud qütb ulduzlarının uzun əhvalatı" məqaləsinə bax). Məhz buna görə də ulduz kataloqlarında onların ekvatorial koordinatlarından başqa, bu koordinatların əsaslandığı yaz gecə-gündüz bərabərliyinin tarixini də göstərirlər (məsələn, 1900, 1950, 2000 və s.). Hal-hazırda yaz gecə-gündüz bərabərliyinin 2000-ci ilə uyğun tərtib olunmuş ulduz kataloqları və xəritələrindən istifadə olunur. Lakin həvəskar astronomları 1950-ci il üçün hesablanan koordinatlar da qane edir.

Beləliklə, ulduz kataloqlarının tərtib edilməsi və onların dəqiqliyinin daim artırılması astronomiyanın aktual problemlərindən biri kimi qalır.



Böyük Ayı bürcündə ulduzların nisbi yerdəyişməsi.

Qədim ulduz kataloqu təxminən 6 min il bundan əvvəl Babilistan astronomları tərəfindən tərtib olunmuşdur. Təxminən 4 min il bundan əvvəl Çin astronomlarının da ulduz kataloqları olmuşdur. Bu kataloqlardan yalnız ayrı-ayrı hissələr bu günə qədər saxlanılmışdır. Bütövlükdə bizə gəlib çatmış ilk ulduz kataloqu eramızdan əvvəl təxminən 136-cı ildə Hipparx tərəfindən tərtib olunmuşdur. Bu kataloqda adi gözlə görünən 850 ulduzun koordinatları verilmişdir. Sonralar, II əsrdə Klavdi Ptolemey Hipparxın kataloquna əlavələr edərək, ulduzların sayını 1022-yə çatdırmışdır. Astronomlar bu kataloqdan təxminən min beş il istifadə etmişlər. Sonralar Ptolemeyin kataloqunda olan ulduzlar yenidən müşahidə edilərək, bu müşahidələr əsasında yeni kataloqlar tərtib olunmuşdur.

O vaxtlar üçün bunlardan daha dəqiq və geniş sayılanı məşhur Marağa Rəsədxanasının yaradıcısı dahi Azərbaycan alimi və filosofu Nəsirəddin Tusi (1201-1276) tərəfindən tərtib edilmiş "Zic Elxani" (Elxan cədvəlləri) adlanan ulduz kataloqudur. Bu kataloqun bir nüsxəsi AMEA Respublika Əlyazmalar İnstitutunda bu günə qədər saxlanılır. Tusi Marağa Rəsədxanasında böyük ölçülü bucaqölçən cihazlardan istifadə edərək, adi gözlə görünən ulduzları müşahidə etmiş və bunun əsasında onların koordinatlarını daha dəqiq təyin edə bilmişdir.

O, öz müşahidələri əsasında, ulduz kataloqu ilə yanaşı, ilk dəfə olaraq ulduz qlobusu yaratmışdır. Bu ulduz qlobusu ən dəyərli bir elmi əsər kimi indiyədək Drezdenin məşhur muzeylərindən birində saxlanılır.

Tusidən sonra onun davamçılarından olan məşhur özbək astronomu Uluqbəy (1437-ci il) 1018 ulduzdan ibarət daha bir kataloq tərtib etmişdir. Sonralar, 1594-cü ildə alman astronomu Xristian Rotman, 1601-ci il epoxası üçün (1005 ulduzdan ibarət) Tiho Brahe, 1661 və 1701-ci illər epoxası üçün (1564 ulduzdan ibarət) Yan Heveli yeni ulduz kataloqları tərtib etmişlər. Bu kataloqların hamısı bucaqölçən cihazların köməyi ilə aparılan müşahidələrə əsasən yaradılmışdır.

Optik teleskopların kəşf olunması astrometristlərin imkanlarını bir daha artırdı. XVII əsrin axırlarında mikrometr adlanan cihaz yaradıldı. Teleskopun obyektivinin fokusunda yerləşdirilən bu cihazın köməyi ilə teleskopun vizir xəttini ulduza daha dəqiq yönəltmək olur ki, bu da ulduzların koordinatlarını daha dəqiq ölçməyə imkan verir. Meridian dairə, baxış cihazı və şaquli dairə kimi cihazlar astrometristlərin köməyinə gəldi. Astronomlar optik teleskoplar əldə etdikdən sonra göyün cənub yarımkürəsi və zəif ulduzların hesabına koordinatları daha dəqiq təyin olunan obyektlərin sayını artırdılar. Pulkovo rəsədxanasında onun yaradıcısı Vasili Yakovleviç Struvenin planı əsasında 1845, 1865, 1885, 1905 və 1930-cu illər epoxaları üçün və yüksək dəqiqliyə malik yeni ulduz kataloqları tərtib olundu. Bunlarla yanaşı, Qrinviç, Vaşinqton, Kap (Cənubi Afrika) rəsədxanalarında tərtib olunan kataloqlar böyük əhəmiyyətə malik idi.



Sekstant. Yan Gevelinin kitabından qravüra. XVII əsr.



Xristofor Sellariusun "Makrokosmikin harmoniyası" kitabından göyün şimal yarımkürəsindəki ulduz bürclərinin xəritəsi. 1660-cı il.

Kataloqların dəqiqliyinin artması barədə aşağıdakı rəqəmlər daha yaxşı məlumat verir. Teleskopaqədərki dövrün ən yaxşı müşahidəçiləri kimi tanınmış N.Tusinin və T.Brahenin ölçmələrinin dəqiqliyi 1-2′ (bir-iki dəqiqə) təşkil edirdi. İngiltərənin birinci Kral astronomu (Qrinviç rəsədxanasının direktoru) Con Flemistidin kataloqunun xətası qövsün bir neçə saniyəsindən artıq deyildi. Halbuki onu T.Brahedən yalnız bir yüzillik ayırırdı. Artıq XVIII əsrin ortalarında Kral astronomu Ceyms Bradley dəqiqliyi 1″-yə (bir saniyəyə) endirdi. Müasir teleskoplar vasitəsi ilə dəqiqlik saniyənin onda birinə (0,1″) qədər artırıldı.

HANSI KATALOQLAR OLUR

Müasir ulduz kataloqlarını iki qrupa bölmək olar: fundamental kataloqlar və ulduz icmalları (xəritələri). Ulduz kataloqları nisbətən az sayda (bir neçə yüz) ulduzlardan ibarət olur, amma onların vəziyyətləri (koordinatları) öz dövrləri üçün daha dəqiq təyin olunur. 1938-1940-cı illərdə "Berlin astronomiya salnaməsinin üçüncü fundamental kataloqu" nəşr olundu ki, bu da daha çox FK 3 kataloqu kimi tanınır. Bu kataloqda bütün göy sferası üzrə bərabər paylanmış 1535 ulduzun koordinatları verilmişdir. Bu kataloq uzun illər boyu astrometrik işlər üçün əsas olmuşdur.

FK 3 kataloqundan daha dəqiq olan və eyni ulduzlardan təşkil edilmiş FK 4 kataloqu yarandıqdan sonra FK 3 kataloqunun təftişi və dəqiqləşdirilməsi başa çatdırıldı. İndiki dövr üçün FK 5 yeni kataloqu hazırlanmışdır.

Fundamental ulduz kataloqları kimi daha dəqiq olmasa da, ulduz icmalları da çoxlu sayda ulduzları əhatə edir. Onların bir qismi astrofiziklər və ulduzçu astronomlar üçün böyük maraq kəsb edir. Məsələn, onlarda dəyişən, qoşa və digər qeyri-adi ulduzlar əks olunmuşdur.

Ulduz icmallarına misal olaraq 1859-1862-ci illərdə Fridrix Argelanderin iki köməkçisi ilə birlikdə tərtib etdiyi "Göyün Bonn icmalı"nı göstərmək olar. Bu icmalda göyün şimal yarımkürəsinin 324 min ulduzu toplanmışdır. Bu icmal XIX əsrin 80-ci illərində -23° meylinədək davam etdirildi, sonralar isə Kordova (Argentina) və Kap rəsədxanaları tərəfindən göyün cənub qütbünə qədər olan ulduzlar da "Bonn icmalı"na əlavə edilmişdi.

Dəyişən ulduzların, ağ cırtdanların, pulsarların və ulduzlar aləminin tükənməz başqa obyektlərinin və qalaktikaların da ayrıca kataloqları mövcuddur.

Fransız astronomu Şarl Messyenin (1781-ci il) dumanlıqlar və ulduz topaları kataloqu geniş yayılmışdır. Kometaların axtarışı və tədqiqinin vurğunu olan Messye bütün gecələri teleskopun yanında keçirirdi. Kometalar teleskopda zəif dumanlıq ləkələri kimi görünür və göydə öz yerlərini yavaş dəyişən bir obyekt kimi müşahidə olunur. Görünüşünə görə bir çox dumanlıq və qalaktikalar onlara bənzəyir, ancaq onlar göydə ulduzlar arasında daim eyni bir yerdə olur. Bu dumanlı ləkələr gələcəkdə kometaların axtarılmasına mane olmasın deyə, Messye onların göydəki vəziyyətini və görünən əsas xarakteristikalarını təsvir edərək, öz kataloqunu tərtib etmişdir. Messyenin bir çox dumanlıqlara və ulduz topalarına verdiyi işarələr astronomiyaya möhkəm daxil olmuşdur. M (Messye) hərfindən sonra kataloqdakı nömrə göstərilir. Məsələn, M 31 – Andromeda dumanlığı, M 42 – Orion dumanlığı, M 1 – Buğa bürcündə məşhur Yengəcə bənzər Dumanlıq.

Müasir və geniş daha parlaq qalaktika və dumanlıqlar haqqında olan informasiyalar "Yeni ümumi kataloq"da vardır. Bu kataloqda Andromeda dumanlığı NGC 224 işarəsinə malikdir. Yəni eyni bir səma obyekti müxtəlif cür işarə edilə bilər. Astronom müəyyən işarə ilə rastlaşdıqda o, ətraflı məlumat almaq üçün tez lazım olan kataloqa müraciət edir.

"Tərpənməz" göy cisimləri haqqında həvəskar müşahidəçilər üçün lazımi məlumatları P.Q.Kulikovskinin tərtib etdiyi "Astronomiya həvəskarları üçün sorğu kitabçası" (1971) kataloqundan və ÜAGC-nin (Ümumittifaq Astronomiya və Geodeziya Cəmiyyəti) "Astronomiya təqvimi. Daimi hissə" (1981) nəşrindən almaq olar. Həmin kataloqlarda həvəskar müşahidələri üçün ən münasib və maraqlı obyektlər verilmişdir.

Tamamilə aydındır ki, ulduzlar arasında öz yerlərini dəyişən Günəş, Ay, planetlər, kometalar və başqa göy cisimlərinin vəziyyətlərinin kataloqlarını tərtib etmək mümkün deyil. Ancaq göy mexanikasının müasir üsulları, onların vəziyyətlərini istənilən zaman anında hesablamağa imkan verir. Əvvəlcədən hesablanmış vəziyyətlər haqqında məlumatlar efemeridlər adlanır və onların siyahısı xüsusi nəşrlərdə dərc edilir ("Göy cisimlərinin "sabahkı" yeri" məqaləsinə bax).

GÖYÜN XƏRİTƏ VƏ ATLASLARI

Ulduzlu göyü yaxşı tanımaq tez-tez maraqlı kəşflərə gətirib çıxarırdı, həm də onların çoxu həvəskar astronomlar tərəfindən edilmişdir. 1901-ci ildə Persey bürcündə alışan yeni ulduzu ilk dəfə Kiyev həvəskar astronomları müşahidə etmişlər. 1920-ci ildə Qu bürcündə, 1936-cı ildə Herkules bürcündə yeni ulduzları da ilk dəfə həvəskarlar aşkar etmişlər. Onların xəritələrlə səbir və bacarıqla işləmələri hər il bir neçə kometa aşkarlamağa, məlum meteor axınlarını tədqiq və yenilərini aşkar etməyə imkan verir.

Ulduz xəritələrinin tərtib edilməsində əsas çətinliklər ondan ibarətdir ki, bütün göy cisimləri və koordinat şəbəkəsi, sanki, göy sferasının daxili səthindədir, onları isə müstəvi şəklində bir vərəq kağızda təsvir etmək lazımdır. Ancaq buna bənzər problemlər vaxtı ilə xəritəçəkənlər tərəfindən həll edilmişdir. Onlar müxtəlif proyeksiyalar tətbiq etməklə Yer kürəsinin böyük ölçülü sahələrini kiçik ölçüyə malik müxtəlif planda təsvir etməyə nail olmuşlar. Əlbəttə, əgər proyeksiyalar düzgün tapılarsa, onda təhrifləri minimuma endirmək olar: belə ki, xəritə üzərindəki təsvirlər göydə müşahidə olunan obyektlərin göydəki vəziyyətlərindən az fərqli olar.

Bəzən proyeksiyaların seçilməsi müşahidədə qoyulan məsələlərin tələbindən asılı olur. Məsələn, ulduz xəritəsində "axan ulduzların" və meteorların yolunu qeyd etmək üçün qnomonik (qədim astronomik cihaz) proyeksiyalardan istifadə edilməklə böyük dairə qövsləri düz xətlərlə göstərilir. Meteor hissəciklərinin sürətləri (11-72 km/san) çox böyük olduğuna görə onların işıqlı yolları (trayektoriyaları) da düz xətlər kimi görünür.

Sadə müşahidələr və bürclərin öyrənilməsi üçün yalnız parlaq ulduzların və əsas bürclərin göstərildiyi kiçikmiqyaslı xəritələr tamamilə kifayətdir. Məsələn, ulduzlu göyün mütəhərrik xəritəsi belədir. Daha mürəkkəb müşahidələrə keçdikdə adi gözlə görünən ulduzlar da qeyd olunmuş daha ətraflı xəritələrdən istifadə etmək lazımdır.

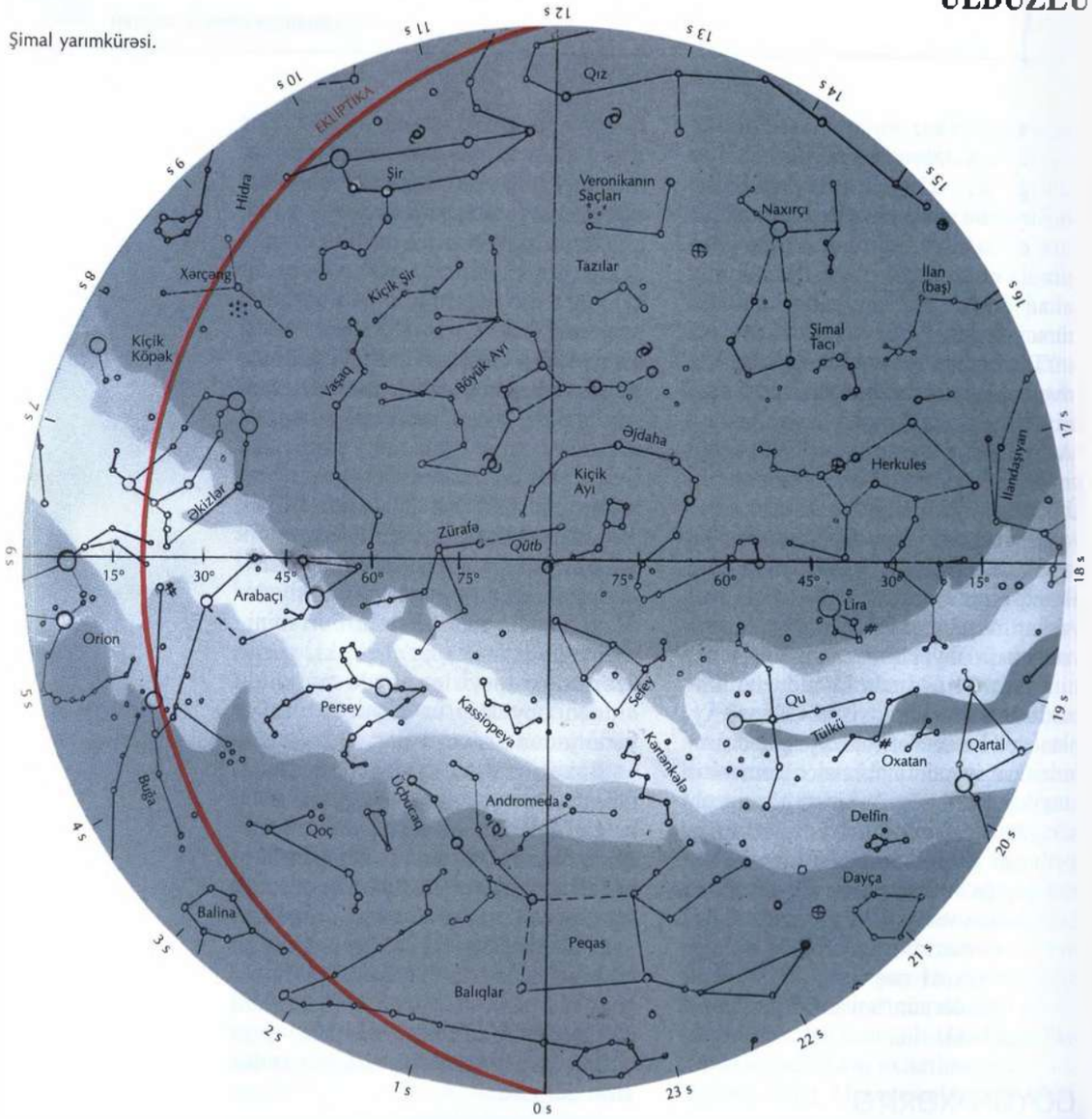
Çox vaxt ulduz xəritələrini toplularda – ulduz atlaslarında birləşdirirlər. Atlaslara bütün göy sferasında və ya onun

NGC 3034 qalaktikası (Şarl Messye kataloqu üzrə M82).

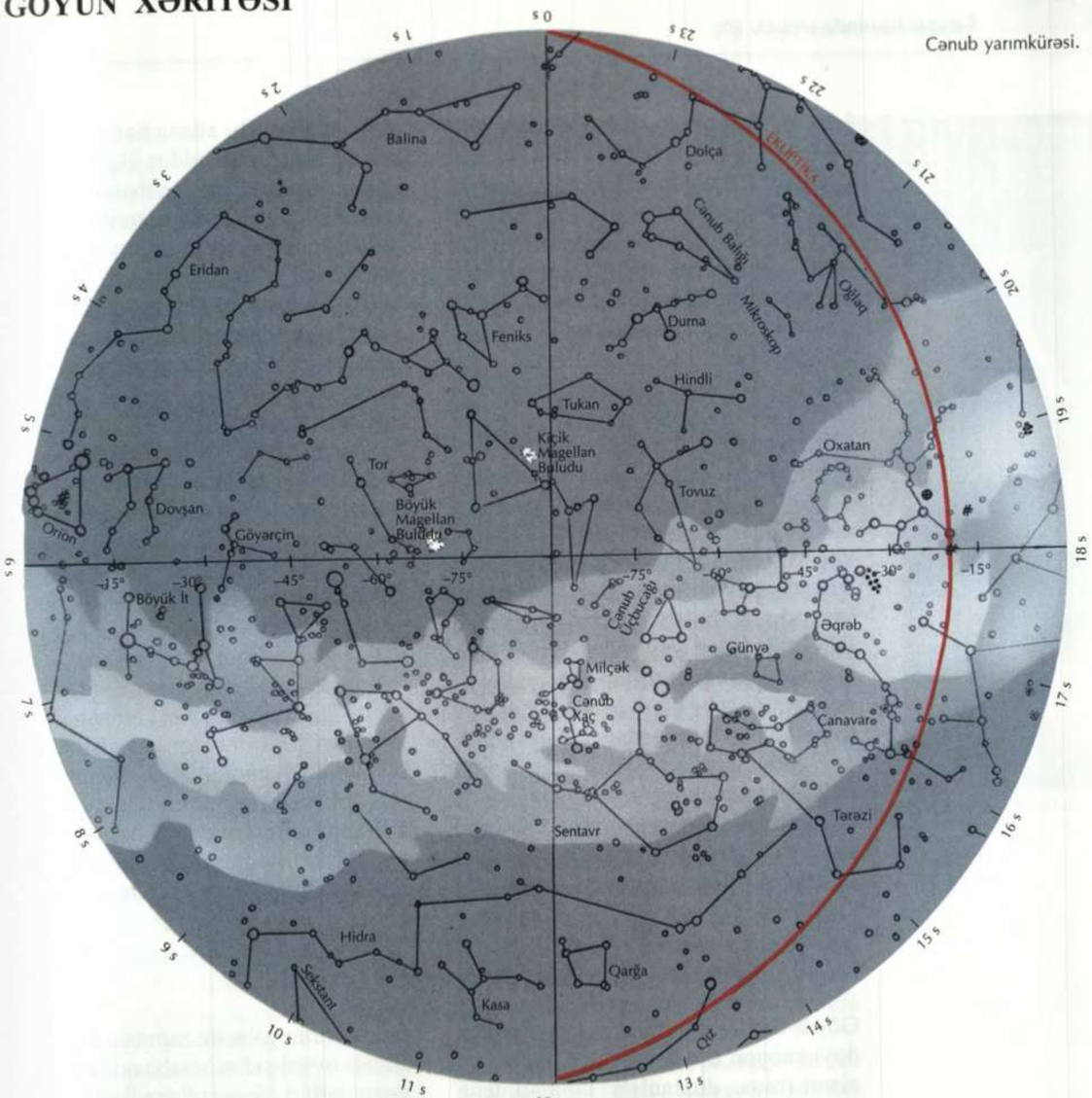


ULDUZLU GÖYÜN XƏRİTƏSİ

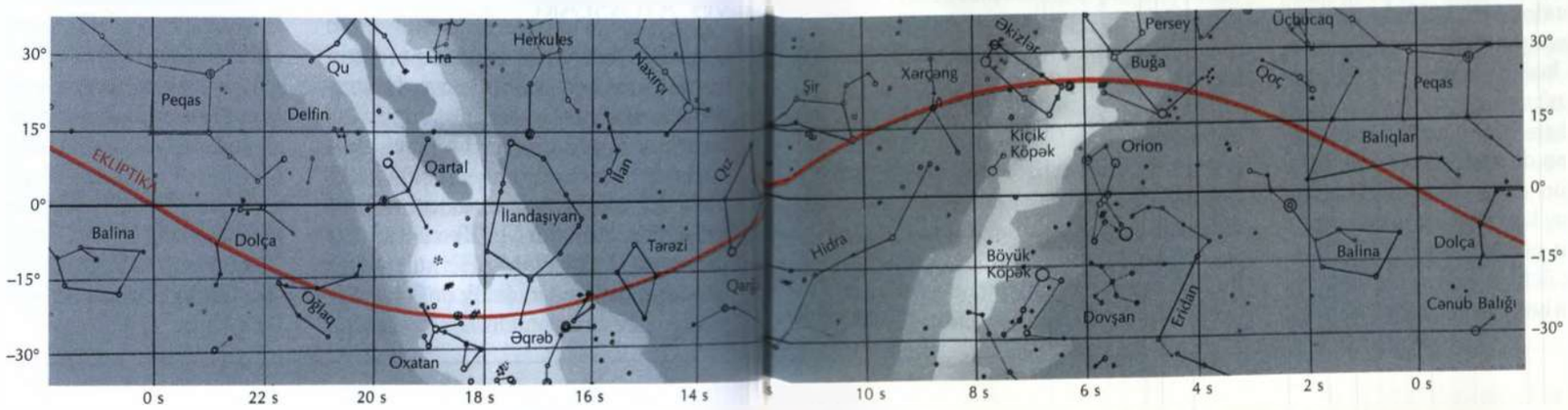
Şimal yarımkürəsi.



Cənub yarımkürəsi.



Ekvatorial bürclərin xəritəsi.



böyük hissələrində olan ulduzlar daxil edilir. Məsələn, A.A.Mixaylovun tərtib etdiyi "Ulduz atlası"nda (1965-ci il) ulduz ölçüsü 5,5-ə qədər və meyli -40°-dən böyük olub, bizim coğrafi enliklərdə görünən bütün ulduzların vəziyyətləri qeyd olunmuşdur. Bu atlasda koordinat şəbəkəsi 1950-ci il gecə-gündüz bərabərliyi əsasında verilmişdir. Bu xəritələr kiçikmiqyaslı olduğuna görə, əslində, presessiyanın təsiri nəzərə çarpmır. A.A.Mixaylovun digər "Ulduz atlası"nın ulduz ölçüləri 8,25-ə qədər olan ulduzların daxil olduğu digər variantı (1969-cu il) teleskop və binoklar vasitəsilə müşahidə apararkən əvəzolunmazdır. Qeyd etmək lazımdır ki, hal-hazırda Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetində və Bakı Dövlət Universitetində astronomiya dərslərində tələbələrə gecə göyünü öyrətmək üçün bu atlasdan istifadə edilir.

Səma cisimlərini müşahidə etmək üçün lazım olan informasiyanı ÜAGC (Ümumittifaq Astronomiya və Geodeziya Cəmiyyəti) tərəfindən nəşr olunmuş "Ulduzlu göyün atlası"nda tapmaq olar. Bu atlasa hər iki yarımküreni əhatə edib, ulduz ölçüləri 6,5-ə qədər olan ulduzlardan ibarət 20 ulduz xəritəsi daxildir. Atlasda xəritələrdə əks olunmuş ulduz və obyektlərə dair izahat verilmişdir. V.A.Kaşirinin göyün müxtəlif oblastlarının 107 fotoşəklindən ibarət "Ulduz atlası" (1991) da müşahidəçilər üçün olduqca maraqlıdır. Bundan başqa, indiki dövrdə həvəskar müşahidəçi mütləq müvafiq İNTERNET qaynaqlarından istifadə etməyi bacarmalıdır.

Xüsusi müşahidələr üçün müfəssəl irimiqyaslı xəritələrdən və yalnız teleskopda görünən zəif ulduzların təsvirlərindən ibarət fotoqrafiya xəritələrindən istifadə olunur. Ulduzlar zəif olduqca göydə onların sayı çox olur. Orta binokl ilə adi gözə nisbətən 40 dəfə çox ulduz müşahidə etmək olur. Əgər məktəb teleskopu ilə baxılsa, göydə görünən ulduzların sayı 1000 dəfədən çox olar. Gözün bəbəyinin diametri 6 mm olduğu halda, məktəb teleskopunun diametri 50-100 mm olur. Ona görə də, binokl və ya teleskopla müşahidəyə başlayanda mütləq ulduz xəritələri olmalıdır.

GÖY CİSİMLƏRİNİN "SABAHKI" YERİ

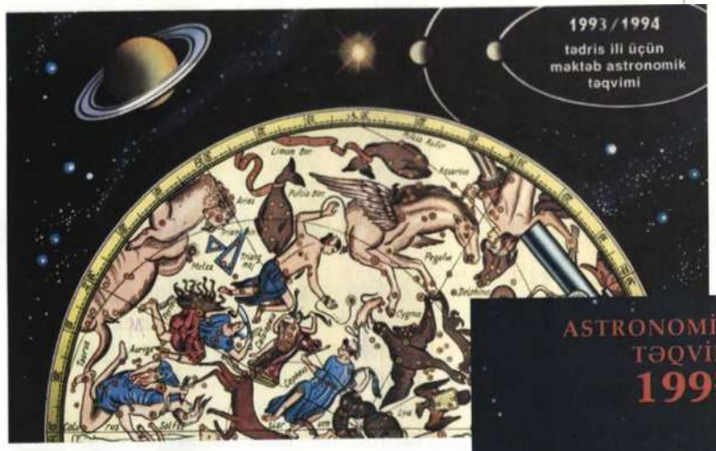
Göydə öz vəziyyətini ulduzlara nisbətən dəyişməyən hər hansı bir ulduz və ya cismi (məs., dumanlığı) tapmaq üçün ulduzlu göyün xəritəsindən və ya müvafiq kataloqdan istifadə etmək lazımdır. Ancaq elə göy cisimləri var ki, onların koordinatları (meyli və düzdoğuşu) müntəzəm və kifayət qədər tez dəyişir, belə ki, onları nə xəritəyə çəkmək və nə də koordinatlarını vermək mümkün deyil. Bunlar Günəş, Ay, planetlər, kometalar və asteroidlərdir. Onları göyün harasında axtarmağı bilmək üçün əvvəlcədən onların vəziyyətlərini hesablamaq lazımdır. Göy cisimlərinin gələcək zamanın müəyyən anında əvvəlcədən hesablanmış göydəki vəziyyətləri *efemeridlər* adlanır. Astronomiyada göy cisimlərinin hərəkəti ilə xüsusi bölmə – *göy mexanikası* məşğul olur. Onun məlum üsulları efemeridləri hesablamağa imkan verir.

Aydındır ki, göydə Günəşi heç bir efemerid olmadan tapmaq asandır. Ancaq Günəşin efemeridləri başqa astronomik məsələlər üçün hesablanıb dərc edilir. Məsələ ondadır ki, Günəş sistemi cisimlərinin hərəkətlərini mərkəzi Günəş olan koordinat sistemi ilə təsvir etmək daha münasibdir. Yerdən aparılan müşahidə məlumatlarından bunlara keçmək üçün yalnız Günəşin efemeridlərini bilmək kifayətdir. Günəş və Ay tutulmalarının vəziyyətlərini qabaqcadan hesablamaq üçün Günəşin efemeridini bilmək zəruridir.

Günəşin ulduzlar arasında ekliptika boyunca qeyri-bərabər hərəkət etməsi onun efemeridlərinin hesablanmasını çətinləşdirir. Bu, eyni zamanda, Yer orbitinin ellips və Yerin öz orbiti boyunca qeyri-bərabər hərəkət etməsi ilə əlaqədardır.

İlk baxışda Ayın hərəkətinin çox sadə olması təsəvvürü yarana bilər. Kepler qanununa görə o, ellips boyunca hərəkət edir, fokuslarının birində isə Yer qərar tutur. Məlum olduğu kimi, Kepler qanunları bir-birinin cazibə sahəsində olan iki cisim üçün doğrudur. Qarşılıqlı təsir qüvvəsi cisimlərin kütlələri hasili ilə düz, aralarındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasibdir. Günəş sistemində isə, məlumdur ki, ikidən çox qarşılıqlı təsir göstərən cisimlər olduğundan, Kepler ellipsləri də onların yerdəyişməsini təxmini təsvir edə bilir. Eləcə də kütləsi çox olan Günəş Yerə nisbətən uzaqda olduğuna baxmayaraq, Ayı daha çox cəzb edir. Ayın efemeridinin hesablanmasının başqa çətinlikləri də var.

Göydə mürəkkəb ilgəklər cızan planetlərin hərəkətlərini də göy mexanikası üsulları ilə hesablamaq olur. Planetlərin hərəkətləri, əsasən, Günəşin təsiri ilə müəyyən edilir. Bu hərəkətə başqa planetlər də təsir edir. Adətən, bu təsirlər kiçik olduğundan ona *həyəcanlanma* deyilir. Elə Uran planetinin hərəkətinə olan həyəcanlanma XIX əsrin ortalarında məlum olan cisimlərin təsiri ilə izah edilə bilmədiyindən, tədqiqatçıları Urandan sonra başqa bir planetin olması fikrinə gətirdi. O planet 1846-cı ildə kəşf edildi və Neptun adlandırıldı.





Astronomik təqvimlər.

Asteroidlərin efemeridləri də böyük planetlərin efemeridləri kimi hesablanır. Kometaların işi bir qədər mürəkkəbdir. Qayıtmaları bir neçə dəfə müşahidə olunan bir çox periodik kometalar üçün məsələ planetlərdə olduğu kimi həll edilə bilər, əgər bu kometalar hər hansı bir planetə çox yaxınlaşmırsa. Əks halda, onun orbiti köklü surətdə dəyişir və efemeridin hesablanması məsələsi olduqca çətinləşir. Əksər kometalar ilk dəfə müşahidə edildiyindən onların efemeridlərini də qabaqcadan vermək mümkün deyil. Yeni kometanın vəziyyətini üç müxtəlif vaxtda müşahidə etdikdən sonra onun orbitini, sonra isə efemeridini də hesablamaq olar.

Efemeridlərin məcmuələri astronomik salnamələr və təqvimlər adlanır. Bu cür məcmuə nüfuzlu Rusiya Elmlər Akademiyasının Nəzəri Astronomiya İnstitutu tərəfindən nəşr edilən "Astronomik illik məcmuə"dir. Astronomiya həvəskarları üçünsə "Astronomik təqvimlər" nəşr olunur. Bu toplularda, efemeridlərdən başqa, astronomiyanın nailiyyətlərinə dair icmal məqalələr və müşahidəçilər üçün təlimatlar dərc olunur. Gənc astronomlar üçünsə "Məktəb astronomik təqvimi" nəşr olunur və orada növbəti dərs ilində baş verə bilə-



Axşam göyündə Venera.

cək astronomik hadisələr təsvir olunur. Rusiya Elmlər Akademiyasının Nəzəri Astronomiya İnstitutu tərəfindən buraxılan "Kiçik planetlərin efemeridləri" kimi xüsusi efemerid topluları da var.

Kometaların efemeridləri tez-tez dövri astronomiya nəşrlərində və ya onlara tələb çox olduğundan efemeridlərin növbəti nəşrini gözləmədən elektron informasiya vasitələrində nəşr olunur.

GÖYÜN SAKİNLƏRİ. BÜRCLƏR

Qədim zamanlarda parlaq ulduz qruplarını bürclər adlandırıb onlara mifoloji (Andromeda, Herkules) və məişətdə işlədilən (Tərəzi, Araba) adlar qoymuşlar. Bu adlar şərti olub, bürclərin fiqurları onlara nadir hallarda uyğun gəlir. Ancaq bürclərə ayırmaq çox faydalı olmuşdur. Bunlar ilkin təqvimləri yaratmaq və göy cisimləri arasında və Yer üzündə səyahət zamanı səmtləşməni həddən artıq asanlaşdırmışdır. Hətta müasir astronomlar və naviqasiyaçılar göyün bürclərə bölünməsindən imtina etmirlər, hərçənd bu termin indi yalnız parlaq ulduzlar qrupunu deyil, orada yerləşən bütün başqa obyektlər də daxil olmaqla göy sferasının müəyyən hissəsidir.



Svyatoslav toplusunda (XI əsr) Oğlaq bürcünün təsviri.



Svyatoslav toplusunda (XI əsr) Şir bürcünün təsviri.

QƏDİM BÜRCLƏR

Bürclər insanın qədim mədəniyyətinin yadigarı, onun mifologiyası və ulduzlara olan ilk marağıdır. Bəzi bürclər hələ Tunc əsrində ad almışdır. O zamanlar bizim ulu babalarımız, hələ ətraf aləmi təzəcə dərk edərkən Günəşin və Ayın hərəkətini müşahidə etməyə başlayırdılar. İnsanlar göy cisimlərinin hərəkət yolunu yadda saxlamaq üçün onlarla yanaşı hərəkət edən parlaq ulduzları qeyd edirdilər. Ona görə də, ən qədim zodiak bürclər zolağı hesab edilir. Məhz elə bu zolaq boyunca Günəşin ekliptika adlanan illik hərəkət yolu keçir. İndi zodiakda, əsasən, real və mifik heyvanların adlarını daşıyan 13 bürc var. Zodiak yunancadan tərcümədə "heyvanlar dairəsi" mənasını verir.

Keçmiş zamanlarda zodiak zolağını təqvim rolu oynayan 12 bürcə bölmüşdülər. Hər birində Günəş təxminən bir ay olur. Bu qrup ulduzları Mesopotamiyanın, Finikiyanın, Yunanıstanın və Şərqi Aralıq dəniz hövzəsinin digər vilayətlərinin sakinləri ayırırdılar.

Eramızdan əvvəl, 275-ci ildə qədim yunan şairi Arat özünün "Hadisələr" didaktik poemasında ona məlum olan bürcləri təsvir etmişdir. Dörd əsrdən sonra astronom və riyaziyyatçı K.Ptolemey "Almagest"i yaratdı. Orada, əsasən, göyün şimal hissəsində 48 bürcdə olan parlaq ulduzların vəziyyətləri göstərilmişdir. Onlardan 47-si indiyə kimi öz adlarını saxlayır, indi biz bunlara qədim bürclər deyirik. Müxtəlif zamanlarda, müxtəlif xalqlarda göyün bürclərə bölünməsi prinsipi köklü surətdə fərqlənirdi. Məsələn, qədimdə Çində bir xəritə yayılmışdı. Orada ulduzlu göy hər birində 7 bürc olan dörd hissəyə, başqa sözlə, 28 bürcə bölünmüşdür. Monqol alimləri isə XVIII əsrdə göydə 237 bürcün olduğunu bildirirdilər.

MÜASİR BÜRCLƏRİN TARİXİ

Magellanın və başqa dəniz səyyahlarının dövri-aləm gəmi səyahətlərindən sonra XVI əsrdə astronomlar başa düşdülər ki, cənub göyünün xeyli hissəsi hələ bürclərə bölünməmişdir. Bu isə miflərə heç bir aidiyyəti olmayan müasir bürclərin yaranmasına səbəb oldu. XVII-XIX əsrlərdə ulduz xəritələri tərtib edənlərin çoxu oraya yeni bürclər daxil edirdi ki, bu da bəzən özünü doğruldurdu. Məsələn, cənub göyünün böyük bürcü olan Arqo Gəmisi üç bürcə: Göyərtə, Kil və Yelkənə bölündü. Göyün bu hissəsində parlaq ulduzlar və başqa maraqlı obyektlər çox olduğundan onun kiçik bürclərə bölünməsinə heç kim etiraz etmədi. Astronomların ümumi razılığı ilə astronomiya və başqa elmlərdə istifadə olunan mikroskop, teleskop, pərgar və kompas kimi cihaz adları bürclərə verilmişdir. Ancaq göydə siyasi və dini məna verən bürc adları uzun müddət duruş gətirə bilmədi.

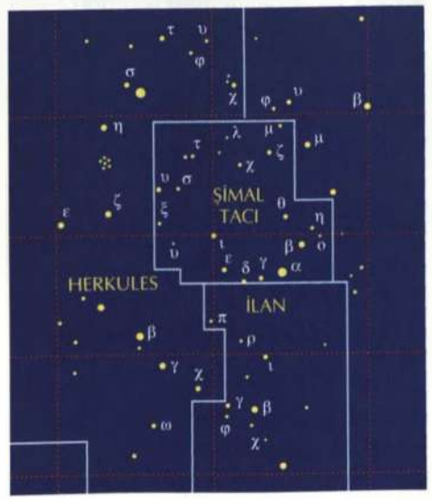
Məsələn, Avropa rahiblərinin bir neçə dəfə göy qübbəsini "xristianlaşdırmaq" cəhdləri baş tutmadı. Onlar göydə olan əfsanəvi bütpərəst adların yerinə Müqəddəs Əhdiddə (müqəddəs dini kitab) olan adları vermək istəyirdilər. Zodiak bürcləri İsanın 12 həvariyini şəklində verilmişdi. Auqsburqdan olan Yulius Şiller adlı bir şəxs 1627-ci ildə bürclərin "Xristian ulduzlu göyü" adlı bir atlas nəşr etmişdir. Kilsənin güclü təsir göstərdiyinə baxmayaraq, bürclərin yeni adları qəbul edilmədi. Avropa monarxları II Georq, III Georq, II Karl və XIV Lüdovikin adları da göyə düşmədi. Hətta, Napoleonun qələbələrindən ruhlanan Yen Universiteti tələbələrinin imperatorun şərəfinə Orion bürcünə onun adını vermək arzusu da astronomlar tərəfindən qəbul edilmədi.

Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının Birinci Baş Məclisi (Roma, 1922-ci il) ulduzlu göydəki bürclərə yeni adlar verilməsi üçün göstərilən bütün cəhdlərə son qoydu. Məclis bütün göy sferasını əhatə edən 88 bürcün adlarının birdəfəlik müəyyən olunması haqqında qərar qəbul etdi. Astronomlar ulduz bürclərinin adlarını təsdiq edərkən Avropa ənənəsinə əməl etdilər. Latın adlarından başqa, E.Hertsprunq və H.Ressell tərəfindən təklif edilən üçhərfli işarələr də tətbiq olundu (Əlavədə "Bürclər" cədvəlinə bax). Sonralar bürclərin dördhərfli işarələri də qəbul edildi, ancaq bunlardan çox nadir hallarda istifadə olunur.

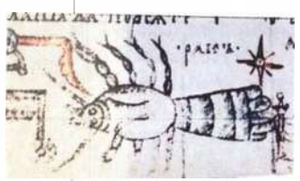
Bayerin "Uranometriya"sına aidiyyəti olan ənənəyə görə, astronomlar bürcdəki ən parlaq ulduzları yunan əlifbasının sətri hərflərinə bürcün adını əlavə etməklə işarə edirlər. Yunan əlifbasından riyaziyyatçılar və fiziklər də tez-tez istifadə edirlər. Beləliklə, kimin dəqiq elmlərə meyli varsa, bu hərfləri yadda saxlasın.

α alfa	η eta	ν nyü	τ tau
β beta	θ teta	ξ ksi	υ ipsilon
γ qamma	ι iota	ο omikron	φ fi
δ delta	κ kappa	π pi	χ xi
ε epsilon	λ lambda	ρ po	ψ psi
ζ dzeta	μ myü	σ siqma	ω omeqa

Astronomlar indi ulduz qruplarını deyil, göyün sahələrini bürclər adlandırdıqlarına görə, bürclər yalnız sərhədlərinə görə müəyyən edilir. Ancaq bu sərhədləri müəyyənləşdirmək o qədər də asan deyil. Bu sərhədləri yalnız bərabər meyillər və düz doğuşlar boyunca sınıq xətlərlə göstərmək qərara alındı. Belə olanda riyazi formada bu



Müasir xəritədə bürclərin sərhədləri.



Svyatoslav toplusunda (XI əsr) Xərçəng bürcünün təsviri.



Svyatoslav toplusunda (XI əsr) Oxatan bürcünün təsviri.

məsələlər daha yaxşı həll olunur. Bu tapşırıq üzərində bir neçə astronom işlədi. Onlar tarixi varisliyin saxlanmasına, imkan daxilində heç bir xüsusi tarixi ulduz adının itməməsinə və hamılıqla qəbul edilmiş adların "yad" bürclərlə işarə edilməsinə yol verməməyə çalışırdılar. BAİ-nin 1928-ci ildə Leyden şəhərində keçirilmiş III Məclisində, bürclərin -12° meylindən şimala doğru sərhədləri təsdiq olundu. Nəhayət, 1930-cu ildə Belçika astronomu E.Delport tərəfindən bürclərin xəritələri və sərhədlərinin ətraflı təsviri dərc edildi. Bundan sonra da bir neçə düzəliş edildi. Nəhayət, 1935-ci ildə astronomiya ictimaiyyəti göyün bölünməsinə son qoydu.

Peşəkar astronomlar göyü bürclərə bölərək, ulduz fiqurlarının standartlaşdırılması ilə məşğul olmadılar, bunu həvəskarların öhdəsinə buraxdılar. Əslində isə, bu heç də boş bir məşğuliyyət deyildir. Məsələn, parlaq ulduzları birləşdirmək yolu ilə bürcün adına uyğun olan fiqurun alınması onu yaddaqalan edir və ulduzlu göydə səmtləşməyə kömək edir. Bu, eyni zamanda, astronomiya həvəskarlarına, naviqatorlara və səyahətçilərə lazımdır.

Peşəkarlara bürclərin şəkilləri artıq o qədər də lazım deyil. Ona görə ki, müasir teleskop göy obyektlərinə koordinatlara görə avtomatik yönəldilir. Ümumiyyətlə desək, əksər astronomlar üçün bürc anlayışı yavaş-yavaş tarixə çevrilir. İndi ondan, əsasən, dəyişən ulduzların və Qalaktikanın quruluşunun tədqiqatçıları istifadə edirlər.

ULDUZLARIN ADLARI VƏ İŞARƏLƏRİ

Müasir məlumatlara görə, bizim Qalaktikada təxminən 150 milyard ulduz vardır. Onların yalnız 0,004%-i kataloqlara daxil edilmişdir. Qalanlarının adları yoxdur və hətta hesablanmamışdır.

Hər bir xalq ən parlaq ulduzlara məxsusi adlar qoymuşdur. Bunlardan indi də istifadə edilən bir çoxu, məsələn, Əldebaran, Əlqul, Deneb, Rigel və s. ərəb mənşəlidir. İndi astronomlara 275 ulduzun tarixi adları məlumdur. Əksəriyyətinin adı öz bürcü ilə bağlıdır. Məsələn, Orion bürcündəki Bətəlgeyze "nəhəngin çiyni", Şir bürcündəki Denebola isə "şirin quyruğu" deməkdir.

XVI əsrin sonlarında göyün dəqiq öyrənilməsinə başlayan astronomlar ulduzlara işarə qoymağın zəruri olduğu qənaətinə gəldilər. Məsələn, 1603-cü ildə alman astronomu İohann Bayer gözəl illüstrasiya olunmuş "Uranometriya atlası"nı nəşr etdirdi. Orada bürclər əfsanəvi fiqurlarla təsvir edilmiş və onların adları göstərilmişdi. İlk dəfə olaraq ulduzlara parlaqlıqlarının azalması istiqamətində yunan əlifbası hərflərinin adları verilmişdi. Məsələn, α (alfa) bürcün ən parlaq ulduzu, β (beta) parlaqlığına görə nisbətən zəif olan ikinci ulduz və s.

Yunan hərfləri çatmayanda Bayer latın hərflərindən də istifadə etmişdi. Ulduzun tam şəkildə işarəsi adları yuxarıda göstərilən yunan hərfləri və uyğun bürcün latınca adı ilə göstərilmişdi. Məsələn, Böyük Köpək (Canis Mayor) bürcündə ən parlaq ulduz Sirius "Canis Mayoris" və ya qısaca α CMa və ya Persey bürcündə parlaqlığına görə ikinci olan Əlqul isə β Persei və ya β Per kimi işarə edilir.

İngiltərənin ilk Kral astronomu, ulduzların koordinatlarının dəqiq təyini ilə məşğul olan Con Flemstid isə parlaqlıqla bağlı olmayan başqa işarə və adlardan istifadə etmişdir. O, hər bir bürcə daxil olan ulduza düz doğuşun artması cərgəsinə uyğun nömrə qoymuşdur, daha doğrusu, onların meridiandan keçməsi ardıcıllığı nəzərə alınmışdır. Belə ki, Arktur həm α Naxırçı (α Bootes), həm də 16 Bootes kimi göstərilmişdir.

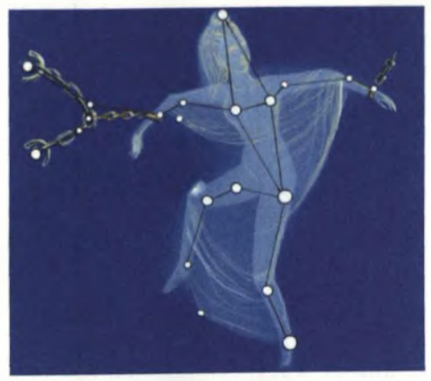
Bəzi məşhur ulduzlar isə onların nadir xassələrini ilk dəfə öyrənmiş astronomun adını daşıyır. Məsələn, Barnard ulduzuna Amerika astronomu Eduard Barnardın, Kapteyn ulduzuna Niderland astronomu Yakobus Korneulis Kapteynin şərəfinə onların adları verilmişdir. Ulduzlu göyün müasir xəritələrində, adətən, parlaq ulduzların qədim xüsusi adları və Bayer təsnifatı üzrə yunan hərfləri (nadir hallarda latın hərfləri) göstərilir. Qalan ulduzlar isə Flemstidə uyğun işarə edilmişdir.

Dəyişən ulduzların işarələnməsində isə R-dən Z-yə qədər latın əlifbasının böyük hərflərindən sonra bu hərflərin RR-dən ZZ-yə kimi olan kombinasiyasından, daha sonra A-dan Q-yə və bunların AA-dan QZ-yə kimi kombinasiyalarından istifadə olunur. Yalnız İ hərfi ilə J səhv salınmasın deyə, onlardan istifadə olunmur. Belə hərf birləşmələrinin sayı 334-dür. Ona görə də, hansısa bir bürcdə çoxlu sayda dəyişən ulduz aşkar edilərsə, onların işarələnməsində V hərfi (*ing.* "variable" – "dəyişən" sözünün baş hərfi), 335-dən başlayaraq sıra nömrəsi və bürcün üç hərfdən ibarət işarəsi yazılır. Məsələn, R Lyr, S Car, RT Per, V557 Sgr və s.

BÜRCLƏRİN TƏSVİRİ

Andromeda. Bu bürc göydə asanlıqla tapılır. O, Peqasın Böyük Kvadratından şərq tərəfdə yerləşir. Payız gecələrində isə göyün cənub hissəsində yerləşir. Andromeda kvadratın şimal küncündən şimal-şərqə doğru, Perseyə tərəf yönələn üç cərgə ulduzdan ibarətdir.

Yunan mifinə görə, Andromeda Efiopiya çarı Sefey (Kefey) və çariça Kassiopeyanın qızıdır. Dənizlər allahı qorxunc Poseydon onu dəniz əjdahasına qurban vermək istəmiş, ancaq Persey onu xilas etmişdir.



Andromeda.

Bu bürcdə M 31 (Andromeda dumanlığı) qalaktikası, onun iki peyki M 32 və NGC 205 ən görkəmli obyektlərdir. Andromeda dumanlığı ərəblərə hələ X əsrdə məlum olduğu halda, Avropa alimləri onu yalnız XVII əsrdə aşkar etmişlər. M 31-in diametri 120 min işıq ili qədərdir. Quruluşuna görə bizim Qalaktikaya çox oxşayır. Ona qədər məsafə 2 milyon işıq ili qədərdir. Andromedanı şəhər gecə göyündə tapmaq asan deyil. Böyük Kvadratdan solda Andromedanın üç parlaq ulduzu yerləşir: α (kvadratın yuxarı küncü), β və γ. Onların ortasındakından (β-dan) sağda, yuxarıda iki zəif μ və ν ulduzları yerləşir; ν-dən bir az sağa və yuxarıda M 31 dumanlığı ləkəsi yerləşir. Əgər bir az yana diqqəti yetirsək, onda yan görünüş bizə uzaq qalaktikanı görməyə kömək edər.

Əkizlər. Fiqurası ilə öz adını doğruldan zodiak bürcüdür. Kastor və Polluks ulduzları əkizlərin başlarını təsvir edir. Onların bədənləri ilə Ağ Yola – Oriona tərəf enir. Yunanlar bu iki ulduza Zevsin əkiz oğulları Kastor və Polidevkin (latınlaşmış formada Polluks) adlarını qoymuşlar.

Əkizlər.



Bayer Kastor ulduzunu, o indi Polluksdan zəif olsa da, Əkizlərin α-sı kimi təyin etmişdir. Belə çıxır ki, Polluks o vaxt ya parlaq olub, ya da Kastorun işığı zəifləyib. Ola bilsin ki, Bayer səhv edib...

Kastor vizual üçqat sistemdir. Onun hər iki parlaq komponenti spektral-qoşa ulduzdur. Zəif komponent isə tutulan qoşadır. Deməli, Kastor altıqat ulduz sistemidir. Günəşdən ona qədər məsafə 45 işıq ilinə bərabərdir.

Böyük Ayı. Göyün şimal hissəsində olan bu böyük bürcün yeddi parlaq ulduzu məşhur Sapılcanı əmələ gətirir. Yunan mifi belə nəql edir ki, gözəl ilahə Kallistonu Zevs ayıya çevirir ki, qısqanc arvadı Geranın qəzəbindən qorusun. α və β ulduzlarından keçən düz xətt Qütb ulduzu tərəfi göstərir. Sapılcanın bütün ulduzlarının öz adları var: Dubhe (α) ərəbcə ayı, Merak (β) – kəmər, Fekda (γ) – bel, Meqres (δ) – kök (quyruğun əvvəli), Aliot (ε) – mənası məlum deyil, Mitsar (ζ) – bel sarğısı Alqaid (və ya bizim Benet η) – sahib. Hamısının ulduz ölçüsü 2-3^m-dir. Bayer ulduzları yunan hərfləri ilə işarə etdikdə parlaqlıqlarının azalması prinsipinə Sapılcanın ulduzları üçün nəzərə almayıb. Burada hərflərin cərgəsi ulduzların cərgəsinə uyğunlaşdırılıb. İti gözlə Mitsarın yanındakı 4-cü ölçülü Alkor (*fars.* "unudulmuş") ulduzunu seçmək olar.

Böyük Ayı bürcü.



Böyük Ayı bürcünün göydə görünüşü.



Çox maraqlıdır ki, Sapılcanın beş ulduzu (α və η-dan başqa) həqiqətən fəzada tez yerini dəyişən vahid bir qrup təşkil edir. Ona görə də Sapılcanın forması 100 min il ərzində hissediləcək şəkildə dəyişmişdir.

Böyük Köpək. Orion bürcündən cənub-şərqdə yerləşir. Bu bürcdə göyün ən parlaq -1,5 ulduz ölçülü Sirius ulduzu yerləşir.

Sirius ulduzu, bürcün özü kimi, artıq 5 min il əvvəl İtlə birlik təşkil etmişdir. Onun qədim şumer adı Günəşin iti deməkdir. Misirdə isə onu fəxr edilən ulduz adlandırmışlar. Bir sıra bölgələrdə ilahə ulduzu adlanırdı. Onun səhərlər doğması Nil çayının daşmasından xəbər verirdi. Yunanlar Siriusu sadəcə it, romalılar itciyəz, latınca isə Canicula adlandırmışlar. Uzun sürən qışdan sonra bu ulduz, ilin ən isti vaxtının gəldiyini xəbər verən bir obyekt kimi iyulda görünməyə başlayır. Bu ən isti it günlərində zadəganlar şəhərətrafı villalara gedirdilər. Tətil sözü də elə buradan yaranmışdır. Sirius adi, ehtimal ki, *yun.* seirios – "parlaq yanan" sözündən götürülmüşdür.

Siriusun baş ulduzun ətrafına 50 illik periodla dolanan ağ cırtdan peyki var. Sonuncunun işıqlılığı Siriusdan 10 min dəfə zəifdir. Kütləsi Günəş kütləsi qədər olsa da, radiusu Günəş radiusundan 100 dəfə kiçikdir. Ona görə də Siriusun peyki fantastik sıxlığa malikdir – hər kubsantimetrə bir ton!



Siriusdan 4° cənuba doğru çox gözəl M 41 səpilmiş ulduz topası var.

Tərəzi. Ptolemeyin "Almagest" əsərində bu bürc Əqrəbin "qısqacı" (əqrəb ayağının ucu) kimi təsvir edilmişdir. Xristian erasının başlanmasından bir qədər əvvəl romalılar ona indiki adını vermişlər. Tərəzi bürcünün α və β ulduzlarını indiyə kimi Cənub və Şimal qısqacları adlandırırlar.

Dolça. Zodiakda Oğlaq və Balıqlar bürcləri arasında yerləşir. Qədim şumerlərdə bu, müqəddəs bütlərdən biri idi, çünki Yerə dirilik verən göy allahı Ananı təcəssüm etdirirdi. O, su bardağından Cənub Balığının ağzına su tökdüyündən Arat və Ptolemey onu Dolça adlandırdılar. Dolça bürcü zəif ulduzlardan ibarətdir. Amma bu bürcdə ζ gözəl qoşa ulduz, iki planetar dumanlıq və M 2 kürəvi ulduz topası var.

Arabaçı. Əkizlərdən şimalda yerləşən ulduz beşbucaqlısı. Bu bürc 2500 ildən çoxdur ki, göydə ayrıca qeyd olunmuşdur. Adını bürcün daşıdığı Arabaçı Poseydon hesab olunur. O, dənizdə uzunyallı atlar qoşulmuş cəng arabasında çaparaq gedir. Bu Andromeda haqqında miflə bağlı olan bürclərdən biridir. Bu bürcdə olan parlaq Kapella ulduzunu şumerlər, onlardan sonra isə yunanlar və ərəblər "keçi ulduzu", romalılar isə "balaca keçi" – Kapella adlandırmışlar. Bu, 104 sutkalıq periodla dəyişən spektral-qoşa ulduzdur. Onun işıqlığı Günəşinkindən 150 dəfə çoxdur. Bu bürcdə M 36, M 37 və M 38 kimi üç gözəl səpələnmiş ulduz topası var.



◂◂ Böyük Köpək bürcü.

◂ Arabaçı bürcünün qədim atlasda təsviri.

Canavar. Tərəzidən cənubda yerləşir. Şumerlər onu Ölüm Nəhəngi, yunanlar isə, sadəcə, Vəhşi adlandırmışlar.

Naxırçı. Bu böyük bürc bütün yay fəslində şimal yarımkürəsində müşahidə edilir. Onun əsas ulduzu olan Arkturu (*yun.* "ayının keşikçisi") asan tapmaq olur. Belə ki, Böyük Ayının "quyruğunu" 30° cənuba uzatsaq, Arkturu taparıq. Bu, göy ekvatorundan şimalda yerləşən, vizual ulduz ölçüsü -0,06, işıqlığı Günəşinkindən 115 dəfə çox və bizdən 36 işıq ili məsafəsində olan çox parlaq ulduzdur.

Qədimdə Naxırçını vacib bürclərdən biri hesab etmişlər. Şumerlər onu Sadiq Səma Çobanı, yunanlar isə Öküz Qovan və Ayın Keşikçisi adlandırmışlar.

Veronikanın Saçları. Tazılar və Qız bürcləri arasında yerləşir. Eratosfen (e.ə. III əsr) Ariadnanın Saçları adlan-

Naxırçı bürcünün qədim atlasda təsviri.



dırmışdır. Ptolemey bu bürcün ulduzlarını Şir bürcünə aid etmişdir. Ancaq bu bürcün dəqiq doğum günü var: bu ad Misir çarı III Ptolemey Evergetin (o, e.ə. 246-221-ci illərdə hökmdar olmuşdur) arvadı Veronikanın şərəfinə qoyulmuşdur. Rəvayətə görə, allahların onun ərinə bəxş etdikləri hərbi qələbə üçün minnətdarlıq əlaməti olaraq gözəl saçlarını kəsib Venera məbədinə qoymuşdu. Həmin saçlar məbəddən yox olduqdan sonra, kahin-astronom Konon Veronikaya demişdir ki, saçları Zevs göyə aparmışdır. Yalnız 1602-ci ildə bu bürc rəsmi olaraq Tiho Brahenin kataloquna daxil edildi. Şimal qalaktika qütbü bu bürcdə yerləşir.

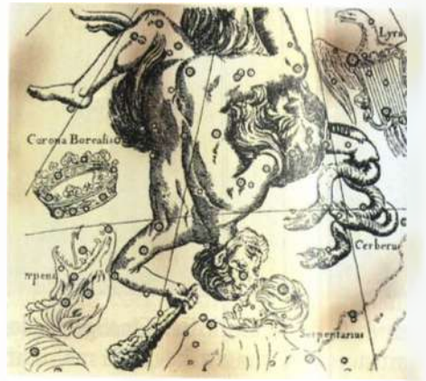
Qarğa. Qeyri-düzgün dördbucaqlı şəklində olan bu kiçik bürc Qız bürcündən cənubda yerləşir. Babilistanlılar bu bürcü allahlar alisi Enlilin tale cədvəllərini oğurlayan quş-allah Anzud ilə eyniləşdirirdilər. Qarğanın δ-sı çox gözəl vizual-qoşa ulduzdur.

Herkules. Lira və Naxırçı bürclərinin arasında yerləşir. Yunanlarda bu bürc hələ e.ə. V əsrdə Herakl adı ilə xatırlanırdı. Herakl (romalılarda Herkules) şöhrətli qəhrəman, Zevsin və ölümə məhkum qadın Alkmenanın oğludur. O, ölümsüzlük qazanmaq üçün 12 hünər göstərməli idi. Bir neçə qədim bürc Heraklın qəhrəmanlıqları haqqında olan nağıllarla bağlıdır.

Gözəl Qoşa ulduz olan Herkulesin α-sı, ərəbcə "dizçökmüşün başı", Ras Algetanın adını daşıyır.

Bürcün yaraşığı Herkulesin sağ "çiyninin" altında yerləşən M 13 kürəvi ulduz topasıdır. O, adi gözlə η və ζ ulduzlarının arasında dumanlı ləkə kimi, teleskopla isə çox valehedici görünür.

Hidra. Qərbdə Xərçəng bürcündən şərqdə Tərəzi bürcünə qədər uzanıb gedən nəhəng bürcdür. Xərçəngin altında olan altı ulduz su nəhənginin



Herkules bürcünün qədim atlasda təsviri.

"başıdır". Yunan mifologiyasına görə, lerney hidrası üzərində qələbə Heraklın 12 qoçaqlığından biridir. Ən parlaq ulduz olan Hidranın α-sının yanında heç bir parlaq ulduz olmadığından, ərəblər onu Əlfərd – tənha adlandırmışlar. Onu tez-tez hidranın ürəyi və ya Böyük İlanın Ürəyi adlandırırlar.

Göyərçin. Bu bürc Bayer tərəfindən daxil edilmişdir; o eyni zamanda, Nuhun Göyərçini kimi də tanınır. Böyük Köpəkdən cənub-qərbə də, Arqonun Gəmisi bürcü Göyərtə, Kil, Yelkənlər ilə yanaşı yerləşir. Bəzən buna Nuhun Gəmisi kimi də baxırlar.

Tazılar. Böyük Ayıdan cənub-qərbdə yerləşir. Bu adı ona XVII əsrdə Polşa astronomu Yan Heveli vermişdir.

1725-ci ildə E.Halley Tazıların α ulduzuna ingilis kralı II Karlın şərəfinə Karlın Ürəyi (Cor Caroli) adını vermişdir. Bu gözəl qoşa ulduzun komponentlərindən biri spektral-qoşadır. Məşhur 9-cu ulduz ölçüsünə malik olan M 51 spiral qalaktika Böyük Ayı "quyruğunun" axırıncı ulduzundan 3° cənub-qərbdə yerləşir. Onun spiral qolunun qurtaracağında peyk-qalaktika görünür.

Qız. Bu bürc zodiak zolağında Şir və Tərəzi arasında yerləşir. Qızın α-sı olan parlaq ulduz Spika, latınca "sünbül" deməkdir. Miflərdə Qız sevgi və analıq ilahəsini tərənnüm edir.

Qızın γ ulduzu Porrima maraqlıdır. Bu çox dartılmış orbitli 171 il periodu olan qoşa sistemdir. Komponentlərin hər birinin parlaqlığı 3,5 ulduz ölçüsüdür. Aralarındakı maksimal məsafə 1925-ci ildə təqribən 6″-dək olub, 2011-ci ilədək 0,5″-yə qədər azalacaqdır.

Qızın ρ ulduzunun yanında 9-cu ulduz ölçüsü olan maraqlı M87 qalaktikası (o həmçinin A Qız radioqalaktikasıdır) yerləşir. Bu son dərəcə iri elliptik ulduz sistemidir. Mərkəzindən güclü plazma şırnağı atılır. Qız bürcündə bizə ən yaxın kvazarlardan biri – ən parlaq 3C 273 kvazarı yerləşir. Ancaq o, o qədər uzaq və zəifdir ki (12-ci ulduz ölçüsü), onu yalnız böyük teleskoplarla görmək olar.



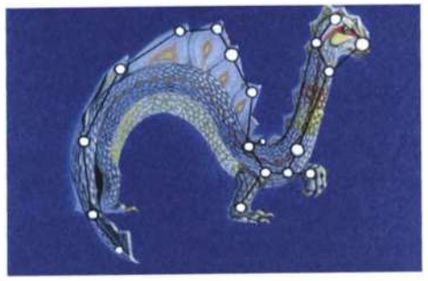
Qız.

Delfin. Qartal və Qu bürclərinin arasında yerləşən cazibəli kiçik ulduzlar yığınından ibarət quyruqlu romba oxşayır. Yunan mifologiyasına görə, Delfin Poseydona gələcək arvadı dəniz ilahəsi Amfitritanı tapmaqda kömək etdiyinə görə göyə köçürülərək, orada yerləşdirilmişdir.



Delfin.

Əjdaha. Uzun bürc olub, Kiçik Ayını üç tərəfdən əhatə edir. Yunan mifologiyasına görə, bu əbədi qızıl cavanlıq



Əjdaha.

almaları olan ağacı qorumuş Ladon əjdahasıdır; Herakl bu almaları əldə etmək üçün əjdahanı öldürmüşdür.

Eramızdan əvvəl 3700-cü ildən 1500-cü ilə kimi dünyanın şimal qütbü Əjdahanın α-sı yaxınlığında olmuşdur.

Təkbuynuz. Bu bürc ilk dəfə 1690-cı ildə Hevelinin kataloqunda qeyd olunmuşdur. O, Böyük Köpək, Kiçik Köpək və Orionun arasında yerləşir. Ağ Yolda yerləşsə də, parlaq ulduzları yoxdur.

Qurbangah. Əqrəbin quyruğundan aşağıda yerləşən qədim bürclərdən biridir. Ulduzlarının əksəriyyəti Ağ Yolda yerləşir. Şumerlər onu Qədim Qurbanlıq Alovu bürcü, Ptolemey isə Kadil adlandırmışdır.

Rəssam. Bu bürc XVIII əsrdə fransız astronomu Nikolya Lui de Lakayl tərəfindən Rəssamlıq Dəzgahı, yəni Molbert adı ilə daxil edilmişdir. Bu, Göyərçin bürcündən cənubda yerləşən zəif ulduzların kiçik bir toplusudur.

Zürafə. Böyük ölçülü bürc olub, Perseydən, Arabaçıdan və Vaşaqdan Kiçik Ayıya qədər uzanır. Onun bütün ulduzları zəifdir.

Durna. Bayerin səyləri ilə göyə düşmüşdür. Şimalda Cənub Balığı və cənubda Tukan bürcləri arasında yerləşir. Onun iki əsas ulduzu 2-ci ulduz ölçüsünə malikdir.



Kassiopeya bürcünün qədim atlasda təsviri.

Dovşan. Bu bürc qədim olmasına baxmayaraq, onun tarixi məlum deyil. Arat yazır: "Təqibdən qurtarmaq üçün Dovşan Orionun ayaqları yanında günbəgün qaçır. Lakin Sirius bir addım belə dala qalmayaraq, onun arxasınca qaçır. Dovşanın qırmızı R ulduzu olduqca maraqlıdır. Məşhur ingilis astronomu Con Rassel Haynd 1845-ci ildə onu "qara fonda bir damcı qan kimi" təsvir etmişdir. Bu ulduz 432,5 sutkalıq periodla dəyişən ulduzdur. Onun parlaqlığı 5,9-dan 10,5 ulduz ölçüsünə qədər dəyişir.

İlandaşıyan. Bu bürc Herkulesdən cənubda yerləşir. Qədim yunan əfsanəsində İlandaşıyanı tibb aləminin böyük allahı sayılan Asklepinin adı ilə əlaqələndirir, belə ki, onun mütləq atributu ilan olmuşdur. Gənc Asklepinin tərbiyəçisi təbabətin bilicisi sayılan müdrik kentavr Hiron olmuşdur. Asklepi böyüdükdən sonra ölüləri diriltmək istəmişdir. Onun bu hərəkəti Zevsi qəzəbləndirdiyinə görə onu ildırımla vurub göydə yerləşdirmişdir. Bu bürcdə çoxlu kürəvi ulduz topası və RS İlandaşıyanının təkrar yeni ulduzu yerləşir. Bu, zodiak bürcü hesab olunmadığına baxmayaraq, Günəş noyabrın 27-dən dekabrın 17-nə qədər 20 gün bu bürcdə olur.

İlan. İki hissədən ibarət olan bu bürc İlandaşıyanın "qolları" arasında yerləşir; əvvəlcə onun tərkibinə daxil idi. İlanın "başı" İlandaşıyanın şimal-qərbində, "quyruğu" isə cənub-şərqində yerləşir. "Quyruğun" axırında İlanın θ-sının 4-cü ulduz ölçülü qoşa ulduzu yerləşir. Onun bir-birinə bənzər iki ağ komponenti bir-birindən 22″ məsafədə yerləşir və yaxşı binokl vasitəsilə müşahidə edilə bilər. Baş hissədə İlanın α-sının 7° cənub-qərbində 7-ci ulduz ölçüsünə malik M 5 kürəvi ulduz topasını tapmaq olar.

Qızıl Balıq. Bayer tərəfindən ayrılmış cənub bürcdür. Bu bürcdə, Onikiulduz bürcü ilə sərhəd yaxınlığında Böyük Magellan Buludu qalaktikası görünür. Onun bizdən olan məsafəsi cəmi 180 min işıq ili qədərdir.

Hindi. Bu bürc Bayer tərəfindən daxil edilib və göyün cənub yarımkürəsinə aiddir; Amerika hindisinin obrazına uyğundur.

Kassiopeya. Göyün ən gözəl bürclərindən biridir. O dekabr ayında dünyanın şimal qütbü üzərində M hərfinə, iyun ayında isə qütbdən aşağıda müşahidə olunarkən W-ya bənzəyir. Kassiopeya çar Sefeyin arvadı və Andromedanın anası olmuşdur.

Bürcün çox hissəsi Ağ Yolda yerləşir və onun çoxlu maraqlı səpələnmiş ulduz topası vardır. Məhz 1572-ci ildə orada Tiho Brahenin aşkar etdiyi və Veneradan parlaq olan yeni ulduz alışmışdır.

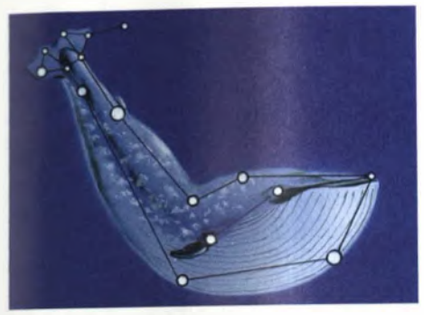
Kentavr. Bax: Sentavr.

Kil. Bu bürcü parlaqlığı -0,73 ulduz ölçüsü olan ən gözəl və parlaq Kanopus ulduzu bəzəyir. Bu bürcün digər maraqlı obyekti onun dəyişən Kilin η ulduzu ətrafındakı nəhəng qaz dumanlığıdır.

Balina. Balıqlar və Qoç bürclərindən cənubda yerləşir. Yunanlar bu bürcdə Poseydon tərəfindən göndərilmiş və çar Sefeyin ölkəsini dağıdaraq onun qızı Andromedanı udmaq istəyən dəniz əjdahasını görmüşlər.

Balinanın ən tanınmış ulduzu Mira (*lat.* "qəribə") ulduzudur. Bu, uzunperiodlu dəyişən qırmızı nəhəng ulduzdur və 332 günlük periodla parlaqlığını 2-ci ulduz ölçüsündən 10-cu ulduz ölçüsünədək dəyişir.

Balinanın sadə τ ulduzu öz xarakterinə görə daha çox Günəşə bənzəyir ki, bu da onu keçən əsrin 60-cı illərinin əvvəllərində olduqca məşhur etmişdi. 1960-cı ildə Amerika radioastronomu Frensis Dreyk yerdənkənar sivilizasiyaların siqnallarını axtarmaq məqsədilə

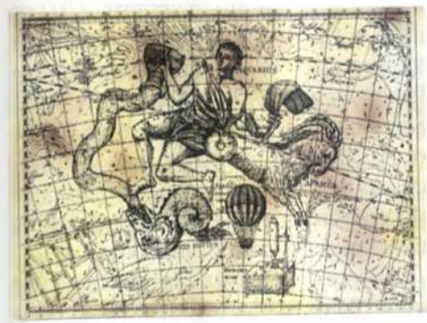


Balina.

21 sm-lik radiodalğaları vasitəsilə ilkin təcrübə aparmışdır. O bizə yaxın olan və planet sistemləri olması fərz edilən Günəş tipli iki ulduzu – Balinanın τ və Eridanın ε ulduzlarını müşahidə etmişdir. O vaxt belə siqnalları aşkar etmək mümkün olmadı. Amma bu hələ axtarışın yalnız başlanğıcı idi. O vaxtdan etibarən bu iki ulduz yerdənkənar radioqrammaları qəbul etməyə cəhd göstərən radioastronomların diqqət mərkəzində durur.

Oğlaq. Zodiak bürcü. Qədimdə onu Balıq-Keçi adlandırmış və bu şəkildə onu müxtəlif xəritələrdə əks etdirmişlər. Oğlaq bürcü Dolçadan da aşağı və qərbdə yerləşmişdir. Onun ən parlaq şimal ulduzu olan Oğlağın α-sı adi gözlə qoşa ulduz kimi seçmək olur.

Kompas. Dünyanın qütblərini göstərən kompas cihazının adını daşıyan bu bürc cənub yarımkürəsinə aiddir. Bu bürc ilk dəfə Lakayl tərəfindən Dəniz Səyyahının Kompası adlandırılmışdır.



Oğlaq və Dolça bürclərinin qədim atlasda təsviri.

Göyərtə. Bu bürc böyük Arqo Gəmisi bürcünün bir hissəsidir. Çoxlu maraqlı ulduzdan ibarət olub, Ağ Yolda yerləşir. Bunlardan ən maraqlısı 1,45 sutkalıq periodla parlaqlığını 4,74 ulduz ölçüsündən 5,25 ulduz ölçüsünədək dəyişən və tutulan V Göyərtə ulduzudur.

Qu. Füsunkar formalı və əsasən, parlaq ulduzlardan ibarət bu bürc baş hissəsi Ağ Yolun cənub istiqamətində yerləşən uçan gözəl Qu quşuna bənzəyir. Babilistanlılar bu bürcü Meşə Quşu, ərəblər Toyuq, yunanlar isə Ağ Yol boyunca uçan Qu quşu adlandırmışlar. Əfsanəyə görə, Zevs Qu quşu formasında Sparta çarının arvadı Le-



Qu.

dunu yoldan çıxarmış və onların birliyindən gözəl Yelena və göy əkizləri Kastor və Polidevk (Polluks) doğulmuşlar.

Qunun quyruq hissəsində parlaq Deneb ulduzu yerləşir. Bu ulduz Veqa (Liranın α-sı) və Əltair (Qartalın α-sı) ulduzları ilə birlikdə yay-payız üçbucağı əmələ gətirir. Deneb ərəbcə "toyuğun quyruğu" deməkdir. Denebin yaxınlığında Ağ Yolda Şimal Kömür Çuvalı adlanan oblast görünür. "Quşun baş" hissəsində olan Əlbireo adlanan Qunın β ulduzu sarı və mavi rəngli iki komponentdən ibarət vizual qoşa ulduzdur.



Şir.

Şir. Xərçəng və Qız bürcləri arasında yerləşən zodiak bürcüdür. O, hələ 5 min il əvvəl şumerlərə məlum idi. Klassik-antik əfsanə onu Herakl tərəfindən öldürülən Nemey şiri ilə əlaqələndirir. Ulduzların yerləşməsi, həqiqətən də, uzanmış şirə bənzəyir. Onun "başını" çox vaxt Oraq adlandırırlar. Orağın aşağı dəstək hissəsində yerləşən Şir ulduzu Requl adlanır ki, bu da "çar" deməkdir. Fiqurun quyruq hissəsində yerləşən ikinci parlaq ulduz Denebola (*ərəb.* denebola – "şirin quyruğu") adlanır.

Uçan Balıq. Bu bürc cənub göyünə aiddir və həmin adı ona Bayer vermişdir.

Lira. Kiçikliyinə baxmayaraq, olduqca gözəl olan bu bürc Herkules və Qu bürclərinin arasında yerləşmişdir. Ərəblər onu Düşən Qartal adlandırmışlar. Bu bürcün baş ulduzu Veqa (*ərəb.* əl-vaki – "düşən") ulduzudur. Veqa şimal yarımkürəsində ən parlaq ulduzlardan biridir; o, 0,04 ulduz ölçüsü parlaqlığa malikdir və bizdən 27 işıq ili məsafəsində yerləşir. Bu ulduz dünya astronomları tərəfindən normal və standart bir ulduz kimi qəbul edilmişdir. AMEA ŞAR-ın 2 m-lik teleskopu vasitəsilə müqayisə məqsədilə Veqanın yüzlərlə yüksək keyfiyyətli spektri alınmışdır. Veqanın yaxınlığında ulduz ölçüsü 4,5 olan ε Lira sistemi yerləşmişdir. Bu sistem iki sıx qoşa ulduzdan ibarət olub, bir-birindən 3 bucaq dəqiqəsi məsafəsində yerləşir. Bütün bu dörd ulduz Siriusa bənzər mavi nəhəngdir.



Göydə yay-payız üçbucağı: Deneb (Qunun α-sı), Veqa (Liranın α-sı) və Əltair (Qartalın α-sı).

β və γ ulduzları arasında parlaqlığı 9-cu ulduz ölçüsü qədər olan M 57 halqavari planetar dumanlığı yerləşir.

Lira bürcündə çoxlu məşhur dəyişən ulduz vardır. Məsələn, qısaperiodlu pulsasiya edən Sefeid tipli RR Lira ulduzu bu bürcdə yerləşir. Onun parlaqlığı yarımsutkalıq periodla 7-ci ulduz ölçüsündən 8-ci ulduz ölçüsünə qədər dəyişir. Burada parlaqlığını 13 sutkalıq periodla 3,4 ulduz ölçüsündən 4,3 ulduz ölçüsünə qədər dəyişən və qoşa sistemdən ibarət olan Liranın β ulduzu yerləşir. Bu sistemi ilk dəfə tutulan və dəyişən bir ulduz kimi dəyişən ulduzların ilkin tədqiqatçısı ingilis astronomu Con Qudrayk 1784-cü ildə aşkar etmişdir.

Tülkü. Bu bürc 1690-cı ildə "Kiçik Tülkü Qazla" adı ilə Heveli tərəfindən daxil edilmişdir. Bürcün parlaq ulduzları olmasa da, Qudan cənubda Ağ Yolda yerləşir. 8-ci ulduz ölçüsü olan və Oxun γ ulduzundan (Ox bürcünün qurtaracağında parlaq ulduzdur) 3° bucaq məsafəsi qədər şimalda olan Qantel (M27) planetar dumanlığı maraqlı obyektdir.

Kiçik Ayı. Bu bürc "Kiçik Çömçə" kimi çoxdan məlumdur. Onun "dəstəyindəki" axırıncı ulduz Qütb ulduzu adlanır və dünyanın şimal qütbündən təxminən 1° məsafədə yerləşir. 2102-ci ildə qütb ulduzu dünyanın qütbünə təqribən 0,5° yaxınlaşacaqdır. Qədimlərdə ərəblər Qütb ulduzunu "Çəpiş" adlandırırdılar, β ulduzuna isə Kövkəb deyirdilər ki, bu da "şimal ulduzu" demək idi: həqiqətən də, e.ə. 1500-cü ildən eramızın 300-cü ilinə qədər bu ulduz qütbün yaxınlığında idi.

Dayça. Bu "Dayça" bürcü eramızdan əvvəl Hipparx tərəfindən aşkar edilmişdir. Delfinlə yanaşı olan bu bürc zəif ulduzlardan ibarət kiçik qrup təşkil edir.

Kiçik Şir. Bu bürc birbaşa Şir bürcünün üzərində yerləşir. Onun parlaq ulduzları yoxdur və adı Heveli tərəfindən verilmişdir.

Kiçik Köpək. Bu bürcün ulduzları Əkizlərdən cənubda yerləşir. Onun parlaq ulduzu məşhur Prosion ulduzudur. Prosion yunanca "itədək olan kəs" deməkdir: Prosion Siriusdan qabaq doğur (Böyük Köpəyin α-sı). Sirius kimi, onun da dolanma periodu 40,7 il olan ağ cırtdan-peyki vardır. 11,3 işıq ili məsafədə yerləşir və Prosionun işıqlığı Günəşinkindən yeddi dəfə çoxdur, ona qədər məsafəsi isə 11,3 işıq ilinə bərabərdir. Onun görünən ulduz ölçüsü 0,37-dir. Qədim ulduz xəritələrində Böyük və Kiçik Köpəklər ovçu Orionu müşayiət edirlər.

Mikroskop. Nisbətən zəif olan bu bürc Oğlaq və Hindi bürcləri arasında yerləşir. Mikroskop bürcü də, Kompas bürcü kimi, Lakayl tərəfindən daxil edilmişdir.

Milçək. Cənub Xaçından cənuba tərəf Ağ Yolda yerləşən kiçik, amma qəşəng qırmızı bürcdür. 1679-cu ildə ilk dəfə olaraq Halleyin atlasında əks olunmuşdur.

Nasos. Müasir bürcdür. Bu bürcü Lakayl Hava Nasosu adlandırmışdır. Kompas bürcündən şərqdə yerləşir.

Günyə (yəni bucaqölçən). Bu bürc də Lakayl tərəfindən tətbiq edilmişdir.

ZODİAK BÜRCLƏRİ VƏ İŞARƏLƏRİ

Zodiak qurşağına aid olan bürclər astroloqlar tərəfindən çox istifadə olunduğu üçün kütləvi olaraq tanınmış və qədim astroloji tarixi vardır. Onların hər biri xüsusi işarə ilə göstərilmişdir. Ekliptika 12 bərabər hissəyə bölünmüş və onlar da *zodiak işarələri* ilə adlandırılmışdır. Burada hesablama başlanğıcı kimi yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsi götürülmüşdür. Günəş sistemindəki hadisələr bu bürclərin fonunda baş verdiyinə görə astronomlar üçün onlar müəyyən əhəmiyyətə malikdir.

Vaxt dayanmadan gedir. Günəş və Ayın cazibə qüvvələrinin bizim planetə təsiri ilə Yerin oxu yavaş və konusvari hərəkət edərək, yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsinin yerini ekliptika üzrə qərbə tərəf sürüşdürür. Bu hadisə presessiya və yaxud gecə-gündüz bərabərliyinin qabaqlanması adlanır. Yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsi keçən bir neçə minillik ərzində Balıq və Qoç bürclərindən keçərək, Buğa bürcünə tərəf yerini dəyişmişdir. Bunun nəticəsində bütün zodiak bürcləri sırası, elə bil, iki işarə vəziyyəti qədər sürüşüb, belə ki, ənənəyə görə hesablama yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsinin yerləşdiyi bürcdən başlanır. Məsələn, Balıqlar vaxtı ilə on birinci zodiak bürcü idi, indi isə birincidir. Buğa bürcü birinci olduğu halda, indi üçüncüdür. Təxminən 2400-cü ildə yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsi Balıqlardan Dolça bürcünə sürüşəcəkdir. Onda Dolça birinci zodiak bürcü hesab olunacaqdır.

Eyni zamanda, ekliptikanın bərabərölçülü sahələrini nişanlamaq üçün astroloqların istifadə etdikləri zodiak işarələri gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsi ilə sıx bağlıdır və elə həmin nöqtədən başlayaraq onun arxasınca sürüşür. İki min il bundan əvvəl klassik təlimatlar tərtib olunanda astroloqların istifadə etdikləri zodiak işarələri eyni adlı zodiak bürcləri əsasında tərtib olunmuşdu. Amma gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsinin yerdəyişməsi nəticəsində zodiakların işarələri indi uyğun bürclərə düşmür. Belə ki, Günəş müəyyən zodiak işarəsinə daxil olduqdan iki-beş həftə sonra eyniadlı bürcə gəlib çatır. Bu fakt aşağıdakı cədvəldə daha aydın görünür.

Zodiakın işarəsi*	Bürc	Günəşin daxilolma tarixi	
		Bürcə	Zodiakın işarəsinə
♑	Oğlaq	19 yanvar	22 dekabr
♒	Dolça	15 fevral	20 yanvar
♓	Balıqlar	11 mart	18 fevral
♈	Qoç	18 aprel	20 mart
♉	Buğa	13 may	20 aprel
♊	Əkizlər	21 iyun	21 may
♋	Xərçəng	20 iyul	21 iyun
♌	Şir	10 avqust	23 iyul
♍	Qız	16 sentyabr	23 avqust
♎	Tərəzi	30 oktyabr	23 sentyabr
♏	Əqrəb	22 noyabr	23 oktyabr
–	İlandaşıyan	29 noyabr	–
♐	Oxatan	17 dekabr	22 noyabr

* Günəşin bürclərin sərhədinə və eyniadlı zodiak işarələrinə daxil olduğu tarixlər 1994-cü il üçün göstərilmişdir. Başqa illərdə bu tarix 1-2 gün fərqli ola bilər.



▸
Qoç bürcü.

▸▸
Orion bürcündəki işıqlı və tutqun dumanlıqlar.





Orion bürcü.

Onun ulduzları Cənub Üçbucağından bir qədər şimal tərəfdə yerləşir.

Qoç (yəni qoyun). Ən çox nəzərə çarpan zodiak bürclərindəndir. Üçbucaq və Persey bürclərindən cənubda yerləşmişdir.

Aydındır ki, bu, yunan əfsanələrində haqqında bəhs olunan həmin qızılyunlu qoyundur. Bürcün ən parlaq ulduzu olan Hamal ərəbcə "böyümüş quzu" deməkdir. Yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsi bu ulduzla bağlıdır.

Oktant. Lakayl tərəfindən daxil edilmişdir. Onun parlaq ulduzları olmasa da, dünyanın cənub qütbü bu bürcdə yerləşir.

Qartal. Üç parlaq ulduzu ilə asanlıqla tanınan və gözəl bürcdür. Bu ulduzlar düz xətt kimi Qartal fiqurunun boynunda, kürəyində və sol çiyində yerləşmişdir. Qartalın "quyruq" hissəsində olan iki ulduz Ağ Yolun qərb qolunda yerləşir.

Hələ beş min il bundan əvvəl Şumerlər bu bürcü Qartal adlandırmışlar. Yunanlar bu bürcdə gözəl şahzadə Hanimedi oğurlayaraq Olimpə aparmaq məqsədilə Zevs tərəfindən göndərilmiş qartal görmüşlər. Bu əfsanənin bir variantına görə, Zevsin özü qartala çevrilmişdir. Bu bürcün ən maraqlı və parlaq ulduzunun adı Əltairdir. Ərəbcə bu, "uçan qırğı" deməkdir. Əltairdən 7° cənubda dəyişən klassik Qartalın η-sı sefeid ulduzu yerləşir. Bu ulduz 7,2 sutkalıq periodla parlaqlığını 3,69 ulduz ölçüsündən 4,40 ulduz ölçüsünə qədər dəyişir.

Orion. Bizim göyün ən gözəl bürcüdür. Bu asanlıqla tanınan və göydə böyük sahə tutan bir bürcdür. Onun parlaq ulduzlarının mövqeyi ovçu fiqurunu xatırladır. Bundan cənub-şərqdə mavi Sirius, şimal-qərbdə isə qırmızı Əldebaran ulduzu parlayır. Yunan mifologiyasında Orion Poseydon və Evrialın oğludur, məşhur ovçudur.

Bu bürcün ən parlaq ulduzu qırmızı nəhəng olan Bətəlgeyze Evrialanın (Orionun α-sı) ulduzudur. Günəşdən 15 min dəfə böyük olan bu ulduzun parlaqlığı 6 illik periodla 0,4-dən 1,3 ulduz ölçüsünə qədər dəyişir. Bətəlgeyzedən bir qədər az parlaq olan ulduz (Orionun β-sı) Rigeldir. Bu gözəl ağ-mavi ulduzun işıqlığı Günəşinkindən 80 min dəfə çoxdur. Qədim misirlilər Rigeli ulduzlar şahı və mərhumların havadarı Saxla, sonralar isə Osirislə əlaqələndirirdilər. Bu bürcdə ən maraqlı obyekt bizdən 1000 işıq ili məsafəsində olan və üç qurşaq ulduzundan aşağıda yerləşmiş Böyük Orion dumanlığıdır (M 42). Bu ulduzların əmələ gəldiyi və cavan ulduz tərəfindən qızdırılan böyük buludun cüzi bir hissəsidir. Ulduzların yaranmasına səbəb olan əsas proseslər bütövlükdə Orion bürcünü əhatə edən çox soyuq (-250°C) və nəhəng qaz buludlarının təkində baş verir. Qurşağın şərq ulduzu olan Orionun ξ ulduzunun yaxınlığında məşhur tutqun At Başı dumanlığı yerləşir.

Tovuz. Bu bürc göyün cənub yarımkürəsinə aiddir və bir bürc kimi Bayer tərəfindən daxil edilmişdir.

Yelkən. Bu bürc Arqo gəmisindən ayrılmış kimi qəbul edilmişdir. Kentavr və Göyərtə bürcləri arasında yerləşir. Onun cənub sərhədi Ağ Yolun ulduzlarla ən sıx olan hissəsindən keçir.

Peqas. Bu bürc "Uçan At" adlanır və Andromedadan cənub-qərbdə yerləşir. Adi gözlə görünən ulduzları Andromeda ilə birlikdə yaxşı seçilə bilən Böyük Kvadrat yaradır.

Babilistanlılar və qədim yunanlar onu, sadəcə, At adlandırırdılar. Reqas adına ilk dəfə Eratosfendə rast gəlinir. Bu adı qəhrəman Bellerofont haqqında yunan əfsanələri ilə əlaqələndirirlər: belə ki, o, allahlardan qanadlı Peqas atını alıb havaya qalxaraq, qanadlı div Himerə tərəf uçub onu öldürmüşdür.

Persey. Bu bürc Andromedadan şərqdə Ağ Yolda yerləşir. Qədim yunan əfsanəsinə görə, Persey Andromedanı dəniz əjdahasından xilas etmişdir.

Bu bürcün maraqlı və nisbətən parlaq ulduzu olan Əlqul (Perseyin β-sı) tutulan, dəyişən tipli ulduzdur və ərəbcə "şeytan ulduzu" deməkdir. Bu, üç və ya dörd ulduzdan ibarət mürəkkəb ulduz sistemidir. Bu sistemin iki ulduzu 2,87 sutkalıq periodla bir-birini tutur və tutulma anlarında ulduzun parlaqlığı 2,06 ulduz ölçüsündən 3,28 ulduz ölçüsü qədər azalır. İlk dəfə bu tutulmanı 1670-ci il noyabrın 8-də Modenalı (İtaliya) professor Ceminiano Montanari aşkar etmişdir.

Soba. Göy ekvatoru müstəvisinə aid olan bu bürc Lakayl tərəfindən daxil edilmiş və Kimyəvi Soba adlandırılmışdır.

Cənnət Quşu. Bu göyün cənub yarımkürəsinə aid olan bürcdür. İlk dəfə Bayerin tərtib etdiyi atlasda əks olunmuşdur.

Xərçəng. Zodiakın o qədər də əlamətdar olmayan bürcü yalnız aydın gecələrdə Şir və Əkizlər bürcləri arasında görmək olar. Əfsanəyə görə, Herakl Hidra ilə döyüşəndə xərçəng onun ayağını zədələyir. Qəzəblənən Herakl xərçəngi əzib öldürür, sonralar isə Gera onu göydə yerləşdirir.

Xərçəng bürcündə, nisbətən zəif olsa da, qəşəng ulduzlar qrupunu görmək olar: bunlar xərçəngin Qoduqlarıdır (Xərçəngin γ və δ-sı), bunların arasında isə onları yemləyən Axur – M 44 dağınıq ulduz topası yerləşir. Bu ulduz topası Pleyadaya oxşayır, amma xeyli uzaq məsafədə yerləşir. Ona görə də, binokl vasitəsilə ulduz topası kimi görünən Axur adi gözlə tutqun ulduzcuq kimi müşahidə edilir. Xərçəngin α-sından 2° qərbdə digər ulduz topası – məşhur M 67 yerləşir. Dağınıq və daha qoca olan bu ulduz topası Qalaktika müstəvisi üzərində yüksəkdə yerləşir.



Peqas.

Mişar. "Oymaçı aləti" adlanan bu bürc Lakayl tərəfindən göyün cənub hissəsində yerləşdirmişdir. Onun bütün ulduzları zəifdir.

Balıqlar. Bu bürc zodiakda Dolça və Qoç bürcləri arasında yerləşir. Adətən onu Şimal Balığı (Andromedanın altında) və Cənub Balığı (Peqas və Dolça arasında) kimi iki yerə bölürlər.

Vaşaq. Bu, Heveli tərəfindən daxil edilmiş müasir bürc hesab edilir. Böyük Ayı və Arabaçı bürcləri arasında, Əkizlərdən şimal-şərqdə yerləşir. Bu bürc olduqca zəif ulduzlardan ibarətdir.

Şimal Tacı. Naxırçı və Herkules bürcləri arasında yerləşir. Qədim zamanlarda buna, sadəcə olaraq, Tac və yaxud Çələng deyirdilər. Bu, kiçik bürclərdən ən gözəlidir. Yeddi nisbətən parlaq ulduzdan ibarət natamam halqa daire kimi görünür. Ona görə də ərəblər bu ulduz qrupunu əl-Fəkka – "qırılmış" halqa adlandırmışlar. Bu bürcdə bir neçə tanınmış dəyişən ulduz vardır. Bunların arasında yeniyəbənzər alışan T Şimal Tacı və onun antipodu R Şimal ulduzları



Əqrəb.



Buğa.

▸ Qış göyündə Orion və Buğa bürclərinin görünüşü.

da vardır. Bu ulduzların parlaqlığı vaxtaşırı kəskin şəkildə aşağı düşür.

Sekstant. Bürc Heveli tərəfindən Göy Seksantı (onun 1679-cu ildə rəsədxana ilə birlikdə yanmış sevimli astronomik cihazının şərəfinə) adı altında daxil edilmişdir. Şir bürcündən cənubda yerləşir.

Şəbəkə. Bürc Lakayl tərəfindən Romboidşəkilli Şəbəkə kimi daxil edilmişdir. Onun ulduzları Qızıl Balıq bürcündən qərbdə yerləşir.

Əqrəb. Bütövlüklə Ağ Yolda Oxatan və Tərəzi bürcləri arasında yerləşən zodiak bürcüdür. Aratın dediyinə görə, Orion ilahə-ovçu Artemidlə savaşır, bərk qəzəblənən Artemida əqrəbi bu gənci öldürmək üçün göndərir. Arat yazır: "Əqrəb şərqdə görünərkən Orion qərbdə gizlənməyə tələsir". Günəş bu bürcə noyabrın 22-də daxil olur və noyabrın 27-də onu tərk edərək, 20 gün qeyri-zodiak bürcü sayılan İlandaşıyan bürcündə olur. Buradan görünür ki, Əqrəb bürcü əvəzinə İlandaşıyan zodiak bürcü kimi qəbul olunmalıdır.

Bu bürcün ən parlaq ulduzu Antares (Əqrəbin α-sı) adlanır və yunanca bu, "Aresin rəqibi" (Marsın rəqibi) deməkdir. Həqiqətən də, bu qırmızı rəngli ulduz Marsa çox oxşayır. Bu ulduz qeyri-adi gözəlliyə malik olan vizual qoşa ulduzdur. Onun çox parlaq olan komponenti qırmızı, az parlaq olanı isə yaşılımtıldır. Bu bürcdə çoxlu dumanlıq və ulduz topası yerləşir.

Heykəltəraş. Bürc Lakayl tərəfindən "Heykəltəraşın Emalatxanası" adı altında daxil edilmişdir. Qalaktikanın cənub qütbü bu bürcdə yerləşir.

Onikiulduz. Bürc Lakayl tərəfindən onun Ümid burnunda müşahidələr apardığı yerin şərəfinə daxil edilmişdir. O, Qızıl Balıqdan cənubda yerləşir. Bu bürcdə 5-ci ulduz ölçüsündən parlaq olan ulduz yoxdur, ancaq Böyük Magellan Buludunun qalaktikası qismən onda yerləşir.

Ox. Kiçik, zərif və qəşəng olan bu bürcün ulduzları Qartaldan şimalda yerləşir. Məşhur təbiətşünas alim Eratosfen hesab edirdi ki, Apollon təkgözlü nəhəng siklonlarla döyüşərkən bu oxdan istifadə etmişdir.

Oxatan. Bu Zodiak bürcünün Ağ Yolda yerləşən hissəsi olduqca qəşəng görünür. Yunan əfsanəsi onu mahir ovçu Krotosla əlaqələndirir.

Qalaktikanın və bizə görünməyən ulduzlararası tozla örtülmüş mərkəzi Oxatan bürcü istiqamətində yerləşir. Bu bürcdə çoxlu kürəvi topa, tutqun və işıqlı dumanlıq (məsələn, üçqat M 20 dumanlığı) müşahidə olunur.

Teleskop. Bu bürc ilk dəfə Lakayl tərəfindən daxil edilmişdir və Oxatandan cənubda yerləşir.

Buğa. Zodiak bürcü Oriondan şimal-qərbdə yerləşir. Mifologiyaya görə, Buğa ağ öküzdür. Əfsanəyə görə, Zevs Finikiya hökmdarının qızı Avropanı oğurlamaq üçün bu öküzə müraciət etmişdir. Avropa bu öküzün belində üzərək, dənizi keçmiş və Kritə gəlib çatmışdır.

Buğanın α-sının parlaq və qırmızı ulduzunu çox vaxt "İri Göz" adlandırırlar. Onun ərəbcə adı Əldebaran, yəni "arxasınca gedən" deməkdir. Belə ki, bu ulduz göydə ən gözəl dağınıq ulduz topası – Pleyadanın arxasınca hərəkət edir. Yaxşı görən gözlə Pleyadanın altı və hətta yeddi ulduzunu seçmək olur. Bu ulduzların hamısına nəhəng Atlantın və Pleyonanın qızlarının adları verilmişdir. Yunanca Pleyadalar – "Pleyonanın qızları" deməkdir.



Pleyada ilə yanaşı, daha bir cavan ulduz topası – Giadlar (mifologiyaya görə, Pleyadaların bacıları) görünür. Bunlar Əldebaranı əhatə edən və az parlaq olan geniş ulduz qrupudur. Astronomlar üçün bu ən əhəmiyyətli ulduz qrupudur. Bu ulduz qrupu Günəşdən 40 pk (1 parsek – 3,26 işıq ili) məsafədə yerləşir ki, bu da onun hərtərəfli öyrənilməsinə imkan verir. Giadlar bizə çox yaxın olduğuna görə, göydə 400 kvadrat dərəcə olan böyük bir sahəni əhatə edir ki, bu da 2 min Ay diski qədər sahəni örtə bilər. Qırmızı nəhəng Əldebaran Giad topasına daxil deyil və bizə ondan iki dəfə bizə yaxındır.

Üçbucaq. Andromedadan cənub-şərqdə yerləşən kiçik və qədim bürcdür. Yerli qrup qalaktikaların üzvü M 33 spiral qalaktikası və həmçinin Andromeda dumanlığı olan M 31 kimi bu bürcdə görünən maraqlı obyektlər vardır. Bu qalaktikaların hər ikisi Andromedanın β ulduzuna görə simmetrik və bizdən 2 milyon işıq ili məsafəsində yerləşmişdir. Andromeda dumanlığından fərqli olaraq M 33-ün qalaktika müstəvisi bizə tərəf çevrilmişdir.

Tukan (quşu). Bu bürc Bayer tərəfindən aşkar edilmiş, Simurq quşu və Durna bürclərindən cənubda görünür. Bizimlə qonşu olan məşhur Kiçik Magellan Buludu qalaktikası və çox gözəl olan 47 Tukan kürəvi ulduz topası bu bürcdə müşahidə olunur.

Feniks. Əfsanəvi Simurq quşunun adını daşıyan bu bürc Bayer tərəfindən daxil edilmişdir.

Buqələmun. Buqələmun adlanan və rəngini tez-tez dəyişən bu bürc də Bayer tərəfindən aşkar edilmişdir.

Sentavr (Kentavr). İnsan başlı at adlanan və cənub göyünə mənsub olan ən gözəl bürclərdən biridir. O, qədim zamanlardan məlum olan bürcdür. Əvvəllər ona daxil edilən ulduzlardan sonralar Cənub Xaçı bürcü yaranmışdır. Lakin onsuz da Kentavr böyük bürcdür və çoxlu parlaq ulduzdan təşkil olunmuşdur.

Qədim yunan əfsanələrinə görə, göyə düşmüş Kentavr nəhəng Kronos və ilahə Filiranın müdrik oğlu Hirondur. O elm və incəsənət bilicisi və məşhur yunan qəhrəmanları olan Axillin, Asklepinin və Yasonun tərbiyəçisi olmuşdur. Bu bürcdə ən parlaq Kentavr ulduzunu qədim zamanlardan Rigil Kentavrus ("kentavrın ayağı") adlandırmışlar. Bu, Günəşə ən yaxın və 4,3 işıq ili məsafəsində yerləşən ulduzdur. Bu, vizual üçqat ulduz sistemidir. Onu təşkil edən komponentlərin ulduz ölçüləri 0,04; 1,17 və 10,68-ə bərabərdir. Bunlardan ən parlağı kütləsinə və spektrinə görə Günəşə çox oxşayır. Üçüncü, ən zəif komponent isə 1915-ci ildə ingilis astronomu Robert İnnes tərəfindən aşkar edilmişdir. Bu ulduz o birilərindən bizə daha yaxındır (4,16 işıq ili). Ona görə də ulduzu Proksima (*lat.* "ən yaxın") adlandırmışlar. O, kiçik kütləli, alışan qırmızı cırtdan ulduzdur.



Sentavr bürcünün qədim atlasda təsviri.

Sefey (Kefey). Kassiopeyanın əri və Andromedanın atası olan əfsanəvi efiop hökmdarının adını daşıyır. Bu bürc Kassiopeya və Kiçik Ayı bürcləri arasında yerləşir. Onun parlaq ulduzları yoxdur. Döyünən, dəyişən sefeid tipli böyük sinfə mənsub olan Sefeyin δ ulduzunun adı ilə bağlıdır. Bu ulduzun parlaqlığı 5,4 sutkalıq periodla 3,8 ulduz ölçüsündən 4,6 ulduz ölçüsünə qədər dəyişir. Eləcə də bu olduqca gözəl və vizual qoşa ulduzdur. Bizə məlum olan ulduzlardan ən böyük olanı VV Sefey ulduzudur. Bu, tutulan, dəyişən qoşa

ulduz sistemidir və onun baş komponenti bizim Günəşdən 2 min dəfə böyükdür.

Pərgar. Cənub göyünün ən kiçik bürcüdür və ilk dəfə Lakayl tərəfindən daxil edilmişdir. Pərgarın α-sı çox gözəl vizual qoşa ulduzdur.

Saat. Bürc Lakayl tərəfindən daxil edilmişdir; ensiz, uzun zolaq şəklində Eridandan cənubda yerləşir. Parlaq ulduzları yoxdur.

Kasa. Çox da böyük olmayan bu bürc Qarğadan bir qədər qərbdə müşahidə olunur.

Qalxan. Bu bürc görkəmli sərkərdə və Polşa kralı Yan Sobeskinin şərəfinə Heveli tərəfindən Sobeskinin Qalxanı adlandırılmışdır. Bu, Ağ Yolda Qartal, Oxatan və Şərq İlanı bürcləri arasında yerləşmişdir və özünü bütün təfərrüatı ilə öyrənməyə imkan verir. Bu bürcdə parlaq ulduzlar yoxdur, lakin kiçik teleskopun köməyi ilə Qalxanın β ulduzundan 2 dərəcə cənub-şərqdə çox gözəl M 11 dağınıq ulduz topasını müşahidə etmək olar.

Eridan. Göy "çayı" adlanın bu bürc Oriondan qərbdə yerləşir. Müxtəlif xalqlar onu Nil, Fərat və Po çayları ilə eyniləşdirmişlər. Eridan Rigelin yaxınlığından başlayaraq cənub-qərbə tərəf axır. O, Eridanın α-sı ulduzu olan və Əxrənnəhr (*ərəb.* "çayın qurtaracağı, mənsəbi") adlanan ulduzda qurtarır.

Cənub Hidrası. Bu bürc Bayer tərəfindən daxil edilmişdir. Onu "Su İlanı" da adlandırırlar.

Cənub Tacı. Bu bürc və onun adı ilk dəfə Ptolemeyin "Almagest" əsərində təsvir olunmuşdur. Onun ulduzları Oxatan bürcündən cənub-qərbdə yerləşmişdir.

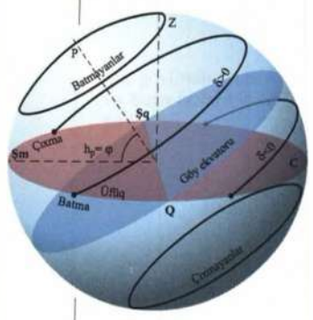
Cənub Balığı. Çox da böyük olmayan bu bürc Dolça və Oğlaq bürcləri arasından cənubda yerləşir. Onun ən parlaq ulduzu Fomalqaut ərəbcə "cənub balığının ağzı" deməkdir; lakin ərəblərin özləri bu ulduzu "birinci qurbağa" ("ikinci qurbağa" Balinanın β-sı idi) adlandırmışlar.

Cənub Xaçı. Bu Kentavr bürcündən Bayer tərəfindən ayrılmış bürcdür. Ağ Yolun cənub hissəsində yerləşmişdir. Onun 4 parlaq ulduzu (α, β, γ və δ) xaç formasında düzülmüşdür, eləcə də γ-dan α-ya yönələn xətt dünyanın cənub qütbünü göstərir. Ağ Yolun fonunda α və β ulduzları arasında tutqun boşluq görünür. Bu, Kömür Çuvalı qaz-toz dumanlığıdır.

Cənub Üçbucağı. Bayer tərəfindən daxil edilmişdir, cənub göyünə aid olan bürcdür. O, Ağ Yolda, Günyə bürcündən cənubda yerləşir.

Kərtənkələ. Bu bürc ilk dəfə Hevelinin ulduz atlasında üzə çıxmışdır. Ona daxil olan ulduzlar Qu və Andromeda bürcləri arasında yerləşir.

Orta enliklərdə göy cisimlərinin sutkalıq paralelləri.



MÜXTƏLİF EN DAİRƏLƏRİNDƏ ULDUZLU GÖY

Yaxşı müşahidə şəraitində (açıq səma və yüksək şəffaflıq) adi gözlə göydə eyni vaxtda 3 minə qədər ulduz görmək olar. Bu, müşahideçinin harada, yəni Bakıda, İstanbulda, Moskvada, Sankt-Peterburqda və s. digər enliklərdə olmasından asılı deyil. Lakin ulduzlu göyün forması və görünüşü həm fəsildən, həm də müşahidə yerinin en dairəsindən asılıdır. İndi biz Bakıdan çıxmadan göydə neçə ulduz görə biləcəyimizi aydınlaşdıraq.

Baxılan anda göydə 3 min ulduz olduğunu yəqin etdikdən (saydıqdan) sonra bir saat tənəffüs edib yenidən müşahidə yerinə qayıdaq. Bu vaxt biz görərik ki, göyün mənzərəsi dəyişmişdir. Belə ki, üfüqün qərb hissəsində olan ulduzların bir qismi üfüqdən aşağı endiyinə görə görünmür. Amma şərqdə yeni göy cisimlərinin doğmasını görmək olar. Bu obyektlər batanların əvəzində bizim siyahını tamamlayacaqdır. Beləliklə, sutka ərzində ulduzlar mərkəzi dünyanın qütbü olan dairə cızmış olur. Ulduz qütbə yaxın olduqca onun dairəsi də kiçik olur. Elə hallar da vardır ki, dairə bütövlükdə üfüqdən yuxarıda olur və ulduz heç vaxt batmır. Bizim en dairəsi üçün belə *batmayan* ulduzlara misal olaraq Böyük Ayı bürcünün ulduzlarını göstərmək olar. İlin istənilən fəslində hava qaralan kimi biz bu ulduzları göydə görə bilərik.

Qütbdən daha uzaqda olan ulduzlar isə göründüyü kimi, üfüqün şərq tərəfində doğur və qərbdə batır. Göy ekvatoruna yaxın olan ulduzlar isə şərq nöqtəsinə yaxın yerdən doğur və qərb nöqtəsi ətrafında batır. Göyün cənub yarımkürəsində yerləşən bir çox ulduzlar bizə görə cənub-şərqdə doğur və cənub-qərbdə batır. Onlar cənub üfüqündən çox da hündür olmayan qövs cızır.

Ulduz göy sferasının nə qədər çox cənubunda olsa, bizim üfüqdə onun yolu bir o qədər qısa olar. Beləliklə, cənuba tərəf getdikcə bizim enliklər üçün heç vaxt *doğmayan* ulduzlar vardır ki, onların sutkalıq yolu bütövlükdə bizim üfüqdən aşağıda olur və biz onları müşahidə edə bilmirik. Bu obyektləri görmək üçün nə etmək lazımdır? Aydındır ki, cənuba tərəf hərəkət etmək lazımdır!

Məsələn, Moskvada Antaresi – Əqrəb bürcündə parlaq ulduzu müşahidə etmək olar. Cənuba dikinə sallanmış Əqrəbin "quyruğu" Moskvada heç vaxt görünmür. Amma bir az cənubda, məsələn, Qafqazda yay vaxtlarında cənub üfüqü üzərində səmavi Əqrəbin bütün fiquruna tamaşa etmək olar. Qütb ulduzu isə Qafqazda Moskvaya nisbətən xeyli aşağıda yerləşir.

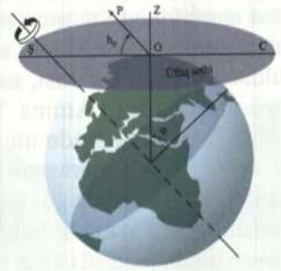
Əksinə, əgər Moskvadan şimala hərəkət etsək, ətrafında bütün səma cisimlərinin dövrə vurduğu Qütb ulduzu getdikcə yuxarıya doğru qalxacaqdır. Bu qanunauyğunluğu təsvir edən teorem var: **dünya qütbünün üfüq üzərində hündürlüyü müşahidə yerinin coğrafi enliyinə bərabərdir.** Bu teoremdən çıxan bir neçə nəticə üzərində dayanaq.



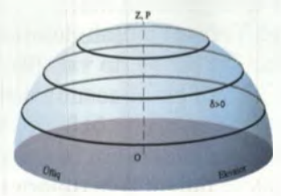
Göy cisimlərinin sutkalıq qövsləri. Göyün Qütb sahəsi.

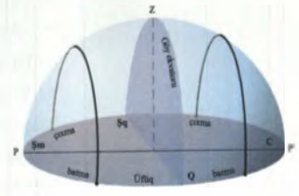
Fərz edək ki, biz Şimal qütbündəyik və oradan ulduzları müşahidə edirik. Bizim (yəni, Şimal qütbünün) enliyi 90°-dir; deməli, dünya qütbünün hündürlüyü 90°-yə bərabərdir, yəni zenitdə, düz başımızın üzərində yerləşir. Səma cisimləri bu nöqtənin ətrafında sutkalıq çevrələrini cızır və səma ekvatoruyla üst-üstə düşən üfüqə paralel olaraq hərəkət edir. Onların heç biri doğmur və batmır. Yalnız şimal yarımkürəsinin ulduzlarını, yəni, təqribən bütün göy qübbəsi ulduzlarının yarısını müşahidə etmək mümkündür.

Bakıya qayıdaq. Orada enlik 40°-yə yaxındır. Dünya qütbünün hündürlüyü 56°-dir, o, göy qübbəsinin şimal tərəfində yerləşir. Bakıda cənub yarımsfe-



Dünya qütbünün üfüqdən hündürlüyü müşahidə yerinin coğrafi enliyinə bərabərdir ($h_p=\varphi$).





Göy cisimlərinin sutkalıq paralelləri qütbdə (solda) və ekvatorda.

rasının artıq bir çox ulduzunu, dəqiq desək, meyilləri -40°-dən böyük olanları görə bilərik. Onların çoxu parlaq ulduzlardır: Sirius (δ = -17°), Rigel (δ = -8°), Spika (δ = -11°), Antares (δ = -26°), Fomalqaut (δ = -30°). Meyil bucaqları +50°-dən böyük ulduzlar Bakıda heç vaxt batmır. Meyilləri -50°-dən aşağı olan cənub yarımsferası ulduzları doğmayan ulduz olur, Bakıda onları müşahidə etmək mümkün deyil.

Ekvatora (enlik 0°) keçsək, biz dünya qütbünü üfüqdə görərik, əks nöqtədə isə digər qütb peyda olar. İstənilən səma cisminin gündəlik paralellərinin yarı hissəsi üfüq üzərində yerləşir, bu səbəbdən də o prinsipcə müşahidə oluna biləndir. Məhz ekvatorda olarkən biz adi gözlə müşahidə oluna bilən 6 min ulduzu saya bilərik. Və elə bir ulduz yoxdur ki, orada üfüqdən yuxarı qalxmasın.

ŞİMAL YARIMKÜRƏSİNİN ORTA ENLİKLƏRİNDƏ DÖRD MÖVSÜMÜN ULDUZLU GÖYÜ

Hər bir astronomiya həvəskarı heç olmazsa qısa müddətə kosmonavt olmağı arzulayır. Və bu heç də raket mühərriklərinin romantik uğultusuyla, yaxud təəccüblü çəkisizlik şəraiti ilə bağlı deyil. Onu, bütövlükdə yalnız atmosfer hüdudlarından kənarda, Yerdən uzaqda müşahidəsi mümkün olan səma cəlb edir.

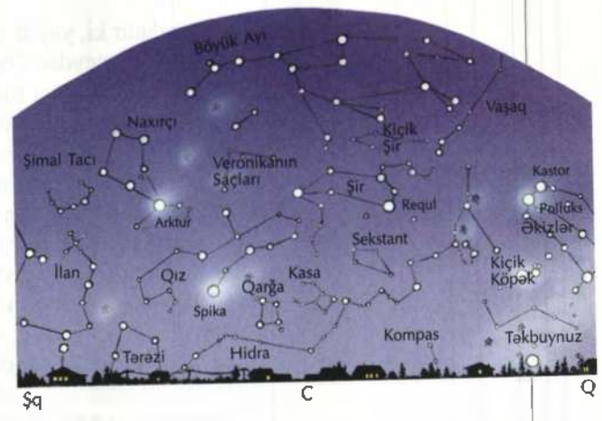
Bizə, Yer sakinlərinə, ulduzlu göyü istənilən vaxt, istənilən istiqamətdə görməyə iki şey mane olur. Birincisi, bu, atmosferdir ki, səpilən gün işığı hesabına gündüz parıldayır. Günəş üfüqün altına enməyincə və onun şüaları qatı atmosfer təbəqələrini tərk etməyincə, ulduzların zəif parıltısı, sadəcə, göydə görünə bilmir. Amma Yerin orbital hərəkəti nəticəsində müxtəlif mövsümlərdə bizə göy sferasının müxtəlif hissələri açılır. Yayda göyün gündüz hissəsində yerləşmə səbəbindən görünməyən ulduzlar, qışda gecə müşahidələri üçün görünən olur.

Ancaq Yerüstü müşahidələrə mane olan ikinci bir səbəb də var. Bu, daim göy qübbəsinin bir hissəsinin qabağını kəsən Yer kürəsinin özüdür. Yerin fırlanması səbəbindən biz, buna baxmayaraq, göyün müxtəlif hissələrini görə bilirik. Özü də, əgər müşahidəçi ekvatordadırsa, bir gün onun qarşısından bütün göy qübbəsi keçir; amma qütblərin birinin yaxınlığında dursan, nə qədər boylansan da, göyü yarısından artıq görə bilməzsən.

İlin hər fəsli astronomik müşahidələr üçün özünə görə maraqlıdır. Bizim kifayət qədər yuxarı enliklərimizdə mövsümdən təkcə göyün hansı hissəsinin müşahidə oluna biləcəyi asılı deyil, həm də gecənin uzunluğu və hava şəraiti burada mühüm rol oynayır. Uzun qış gecələri, az qala, bütün göy cisimlərini – payızda erkən axşamdan görünənlərdən tutmuş yaz səhərində görünənlərədək, görməyə imkan verməsinə baxmayaraq buludlu soyuq havalar müşahidələri xeyli çətinləşdirir. Yay gecələri isə səmanı hərtərəfli öyrənmək üçün çox qısadır. Buna görə müşahidəçilərin çoxu erkən payıza və yaxud yazın sonlarına üstünlük verirlər. Doğrusu, əsl astronomiya həvəskarları üçün bütün mövsümlər yaxşıdır.

Çox vaxt astronomiya həvəskarları ulduzlu göy ilə tanışlığa yazda başlayırlar. Uzun qış gecələrindən sonra, kosmos haqqında maraqlı kitablar oxu-





◂◂ Yaz göyü. Üfüqün şimal tərəfi.

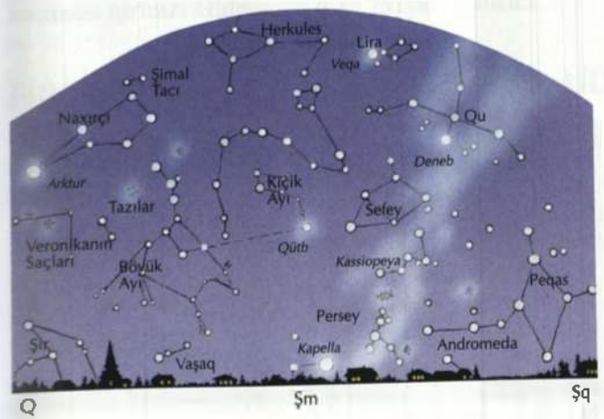
▲ Yaz göyü. Üfüqün cənub tərəfi.

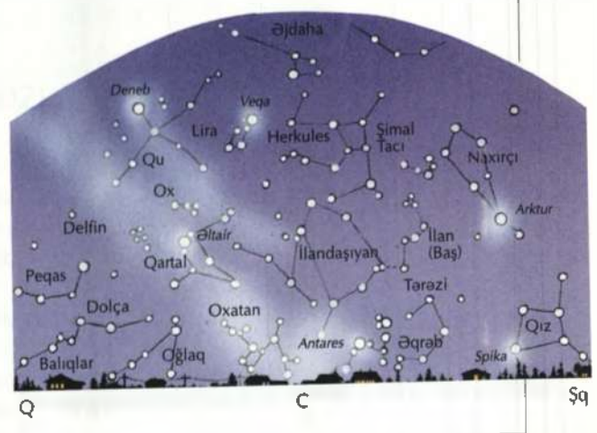
nulub qurtarır, havalar, nəhayət, istiləşir, göy isə təmizlənir – ulduz xəritəsini ələ alıb bürclərə səyahətə başlamağın əsl vaxtıdır.

YAZ GÖYÜ

Yazda səma qaranlıq olur: kəhkəşan görünmür, parlaq ulduzlar isə azdır. Onun şimal hissəsində Böyük Ayı bürcünün Çalovu ağzı aşağı sallanıb. Çalovun "Dəstəyi" sarı-narıncı Arkturdan (yaz ulduzlarının ən parlaqlarından biri) tac qoymuş Naxırçı tərəfi göstərir. Bir az sağda və aşağıda, cənub-şərqdə – Qız bürcündəki mavi Spika bərq vurur. Cənubda yuxarıda qabaq pəncələrində parlaq Requlla Şir "uzanmışdır". Onun üzərində elə də böyük olmayan Kiçik Şir bürcü, Naxırçı ilə Şir bürcləri arasında göyün parlaq ulduzsuz geniş hissəsi var: bu, Tazılar və Veronikanın Saçlarıdır. Böyük Ayı və Qız bürcüylə birlikdə onlar uzaq Kainat tədqiqatçılarının sevimli obyektləridirlər, çünki bu istiqamətdə zəngin qalaktika topaları yerləşir. Axşam düşəndə qərbdə batmaqda olan Ülkəri və parlaq ulduzlarla dolu qış bürcləri – Buğa və Orionu görmək olar, gecənin sonunda isə şərqdə doğan yay bürclərinə – Qu, Lira və Qartala tamaşa etmək olar.

Yaz göyünün əsas üstünlükləri nədədir? Əgər başqa mövsümlərdə biz, əsasən, bizim Qalaktikanı görürüksə, yazda uzaq qalaktikaları görə bilirik.





◂◂ Yay göyü. Üfüqün şimal tərəfi.

▾ Yay göyü. Üfüqün cənub tərəfi.

İş burasındadır ki, yayda və payızda göy qübbəsində Perseydən Oxatanadək uzanan Ağ Yol yuxarıya dikəlir. Qışda o hələ də yaxşı görünür: Andromedadan, Persey və Arabaçıdan keçməklə, Əkizlər və Orionun arasından aşağıya, Böyük Köpəyəcən. O, nisbətən cavan ulduzlardan, ulduzlararası qaz və tozdan ibarətdir. Məhz ulduzlararası toz bizə uzaq qalaktikalararası fəzanı örtür. Yaza doğru Ağ Yol görünməz olur və istənilən istiqamətdə müşahidəçinin nəzəri qalaktikalararası enginliklərə dikilir.

Təəssüf ki, yaxşı binoklsuz bu uzaq guşələrə tamaşa etmək olmur. Yox, əgər sizin belə binoklunuz varsa, onda qalaktikadankenar astronomiya ilə məşğul olmağa başlaya bilərsiniz.

YAY GÖYÜ

Yay göyünün cənubunda yay-payız üçbucağı – Veqa (Liranın α-sı), Deneb (Qunun α-sı) və Əltair (Qartalın α-sı) üstünlük təşkil edir. Ağ Yol boyunca yerləşən Qunun nəhəng xaçını göydə asanlıqla tapmaq olur. Üçbucaqdan qərbdə Herkules və Şimal Tacı bürcləri, daha sonra isə narıncı Arkturlu Naxırçı yerləşir. Cənubda, aşağıda üfüqə yaxın parlaq qırmızı Antaresli Əqrəb ayaqlarını uzadıb, ondan solda Oxatan, Oğlaq və Dolça bürcləri görünür. Qunun altında kiçik, amma qəşəng Ox və Delfin bürclərini tapmaq çətin deyil.

Göyün şimal hissəsində təqribən eyni hündürlükdə Kassiopeya və Böyük Ayı yerləşir. Onların arasında Əjdaha və Sefey yüksəlirlər.

Yay göyünə baxarkən biz Qalaktikamızın kürəvi ulduz topalarıyla dolu mərkəzini (Oxatan bürcündə), həm də qaz dumanlıqlarıyla və cavan, dəyişkən ulduzlarla dolu Qalaktikanın güclü spiral qollarını görürük.

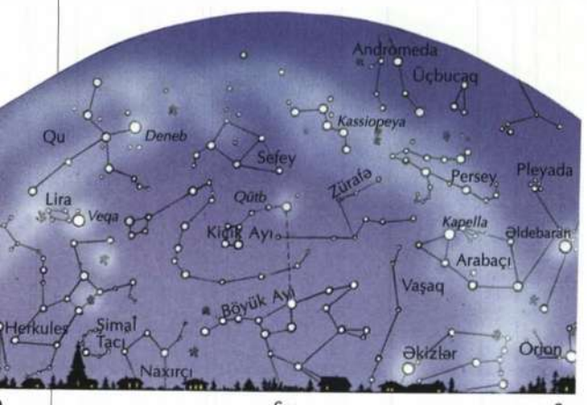
PAYIZ GÖYÜ

Payız gecələri göyün cənub hissəsində Peqasın üç şərq ulduzunun (α, β, γ) və Andromedanın qərb ulduzunun (α) əmələ gətirdiyi Böyük Kvadrat yaxşı görünür. Andromedanın ulduzlar zənciri ilə birlikdə Böyük Kvadrat çox böyüdülmüş Kiçik Ayıya bənzəyir. Şərqə doğru, Andromedadan aşağıda Qoç bürcünün iki parlaq ulduzu görünür. Andromeda ilə Qoç arasında azseçilən Üçbucaq bürcü, Peqasdan cənubda isə Balıqlar və Dolça bürcləri yerləşir.

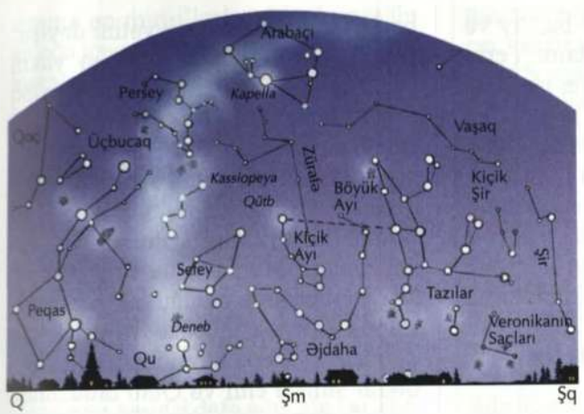
Axşam düşərkən göyün cənub-qərb hissəsində Ağ Yolun fonunda Qu, Lira və lap aşağıda əsas ulduzları payız-yay

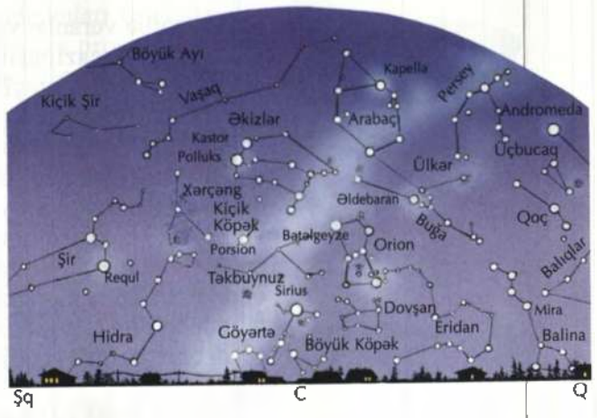
▸▸ Payız göyü. Üfüqün cənub tərəfi.

▾ Payız göyü. Üfüqün şimal tərəfi.









◂◂ Qış göyü. Üfüqün şimal tərəfi.

▴ Qış göyü. Üfüqün cənub tərəfi.

üçbucağını əmələ gətirən Qartalı müşahidə etmək olar. Qu ilə Qartal arasında Ox və Delfin bürclərini tapmaq çətin deyil. Liradan sağda Herkules görünür.

Zenitə yaxın Kassiopeya, ondan şimalda isə Sefey yerləşir. Böyük Ayının Çalovu şimal üfüqü yaxınlığında "normal" vəziyyətdə yerləşir. Ondan solda Naxırçı və Şimal Tacı, sağda Arabaçı, yuxarıda isə Persey yerləşir.

QIŞ GÖYÜ

Yanvar göyü parlaq ulduzlarla zəngindir. Cənubda Orion hökmranlıq edir: onu Kəmərindəki üç ulduzdan tanımaq çətin deyil. Oriondan yuxarıda və sağda mərkəzində qırmızı Əldebaran olan Buğa yerləşir. Orionun üzərində, demək olar, zenitdə Arabaçı, solda və yuxarıda Əkizlər, onların altında isə Prosionla Kiçik Köpək və çox əla, parlaq Siriusla Böyük Köpək yerləşir. Şimal-qərbdə Andromeda üfüqə meyil edir və Peqas batır. Andromedanın üzərində Kassiopeya və Sefey görünür. Göyün cənub-şərq hissəsində Şir bürcü, şərqdə isə parlaq narıncı Arkturla Naxırçı yerləşir. Şərqdə Böyük Ayı və Tazılar ucalır.

Qışda ekliptika üfüq üzərində çox yuxarı qalxır, buna görə də planetləri və Ayı müşahidə etməyin ən yaxşı vaxtıdır. Ümumiyyətlə, uzun qış gecələri astronomik müşahidələr üçün əlverişlidir, bu şərtlə ki, səma aydın olsun.

FIRFIRA OYUNU, YAXUD QÜTB ULDUZLARININ UZUN ƏHVALATI

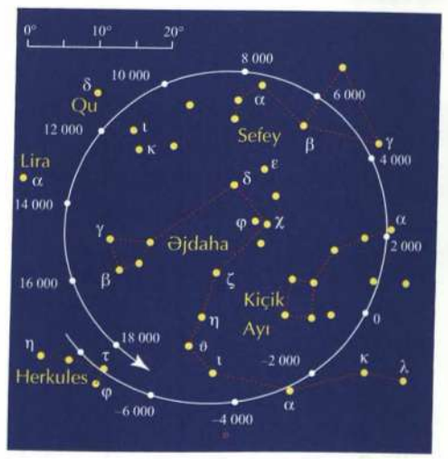
Hələlik ulduzları unudub köhnə oyuncağa – musiqili fırfıraya qayıdaq. Onu səliqə ilə fırlatdıqda döşəmədə dümdüz durur, dəstəyi tavana baxır, oxuyur və qaçmır. Amma biz fırfıranı düz vəziyyətindən çıxarmaq üçün qırağından ağacla vursaq, fırfıra əyiləcək və aşmamaq üçün başlayacaq konus boyu rəqs etməyə, dəstəyilə çevrə cızmağa. Fırlanma oxunun belə dairəvi yırğalanmasını fiziklər *presessiya* adlandırırlar.

Bizim Yer də fırfıradır və bütün normal fırfıralar kimi, ona toxunmayana qədər daimi olaraq oxu ilə qütb ulduzunu göstərməklə fırlanacaq. Amma

ona da zərbə vuranlar var – bu, Ay və Günəşdir. Öz cazibəsilə daim Yerin oxunu döndərmək istəyir, Yer isə buna müqavimət göstərir və... presessiya edir. Fırfıra öz oxu ətrafında saniyədə onlarca dəfə dövr edir və bir presessiya dairəsini bir neçə saniyəyə cızır. Yer bir ildə 366 dövr, 26 000 il ərzində isə bir presessiya turu edir. Bu zaman onun oxu bürclər arasında mərkəzi ekliptikanın qütbündə olmaqla radiusu 23,5° olan çevrə cızır, bu qütb isə Əjdaha bürcündə yerləşir.

Yer kürəsinin presessiya dövrü qədimdən *Platon ili* adlanır (bununla da qədim astronomlar e.ə. IV əsrdə yer ilindən başqa, digər illərin də olduğunu iddia edən Platona ehtiramlarını bildirmişlər). Belə il ərzində Yerin qütbü yolüstü bürclərdəki bir düjün ulduzdan birini (mümkünsə, parlağını) növbəti qütb ulduzu seçərək, altı bürc: Kiçik Ayı, Sefey, Qu, Lira, Herkules və Əjdaha bürcləri boyunca "gəzintiyə çıxır".

Əgər dünyanın qütbü bürcləri gəzirsə, deməli, onlarla birgə göy ekvatoru da, göy koordinatlarının hesablanması üçün başlanğıc nöqtəsi kimi istifadə olunan yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsi də vəziyyətini dəyişir. E.ə. II əsrdə Hipparx 900-ə yaxın ulduzun koordinatlarını ölçüb kataloq düzəltdi və sonra onu yüz il əvvəlki kataloqla müqayisə etdi. Hipparx müəyyən etdi ki, ulduzların koordinatları bir qədər dəyişmiş, elə bil, bütöv göy bir böyrü üstə əyilmişdir. Presessiya belə kəşf olunmuşdur. İndi təsəvvür edək ki, Veqanın zenitdə olduğu bir yay axşamında hansısa möcüzəylə göyü elə əymişik ki, Veqa göy qübbəsinin 1/3-i qədər şimala enir və Qütb ulduzunun yerində durur. Bu zaman ulduzlu göyün görünüşü xeyli dəyişər. Sentavr nizəsində Canavar cənub üfüqündən çıxar və onun dırnaqlarında biz Cənub Xaçını görərik. Sentavr və Cənub Xaçı Rusiya düzənliyi üzərində?! Bu, eramızdan əvvəl XIII minilliyin sonunda, **Veqa** qütb ulduzu olanda, doğrudan da, belə olmuşdu.



Dünya qütbünün presessiya nəticəsində yerdəyişməsi. Müasir dövrdə (2000-ci ilə yaxın) dünyanın şimal qütbü Kiçik Ayının yaxınlığında yerləşir.

Bu, firavanlıq vaxtları – Avrasiyanın son buzlaşmasının şimala geri çəkildiyi vaxtlar idi. Mərkəzi Rusiyanın indiki yerində kilometrlərlə qalınlığa malik buz təbəqəsi yatırdı. Mamontlar, yunlu kərgədanlar, ayılar, hətta şimal maralları buzlaqların qıraqlarında, indiki Fransanın cənubunda, İtaliyada, Krasnodar ətrafında və Kislovodskda gəzirdilər. Ovçu insan da orada yaşayırdı. Yuxarı Paleolit, qədim Daş dövrü epoxasının sonu idi. Ailələr tüstülü mağaralarda daldalanırdılar, ovçular isə ov dalınca köç eləyirdilər. Onlara bütün il boyu gecələr ucsuz-bucaqsız buz səhraları üzərində mavi Veqa – göyün ən parlaq ulduzu (Sirius o vaxtlar Avropada, ümumiyyətlə, doğmurdu) yerini dəyişmədən işıq saçırdı.

Biz dəqiq bilmirik, həmin vaxt insanlar qütb ulduzu Veqaya görə istiqamət tapa bilirdilər, yoxsa yox (yəqin ki, hə. Çünki üfüqün cəhətlərini onlar 50 min il əvvəl təyin edə bilirdilər). Amma on min illərlə ulduzlu göyün altında tonqal başında gecələmək bütün insanların ruhlarına hopdu. O vaxtlardan od və ulduzlar insanı anadan olandan cəlb edir və həyəcanlandırırdı. Daş dövrünün qədim ovçuları, Orionları və Arkadları tonqal ətrafında öz sadiq köpəklərilə oturub Veqaya baxardılar və arzulayardılar: Yuxarı Paleolit bircə tez qurtaraydı.

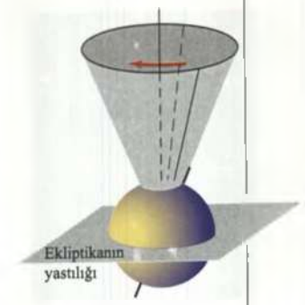
Doğrudan da, qədim daş əsri xeyli uzun çəkdi. O vaxtdan bəri "bacarıqlı insan" "şüurlu insana" necə çevrildi, Veqa artıq beşinci dəfə qütb ulduzu kimi vəzifə başına keçdi və **Kiçik Ayının** α-sı və **Deneb** də hərəsi beş dəfə qütb ulduzu oldu. Buzlaqlar da gah irəliləyir, gah da geri çəkilirdi, daş əsri isə qurtarmaq bilmirdi...

Yeri gəlmişkən, daha sonra tarix daha sürətlə irəlilədi. Eramızdan əvvəl IX minillikdə iqlim o qədər istiləşdi ki, insanlar Skandinaviya, Şotlandiyaya gedib çıxdılar. Orta daş əsri – Mezolit dövrü başlandı. O zamanlar **Herkulesin** π və η ulduzları növbə ilə qütb ulduzu olurdu.

Herkulesin τ qütb ulduzu (e.ə. VIII-VII minilliklər) Neolitin – yeni daş əsrinin başlandığının əlaməti oldu. Maldarlıq meydana gəldi, öküzlərlə yer şumlamağa, yonulmuş daşlardan əla baltalar hazırlamağa başladılar. Bax, o vaxtlar Naxırçı, Qoç, Buğa göydə yer tuta bildi.

Əjdahanın ι qütb ulduzu altında (e.ə. 5500-3500-cü illər) təkər və araba, yəqin ki, onlarla bir vaxtda Arabaçı bürcü meydana gəldi. Şumerlərin, misirlilərin, mayyaların ilk astronomik müşahidələri epoxası başlandı.

Tuban, yaxud Əjdaha bürcünün α-sı (e.ə. 3500-1500-cü illər). Bu hadisəylə əlaqədar şumerlər təcili olaraq Əjdaha bürcünü düzüb-qoşdular. Materialtutumlu Misir ehramları və tutulmaların hesablanmasına proqramlaşdırılmış "Stounhenc" firmasının "yığcam" daş kompüteri erası. İlk minik atları və atları əhliləşdirənlər meydana gəldi. Yunanlarda bunlar Əkizlər-Dioskurlar idi.



Yerin oxunun presessiyası.

Finikiya ulduzu, **Koxab**, Kiçik Ayının β-sı (e.ə. 1500-cü il – b.e. 1-ci ili) – Troyanın mühasirəsi və Homer dövrünün qütb ulduzu. Miletli Fales, ilk avropalı astronom onu Qütb ulduzu adlandırdı. Elə o e.ə. təqribən 600-cü ildə Kiçik Ayı bürcünü ayırdı. Kiçik Ayının "quyruğundakı" ulduzu o, Kinosura adlandırdı. Elə bu epoxada Hipparx başa düşdü ki, istənilən qütb ulduzu əbədi qütb ulduzu olaraq qalmır.

Gözətçilər (1-1100-cü illər) dünyanın qütbü Koxab və Kinosuranın arasında yerləşən dövrlərdə onlara belə ad qoydular. Sonra Kinosura Qütb ulduzu oldu, Kiçik Ayı bürcünün β və γ ulduzlarını Gözətçilər kimi elan etdilər.

Qütb ulduzu, Kiçik Ayı bürcünün α-sı (1100-3200-cü illər). Hətta Kopernik 1543-cü ildə onu hələ də Qütb ulduzu adlandırmamışdı. O indi də dünyanın qütbünə yaxınlaşır və 2100-cü ildə onun yaxınlığından 27′ məsafədə keçəcəkdir.

3200-cü ildə Qütb ulduzu öz adını ardıcıl olaraq üç Sefey ulduzuna verməlidir: γ (**Alranaya**) 5000-ci ilədək, β (**Əlfarka**) 6500-cü ilədək və α (**Alderaminə**) 8500-cü ilədək. Bundan sonra Yerin oxu Qu bürcünə yönələcək və göyün qütbünü **Deneb** və **Sandr** (Qunun γ-sı) idarə edəcəkdir. Və **Veqa** 13000-ci ildə yenidən dünyanın qütbünə yaxınlaşacaq – "şüurlu insanın" yaddaşında altıncı dəfə.

Bu qütb ulduzlarının bax belə uzun hekayətləri var.

ULDUZLAR YOL GÖSTƏRİR

ULDUZLARA GÖRƏ SƏMTLƏNMƏ

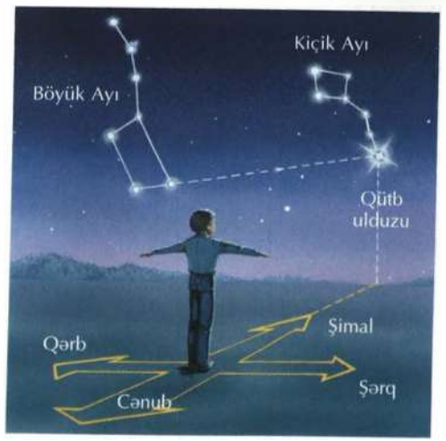
Qədim yunan şairi Homer "Odisseya" poemasında Troya müharibəsinin qəhrəmanı çox fəndgir Odisseyin ulduzlara görə səmt götürüb, gəmiylə doğma İtakaya qayıtmasını təsvir edir. Poemada bizə də bəlli olan bürclər – Naxırçı, Orion, Böyük Ayı və Ülkər ulduz topası xatırlanır. Şübhəsiz, o təkcə qoçaq döyüşçü yox, həm də ulduzlu göyü yaxşı bilən bacarıqlı naviqator idi. O, öz gəmisinin istiqamətini düz şimal-qərbdə batan bürclərə görə yoxlayırdı. Odissey gecə ərzində Ülkərin necə yerdəyişməsini bilirdi və ona səmt götürərək, gəmisini lazım olan istiqamətdə sürürdü.

Əlbəttə, əsas ulduz kompası kimi həmişə Qütb ulduzundan istifadə edilirdi. Əgər üzü ona tərəf dursan, onda cəhətləri asanlıqla təyin etmək olar: qabaqda şimal olacaq, arxada – cənub, sağda – şərq, solda – qərb. Bu asan üsul hələ qədim zamanlarda uzaq yolda olanlara dənizdə, quruda düzgün istiqamət seçməyə imkan verirdi.

Astronaviqasiya – ulduzlara görə istiqaməti təyin etmək – öz əhəmiyyətini indi də itirməyib. Aviasiyada, dənizçilik və quru yol ekspedisiyalarında, kosmik uçuşlarda da onsuz ötüşmək olmur.

Baxmayaraq ki, təyyarələrin və dəniz gəmilərinin ən yeni radionaviqasiya və radiolokasiya texnikası ilə təchiz olunduğuna baxmayaraq, elə hallar yaranır ki, cihazlardan istifadə etmək mümkün olmur: məsələn, onlar xarab olur və yaxud Yerin maqnit sahəsində maqnit fırtınaları baş verir. Belə hallarda təyyarə və ya gəmi şturmanı koordinatları və hərəkət istiqamətini Aya, ulduzlara və Günəşə görə təyin etməyi bacarmalıdır. Kosmonavt da astronaviqasiyasız keçinə bilməz. Bəzən o, stansiyanı müəyyən tərəfə döndərməlidir: məsələn, teleskopu tədqiq olunan obyektə yönəltmək və yaxud, gələn yük gəmisiylə birləşmək üçün.

Təyyarəçi-kosmonavt Valentin Vitalyeviç Lebedev astronaviqasiya təlimlərini xatırlayır: "Bizim qarşımızda praktik problem qoyuldu – ulduzlu göyü, bürcləri, istinad üçün seçilən ulduzları mümkün qədər yaxşı öyrənmək... Axı, bizim görüş dairəmiz məhduddur – biz illüminatora baxırıq. Biz bir bürcdən digər bürcə keçməyin marşrutunu düzgün təyin etməliydik ki, ən qısa yolla göyün verilən nöqtəsinə gəlib çıxaq və gəmini yönəltmək, sabitləşdirmək üçün lazım olan ulduzları tapa bilək. Bu əməliyyat teleskopların fəzada müəyyən istiqamətlərini təmin etmək üçün lazım idi... Bizim astronomik hazırlığımızın xeyli hissəsi Moskva Planetarisində keçirdi... Biz ulduzdan ulduza, bürcdən bürcə ulduzlar naxışı labirintlərinin dolanbaclarını tapırdıq, onlarda lazımi istiqamətləri tapmağı öyrənirdik".



Qütb ulduzuna görə səmtlənmə.

NAVİQASİYA ULDUZLARI

Naviqasiya ulduzları elə ulduzlardır ki, onların köməyilə aviasiyada, dənizçilikdə və kosmonavtikada gəminin yerini və istiqamətini təyin edirlər. Adi gözlə görünə bilən 6 min ulduzdan 26-sı naviqasiya ulduzu hesab olunur. Bunlar 2-ci ulduz ölçüsünədək olan ən parlaq ulduzlardır. Bütün bu ulduzlar üçün naviqasiya məsələlərini həll etməyi asanlaşdıran hündürlük və azimutların cədvəlləri tutulmuşdur.

Yerin şimal yarımkürəsində istiqamətlənmək üçün 18 naviqasiya ulduzundan istifadə olunur. Göyün şimal yarımkürəsində bunlar Qütb ulduzu, Arktur, Veqa, Kapella, Aliot, Polluks, Əltair, Requl, Deneb, Əldebaran, Bətəlgeyze, Prosion və Əlfərəsdir (Andromedanın α ulduzunun üç adı var: Əlfərəs, Əlfərd və Sirrax; şturmanlar Alferas adını qəbul ediblər). Bu ulduzlara göyün cənub yarımkürəsinin 5 ulduzu əlavə olunur: Sirius, Rigel, Spika, Antares və Fomalqaut.

Şimal göyü yarımkürəsinin ulduz xəritəsini təsəvvürümüzə gətirək. Onun mərkəzində Qütb ulduzu, aşağıda qonşu bürcləri ilə Böyük Ayı yerləşir. Nə koordinat şəbəkəsi, nə bürclərin sərhədləri bizə lazım deyil – axı, real göy qübbəsində onlar yoxdur. Ancaq bürclərin xarakterik formalarına və parlaq ulduzların yerinə görə səmtləməyi öyrənəcəyik. Yerin şimal yarımkürəsindən görünən naviqasiya ulduzlarını axtarmaq asan olsun deyə, ulduzlu göyü üç sahəyə (sektora) bölürlər: aşağı, sağ və sol.

Aşağı sektorda Böyük Ayı, Kiçik Ayı, Naxırçı, Qız, Əqrəb və Şir bürcləri yerləşir. Sektorun şərti sərhədi Qütb ulduzundan sağ aşağıya və sol aşağıya yönəldilmişdir. Burada ən parlaq ulduz Arkturdur (aşağıda soldan). O, Böyük Ayının çalovu "dəstəyinin" davamı istiqamətindədir. Sağ tərəfdə aşağıda parlaq ulduz – Requldur (Şirin α-sı).

Sağ sektorda Orion, Buğa, Arabaçı, Əkizlər, Böyük Köpək və Kiçik Köpək yerləşir. Ən parlaq ulduzlar – Sirius, Kapella, sonra Rigel və Oriondan Bətəlgeyze. Bir az yuxarıda Buğadan Əldebaran, aşağı kənarda isə Kiçik Köpək bürcündən Prosiondur.

Sol sektorda Lira, Qu, Qartal, Peqas, Andromeda, Qoç və Cənub Balığı bürcləri yerləşir. Burada ən parlaq ulduz Əltair və Denebla xarakterik üçbucaq əmələ gətirən Veqa ulduzudur.

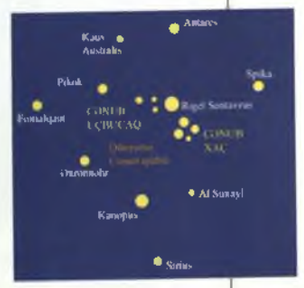
Cənub yarımkürəsində səmtlənmə üçün 24 naviqasiya ulduzu seçilmişdir ki, bunlardan da 16-sı şimal yarımkürəsində istifadə olunanlardır (Qütb ulduzu və Bətəlgeyze istisna olmaqla). Onlara daha 8 ulduz əlavə olunur. Bunlardan biri şimal Qoç bürcündən olan Hamaldır. Qalan yeddisi cənub bürcləridir: Kanopus (Kilin α-sı), Əxrənəhr (Eridanın α-sı), Pikok (Tovuzun α-sı), Küsdüm (Cənub Xaçının β-sı), Toliman (Sentavrın α-sı), Atriya (Cənub Üçbucağının α-sı) və Kaus Australis (Oxatanın ε-u).

Burada ən məşhur naviqasiya bürcü Cənub Xaçıdır. Onun uzun "tiri" dünyanın Oktant bürcündə yerləşən cənub qütbünü göstərir. Orada nəzərəçarpan ulduz yoxdur.

Naviqasiya ulduzunu səhv etmədən tapmaqdan ötrü onun hansı bürcdə yerləşdiyini bilmək kifayət etmir. Buludlu havada, məsələn, yalnız ulduzların bir hissəsi müşahidə oluna bilir. Kosmik uçuşlarda başqa məhdudiyyət vardır: illüminatorda göyün yalnız kiçik hissəsi görünür. Ona görə də, lazım olan naviqasiya ulduzunu rənginə və parlaqlığına görə tez tanımağı bacarmaq zəruridir. Çalışın aydın axşamlarda hər şturmanın əzbər bildiyi naviqasiya ulduzlarını tapasınız. Məşq edin, ola bilsin ki, bu sizə də lazım olar.



Şimal yarımkürəsinin naviqasiya ulduzları.



Cənub yarımkürəsinin naviqasiya ulduzları.

GÖYDƏ NADİR VƏ QEYRİ-ADİ HADİSƏLƏR

Qədimdən insanlar təkcə adi, vaxtaşırı təkrarlanan səma hadisələrini yox, həm də qeyri-adi, yəni kifayət qədər az rast gəlinən hadisələri də müşahidə edir və başa düşməyə can atırlar. Hələ qədim salnamələrdə Günəşin və Ayın ətrafında hərdən görünən rəngli halqalardan, göydə peyda olan üç günəşdən, işıq sütunundan, müxtəlif formalı və parlaqlıqlı Yerə doğru uçan, ulduzlar arasında planetlər kimi yerlərini dəyişən, yaxud göylə birlikdə Yerin ətrafına fırlanan "kometalardan" bəhs olunur. (Təsvirlərdən belə məlum olur ki, salnaməçilər göydə hər hansı işıq saçan törəmələri, o cümlədən kürəvi ildırımları da "kometa" adlandırırdılar.)

Bütün bu qeyri-adi hadisələri şərti olaraq üç kateqoriyaya ayırmaq olar: yaxın və ya uzaq kosmosda baş verən hadisələr, Yer atmosferində kosmik amillərin təsirilə baş verən hadisələr və nəhayət, Yer atmosferinin vəziyyətilə bağlı hadisələr.



Günəşin doğuşu. Atmosferdə refraksiya.

İLĞIMLAR

Məlum olduğu kimi, işıq yalnız bircins mühitdə düz xətt boyunca yayılır. İki mühitin sərhədində işıq şüası sınır, yəni ilkin istiqamətindən müəyyən qədər sapır. Belə qeyri-bircins mühit, məsələn, Yer atmosferidir: onun sıxlığı Yer səthinə yaxın artır. İşıq şüası əyilir və nəticədə səma cismi öz həqiqi vəziyyətinə nisbətən müəyyən qədər sürüşmüş, yuxarı qalxmış görünür. Bu hadisə *refraksiya* (*lat.* refraktus – "sınmış") adlanır.

Səma cisimləri üfüqün yaxınlığında olanda refraksiya daha böyük olur. Hesablanmışdır ki, ulduzlar, Ay və Günəş doğuşda və batışda öz həqiqi vəziyyətlərindən təqribən 35′, yəni yarım dərəcə yuxarıda görünür. Günəşin, Ayın disklərinin bucaq ölçüləri də təqribən yarım dərəcəyə bərabərdir. Buna görə də əgər biz batan Günəşin (Ayın) aşağı qırağının üfüqə toxunduğunu görürüksə, əslində, bu anda onun yuxarı qırağı üfüqün altına enmiş olur.

Atmosferdə işığın refraksiyası nəticəsində uzaq obyektlərin xəyalları – *ilğımlar* müşahidə oluna bilir.

Yerin səthindən hava qızır və hündürlükdən asılı olaraq onun temperaturu azalır. Əgər sərin havanın üzərində isti və seyrək hava təbəqəsi yerləşərsə (məsələn, cənub küləklərinin sayəsində) və onlar arasında keçid kifayət qədər kəskindirsə, refraksiya xeyli güclənir. Yer səthindəki predmetlərdən gələn şüalar bu sərhəddən qövsvari trayektoriyayla, bəzən predmetlərdən onlarca, hətta yüzlərlə kilometr məsafədə aşağıya qayıdır (sınır). Onda "üfüqün qalxması", yaxud *yuxarı ilğım* müşahidə olunur.



▸▸ Yuxarı ilğım.

▾ Səhrada aşağı ilğım (göl ilğımı).







Fransanın Mavi sahilindən aydın səhər çağlarında hərdən Aralıq dənizindən qalxan Korsika adasının dağlarını (orayadək 200 km-dən artıq məsafə var) görmək olar. Kalabriyada, Siciliya sahiliylə üzbəüz, havada tez-tez sərv ağacları və qəsrli naməlum mənzərə peyda olur. Mütəxəssislər hesab edirlər ki, Aralıq dənizi sahillərində yuxarı ilğımların yaranmasının səbəbi yaxında yerləşən Böyük Səhradır. Orada isti hava kütləsi səhra üzərinə qalxır, sonra isə şimala doğru yayılır.

Kamill Flammarion "Atmosfer" kitabında yazır: Belçikanın Vervye şəhərinin sakinləri 1815-ci ilin iyununda səhər çağları göydə qoşunu o qədər aydın görmüşdülər ki, hətta artilleriyaçıların formalarını ayırd etmişdilər. Bu, Vaterloo yaxınlığında vuruşmanın getdiyi səhər çağı idi. Vaterloo ilə Vervye arasında məsafə 105 km olardı.

Yuxarı ilğımlar çox vaxt dənizdə fırtınadan əvvəl müşahidə olunur. Görünür, kabus-gəmilər haqqında əfsanələrin yaranması da bu ilğımlarla bağlıdır.

Aşağı ilğımlar, əsasən, o hallarda baş verir ki, Yerin səthində (məsələn, səhrada) hava təbəqələri xeyli qızaraq, əşyalardan işıq şüaları son dərəcə əyilir və şüalar səthin yanında qövs cızıb, aşağıdan yuxarı gedir. O zaman birdən ağacları və evləri suda əks olunan kimi görmək olar. Əslində, bunlar uzaq landşaftların çevrilmiş xəyallarıdır. Aşağı ilğımları hətta Günəşin bərk qızdırdığı asfalt üzərində müşahidə etmək olar.

GÖY QURŞAĞI

Göy qurşağı təbii şəraitdə ağ işığın spektrə ayrılmasını müşahidə etmək üçün nadir imkan yaradır.

O, adətən yağışdan sonra, Günəşin kifayət qədər aşağı vəziyyətində yaranır. Müşahidəçi ilə Günəş arasında yağış hələ harada isə yağmaqda davam edir. Günəş işığı su damcılarından keçərək, onlarda dəfələrlə əks olunur və kiçik prizmalardakı kimi sınır, müxtəlif rəngli şüalar damcılardan müxtəlif bucaq

◂ Yuxarı ilğım (şüaların yolu). Yuxarı ilğımın görünüşü təkcə atmosferin vəziyyəti ilə yox, həm də ərazinin landşaftı ilə bağlıdır. Bəzən şüalar çarpazlaşır və göydə uzaqlaşmış cismin çevrilmiş təsviri peyda olur.

◂ Aşağı ilğım (şüaların yolu).



Okean üzərində göy qurşağı.



Ayın ətrafında qalo.





▲▲ Parhelilər (yalançı günəşlər).

▲ Topa buludlardan keçən Günəş şüaları.

altında çıxır. Bu hadisə işığın *dispersiyası* (yəni rənglərə ayrılması) adlanır. Nəticədə parlaq rəngli qövs yaranır (əslində isə çevrə yaranır; onu bütövlükdə təyyarədən görmək olar).

Bəzən eyni vaxtda iki, hərdən isə üç rəngbərəng qövs müşahidə olunur. Birinci qövsü damcı daxilində bir dəfə əks olunmuş şüalar, ikincini iki dəfə əks olunanlar və i.a. yaradır. 1948-ci ildə Leninqradda (indi Sankt-Peterburqda) Neva üzərində buludlar arasında eyni vaxtda dörd qövs görünmüşdü.

Göy qurşağının görünüşü, rənglərinin parlaqlığı, zolaqların eni su damcılarının ölçüsündən və miqdarından asılıdır. Parlaq göy qurşağı yayda böyük damlalarla yağan şimşəkli yağışda yaranır. Belə göy qurşağı, bir qayda olaraq, yaxşı havanın əlamətidir.

Göy qurşağı Ay işığında da görünə bilir. Amma Ayın zəif işığında (Günəşə nisbətən) göy qurşağı da zəif və rəngi solğun olur.

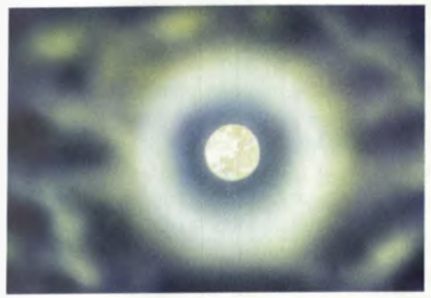
QALO

Günəşin və Ayın ətrafında işıqlı dumanı tez-tez görmək olar. Bu, göy üzü pərdə – yüngül lələkvari buludlarla örtülü olanda baş verir. Bu buludları təşkil edən buz kristalları və su damcıları parlaq işıq mənbəyinin şüalarını səpələyərək işıqlanır. (Qışda donmuş pəncərələr də fənər ətrafında halə yaradaraq belə parıldayır; belə haləni yüngül yarımşəffaf parçadan lampaya baxarkən onun ətrafında da görmək olar.) Əgər buludlar kifayət qədər nazik və bircinsdirsə, Günəş və Ayın ətrafında sadəcə dumanlı işıqlanma deyil, parlaq halqa, bəzən isə bir neçə halqa – *qalo* (*yun.* qalos – "dairə", "disk") əmələ gəlir.

Qalo işıq şüalarının yüksək buludlarda altüzlü prizma formalı buz kristallarında sınması nəticəsində yaranır. Nəticədə biz qalonun 22° radiuslu kiçik dairəsini görürük. Böyük dairəni prizma – kristalcıqların yan səthindən və oturacağından keçən şüalar əmələ gətirir. Onun radiusu təqribən 46°-yə bərabərdir. Böyük dairə nadir hallarda müşahidə olunur və zəif işıq saçır, amma Günəşin ətrafında onu görmək daha asandır, nəinki parlaq Günəş işığında çətinliklə sezilən kiçik qalonu. Kiçik qalo Ayın ətrafında daha yaxşı görünür. Dispersiya nəticəsində qalo həmişə bir az göy qurşağı rənglərinə boyanır. Adətən qalo yağış yağacağından "xəbər verir".

Nadir hallarda buludların tərkib hissəsi olan buz kristalları elə dayanır ki, qalonun bəzi hissələri daha parlaq işıq saçaraq, *parhelilər* (*yun.* para – "yanında", helios – "Günəş") – yalançı günəşlər əmələ gətirir.

Bəzən sakit havada qürub çağı, yaxud doğuş vaxtı Günəşdən hər iki tərəfdə, elə bil, yer altından göyə millənən işıq sütunları görmək olur. Bunlar ahəstə aşağı enən lələkvari buludları əmələ gətirən şaquli vəziyyətli kristallardan əks olunan işıq şüalarıdır. Sütunların bəzi hissələri hərdən o qədər parlaq olur ki, yalançı günəş yaradır. Bərk şaxtalı havada belə sütunlar temperaturun daha da aşağı düşəcəyindən xəbər verir.



HALƏLƏR

Çox vaxt lələkvari buludlar, yaxud şəffaf tüstü arxasından boylanan Aya baxarkən, onun diskinin kiçik rəngarəng halqalarla əhatə olunduğunu görmək olur. Bu halqalar *halələr* adlanır. Onlar işığın kiçik su damcılarında difraksiyası nəticəsində yaranır. Damcılar nə qədər böyük olursa, halələr bir o qədər kiçik olur.

İnsanlar qədim zamanlardan müşahidə etmişlər ki, kiçik halələr yağışdan, böyükləri isə havanın yaxşılaşmasından xəbər verir. Bu hadisəyə el arasında "Ay balaxanaya çıxıb" deyirlər.

Halələr Günəşin ətrafında da görünür, amma onun parlaq işığı halələri görməyi çətinləşdirir. Süni ayla Günəşi örtməklə, bu çətinliyi aradan qaldırmaq olar (şəkildəki kimi).

QÜTB PARILTILARI

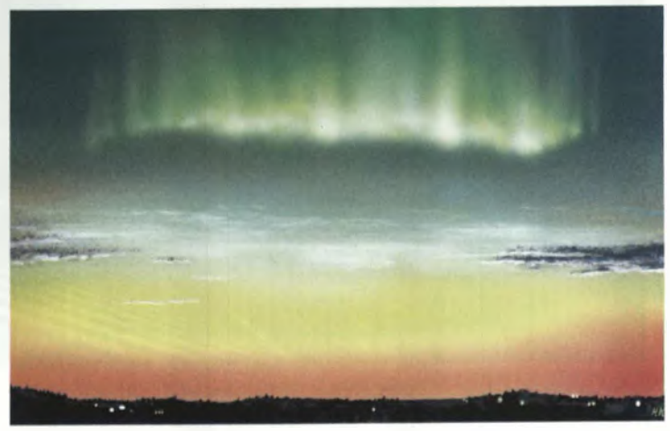
Yer daim Günəş tərəfindən buraxılan yüklü zərrəciklərin (elektronlar, protonlar) selində olur və sanki, Günəş küləyilə üfürülür. Yüklü zərrəciklər atmosferin ən yüksək təbəqəsinə düşərək, Yerin maqnit sahəsinin qüvvə xətləri boyunca hərəkət edir. Planetimizin maqnit qütbləri coğrafi qütblərin yaxınlığında yerləşsə də, onlarla üst-üstə düşmür. Həm də Cənub maqnit qütbü Şimal coğrafi qütbünün yaxınlığında yerləşir və əksinə. Maqnit qütbləri yaxınlığında qüvvə xətləri aşağıya, Yerə yönəlir. Yüklü zərrəciklər atmosferin daha qalın qatlarına daxil olur və hava



◄◄ Ayın ətrafında halə.

◄ Qütb parıltısı.

"Arlekin" qütb parıltısı.



ƏSRARƏNGİZ GECƏ BULUDLARI

1989-cu il iyunun 25-də axşam Moskva göyünün şimal-qərb hissəsində çətinliklə sezilən işıqlı bulud zolaqları görünməyə başladı. İlk baxışda onlar Günəş batandan sonra göyü örtən yüngül axşam buludlarından az fərqlənirdi. Təkcə bu buludların rəngi bir qədər də qeyri-adi idi. Onlar Ay kimi zəif ağ-mavi şəfəq saçırdı. Bir saatdan sonra şəfəqli buludlar hamar zolaqlarla, axın və cərgələrlə göyün bütün şimal tərəfini örtdü. Bir az cənub və yuxarı tərəflərdə onlar işıq saçan yun əlçimləri kimi sallanaraq ucları mürəkkəb spirallarla burulan sıralar əmələ gətirirdi. Bununla bərabər, onlar tamamilə tərpənməz kimi görünürdü. Yalnız 10-15 dəqiqə müşahidə etdikdən sonra hiss etmək olurdu ki, bu əfsanəvi səma mənzərəsi az qala büsbütün dəyişir. Şimal-şərqdən yeni-yeni buludlar üzə çıxır, zenitə qalxaraq göyün tünd göyümtül fonunda görünməz olurdu.

Bu hadisəni 1885-ci ildə onun ilk tədqiqatçısı rus astronomu Vitold Karloviç Seraski isə belə təsvir edirdi: "Bu buludlar gecə göyündə yüngül maviliklə təmiz, ağ, gümüşü şüalarla işıq saçırdı. Üfüqün yaxınlığında sarı, qızılı çalarlı olurdu. Elə olurdu ki, onlar hər tərəfi işıqlandırırdı, binaların divarları açıq-aydın şəfəqlənir və çətinliklə sezilən əşyalar aydınca görünürdü. Bəzən buludlar qatlar, yaxud təbəqələr əmələ gətirir, bəzən də öz görünüşləri ilə dalğalara, yaxud dalğavari təpəciklərlə örtülmüş qumlu sahilə bənzəyirdi...".

Gümüşü (mezosfer) buludlar ən hündür buludlu törəmələrdir: onlar 75-95 km hündürlükdə olur (orta hündürlüyü 82 km). Vərdiş etdiyimiz troposfer buludlarından fərqli olaraq, onlar Yer atmosferinin kosmik fəza ilə qarşılıqlı təsir zonasında yerləşir. "İşıqsaçan gecə buludları" adı onların xarici görünüşünü düzgün təsvir etsə də, gümüşü buludları alatoranlıq hadisələri sinfinə aid etmək daha doğru olardı, çünki onlar məhz mülki və naviqasiya alatoranlığı zamanı daha çox müşahidə olunur. Üfüqün altına 3-16° enmiş Günəş hələ də atmosferin yuxarı qatlarını işıqlandırır, qaranlıq göydə işıqlanan buludlar effekti yaradır. Bir qayda olaraq, onları yay aylarında (may-sentyabr) 45-70° enliklərində, özü də ən çox 56° enliyində (Moskvanın enliyi) görürlər. Bu enliklərdə gümüşü buludlar orta hesabla mövsüm ərzində 9-20 dəfəyədək görünür. Məsələn, 1981-ci ildə Moskvada onlar iyulun 8-dən 16-dək səkkiz gecə ardıcıl göründü. Buludların mövcudluq müddəti də dəyişkəndir: 10 dəqiqədən 5 saatadək.

Müşahidələr göstərir ki, 56° enlikdə gümüşü buludlar daha çox iyun ayının üçüncü ongünlüyündən iyulun ikinci ongünlüyünədək görünür. Bu zaman onlar bir neçə milyon kvadrat kilometrlik geniş sahə tutur. Bundan başqa, onların intensivliyinin Günəş aktivliyi ilə bağlı olan çoxillik variasiyaları mövcuddur.

Keçən əsrin 80-ci illərində İsveçdə aparılmış raket eksperimentləri gümüşü buludların tərkibi haqqında maraqlı informasiya verdi. 80-94 km hündürlüklərində "ağır" ionlar təbəqəsi aşkarlanıb ki, bu da nisbətən zəif temperatur dəyişkənliyində buz hissəciklərinin yarana bilməsini göstərir. Belə buz hissəciklərindən ibarət buludlar temperatur 10-20 K artdıqda tezliklə dağılır.

Hesablamaların və müşahidələrin göstərdiyi kimi, bizim kosmik əsrdə bu buludların yaranmasına 60-120 km hündürlüklərində işləyən güclü daşıyıcı raketlərin maye yanacaqla işləyən ikinci pillələri səbəb ola bilər. Hər uçuşda daşıyıcı raket atmosferə 1200 tona qədər su buxarı tullayır. Bununla əlaqədar fərz olunur ki, növbəti onilliklərdə gümüşü buludun əmələ gəlməsi prosesinin intensivliyi 50%-dən çox artacaqdır. Hesablamaların müəllifləri Amerika geofiziklərinin qənaətlərinə görə, yuxarı atmosferdəki bu dəyişikliklər Yerin iqliminə çətin ki, əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilsin.



Gümüşü buludlar.

Bununla yanaşı, son hipotezalardan biri gümüşü buludları ozon çuxurunun yaranması ilə əlaqələndirir: onların fəal surətdə yaranması sərbəst ozon qazının azalmasına gətirib çıxarır.

Əgər bu ideya təsdiqlənsə, gümüşü buludların müşahidəsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edəcəkdir.

Buludları əmələ gətirən buz kristalları çoxdəfəlik kosmik istifadə aparatları istilik mühafizəsinin keramik plitələri üçün ciddi təhlükə mənbəyidir. Səsdəniti sürətlər zamanı keramik plitələrin həddindən artıq qızması və dağılması fəlakətli nəticələr verə bilər. Bundan əlavə, gümüşü buludlar kosmik aparatın atmosferin qalın qatlarına daxil olması mərhələlərində onun idarə edilməsi prosesinə mənfi təsir göstərir. Beləliklə, gümüşü buludların yaranması zonasında kosmik texnikadan istifadə olunması üçün zaman-məkan məhdudiyyətləri meydana çıxır. Bunu nəzərə alaraq, Kennedi Kosmik Mərkəzinin (ABŞ) mütəxəssisləri "Şattl"ın doqquzuncu uçuşu zamanı orbitin meyil bucağında dəyişikliklər etmişdilər.

Atmosferin yuxarı qatları barəsində alınan məlumatların çoxluğuna baxmayaraq, gümüşü buludların təbiəti sonadək aydınlaşmayıbdır. Hansı qlobal atmosfer proseslərinin onların yaranmasını təmin etməsi hələ də məlum deyildir. Onların aşağı atmosferdəki proseslərlə əlaqəsi varmı, hansı fiziki-kimyəvi proseslər onların yaranmasında və parçalanmasında iştirak edir? Bütün bu suallara cavab tapmaq üçün müşahidə materiallarının yüksək keyfiyyəti və onların dəqiq analizi zəruridir. Bununla əlaqədar, alimlərə müşahidə məlumatlarının toplanmasında əhəmiyyətli dərəcədə kömək edə bilən həvəskar rəsədxanaların rolu artır.



Qütb parıltısı "pərdə".

molekullarına təsir edərək, atmosferin işıq saçmasını – *qütb parıltılarını* törədir.

Qütb parıltıları görünüşünə və parlaqlığına görə cürbəcür olur. Qütb parıltıları, əsasən, formalarına görə işıqsaçan ləkələrə, yaxud göydə sallanan nəhəng pərdəyə bənzəyir.

Günəşdə alışmalar baş verərkən yüklü zərrəciklər seli güclənir. Onlar intensiv qütb parıltıları və maqnit fırtınaları törədərək, Yerin maqnit sahəsinə yayılır. Bəzən Günəş fəallığı xüsusilə güclənəndə orta və hətta aşağı enliklərdə yüklü hissəciklər daha sıx qatlara çata bilir. Onda həmin enliklərdə də, şimalda olduğu kimi, qütb parıltıları şölələnir.

585-ci ildə Fransanın cənubunda müşahidə olunmuş bir qütb parıltısını tarixçi və salnaməçi Qriqori Turski belə təsvir edir: "Biz göydə... şimal tərəfdən əvvəllər hələ görmədiyimiz çox parlaq şüalar gördük. Biz təəccüblə onlara baxdığımız vaxt göyün hər tərəfindən bun-



Bolid.

lara bənzər şüalar peyda oldu və bütün göyü örtdü. Göyün ortasında parlaq bulud var idi və bu şüalar, alaçıqdakı kimi, aşağıdan enli zolaqlarla başlayaraq yuxarıda nazikləşib bir dəstə halında birləşirdi".

1970-ci il martın 8-də, axşam saat 10-a yaxın qütb parıltısı Moskva üzərində müşahidə olunmuşdu. Göyün şimal hissəsi parlaq zəif yaşılımtıl işıq saçırdı. İşıqlanma üfüqün, demək olar, dörddəbirini tutmuşdu və yuxarıda zəif al-qırmızı haşiyə ilə qurtarırdı. Sağda və solda görünüşləri daim dəyişən al-qırmızı sütunlar yerləşirdi. Təqribən yarım saatdan sonra parıltı zəifləməyə başladı, sonra isə yox oldu.

METEORLAR

Hərdən gecə göyünü odlu ox yarıb keçir. Havada qəflətən alışaraq müəyyən qədər Yerə doğru uçur, sonra isə eləcə də gözlənilmədən sönür. Bu hadisələri çox vaxt ulduz axması adlandırırlar. Ancaq bu hadisənin ulduzlarla heç bir əlaqəsi yoxdur. Günəş sistemində çoxlu irili-xırdalı *meteor cisimləri* hərəkət edir. Meteor cisminin yolu Yerin yaxınlığından keçirsə, o, Yer atmosferinə girə bilər. Havaya sürtünmədən belə hissəciklər közərir, havada tez yox olan işıqlı iz – meteor qoyaraq yanır və yaxud da buxarlanır. Xüsusən, parlaq meteorlar – *bolidlər* hətta gündüz də yaxşı görünür və arxasınca enli tüstü zolağı uzanan, közərmiş kösövə oxşayır. Bütün meteorlar havada tam yanıb yox olmur. Bəziləri gəlib yerə çata bilir və əgər alimlərin əlinə düşərsə, bizim planet sistemimizin tarixi haqqında çox şey danışa bilər ("Meteorlar və meteoritlər" məqaləsinə bax).

ULDUZLARIN AYLA ÖRTÜLMƏSİ

Ay – bizim yeganə təbii peykimiz – atmosferdən məhrumdur. Bu səbəbdən Yerdən baxmaqla onun nisbətən xırda detallarını görmək, habelə uzaq ulduzlar barəsində çox şey öyrənmək olur.

Öz orbiti ilə dövr edərək, Ay tez-tez hansısa ulduzla Yerin arasına girir. Əgər bu bədirlənmiş Ay zamanı deyilsə, onda



▸ Ulduzların Ayla örtülməsi. Kollaj.

ulduzun necə birdən Ay diskinin qaranlıq qırağında yox olmasını görmək olar. Bu hadisə ulduzun Ayla *örtülməsi* adlanır. (Əgər ulduz birdən Ayın qaranlıq qırağından peyda olursa, buna ulduzun "açılması" deyirlər.) Aym yolu üzərində parlaq ulduzlar o qədər də çox deyil.

Ay diskinin zəif ulduzları örtməsinin teleskop vasitəsilə müşahidəsi (bu hadisə tez-tez baş verir) və böyük dəqiqliyə malik saatlarla örtmə anlarının təyini bizim təbii peykimizin hərəkətini və onun relyefini dəqiqləşdirməyə imkan verir. Örtmənin böyük dəqiqliyə malik müasir cihazlarla müşahidəsi ulduzların bucaq ölçülərini təyin etməyə imkan verir və sıx qoşa ulduzları ayırd etməyi mümkün edir. Belə ki, bunları başqa üsullarla bir-birindən ayırd etmək mümkün deyildir.

Örtmə hadisəsini, mütəxəssis alimlərdən başqa, bütün dünyada astronomiya həvəskarları da müşahidə edirlər və onların aldıqları nəticələr elmə əhəmiyyətli töhfə verir.

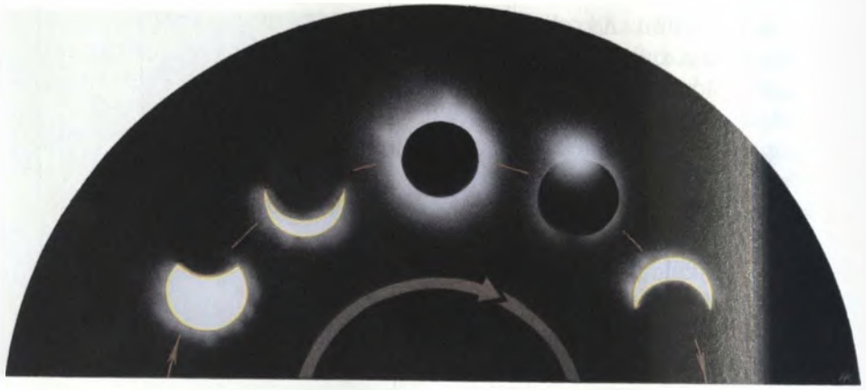
* * *

Həvəskar müşahidəçi səmada çoxlu heyranedici hadisə görür. Yuxarıda deyilənlərdən başqa, nadir hadisələrə Günəş və Ay tutulmalarını parlaq kometaları da aid etmək olar. Qabaqlar bu hadisələr qorxu və heyrət doğururdu. Bu hadisələrin səbəbini bilmədiklərinə görə insanlar onları özünəməxsus izah edir və gündəlik hadisələrlə əlaqələndirməyə çalışırdılar. Miflər və mövhumat belə yaranırdı. Təbiət haqqında biliklər artdıqca, müşahidə metodları təkmilləşdirildikcə qeyri-adi hadisələrin mifləşməsi aradan qalxdı. Onların, demək olar ki, hamısı öz izahını tapdı, dünyanın elmi mənzərəsində öz yerini tutdu.



Hiyakutaki kometasının göründüyü gecə göyünün bir hissəsi. Aprel, 1996-cı il.





GÜNƏŞİN, AYIN VƏ PLANETLƏRİN GÖRÜNƏN HƏRƏKƏTİ

ULDUZLAR ARASINDA GÜNƏŞİN YOLU

GÜNƏŞİN SUTKALIQ YOLU

Günəş hər gün göyün şərq tərəfində üfüqdən qalxaraq göydə hərəkət edir və yenidən qərbdə batır. Şimal yarımkürəsində yaşayanlar üçün Günəşin bu hərəkəti soldan sağa, cənub yarımkürəsində yaşayanlar üçün isə sağdan sola olur. Günorta Günəş ən yüksək hündürlüyə çatır; astronomlar buna "Günəş *kulminasiya* edir" deyirlər.



Günəşin batması.

Günorta yuxarı kulminasiya, gecəyarısı isə aşağı kulminasiyadır. Bizim ölkəmizdə aşağı kulminasiya gecəyarısı baş verdiyindən görünmür. Qütb dairəsində isə yayda Günəş batmır, ona görə də orada həm yuxarı, həm aşağı kulminasiyanı müşahidə etmək olar.

Coğrafi qütbdə Günəşin sutkalıq hərəkəti praktik olaraq üfüqə paraleldir. Yaz gecə-gündüz bərabərliyi günü Günəş doğaraq ilin dörddəbiri müddətində üfüqə paralel dairələr cızaraq, yuxarı qalxır. Yay günəsduruşu günündə Günəş maksimal (23,5°) hündürlüyə qalxır. İlin növbəti dörddəbirində payız gecə-gündüz bərabərliyi günündə Günəş enməyə başlayır. Bu qütb günüdür və altı ay çəkir; sonra isə altı ay qütb gecəsi olur.

Orta enliklərdə Günəşin görünən yolu il boyu gah qısalır, gah da uzanır. Qış günəsduruşunda yol ən qısa, yay günəsduruşunda isə ən uzun olur. Gecə-gündüz bərabərliyi günlərində Günəş göy ekvatorunda olur. Bu günlərdə o, şərq nöqtəsində doğur və qərb nöqtəsində batır.

Yaz gecə-gündüz bərabərliyindən yay günəsduruşuna qədər müddətdə Günəşin doğuş yeri şərq nöqtəsindən sola, şimala tərəf sürüşür. Batma yeri isə qərb nöqtəsindən sağa, yenə də şimala tərəf sürüşür. Yay günəşduruşu günü Günəş şimal-şərqdə görünür, günorta maksimal hündürlükdə kulminasiya edir və şimal-qərbdə batır.

ALAQARANLIQ

Günəş üfüqdən aşağı enib. Qaranlıqlaşıb. Lakin gündüz gecəyə keçmir. Günəş batandan sonra, Yer hələ uzun müddət tədricən sönərək yerini gecə qaranlığına verən səpələnmiş işıq alır. Bu zaman müddəti alaqaranlıq adlanır.

Alaqaranlıq gözün görmə qabiliyyətinin çox yüksək parlaqlıq şəraitindən aşağı parlaqlıq şəraitinə (və səhər alaqaranlığı vaxtı əksinə) alışmasına kömək edir. Ölçmələr göstərir ki, orta enliklərdə alaqaranlıq vaxtı təxminən 5 dəqiqə müddətində parlaqlıq iki dəfə azalır. Bu, gözün yavaş-yavaş alışmasına bəs edir. Təbii işıqlanmanın tədricən dəyişməsi onu süni dəyişmədən kəskin fərqləndirir. Elektrik lampaları ani yanıb-sönür və bu zaman biz çox parlaq işığa gözlərimizi qıyır və ya qaranlığa alışana kimi gözlərimiz, sanki, kor olur.

Alaqaranlıqla gecə qaranlığı arasında kəskin sərhəd yoxdur. Lakin praktikada belə sərhədi çəkmək lazım gəlir: küçə işığının, ya da hava limanlarının və çayların mayaklarını yandırmaq vaxtını bilmək lazımdır. Məhz buna görə də, Günəşin üfüqün altında hansı dərinlikdə olmasından asılı olaraq, alaqaranlığı üç dövrə bölürlər.

Erkən dövr Günəşin batmasından sonra üfüqün altında 6°-dək düşənə qədər – mülki alaqaranlıq adlanır. Bu dövrdə insanlar gündüz gördükləri kimi görürlər, buna görə də süni işıqları yandırmağa ehtiyac yoxdur.

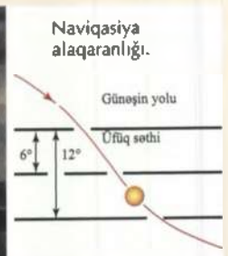
Günəş üfüqün altında 6°-dən 12°-yə qədər enəndə naviqasiya alaqaranlığı başlanır. Bu dövrdə təbii işıqlanma o qədər aşağı düşür ki, artıq oxumaq mümkün olmur və yaxın ətrafdakı əşyaları görmək çox çətinləşir. Lakin gəminin şturmanı işıqlanmamış sahil kölgələrinə nəzərən istiqamət götürə bilər.

Günəş üfüqdən 12° aşağı endikdə tam qaranlıq olur, lakin zəif şəfəq işığı hələ ulduzları görməyə mane olur. Bu, astronomik alaqaranlıqdır və yalnız Günəş üfüqdən 17-18° aşağı endikdə, göydə görünən ən zəif ulduzlar da alışır.









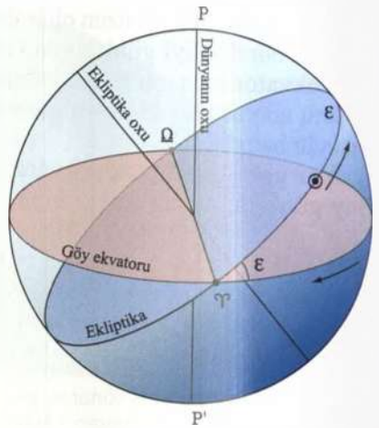




Bundan sonra Günəşin batma yeri, əksinə, cənub istiqamətində sürüşür. Qış günəsduruşu günü Günəş cənub-şərqdə doğur, göy meridianını minimal hündürlükdə keçir və cənub-qərbdə batır.

Nəzərə almaq lazımdır ki, refraksiya (yer atmosferində Günəş şüalarının sınması) hadisəsi nəticəsində səma cisminin görünən hündürlüyü onun həqiqi hündürlüyündən həmişə böyük olur. Ona görə də, atmosfer olmadığı hala nisbətən Günəşin doğuşu əvvəl, batması isə gec baş verir.

Beləliklə, Günəşin sutkalıq yolu göy sferasının göy ekvatoruna paralel kiçik dairəsidir. Eyni zamanda Günəş göy ekvatoruna nəzərən gah şimal, gah da cənub istiqamətində yerini dəyişir. Onun gecə və gündüz yolunun uzunluğu bərabər deyildir. Bu yollar ancaq Günəş göy ekvatorunda olduğu zaman, yəni gecə-gündüz bərabərliyi günləri vaxtı bir-birinə bərabər olur.



▸ Ekliptika – Günəşin göy sferasında hərəkət yolu.

GÜNƏŞİN İLLİK YOLU

"Günəşin ulduzlar arasında yolu" ifadəsi kiməsə qəribə görünər. Axı, gündüz ulduzlar görünmür. Ona görə də Günəşin ulduzlar arasında sutkada təqribən 1° sağdan sola yavaş hərəkət etdiyini görmək asan deyil. Lakin il müddətində ulduzlu göyün görünüşünün necə dəyişdiyini izləmək olar. Bütün bunlar Yerin Günəş ətrafında dolanmasının nəticəsidir.

Ulduzlar fonunda Günəşin görünən illik yolu *ekliptika* adlanır (*yun.* "eklipsis" – "tutulma"), ekliptika boyu dolanma periodu *ulduz ili* adlanır. Ulduz ili 365 sutka 6 saat 9 dəqiqə 10 saniyəyə, başqa sözlə, 365,2564 orta günəş sutkasına bərabərdir.

Ekliptika və göy ekvatoru *yaz* və *payız gecə-gündüz bərabərliyi nöqtələrində* 23°26′ bucaq altında kəsişir.

Yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsində Günəş adi qayda üzrə martın 21-də olur və bu vaxt o, göyün Cənub yarımkürəsindən Şimal yarımkürəsinə keçir. Payız gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsində isə sentyabrın 23-də olur və bu vaxt o, şimal yarımkürəsindən cənub yarımkürəsinə keçir. Ekliptikanın şimal tərəfə ən uzaq nöqtəsində Günəş iyunun 22-də (yay günəsduruşu), cənub tərəfdə isə dekabrın 22-də (qış günəsduruşu) olur. Uzun ildə bu tarixlər bir gün yerini dəyişir.

Ekliptikanın dörd nöqtəsindən əsası yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsidir. Göy koordinatlarının biri olan düz doğuş məhz bu nöqtədən hesablanır. Ulduz vaxtı və Günəş mərkəzinin yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsindən iki dalbadal keçmə müddəti olan *tropik il*, məhz, bu nöqtədən hesablanır. Tropik il bizim planetdə fəsillərin dəyişməsini təyin edir.

Yerin fırlanma oxunun presessiyası nəticəsində ("Fırfıra oyunu, yaxud qütb ulduzlarının uzun əhvalatı" məqaləsinə bax) yaz gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsinin yerdəyişməsinə görə tropik ilin uzunluğu ulduz ilinin uzunluğundan kiçikdir. Onun uzunluğu 365,2422 orta günəş sutkasına bərabərdir.

Hipparx təqribən 2 min il bundan əvvəl özünün ulduz kataloqunu tərtib edəndə (bizə ilk kataloq bütünlüklə gəlib çatmış) yaz gecə-gündüz bərabərliyi Qoç bürcündə olub. Bizim zəmanəmizə qədər o təqribən 30° sürüşüb, indi Balıqlar bürcündədir, payız gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsi isə Tərəzi bürcündən sürüşüb və indi Qız bürcündədir. Lakin ənənəyə görə gecə-gündüz bərabərliyi nöqtələri öz əvvəlki bərabərlik bürclərinin işarələri ilə ♈ – Qoç və ♎ – Tərəzi işarələri ilə nişanlanır. Günəsduruşu nöqtələri ilə də belə olmuşdur: Buğa bürcündə yay günəsduruşu Xərçəng bürcünün ♋ işarəsi ilə, Oxatan bürcündə qış günəşduruşu isə Oğlaq bürcünün ♑ işarəsi ilə göstərilir.

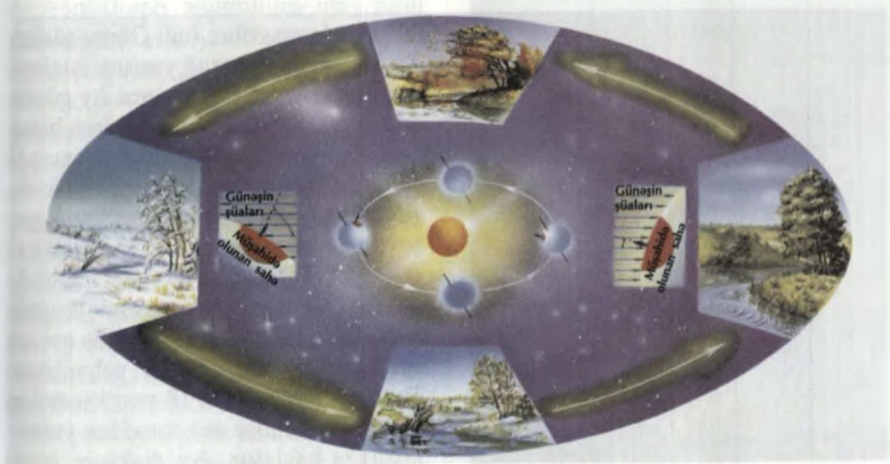
Nəhayət, Günəşin illik hərəkəti ilə bağlı sonuncu məsələ. Ekliptikanın yarısını yaz gecə-gündüz bərabərliyindən payız gecə-gündüz bərabərliyinə kimi (martın 21-dən sentyabrın 23-dək) Günəş 186 sutkaya, payız gecə-gündüz bərabərliyindən yaz gecə-gündüz bərabərliyinə kimi ikinci hissəni isə 179-180 sutkaya qət edir. Ancaq, hər iki hissənin bucaq vahidi ilə ölçüsü eynidir – 180°. Deməli, ekliptika üzrə Günəş eyni sürətlə hərəkət etmir. Bu hərəkətin



İlin müxtəlif fəsillərində Günəşin üfüqdən hündürlüyü.

qeyri-bərabərliyi Yerin ekliptik orbit üzrə Günəş ətrafında qeyri-bərabər sürətlə hərəkətinin inikasıdır.

Günəşin ekliptika boyu qeyri-bərabər hərəkəti ilin fəsillərinin uzunluğunun müxtəlif olmasına gətirib çıxarır. Şimal yarımkürəsinin sakinləri üçün yaz və yay payız və qışdan altı sutka uzundur. Yer yanvarın 2-3-də olduğuna nisbətən iyulun 2-4-də Günəşdən 5 mln kilometr uzaqda olur, ona görə də bu vaxt o, Keplerin ikinci qanununa müvafiq olaraq yavaş sürətlə hərəkət edir. Yayda Yer Günəşdən nisbətən az istilik alır, amma yay şimal yarımkürəsində uzun sürür. Ona görə də şimal yarımkürəsi cənub yarımkürəsinə nisbətən isti olur.



Yerdə ilin fəsillərinin dəyişməsi.

AYIN HƏRƏKƏTİ VƏ FAZALARI

Məlumdur ki, Ayın görünüşü dəyişir. Ay özü işıq saçmır, ona görə də Ayın ancaq gündüz tərəfi – Günəş tərəfindən işıqlanan səthi görünür. Ay göydə qərbdən şərqə hərəkət edərək, bir ay müddətində Günəşə çatır. Bu zaman *Ayın fazaları* bir-birini əvəzləyir: təzə Ay, birinci rüb, dolu Ay və axırıncı rüb.

▼ Dolu Ay.

▼ Ayın kül işığı.





Təzə Ayı hətta teleskopda da görmək olmur. O, Günəş istiqamətində yerləşir (yalnız ondan yuxarıda və ya aşağıda) və onun Günəşlə işıqlanmayan səthi Yerə tərəf dönmüş olur. Bir-iki gündən sonra Ay Günəşdən uzaqlaşır və o, nazik oraq şəklində Günəş batandan bir neçə dəqiqə sonra göyün qərb tərəfində axşam şəfəqində görünür. Təzə aydan sonra Ay orağının görünməsini yunanlar "neomeniya" adlandırmışlar (bu, "yeni Ay" deməkdir). Qədim xalqlar bu anı təqvim ayının başlanğıcı hesab etmişlər. Yeni aydan bir neçə gün əvvəl, ya da sonra bəzən Ayın kül işığını görmək olar. Bu, Ay diskinin gecə hissəsinin Yerdən Ay istiqamətində əks olunmuş Günəş şüalarından başqa bir şey deyildir. Ay orağının eni böyüdükcə kül işığı zəifləyir və görünməz olur.

Ay get-gedə Günəşdən sola uzaqlaşır, oraq qabarığı Günəşə tərəf olaraq hər gün böyüyür. Yeni aydan 7 sutka 10 saat sonra yeni faza – *birinci rüb* başlanır. Bu müddətdə Ay Günəşdən 90° uzaqlaşmış olur. İndi Günəş şüaları Ay diskinin ancaq sağ yarısını işıqlandırır. Günəş batandan sonra Ay göyün sağ tərəfində olur və gecəyarısı batır. Ay Günəşdən şərqə tərəf uzaqlaşmaqda davam edərək, göyün şərq tərəfində görünür. O, indi hər sutka gecikərək gecəyarısından sonra batır.

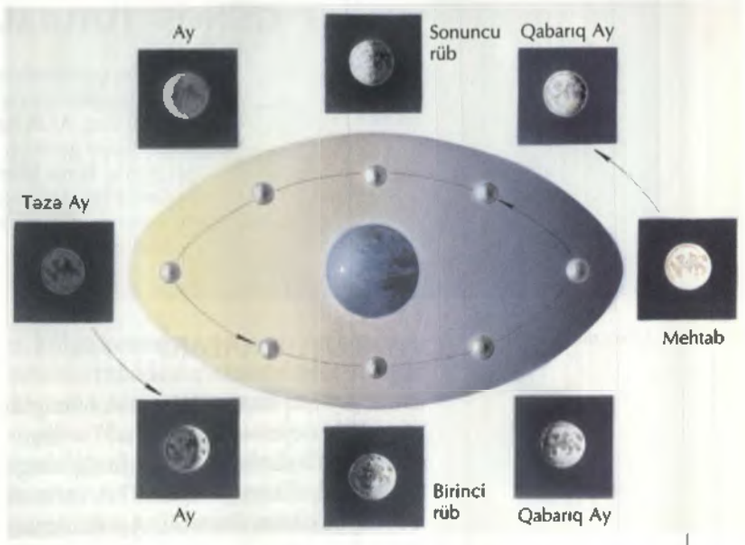
Peykimiz Günəşin əks istiqamətində (ondan 180° bucaq məsafəsində) olanda *dolu Ay* başlanır. Dolu Ay bütün gecəni işıq saçır. O, axşam doğur, səhər batır. Təzə aydan 14 sutka 18 saat keçəndən sonra Ay Günəşə sağ tərəfdən yaxınlaşmağa başlayır. Ay diskinin işıqlı hissəsi azalır. Ay üfüqdən getdikcə gec doğur və səhər artıq batmır. Ayla Günəşin arasındakı məsafə 180°-dən 90°-dək azalır. Yenidən Ay diskinin ancaq yarısı görünür, amma bu dəfə sol tərəfi. Son rüb gəlib çatır. Təzə aydan 22 gün 3 saat sonra *axırıncı rübdə* Ay gecəyarısı doğur və gecənin bütün ikinci yarısında işıq verir. Günəş doğanda o, göyün cənub tərəfində olur.

Ay orağının eni kiçilməkdə davam edir, özü isə mütəmadi olaraq sağ (qərb) tərəfdən Günəşə yaxınlaşır. Zəifləmiş oraq hər gün gecikərək, göyün şərq tərəfində səhər görünür. Ayın kül işığı yenidən görünür. Günəşlə Ay arasındakı bucaq məsafəsi 90°-dən 0°-yə qədər azalır. Nəhayət, Ay Günəşə çatır və yenidən görünmür. Növbəti təzə Ay başlanır. Təqvim ayı qurtarır. 29 gün 12 saat 44 dəqiqə 2,8 saniyə və ya demək olar ki, 29,6 sutka keçmiş olur.

Eyni adlı fazalar arasındakı vaxt kəsiyi *sinodik ay* adlanır (*yun.* sinodos sözündən olub, "bağlanma" deməkdir). Beləliklə, sinodik dövr göy cisminin (o cümlədən Ayın) Günəşə nisbətən göydə görünən vəziyyəti ilə əlaqədardır.

Yer ətrafında öz yolunu Ay ulduzlara nisbətən 27 sutka 7 saat 43 dəqiqə 11,5 saniyəyə başa vurur. Bu dövr *siderik* (*lat.* sideris – "ulduz"), ya da *ulduz* (*təqvim*) *ay* adlanır. Beləliklə, siderik ay sinodik aydan bir qədər gödəkdir. Niyə? Bu suala cavab vermək üçün Ayın təzə aydan növbəti təzə aya qədərki hərəkətinə baxaq. Ay Yer ətrafında 27,3 sutka ərzində dövrə vurub, ulduzlar arasında öz yerinə qayıdır, lakin bu müddətdə Günəş ekliptika üzrə şərqə tərəf hərəkət edir və Ay ona çatanda növbəti təzə ay başlanacaq. Bunun üçün isə əlavə, təqribən 2,2 sutka vaxt lazım olacaq.

Göydə Ayın yolu ekliptikaya yaxın keçir. Ona görə də, dolu Ay üfüqdən



Ayın fazaları.



Axşam göyündə təzə Ay.

Günəş batanda qalxır və təqribən yarım il qabaq getdiyi yolu təkrar edir. Yayda Günəş göydə yuxarı qalxır, dolu Ay isə üfüqdən çox uzaqlaşmır. Qışda Günəş nisbətən çox yuxarı qalxmır, Ay isə, əksinə, xeyli yuxarı qalxır və qış mənzərəsini uzun müddət işıqlandıraraq qara göy rəng çaları verir.

AY VƏ GÜNƏŞ TUTULMALARI

– Hələ çoxbilmişləri döymək də istəyirdilər. Səfehliyə bir bax...
– Bizdə isə, qardaşlar, kəndlilər çoxbilmişlərsiz də bilirdilər ki, tutulma olacaq. Allah haqqı... Çünki qocalar öyrətmişdilər: əgər deyirlərsə, Ay üfüq boyu gedirsə, deməli, mütləq tutulma olacaq... Amma məhz hansı gün – bunu bilmirdilər. Etiraf edək ki, bu, bizə məlum deyildi.
– Onlar isə, gör necə səliqə ilə hesablamışdılar! Onların kəfkirli saatı zəng vuran kimi başlandı... Bu müdriklikdir.
– Məhz buna görə insana şüur verilib.

V.Q.Korolenko. Tutulma çağında. 1887-ci il.

AY TUTULMALARI

Dolu Ay işıq saçır. "Görəsən, o bu gün niyə belə qeyri-adi parlaqdır?" – düşünür və görürsünüz ki, onun gümüş rəngli diskinin sol kənarına, elə bil, qırmızı boyaq çəkiblər. Deməli, Ay tutulması başlanır.

Bir saat müddətində rənglənmiş şüşənin böyük diskinə oxşar qırmızı və dairəvi bir şey tədricən gecə cisminin üstünü örtür və bir qədər sonra qırmızılıq onun üstünü tamam örtür. Ay uzun müddət bu vəziyyətdə qalır, sonra isə qırmızı dairə onun sağ kənarından sürüşməyə başlayır.

Ay tutulmaları insanlarda müxtəlif hisslər oyadır. Ayın mis kimi qırmızı diskinə, kölgənin mavi kənarına baxıb həzz alırsan, sevinirsən ki, nə işıqlı və parlaq tutulmadır. Qədim zamanlarda al-qırmızı rəngli tutulma insanları qorxudarmış, bəzi vaxtlar Ayın tamam göydən yox olması insanlarda təəccüb və həyəcan doğurarmış. Birdən o həmişəlik yox olar!

Ayın tam tutulması.



Cənubi Amerikanın qədim sakinləri olan inklər hesab edirdilər ki, Ay ona görə qızarır ki, xəstələnib və o ölsə, göydən qopub düşər. İnklər itləri ayın dostu hesab edərək, onların qulağından dartır və yalvarırdılar: "Anamız Ay, anamız Ay". Yazıq Ay, onların zınqıltısını və yalvarışını eşidib, xəstəliyə qalib gəlmək və əvvəlki parlaqlığını qaytarmaq üçün bütün gücünü toplayır.

Normanlar isə hesab edirdilər ki, Manqarm adlı qırmızı canavar yenidən cürətlənib Aya hücum edib. İgid döyüşçü olan normanlar, əlbəttə, başa düşürdülər ki, səma yırtıcısına bir ziyanlıq edə bilməzlər, ancaq canavarların hay-küydən, qışqırıqdan xoşu gəlmədiyini bildikləri üçün qışqırır, fit çalır, təbilləri döyəcləyirdilər. Bu hay-küy bəzən fasiləsiz 2-3 saat davam edirdi.

Mərkəzi Asiyada Ay tutulması tam sakitliklə keçirdi. İnsanlar Rahu adlı yaramaz ruhun Ayı udmasına etinasız baxırdılar. Axı, hamı bilir ki, rəhmdil ruh Oçirvani haçansa bu iblisin bədəninin yarısını kəsib, ona görə də Ay Rahunun qarnından çıxacaq və yenidən işıq saçacaq.

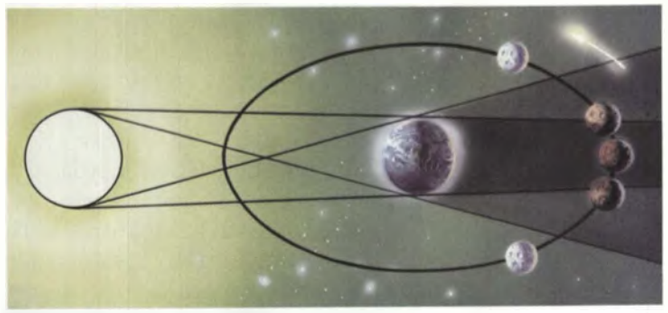
Ay tutulmalarının səbəbi müəyyən dərəcədə Şərq alimlərinə bir neçə min il əvvəl məlum idi. Lakin, göy haqqında başqa mühüm elmi məlumatlar kimi, bu da kahin sirri idi. Yunan alimləri xaldeylərin və misirlilərin bu sahədə müşahidələrini başa düşüb, onların sirlərini açdılar.

Ay tutulmaları dolu Ay vaxtı Günəş, Yer və Ay bir xətt üzrə düzüləndə baş verir. Günəş şüaları ilə işıqlandırılan Yer fəzaya kölgə salır. Kölgə konus şəklində olub, uzunluğu milyon kilometrə çatır. Onun en kəsiyi dairəvidir, Yerdən 360 min kilometr məsafədə diametri Ayın diskinin diametrindən 2,5 dəfə böyükdür. Ay bütövlükdə kölgənin geniş fəzasına daxil olduqda *tam Ay tutulması fazası* baş verir. Tam tutulma bizim peykin kənarı yenidən işıqlanana kimi bəzən saat yarımdan artıq davam edir.

Beləliklə, dairəvi və qırmızı Ayın keçdiyi Yerin kölgəsinin fəzasıdır. Aristotel bu həqiqəti dəqiq ifadə etmiş və belə bir mühüm nəticəyə gəlmişdir: bir halda ki, bütün tutulmaların konusunun kəsiyi dairəvidir, deməli, bizim Yer də dairəvidir və o ancaq kürə ola bilər. Bu, Yerin kürəvi olmasına birinci (ancaq yeganə yox) sübut idi.

Əgər Ay orbitinin müstəvisi Yer orbitinin müstəvisi (ekliptika müstəvisi) ilə üst-üstə düşsə idi, onda hər dolu Ayda müntəzəm surətdə 29,5 sutkadan bir Ay tutulması təkrar olunardı. Lakin Ay orbitinin müstəvisi ekliptika müstəvisinə 5° bucaq altında meyillidir və Ay ayda iki dəfə yalnız "tutulma dairəsini" iki "təhlükəli" nöqtədən kəsib keçir. Bu nöqtələr *Ay orbitinin düyünləri* adlanır. Deməli, Ay tutulmasının baş verməsi üçün bir-birindən asılı olmayan iki şərt uyğun gəlməlidir: dolu Ay olmalı və bu vaxt Ay öz orbitinin düyünündə, ya da onun yaxınlığında olmalıdır.

Tutulma vaxtı Ayın orbit düyününə nə qədər yaxın olmasından asılı olaraq,



Ay tutulmasının sxemi.

o, kölgə konusunun ortasından keçərsə, tutulma müddəti maksimal olar və əgər konusa toxunaraq keçərsə, onda *qismən tutulma* olar. Yer kölgəsinin konusu yarımkölgə ilə əhatə olunub. Fəzanın bu hissəsinə (Yerin kölgəsinin düşmədiyi yerə) Günəş şüalarının ancaq bir hissəsi düşür. Ona görə də *yarımkölgəli tutulmalar* da olur. Astronomiya təqvimlərində onlar haqqında da məlumatlar verilir, lakin belə tutulmaları gözlə görmək mümkün deyil, yalnız fotoaparat və fotometr tutulmanın yarımkölgə fazasına, ya da yarımkölgə tutulması vaxtı Ayın parlaqlığının zəiflədiyi hissəsini görə bilər. Dolu Ay, Ay orbiti düyünlərindən uzaqda baş verirsə, Ay kölgənin yuxarısından, ya da aşağısından keçir və bu halda tutulma olmur.

Şərq kahinləri bunları dəqiq başa düşməsələr də, tam və qismən tutulmaların hesabını inadkarlıqla əsrlər boyu aparmışlar. İlk baxışda tutulmalar ardıcıllığında heç bir qayda görünmür. Elə illər olur ki, üç Ay tutulması baş verir, elə il də olur ki, bir dənəsi də olmur. Bundan başqa, Ay tutulmasının Yerin o hissəsində görmək olar ki, o vaxt Ay üfüqdən hündürdə olsun, məsələn, Misirdə bütün tutulmaların yarısından bir qədər çoxunu müşahidə etmək olar.

Lakin göy, nəhayət, inadkar müşahidəçilərə böyük sirrini açdı: 6585,3 sutka müddətində həmişə Yerdə 28 Ay tutulması baş verir. Növbəti 18 il 11 gün

8 saatda (yuxarıda göstərilən sutkalar məhz bu qədərdir) bütün tutulmalar həmin cədvəl üzrə təkrar olunacaq. Qalır yalnız hər tutulmaya 6585,3 gün əlavə etmək. Babilistan və Misir astronomları məhz bu "təkrar" qaydası ilə tutulmaların proqnozunu verirdilər. Yunanca buna *saros* deyilir. Saros 300 il qabaqcadan tutulmaları hesablamağa imkan verir.

Ayın orbit boyu hərəkəti incəliklə öyrənildikdən sonra astronomlar tutulmanın nəinki gününü (Saros dövrü ilə qabaqlar tutulmanın ancaq gününü proqnozlaşdırırdılar), həm də onun başlanmasının dəqiq vaxtını hesablamağı öyrəndilər.

Xristofor Kolumb ilk dəniz səyahətçisi idi ki, səyahətə çıxanda özü ilə kəşf elədiyi torpaqların coğrafi uzunluğunu təyin etmək üçün astronomik təqvim götürürmüş. Bu halda təqvimdə olan Ay tutulmalarının tarixindən istifadə edirmiş. Təqvim olaraq o, tutulmaların 1506-cı ilə kimi proqnozunu verən məşhur Regiomontan cədvəllərindən istifadə edirdi ("Astronomiyada intibah: Purbax və Regiomontan" məqaləsinə bax).

Kolumb Ay tutulmasını müşahidə edir.



Atlantik okeanında dördüncü səyahəti zamanı (1504-cü il) Kolumb Yamayka adasında olarkən Ay tutulması baş verir. Cədvəllərə görə tutulma fevralın 29-da Nürnberq vaxtı ilə saat 1.36 dəqiqədə başlanmalı idi. Ay tutulması hər yerdə eyni vaxtda başlanır. Ancaq Yamaykada yerli vaxt Almaniyanın Nürnberq şəhərinin saatından çox geri qalır, çünki burada Günəş Avropaya nisbətən çox gec doğur. Yamaykada və Nürnberqdə saatların fərqi məhz bu iki yerin coğrafi uzunluqlarının fərqinə bərabərdir (saat meyarı ilə ifadə edildikdə). Vest-Hind adalarının coğrafi uzunluqlarının təyininin o vaxtlar başqa üsulu yox idi.

Kolumb sahildə astronomik müşahidələrə başladı, lakin onu qorxu ilə qarşılayan yerli sakinlər onun ilkin müşahidələrinə mane olur və əcnəbiləri yeməklə təchiz etməkdən qəti surətdə imtina edirdilər. Kolumb onlara elan etdi ki, əgər belə etsələr, onları Ay işığından məhrum edəcək. Əlbəttə, tutulma başlananda qorxuya düşmüş əhali bu ağ adama hər şey verməyə hazır idi, təki, o Aydan əl çəksin.

"Möcüzə" Kolumbun Günəş müşahidəsindən tapdığı Yamaykanın yerli vaxtı ilə saat 19-da başlandı. Maraqlanan oxucu, bir az fikirləşib adanın Kolumb tərəfindən hesablanmış coğrafi enliyini özü hesablaya bilər və hətta, xəritə ilə yoxlayaraq coğrafi uzunluğu təyin etdikdə böyük admiralın nə qədər yanıldığını görər.

Tutulma vaxtı Ay Yerin kölgəsində gizlənir və adama belə gəlir ki, o hər dəfə tamamilə görünməz olmalıdır, çünki Yer qeyri-şəffafdır. Əgər Yerin atmosferi olmasaydı, belə də olardı. Həqiqətdə isə Yer küresinin səthinə paralel düşən Günəş şüaları atmosferdə səpələnir və Yerin kölgəsinə düşür. Atmosferdən az səpələnib keçən qırmızı və narıncı şüalardır; məhz bu şüalar Ay diskini atmosferin vəziyyətindən asılı olaraq tünd-qırmızı, kərpici, ya da mis rənginə boyayır.

Rəngli plyonka ilə təchiz olunmuş fotoaparat (yaxşı olar ki, teleobyektivi olsun) Ay tutulması haqqında yaddaqalan dərin təəssüratlı kadrlar verər.

GÜNƏŞ TUTULMALARI

Ay tutulması qurtardı. Ay Yer ətrafında fəzada öz hərəkətini davam etdirir və mütəmadi olaraq dairəviliyini ziyan çəkərək itirir. Dolu Aydan bir həftə keçəndən sonra axırıncı rüb başlanır və bir həftə daha sonra Ay Günəş şüaları altında itib gedir və təzə Ay yaxınlaşmış olur. Bu vaxt Günəş tutulması baş verə bilər, məhz, təzə Ay vaxtı Ay Günəşlə Yerin arasından keçir. Astronomlar harada və nə vaxt Günəş tutulması olacağını əvvəlcədən bilir və bu barədə təqvimlərdə məlumat verirlər.

Yerin vur-tut yeganə bir peyki var, lakin necə peyk! Ay Günəşdən 400 dəfə kiçikdir və 400 dəfə ondan yaxındır. Ona görə də göydə Günəş və Ayın diskləri eyni görünür. Deməli, tam Günəş tutulması vaxtı Ay Günəşin parlaq səthini bütövlüklə örtür, onun yalnız atmosferi açıq qalır. Dübbədüz əvvəlcədən məlum saat və dəqiqədə qaraldılmış şüşə vasitəsilə görmək olar ki, kənardan Günəşin parlaq səthinə doğru nəsə qara bir şey hərəkət edir və diskdə qara çuxur əmələ gəlir. Günəş dairəsi kiçik oraq şəkli alana qədər qara çuxur get-gedə böyüyür. Gündüz işığı tezliklə zəifləyir. Budur, Günəş tutqun pərdə arxasında gizlənir, axırıncı gündüz şüası sönür və qəflətən əmələ gələn zülmət insanlarda və bütün təbiətdə səssiz-səmirsiz heyrət doğurur.

İngilis astronomu Frensis Beyli 1842-ci il iyulun 8-də Paviya şəhərində (İtaliya) baş vermiş Günəş tutulması haqqında belə nəql edir: "Tam tutulma



Günəşin tam tutulması. Tac.

başlananda Günəş işığı dərhal söndü; qaranlıq Ay ətrafında birdən-birə taca, ya da övliyanın başı ətrafında haləyə oxşayan nəsə parlaq şüalanma əmələ gəldi. Əvvəlki tutulmalar haqqında məlumatların heç birində belə bir şey barəsində heç nə yazılmayıb və mən indi gözümün qarşısında olan bu əsrarəngizliyi görməyi heç vəchlə gözləmirdim. Ay diskinin kənarından hesablanan tacın eni Ay diametrinin yarısına bərabər idi. O, elə bil, parlaq şüalardan düzəldilmişdi. Onun işığı Ayın özünün kənarından sıxdır, uzaqlaşdıqca tacın şüaları zəifləyir və nazilir. Tac düz parlaq şüalar dəstələri kimi idi; onların sonu yelpik kimi aralanırdı. Şüaların uzunluğu bərabər deyildi. Tac nə qırmızı, nə mirvari rəngli idi, o tamamilə ağappaq idi. Onun şüaları bir-birinə qarışır, ya da qaz alovu kimi titrəyirdi. Bu hadisə parlaq olsa da, müşahidəçilərdə sevinc və heyranlıq doğursa da, bu cazibədar tamaşada nəsə vahimə var idi və mən yaxşı başa düşürəm ki, bu hadisələr gözlənilmədən baş verəndə insanlar necə qorxuya düşərlərmiş.

Bütün mənzərənin ən təəccüblüsü üç böyük çıxıntı (protuberanslar) idi. Onlar Ayın kənarından sallanırdı, amma, güman ki, tacın hissələri idi. Onlar batan Günəşin qırmızı şüaları ilə işıqlanmış nəhəng hündür dağlara, qarla örtülmüş Alp dağlarının zirvələrinə oxşayırdı.

Onların qırmızı rəngi bənövşəyiyə çevrilirdi; ola bilsin ki, onun rəngi qaysı rənginə daha çox oxşayırdı. Tacın başqa hissələrinin əksinə olaraq, çıxıntıların işığı tam sakit idi. "Dağlar" qığılcım saçmırdı və rəngi dəyişmirdi. Ölçüləri bir-birindən bir qədər fərqli olsa da, çıxıntıların üçü də tam tutulma fazasının axır anına kimi görünürdü. Amma Günəşin birinci şüası görünən kimi tacla birlikdə protuberanslar izsiz-tozsuz yoxa çıxdı və gündüzün parlaq işığı bərpa oldu".

Beyli tərəfindən çox incə və gözəl təsvir olunan bu hadisə iki dəqiqədən bir qədər çox davam etmişdi.

Günəş tutulmalarının harada və necə olduğunu başa düşmək üçün Yer və Aya kənardan baxaq. Balaca Ay Günəş və Yerin arasından keçdikdə bütün Yerə kölgə sala bilməz. Ayın gödək kölgəsi Yerdə kiçik bir dairənin üstünə kölgə salır. Yalnız burada bu vaxt *tam Günəş tutulmasını* müşahidə etmək olar. Lakin Yer orbit boyu hərəkət edir və Yer kölgənin altında fırlanır. Ona görə də kölgə Yerin üzərində eni təqribən 100 km olan tam tutulma zolağı cızır. Əgər kölgənin yolu bizdən 3-4 min km (və bundan çox) aralı keçərsə, biz heç bir tutulma görmərik. Əgər biz tam tutulma zolağına yaxın yarımkölgədə olsaq, görərik ki, Günəşin ancaq bir hissəsi Ayın diski ilə örtülüb, bu halda *qismən tutulma* müşahidə ediləcək.

Müxtəlif təzə ay vaxtlarında Günəşin ekliptikada, Ayın öz yolunda vəziyyəti.



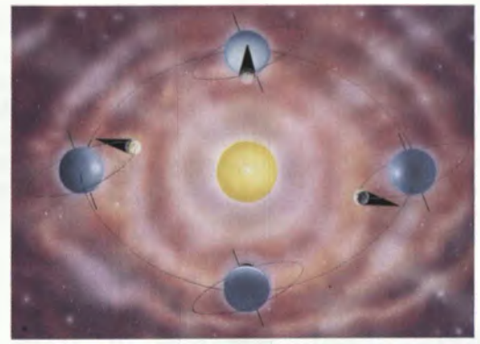
Bəzən yeni Ay vaxtları tam kölgə Yer küresinin yanından keçir, Yer səthinə isə yarımkölgə düşür. Bu halda təqvimlər Günəşin qismən tutulması haqqında məlumat verir.

Ay orbiti ellipsdir; əgər tutulma vaxtı Ay ellipsin uzaq nöqtəsində olsa, Yerdən məsafəsi uzaq olar, Ayın diski kiçilər və Günəş diskini tam örtməz. Ona görə də tutulmanın ortasında Günəş diskinin kənarları Ayın arxasından görünəcəkdir. Bu halda tacı görmək və fotoşəklini çəkmək olmur. Belə tutulmaya *halqavari tutulma* deyilir.

Saros qaydasından istifadə edərək, qədim astronomlar Ay tutulmasının proqnozunu verdikləri kimi, Günəş tutulmalarını da əvvəlcədən xəbər verirdilər. 18 il 11 gün 8 saat ərzində 28 Ay tutulmasından başqa, 43 Günəş tutulması baş verir; bunlardan 15-i qismən, 13-ü tam, 15-i halqavari tutulmadır. Lakin Günəş tutulmalarını öncədən xəbər vermək Ay tutulmalarını öncədən xəbər verməkdən qat-qat çətindir. Məsələ burasındadır ki, tutulma zolağı Yer səthinin az bir hissəsini örtür, həm də saros dövründə sutkaların sayı tam deyildir. 6585 sutka keçəndən sonra fikirləşmək olardı ki, tutulma təkrar olacaq, lakin Yer planeti sutkanın üçdəbiri müddətində dönməlidir; ona görə də kölgənin yolu tam başqa Yer səthində başqa yolla gedəcəkdir. Onda üləmalar üçqat saros – 3·6585,3 sutka fikirləşib tapdılar. Lakin bu halda da qədim astronomların proqnozu bəzən düz çıxmırdı. Bəzən bu, faciəvi nəticələrə gətirib çıxarırdı. Eramızdan əvvəl 2137-ci ilin payızında Çinin iki saray astronomu Xi və Xo qarşıdakı tutulma barəsində imperatora xəbərdarlıq etmədiklərinə görə edam edilmişdilər. Fərmanda yazılmışdı ki, günahkarlar "içkiyə qurşanmış" və tutulmanı düzgün hesablamamışlar. Lakin, ola bilsin, bu bədbəxtlər hər tutulmadan qabaq fikirləşirlərmiş ki, imperatora xəbər versinlər, yoxsa yox, çünki tutulmanın Çin ərazisindən keçib-keçməyəcəyini dəqiq bilmirdilər.

Bizim zəmanədə min illər əvvəl baş vermiş və yüz illər bundan sonra baş verəcək tutulmalar böyük dəqiqliklə hesablanmışdır. Uzaq keçmişdə baş verən tutulmaların hesablanması o vaxtkı hadisələrin dəqiq tarixini (gününü və ilini) hesablamaqda tarixçilərə kömək edir.

Günəş tutulmalarının Ay tutulmalarından daha çox baş verməsinə baxmayaraq, Yerin müəyyən bir hissəsində tam Günəş tutulması çox nadir baş verir: orta hesabla 300 ildə bir dəfə. Məsələn, Moskvanın tarixi boyu vur-tut dörd dəfə tam Günəş tutulması olub: 1140, 1450, 1476 və 1887-ci illərdə. Moskvada növbəti tam tutulma 2126-cı il oktyabrın 16-da olacaq. Astronomik təqvimlər tam tutulma və qismən tutulma zolaqlarını dərc edir. Ona görə də astronomlar və astronomiya həvəskarları "təbiətdən mərhəmət gözləmədən" ekspedisiya üçün münasib yeri əvvəlcədən seçə bilirlər.



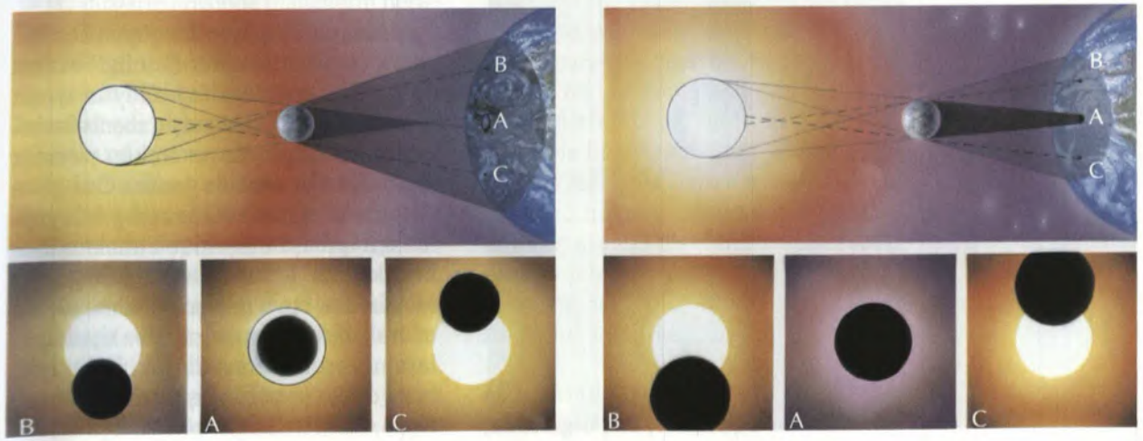
Günəş tutulmaları nə üçün həmişə olmur.

Günəş atmosferinin tədqiqi üçün tam tutulma ən yaxşı vaxtdır; bu vaxt gümüşü rəngli tacı və atmosferin aşağı qatı, üstündən alov fontanları – protuberansları, yüksələn xromosferi daha aydın müşahidə etmək olur. Düzdür, tacı astronomlar adi günəşli gündə də görə bilərlər, bu vaxt teleskop borusunun içinə diski örtən qapaq qoyurlar.

Həvəskar astronomlar tam tutulmanı adi fotoaparatla çəkə bilərlər, bunun üçün əvvəlcədən hazırlaşmaq lazımdır. Tacın şəklini bir neçə ekspozisiya ilə çəkmək lazımdır. Bəzi şəkillərdə daxili tac, bəzilərində xarici tac normal alınacaqdır. Sonra bunları montaj edib, tacın

◄◄ Halqavari Günəş tutulmasının sxemi.

▼ Tam Günəş tutulmasının sxemi.



1887-ci İL AVQUSTUN 7-də TAM GÜNƏŞ TUTULMASI

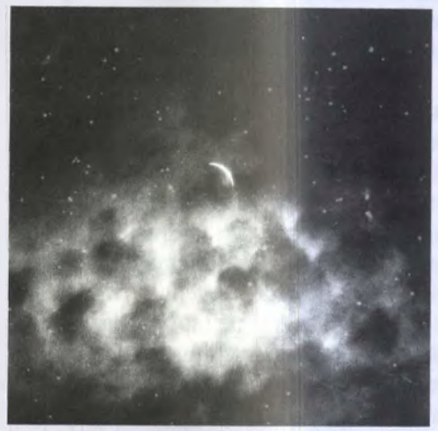
...Budur, Günəşin sonuncu cüzi qığılcımı da yox oldu. O, inadkarlıqla, sanki, onu bürüyən qara pərdəni yarıb bir daha qızılı zərrələrini ətrafa saçdı və eyni zamanda yer üzünə qatı qaranlıq çökdü. İnsanların fiqurları birləşib tünd qara kütlə əmələ gətirdi və görünməz oldu.

Bu adi gecələrdən deyildi. Səmanın göylüyü hiss olunmurdu. Sanki, yuxarıdan yer üzünə gözlə seçilməyən nazik kül təbəqəsi səpilmişdi. Dairəvi, tutqun yabançı bir cisim hörümçək kimi parlaq Günəşə sarınmışdı. Qaranlıq sipərdən sızan cüzi dəyişkən parıltılar, bu mənzərəyə hərəkət və həyat rəmzi verirdi.

(V.Q.Korolenko. Tutulma çağında. 1887-ci il)



1887-ci ildə tam Günəş tutulmasını müşahidə edən ekspedisayanın iştirakçıları.



1887-ci il avqustun 7-də qismən Günəş tutulmasının fazası.

bütöv şəklini almaq olar. Əgər Günəş üfüqdən çox yüksək deyilsə, üfüqdə qırmızı şəfəq halqası olan əla mənzərə şəkli çəkmək olar. Tutulmadan qabaq tam tutulma fazasının neçə dəqiqə və ya saniyə çəkəcəyini dəqiqləşdirin, neçə şəkil çəkə biləcəyinizi hesablayın, qısa ekspozisiya müddətli şəkillər çəkməyi öyrənin. Sadəcə, tutulmaya baxmaq üçün də vaxt ayırın.

"GƏZƏN" GÖY CİSİMLƏRİNİN MÜRƏKKƏB İLGƏKLƏRİ

Yəqin ki, insanlar sabit bürclər naxışı fonunda yerini dəyişən göy cismi kimi birinci olaraq Ayı görüblər. Bu heç də təəccüblü deyildir: Ay sürətlə hərəkət edir, belə ki, onun hərəkətini elə bircə gecədə görmək olar. Hər saat Ay ulduzlara nisbətən öz diskinin diametri qədər sürüşür, həm də onlarla birlikdə dünya qütbü ətrafında sutkalıq dövrdə iştirak edir. Onun ulduzlar arasında hərəkət istiqaməti sutkalıq hərəkəti istiqamətinin əksinədir.

Günəşin buna oxşar hərəkətini görmək daha çətindir, axı o gündüz, işıqlı vaxtda işıq saçır və göydə heç bir səma cismi görünmür (bu indi bizim üçün daha mühümdür). Göyün işıqlı fonu onsuz da zəif olan işıq mənbələrini – ulduzları görməyə imkan vermir (halbuki onlar səmada vardır). Ona görə də onların arasında Günəşin yerdəyişməsini birbaşa müşahidə etmək mümkün deyildir. Lakin insanlar gecə göyünün fəsillər boyu dəyişməsini müşahidə edərək, belə qənaətə gəliblər ki, ulduzlara nəzərən Günəş də yerini dəyişir, həm də Ayın yerdəyişməsi istiqamətində, lakin nisbətən çox yavaş.

Lakin bu kəşfdən qabaq ulduzlar arasında hərəkət etməsinə şübhə edilməyən parlaq göy cisimləri tapılmışdır. Onları *planet* adlandırmışlar (*yun.* "aster planetes" – "gəzən ulduz").

Artıq Roma dövründə onlara görünüşlərinin xüsusiyyətinə və hərəkətlərinin xarakterinə tam uyğun olaraq Roma panteonundakı allahların və ilahələrin adlarını vermişdilər.

"Planetlərin parlaqlığı ilə bağlı bu hərəkətlər insanlara belə bir fikir təlqin edirdilər ki, planetlərə onların indi daşıdığı adları versinlər, bəzi mülahizələri onlarla bağlasınlar, insanların taleyinə təsirini onların ayağına yazsınlar, onlarda allahın rəmzini və ya allahın özünü görsünlər. Özünün ağappaq parlaq şüaları ilə par-par parıldayan Venera ulduzlar və gözəllik allahı oldu; əzəmətli Yupiter baş allah hesab edilirdi. Qırmızı şüalarla əhatə olunmuş Mars müharibə allahı oldu. Göy sakinlərinin içində ən ləng tərpənən Saturn vaxt və tale rəmzi oldu. Ara-sıra görünən, gah Apollondan sonra, gah da qabaq görünən yüngül Merkuri allah elçisi oldu". Astronomiyanın məşhur populyarizatoru fransız Kamill Flammarion özünün "Populyar astronomiya" kitabında məhz belə yazmışdı.

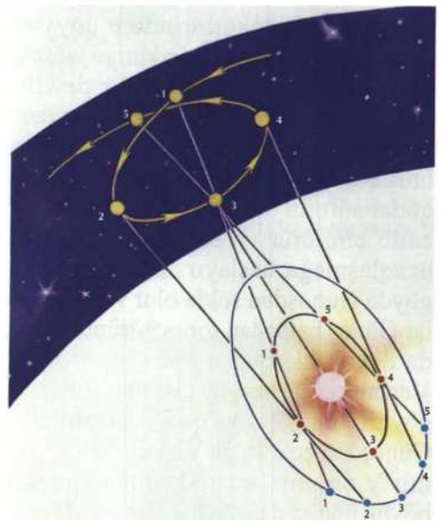
Ulduzların arasında planetlərin hərəkəti Günəş və Ayın hərəkətindən mürəkkəb görünür. Bizim baş göy cisimlərimizin hərəkəti istiqamətində planet hərəkət edir, bir qədər sonra hərəkətin sürəti azalır, sonra dayanır, əks istiqamətdə hərəkət edir və növbəti dəfə dayandıqdan sonra hərəkəti əvvəlki istiqamətdə dəyişir. Qərbdən şərqə hərəkət *düz*, şərqdən qərbə hərəkət *tərs*, hərəkət istiqamətini dəyişmə anı isə *dayanma* adlanır. Bu yolu xəritə üzərində çəksək, *ilgək* alınar.

Yerə nisbətən Günəşə daha yaxın Venera və Merkuri planetləri ilə digər planetlərin hərəkətlərində müəyyən fərq vardır. Venera və Merkuriyə *yuxarı*, qalan planetlərə *aşağı* planetlər deyilir. İndi ilgəklərə daha yaxından baxaq.

Venera ulduzlar arasında Günəş hərəkət etdiyi istiqamətdə, amma bir qədər sürətlə hərəkət edir; o, Günəşə çatıb onu ötür və ondan şərqə tərəf uzaqlaşmağa başlayır. Bu vaxtlar o, göydə Günəşdən solda olur və axşamlar Günəş batandan sonra görünür. Onu da deyək ki, Günəş və Aydan sonra Venera ən parlaq göy cismidir. O mavi göydə Günəş batana qədər də görünür. Günəşdən çox uzağa Venera "qaçа bilmir", onların arasında mümkün ən böyük bucaq məsafəsi 47°-dir. Maksimal uzaqlığa çatdıqdan sonra Venera dayanır, sonra əks istiqamətdə hərəkət edərək Günəşə yaxınlaşır. O, Günəş şüalarında gözdən itir, sonra əks hərəkət edərək, bu dəfə sağında görünür və qərbə tərəf hərəkət edir. İndi o, səhərlər Günəş doğuşundan qabaq görünür. Günəşdən qərbə (47°-dən artıq olmayaraq) uzaqlaşaraq, Venera yenidən



Mars, Venera və Yupiter ulduzlar arasında.



Aşağı planetlərin ilgəkvari hərəkəti.

dayanmanı keçir, bundan sonra düz hərəkəti başlanır, Günəşə yaxınlaşır, onun parlaq şəfəqində gözdən itir və yenidən onun sol tərəfində görünür.

Merkuri də buna oxşar hərəkət edir, fərq bircə ondadır ki, Günəşdən uzaqlaşma bucağı nisbətən kiçik olub, 28° dərəcə təşkil edir. Ona görə də göydə Merkurini görmək çətindir. O həmişə Günəşin yaxınlığında olur və onun gözqamaşdırıcı şüalarında gizlənir. Yalnız maksimal uzaqlaşma anlarında o, ya Günəş batandan sonra qərbdə, ya da Günəşin doğuşundan qabaq şərqdə görünür.

Əgər xarici planetin, məsələn, Marsın, hərəkətini izləsək, tamam başqa şəkil alarıq. Tutaq ki, bu anda Mars göyün Günəş olan tərəfindədir və onun şüaları altında görünmür. Belə olduqda o, ulduzlar arasında Günəş hərəkət etdiyi istiqamətdə (qərbdən şərqə), ancaq ondan bir qədər yavaş hərəkət edir və mütəmadi olaraq ondan geri qalır. Beləliklə o, Günəşdən qərbə tərəf uzaqlaşır və onu səhər vaxtı Günəşin doğuşundan qabaq görmək olar. Marsla Günəş arasında məsafə böyüyür və nəhayət, göydə Günəşdən əks istiqamətdə olur və bütün gecə görünür. Məhz bu anda dayanma baş verir, onu tərs hərəkət, yenə də dayanma və nəhayət, düz hərəkət əvəz edir, indi artıq göydə planet Günəşə yaxınlaşır, sonra hər şey təkrar olunur.

Digər planetlər – Yupiter, Saturn və son yüzilliklərdə teleskopun köməyi ilə kəşf edilmiş Uran, Neptun, Plutonun və digər cırtdan planetlərin hərəkətləri eyni qayda ilə baş verir. Lakin planetlərin cızdığı ilgəklərin ölçülərinə yuxarıda sadalanan ardıcıllıqla baxdıqda onlar get-gedə kiçilir. Belə qeyri-adi hərəkətlərin izahı üçün, bir vaxtlar çox mürəkkəb mexaniki sistemlər fikirləşib tapmışdılar. Dünyanın quruluşu və harmoniyası haqqında dini-fəlsəfi ideyalar uzun müddət hakim kəsilmişdi. O cümlədən göy cisimlərinə layiq olan yeganə mükəmməl hərəkət kimi çevrə üzrə bərabərsürətli hərəkət qəbul olunurdu. Buna görə də, isgəndəriyyəli Klavdi Ptolemeyin yüz illərlə elmdə hakim olan sistemi planetlərin görünən hərəkətini çevrə üzrə bərabərsürətli hərəkətlərin kombinasiyası kimi təsvir etməyə cəhd edirdi. Həm də bu, geosentrik sistem idi: Kainatın mərkəzində Yer dururdu; onun ətrafında isə planetlər deyil, onların bərabər sürətlə hərəkət etdiyi çevrələrin mərkəzləri fırlanır. Lakin belə bir sxem planetlərin görünən hərəkətini dəqiq təsvir edə bilməzdi və bu sxem yeni halqaların daxil edilməsi ilə mürəkkəbləşdi. Kopernik və Keplerin dühaları tələb olunurdu ki, planetlərin Günəş ətrafındakı həqiqi hərəkətlərini izah etsin.

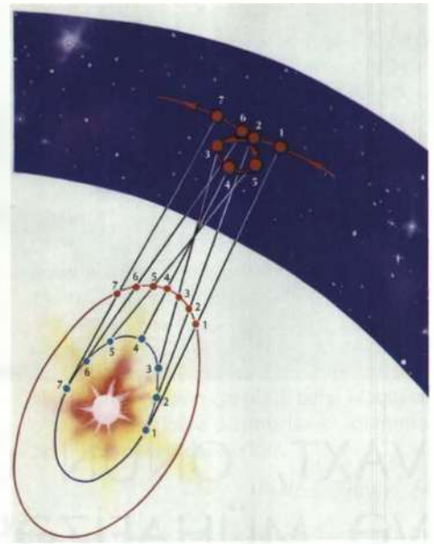
Planetlərin Yerdən görünən hərəkətləri iki əsas amillə şərtlənir:

1. Biz ulduzlar fonunda Günəş ətrafında fırlanan planetlərin hərəkətini müşahidə edir, eləcə də Günəş ətrafında fırlanan planetdən oluruq.

2. Planet Günəşə yaxın olduqca onun orbit üzrə hərəkət sürəti daha böyükdür.

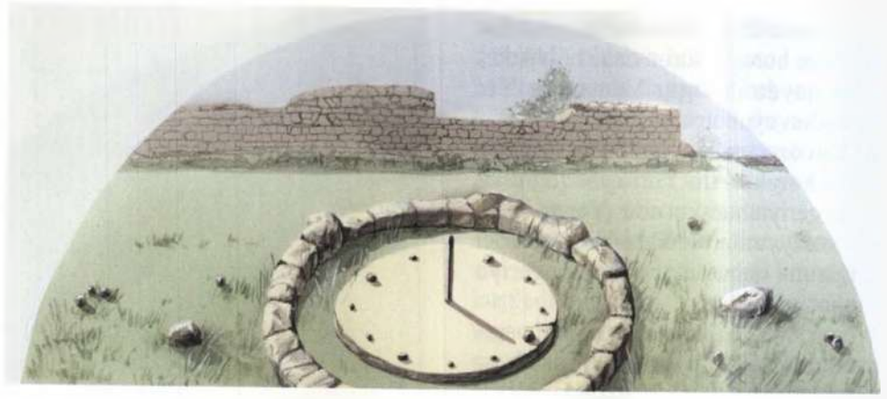
Bu qayda ilə əgər Venera və Yer Günəşdən eyni bir tərəfdə Günəşlə bir düz xətt üzərində yerləşirsə, Venera öz orbital hərəkəti ilə Yeri qabaqlayır və göydə geriyə hərəkət edir. Yer və Mars belə vəziyyətdə olduqda Yer öz xarici qonşusunu qabaqlayır və Mars geriyə hərəkət edir.

İlgəklərin ölçüləri planetlə Yerin arasındakı məsafədən asılıdır. Məsafə nə qədər çoxdursa, ilgək bir o qədər kiçikdir. Bir də onu qeyd edək ki, planetlər ilgək cızır, lakin bir xətt üzrə ora-bura hərəkət etmir. Bu ona görədir ki, onların orbit müstəviləri ekliptika (yəni Yer orbitinin müstəvisi) ilə üst-üstə düşmür.



Yuxarı planetlərin ilgəkvari hərəkəti.





VAXT, ONUN ÖLÇÜLMƏSİ VƏ MÜHAFİZƏSİ

VAXT NƏDİR?

"Saat neçədir?" soruşduqda, hamıya "vaxt" sözünün mənası aydındır. Bəs vaxt anlayışı nəyi özündə əks etdirir? Buna cavab vermək çətindir. Bütün zamanlarda bu suala müxtəlif cür cavab vermişlər. Platon üçün göy cisimləri tərəfindən günlərə, aylara və illərə bölünmüş ilahi əbədilikdir. Aristotel vaxtda ədədləri, hərəkət və sükunətin ölçülərini görür. Albert Eynşteyn vaxtı cisimlərin hərəkəti nəticəsində öz qaçışını dəyişən fiziki reallıq kimi təsvir edir. Bu, artıq vahid vaxt deyil, əbədilikdir.

...Vaxtın gedişi dönməzdir.



Ümumiyyətlə, demək olar ki, vaxt hadisələrin bir-birini fasiləsiz olaraq əvəz etməsi ardıcıllığı, fiziki cisimlərin vəziyyətinin dəyişməsidir. Kainat varlığın dəyişməsi tərzidir. Vaxt sürəkli varlıqdır, yaşayan dünyadır.

Vaxtın əsas xassəsi onun davam etməsi, dayanmadan uzanmasıdır. Vaxt dayanmazdır. Astronom, fizik, hər hansı digər mütəxəssis (qeyri-mütəxəssis də) vaxtla "əlüstü" işləyirlər, müəyyən hadisələrin fotoşəklini çəkir, alışmanın spektrini, yaxud hər hansı zərrəciklər "yağışını", ya da radioteleskopun monitorunda coşmanı qeydə alırlar. "Dayan, məqam!" – deyə onlar doktor Faustun ardınca təkrar edirlər. Həm də müşahidə anlarını: hadisənin başlanması və qurtarması vaxtını, yaxud davametmə müddətini həmişə son dərəcə dəqiqliklə qeyd edirlər. Astronomik müşahidənin vaxtı qeyd olunmayan istənilən hazır nəticəsi – rəsm, fotoşəkil, özüyazanın registoqramı – əslində heç bir elmi əhəmiyyətə malik deyildir. Əksinə, eyni təbiət hadisələri vaxtının ölçülməsinin dəqiqliyi bəzən yeni kəşflərə gətirib çıxarır.

Vaxtı dayandırmaq olmaz. Onu işıq sürətinə yaxın sürətlə uçan kosmik gəmilərdəki heyət və əşyalar üçün ləngitmək olar. Eynşteynin nisbilik nəzəriyyəsinə görə sürət nə qədər çox olarsa, vaxtın ləngiməsi də bir o qədər çox olar. Heyət gəmidə, öz üzərində, öz saatlarında heç bir dəyişiklik sezməyəcəkdir. Lakin doğma kosmodromda sənədlərinə görə heyət üzvlərinin nəticələri sayılan saqqallı qocalarla görüş onları inandıracaqdır ki, Yerdə və uçuşda vaxt müxtəlif cür cərəyan etmişdir.

Fəzanı çəpərə almaq, seyfdə saxlamaq, cibdə yerləşdirmək olar, vaxtı isə aradan götürmək, ehtiyatda saxlamaq olmaz. Köhnə məkana qayıtmaq olar, köhnə vaxta isə yox. Keçmiş bizim üçün həmişəlik bağlıdır, gələcəyə isə nə qədər istəyirsənsə, səyahət et – hamı kimi normal sürətlə, yaxud başqalarını ötüb-keçmək üçün kosmik gəmidə. Lakin keçmişə səyahət qəti qadağandır. Keçmişə düşən insan və yaxud əşya bizim vaxtımızda baş verən hadisələri qaydaya sala, dəyişdirə, hətta cəfəngiyata döndərə bilər, məsələn, indiki vaxtda yaşayan insanın keçmişdə öldürülməsi kimi. Vaxtı geriyə döndərmək olmaz, bu o deməkdir ki, keçmişdəki addımların düzülüş cərgəsini pozmaq, hər hansı hadisənin nəticəsini onun səbəbindən əvvəl qoymaq olmaz. Heraklit demişdir: "Eyni çaya iki dəfə girmək olmaz".

Lakin vaxt ərzində ürəyin döyünməsi, saat rəqqasının yellənməsi, ulduzların pulsasiyası, okeanlarda qabarma və çəkilmə, planetlərin fırlanması kimi, sanki, geri qayıdan – təkrar olunan dövrü proseslər baş verir. Yerin bütün fırlanmaları vaxta görə bir-birinə bərabər ola bilərdi. Bu, o halda ola bilərdi ki, Yer ətrafında tam vakuum olsun, Günəşin və Qalaktikanın maqnit, elektrik sahəsi, Yerə cazibə qüvvəsi ilə təsir edən göy cisimləri olmasın, Yer kürəsi sıxılmasın, onun daxilində maddələr qarışmasın, insanlar onun üstündə su anbarları tikməyib sakit otursunlar. Başqa sözlə,

Vaxt göy ilə birlikdə yaranmışdır ki, əgər onların süqutu gəlib çatsaydı, onlar, eyni vaxtda yaranmışlar kimi, bir vaxtda da süqut edərdilər. O vaxt Allah gördü ki, onun yaratdığı kosmos hərəkət edir və yaşayır, o, ilahi əbədiliyə oxşar hərəkət edən nəyi isə yaratmaq niyyətinə düşdü: göyü düzəltməklə onunla birlikdə gündən-günə hərəkət əbədi obrazı – vaxtı yaratdı... Budur, vaxtın yaranması üçün Günəş, Ay və planet adlanan digər beş göy cismi yarandı, ondan ötrü ki, vaxtın günləri təyin edilsin və gözlənilsin. Göy cisimlərini bir-birinin ardınca yaradan Allah onları yeddi sayla dövri hərəkət etdikləri yeddi halqa üzərində yerləşdirdi. Beləcə Yerin fırlanması nəticəsində gündüz və gecə, Ayın Yer ətrafında fırlanması və Günəşi qovması nəticəsində ay, Günəşin öz halqası üzrə hərəkəti nəticəsində il yarandı. Digər planetlərin dövri hərəkətinə gəldikdə isə bir neçəsi istisna olmaqla insanlar onlara fikir vermir, onların qarşılıqlı tarixi əlaqəsini hesablamırdılar. Demək olar ki, onlar başa düşmürlər ki, planetlərin son dərəcə müxtəlif şəkilli azmaları da vaxtdır.

(Platon. Timey. Eramızdan əvvəl IV əsr)

Bəs vaxt nədir? Hələlik bunun haqqında mənə heç kim sual vermir, mən başa düşürəm, heç bir çətinlik çəkmirəm, lakin bunun haqqında cavab vermək istəyən kimi çıxılmaz vəziyyətə düşürəm. Bununla bərabər, başa düşürəm ki, əgər heç nə getməsə idi, keçmiş olmazdı, əgər heç nə baş verməsə idi, gələcək də olmazdı. Əgər həqiqətən yaşayanlar olmasa idi, indiki zaman da olmazdı. Lakin keçmişin və hələ gələcəyin olmadığı bir vaxtda, keçmişin və gələcəyin mahiyyəti nədən ibarətdir? Əgər indiki zaman həqiqi vaxt kimi qalırsa, bir şərtlə ki, buradan gələcək keçmişə gedirsə, onda biz onun həqiqi mövcudluğunu yox olana əsaslanaraq necə qeyd edə bilərik?

(Müqəddəs Avqustin. Tövbə. 400-cü ilə yaxın)

Ümumi nisbilik nəzəriyyəsində məkan və zaman anlayışları fundamentallığını itirir, yəni fizika anlayışlarından asılı olmur. Cisimlərin həndəsi xarakteristikaları onların özlərini aparmaları, zamanın gedişi, hər şeydən əvvəl, maddi cisimlərin yaratdığı cazibə sahəsindən asılıdır.

(Albert Eynşteyn. Nisbilik nəzəriyyəsi nədir. 1919-cu il)

Yer kürəsi heç bir xarici təsirə məruz qalmazsa, deməli, planet əbədi olaraq fırlanar və Kainatda vaxt geri dönərdi. Lakin bunun üçün lazımdır ki, Kainatda, fırlanan kürədən savayı, heç nə olmasın.

Hərəkət vaxtı nə qədər qısadırsa, deməli, o, xarici hadisələrdən bir o qədər az asılıdır. Günəş sisteminin Qalaktikanın mərkəzi ətrafında son dəfə dolandığı dövrdə (bu, 215 milyon ildir!) Yerdə nə qədər dəyişikliklər olmuşdur:

materiklər yerini dəyişmiş, cavan dağlar əmələ gəlmiş, dinozavrlar məhv olmuş, yeni heyvan və bitki növləri yaranmış, insanlar peyda olmuşlar. Əlbəttə, növbəti 215 milyon il ərzində Yer kürəsi bir bu qədər tanınmaz dərəcədə dəyişəcəkdir. Digər tərəfdən isə, elektron atom nüvəsinin ətrafında fırlanarkən Kainatın ona təsiri son dərəcə cüzidir. Mikroaləmdə fırlanma və rəqsi proseslər göy cisimləri aləmindəki proseslərə nisbətən daha sabitdir.

Təbiətdəki dövri proseslər vaxt addımlarıdır. Onlarsız vaxtın ölçülməsi çox çətin olardı. Təkrar olunan hadisələr vaxt xəttini dolamalarla düzür. Vaxt spiral şəkilli və ölçülən olur.

1589-cu ildə Qalileo Qaliley Piza kilsəsində ibadət edərkən anladı ki, kilsə çilçırağının yellənməsi vaxtı, onun az və ya çox məsafəyə yellənməsindən asılı olmayaraq, həmişə eynidir. Bu kəşf saatların ixtira olunmasını təmin etdi. Bununla yanaşı, Yeni dövrün mexanika və astronomiyası çiçəklənməyə başladı. Bax, budur dövrilik hadisəsi.

Bəs əvvəllər? İnsanlar vaxtı göz qırpımı (0,1-0,3 san), ürək döyüntüsü anları (0,4-1 san) və s. ilə ölçürdülər.



Çariça Xatşepsutun xatirəsinə Karnakada qoyulmuş qnomon abidələr. Misir.

Həyatın ən əhəmiyyətli kəsikləri isə sutka, ay və illər idi.

Yer üzündəki bütün canlılar sutkalıq ritmə tabedirlər. Təbiət bizi kəfkirli saat ixtira edilməzdən çox-çox əvvəl sutkalıq ritmlə mükafatlandırmışdır. Bioloji saatı ürəyin döyünməsi, nəfəsalma, yuxu və gümrahlıq ritmləri təyin edir. Onlar səhərlər zəngli saatdan az olmayan dəqiqliklə bizi yuxudan oyadır. Təbiət insan, heyvan və bitkilərdə illik, aylıq boyatma, məhsulvermə, yarpaq, tüktökmə, qabıqdançıxma, fəallıq ritmini təmin edən bioloji təqvim yaratmışdır. Gün, ay və il insanın daxilində "yaz əhvali-ruhiyyəsi", yaxud "Ay yuxusuzluğu" ilə birlikdə qurulmuşdur. Bu, insan həyatının səhifələridir. Bu səhifələr onun gündəlik və illik təsərrüfat fəaliyyəti ilə birləşdirilmiş əsrlik təqvim ənənəsi ilə müqəddəs tutulmuşdur.

Bu da vacibdir ki, elmi biliklər, oxşar əşyalar və hadisələrin axtarılması və müqayisə edilməsi əsasında qurulur ki, onların gələcəkdə özlərini necə aparacaqlarını qabaqcadan söyləməyə imkan versin. Əvvəllər insanlar təbiətin adi, ən tez nəzərəçarpan dövri hadisələrini: ulduzlu göyün sutkalıq fırlanmasını, Ayın aylıq hərəkətini və Günəşin bürclər üzrə illik hərəkətini müşahidə etmişdir. Bundan sonra insan gecədən sonra gündüzün, qışdan sonra yazın gələcəyini qabaqcadan söyləmişdir.

O güman etməmiş, məhz qabaqcadan gələcəyi söyləmişdir. Bu birinci elmi nailiyyətdən sonra insanlar digər təkrar olunan hadisələri Ayın fazaları, Ay və Günəş tutulmaları, planetlərin konfiqurasiyalarını öyrənməyə başlamışlar ki, bu da astronomiyanın başlanğıcı olmuşdur. Göy həvəslə öz "payaətrafı" fırlanmalarını insanlara göstərmişdir. Göydə bu, Yerdəkinə nisbətən daha tez-tez və təmiz görünür. Ona görədir ki, astronomiya elmlər

içərisində ən qədimidir. Göydəki təkrarlanan hadisələrin müşahidəsi insanların dünyagörüşünə böyük təsir etdi. Lakin qədim insan vaxt spiralında ancaq qapalı çevrəni – halqanı görürdü. Vaxt, quyruğunu udan bir ilana bənzədilirdi.

Gəlin, elmə qayıdaq. Mövzunu daha dərindən öyrənmək üçün tədqiqatçı onu hissələrə ayırır – təhlil edir. Əvvəlcə günü iki hissəyə böldülər. Şaquli direyin kölgəsinin ən kiçik, Günəşin hündürlüyünün ən böyük anını qeyd etdilər. Bu vaxt aydınlaşdırıldı ki, qalxan Günəşin yolunun qövsü, enən Günəşin yolunun qövsü ilə eynidir. Günəşin ən hündürdə durduğu anı günorta adlandırdılar. Şaquli dirək – *qnomon* – qədim astronomik cihazdır. Günorta onun kölgəsi şimala istiqamətlənir. Ona görə də o birinci kompas adlanır. Həmin direkdən şimal istiqamətində xətt çəkdilər, o birinci saat oldu, bu ancaq bir saatı göstərirdi – günortanı.

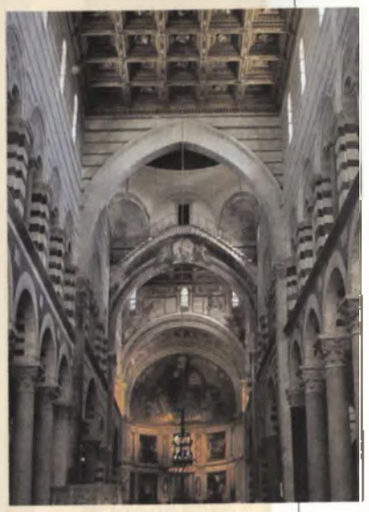
Qnomon ətrafında Birinci Ot Günü və Böyük Su Günündə Günəşin doğması nöqtəsində vizirlər qoyuldu və nişanalma təqvimi alındı ki, bu təqvim vaxtın bir ildən sonra qayıtmasını bilməyə imkan verirdi. Üfüqün hər bir nöqtəsində Günəş ildə iki dəfə doğur. Qnomon təqvimlər daş cihazqayırma dövründə belə, ilin 360-365 gün olmasını təyin etməyə imkan verirdi.

Sonrakı elmi tapşırıq tədqiqat mövzusunu hissələrə bölməkdən ibarət idi, axı, ədalətlə deyilmişdir: "Vaxt ədəddir".

Günləri, ayları, illəri tutuşduraraq ölçməyə başladılar. İl 360 gündən və üstəgəl bir neçə gündən ibarət oldu. Lakin 360 ədədi qədim nəzəriyyəçiləri heyrətə gətirdi: $3 \times 4 \times 5 \times 6 = 360$. Göy özü 2-dən 6-ya qədər bütün rəqəmlərə qalıqsız bölünən ədədi göndərdi. Göy Babilə altmışlıq hesablama sistemini bəxş etdi: $3 \times 4 = 12$; $12 \times 5 = 60$; $60 \times 6 = 360$! Qalığı isə, necə də olsa, ayırd edərik. Daha sonra $360 : 12 = 30$-a (yəni aya). Düzdür, Ayın fazaları tsikli 29,5 gündür. Lakin kəsrlər bilinmədiyindən ayı 29 və ya 30 gün qəbul etmək olar. Günəşin illik hərəkəti simvolu çevrəni 360°-yə böldülər. Yeni hesablama sisteminə uyğun olaraq günü 12 gündüz və 12 gecə saatına böldülər.

Necə də yaxşı olardı, əgər ildə tam 360, Ayın fazaları tsiklində isə tam 30 gün olaydı. Bu halda təqvimdə problem olmazdı. Lakin Yer kürəsi Günəş ətrafında 365 gün 5 saat 48 dəqiqə 45,84 saniyə ərzində fırlanır. Əgər bu il, Yeni il gecəyarısı başlayırsa, gələn il onu səhər saat 6-da qarşılamayacaqsan ki! Ay isə Yer ətrafında özünün fərqli nəticəsi ilə fırlanır: 29,25 gündən 29,85 günə qədər. Buna görə də, bu günə qədər hər cəhətdən əlverişli təqvim tərtib edilməyib.

QALİLEYİN LAMPASI



Qalileo Qalileyin vətənindəki Piza kilsəsi. Burada bu gün də qübbə altında 49 metrlik asmadan sallanmış çilçırağı – Qaliley lampası göstərilir. Qübbədəki hava axını lampanı yellədir. Nəbz vurmasından saat kimi istifadə edən gənc professor Qaliley müəyyən etdi ki, çilçıraq – rəqqas yellənmələri vaxtı, onun az və ya çox məsafəyə yellənməsindən asılı olmayaraq, izoxron hadisələr həmişə eynidir. Bununla o qərara gəlir ki, sərt milli rəqqas, saatın gedişi üçün əla tənzimləyici ola bilər. Beləliklə, dünyanın bütün kəfkirli saatlarını 1589-cu ildə burada xaç suyuna çəkirdilər. Rəqqasın L metrlə uzunluğuna görə onun saniyələrlə T rəqs periodunu hesablamaq olar:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \approx 2\sqrt{L}\ .$$

Burada $g \approx 9{,}8$ m/san^2 – sərbəstdüşmə təcilidir.

Bu, sizin nəbzinizin neçə dəfə vurmasına bərabərdir?



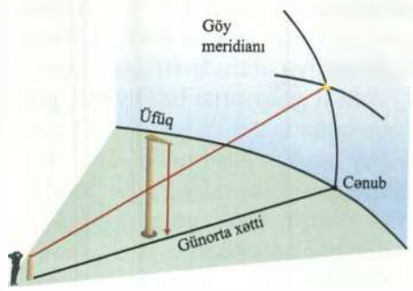
Böyük Ayının δ-sı Meqrets ("quyruğun özəyi") ulduz vaxtını təyin etməyə kömək edir. Kəsib-keçmə şimal nöqtəsindən (Qütbaltı) gedir, Qütb – Meqrets xətti isə "əqrəb" rolunu oynayır.

ULDUZ VƏ GÜNƏŞ SUTKALARI

Çalışın Yerin dolanma müddətini özünüz təyin edin. Bunun üçün taxta üzərinə vurulmuş iki mismardan ibarət vizir-tuşlama düzəldin və onu ştativ üzərində quraşdırın.

Viziri hər hansı bir ulduza mümkün olduqca dəqiq tuşlayın, yerini müəyyən edin, müşahidənin başlanması vaxtını qeyd edib, cihazı gün ərzində hərəkətsiz saxlayın. Vizirdən başqa, siz böyük müvəffəqiyyətlə etibarlı bərkidilmiş teleskop və baxış borusundan istifadə edə bilərsiniz. Oxu ətrafında fırlanan Yer bir sutka sonra özü viziri həmin ulduza tuşlayacaqdır.

"Burada nəyi təyin etmək lazımdır? – erudisiyalı oxucu soruşa bilər. – Vizir 24 saatdan sonra həmin ulduza tuşlanacaqdır". Lakin astronomiyanı eruditlərdən daha çox müşahidəçilər irəliyə aparmışlar. Ulduzun qayıtmasını müşahidə edin. "Hə, nə olsun! – Müşahidəçi deyəcək. – Mənim saatımla ulduz 23 saat 56 dəqiqədən, təxminən 24 saatdan sonra qayıtmışdır". Lakin yalnız inadcıl müşahidəçi öz saatının hərəkətini yoxlayaraq, müxtəlif ulduzlarla bir neçə təkrar müşahidə apararaq, zəngli saat və mismar cütünün köməyi ilə sensasiyalı bir kəşf edə bilər. Yer öz oxu ətrafında çoxlu kitablarda yazıldığı kimi 24 saata deyil, 23 saat 56 dəqiqəyə fırlanır. Bunu hamıya demək olar, çünki bu bir həqiqətdir.



Ulduz saatının gedişinin qapalı ipli alətlə yoxlanması. Müşahidə zamanı şaqulun ipi və çəp kəsikli dirək göy meridianını bildirir. Ulduz vaxtı yuxarı kulminasiyanı kəsib keçən ulduzların birbaşa doğuluşuna bərabərdir: $S = \alpha$.

Biz hər şeyi çox düzgün etdik. Biz çox uzaqda yerləşən, göy qübbəsində sutka ərzində öz yerini nəzərəçarpacaq dərəcədə dəyişməyən göy cisimlərinə – ulduzlara nisbətən planetimizin öz oxu ətrafında fırlanma müddətini ölçdük. Əgər biz vizirin köməyi ilə Yerin fırlanması vaxtını Aya nisbətən ölçsəydik, 24 saat 49 dəqiqəyə bərabər sutka alardıq. Çünki bizim planet öz oxu ətrafında 23 saat 56 dəqiqəyə fırlandığı müddətdə Ay özünün Yer ətrafındakı orbiti üzrə qabağa qaçır və Aya çatmaq üçün Yer daha 53 dəqiqə fırlanmalıdır.

Bəs bu necə sutkadır – 23 saat 56 dəqiqə? Bu 4 dəqiqəlik fərq necə yaranır? Ulduzlara görə ölçülmüş sutkaları *ulduz sutkaları* adlandıraq. Hər halda, bizim 24 saat 49 dəqiqəlik sutkanı – Yerin Ay sutkaları anlayışını qəbul etməyə ixtiyarımız var, lakin elmdə belə bir termin yoxdur. Yenidən müşahidələrə keçək, bu dəfə Günəşin üzərində.

Gündüz Günəşə vizirlə baxa bilməzsən. Pəncərə altlığında quraşdırılmış, taxtaya vurulmuş başsız mismar bizim üçün əzəmətli Misir qnomon-abidələrini əvəz edə bilər. Taxta ekranda qnomonun əsasından bir şüa-ox çəkək. Saat 12 və ya 13-də taxtanın bərkidildiyi ştativi elə döndərək ki, şüa qnomonun kölgəsi boyu yerləşsin. Kölgənin sutka ərzindəki müşahidəsi göstərəcəkdir ki, iki günorta arası vaxt 24 saatdır.

Biz astronomik tədqiqatların iştirakçısı olmaqla sadələşdirilmiş, çox da dəqiq olmayan müşahidələr apararaq, əyani surətdə əmin olduq ki, ulduz sutkaları Yerin fəzada, *Günəş sutkaları* isə planetlərin Günəş ətrafında dolanma periodudur.

Günəş sutkaları Ay sutkalarına oxşardır. Yerətrafı hərəkət nəticəsində Ay sutka ərzində ulduzlar fonunda 13° yerini dəyişir və Yer Aya nisbətən tam fırlanma üçün daha 53 dəqiqə dönməlidir. Güneşətrafı hərəkət nəticəsində Yerdəki müşahidəçiyə görə də o, ulduzlar fonunda yerini 1° dəyişir. Yerin fırlanma sürəti isə 1° üçün 4 dəqiqəyə bərabərdir.





Yerdə gündüzlə gecənin dəyişməsi.

Yerin ulduza və Günəşə nisbətən öz oxu ətrafında fırlanmaları sutka ərzində 4 dəqiqə, Ay ərzində 120 dəqiqə, il ərzində isə 24 saat fərqlənir. Bununla əlaqədar ulduz və Günəş vaxtlarını ölçən saatlar da fərqlənir. İl ərzində ulduz sutkaları Günəş sutkalarından 1 gün çoxdur. Yalnız ildə 1 dəfə payız gecə-gündüz bərabərliyi günü ulduz vaxtı Günəş vaxtı ilə üst-üstə düşür.

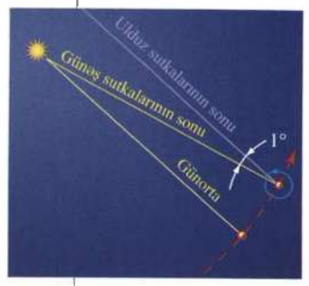
İnsan gündüz və gecələrlə, Günəş sutkaları ilə yaşayır. Lakin bütün rəsədxanalarda ulduz vaxtı ilə işləyən saatlar vardır ki, bunlar sutka ərzində 4 dəqiqə qabağa qaçır. Onlar müşahidələrin təşkili üçün lazımdır. Ulduz xəritəsinin aşağı küncündə saatlar və dəqiqələr qoyulmuşdur. Bu, göy cisimlərinin düz doğuşudur. Sirius ulduzunun düz doğuşu 6 saat 41 dəqiqədir. Bu onu göstərir ki, Sirius ulduz saatı ilə həmin vaxtda, ilin bütün günlərində dəqiq olaraq cənubda, meridian üzərində görünür. Ulduz xəritəsi və saatına baxmaqla asanlıqla başa düşmək olar ki, müşahidə üçün hansı ulduz daha əlverişlidir.

Saatsaz sizin mexaniki, zəngli saatınızı sutkada 4 dəqiqə tələsməyə məcbur etməklə, onun ulduz vaxtı ilə işləməsini qaydaya sala bilər. İllik astronomik təqvimlərdə sizin ulduz

RYOMERİN PASSAJ CİHAZI

Bu 1690-cı ildə olmuşdur. Artıq Hüygensin astronomlara əla kəfkirli saat bağışlamasından 40 il keçmişdi, lakin onu yoxlamağa yaxşı cihaz hələ yox idi. Danimarkalı Ole Ryomer teleskopu qərb-şərq istiqamətində xəttə bərkidilən ox üzərində elə oturtdu ki, onun borusu meridian müstəvisi üzrə hərəkət etsin. Meridian isə teleskopun içərisində şaquli xətlə qeyd edildi. 300 ildən artıq bir müddətdə cihazın prinsipi dəyişməmişdir.





Yer kürəsi öz oxu və Günəş ətrafında eyni vaxtda fırlandığına görə Günəş sutkası ulduz sutkasından 4 dəqiqə uzundur. Buna görə də Günəşin yenidən meridianda görünməsi üçün Yer kürəsi öz oxu ətrafında bir tam dövrdən bir qədər artıq dönməlidir.

saatlarınızın əqrəblərinin yerini düzgün təyin etməyə kömək edən "Orta gecəyarısı ulduz vaxtı" cədvəli vardır.

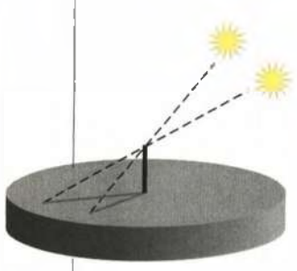
Astronomlar öz ulduz saatlarını ulduzlarla dəqiqləşdirirlər. Bu xüsusi şəkildə bərkidilmiş passaj cihazı – teleskopun köməyi ilə edilir. Baxış borusu yalnız üfüqi ox ətrafında döndərilə bilər, ox isə qərb-şərq istiqamətində bərkidilməlidir. Beləliklə, alət çevrilib, cənub nöqtəsindən başlayaraq, zenit və dünya qütbündən keçməklə şimal nöqtəsinə qədər göy meridianı boyunca hərəkət edir. Borunun görüş sahəsindəki şaquli xətt meridianının qeyd olunmasına qulluq edir. Müşahidə üçün ulduzu seçir, kataloqa görə onun düz doğuşunu təyin edirlər. Ulduzun meridiandan keçdiyi an yuxarı kulminasiyada ulduz vaxtı onun düz doğuşuna bərabərdir.

GÜNƏŞ SAATI

Saat elə bir cihazdır ki, onun köməyi ilə sutkanı kiçik vaxt müddətlərinə bölmək və bu müddətləri görünən etmək olar.

Iohann Littrov. Göyün sirləri. 1834-cü il

Qədim günəş saatı siferblat rolunu oynayan düz meydançadan və həmin meydançada yerləşdirilmiş şaquli qnomondan ibarət idi. Siferblat üzərində günorta ilə üst-üstə düşən dirəkdən şimal istiqamətinə çəkilmiş bir düz xətt – nişan var idi. Qnomon ekranını saatlara bölmək olar. Lakin günün bütün saatları müxtəlif uzunluqda olacaqdır və gündən-günə bu saatların uzunluqları dəyişəcəkdir. Qnomonun vaxtı düzgün göstərməsi üçün onu Yerin oxu istiqamətində əymək, yəni qütb ulduzuna yönəltmək lazımdır. Dünyadakı günəş saatlarının tam əksəriyyətinin milləri şimal, ucları ilə qütb ulduzuna (bizdə aşağı) göyün cənub qütbünün yerləşdiyi Oktant bürcünə (digər qütb ulduzu yoxdur) yönəlmişdir. Qnomonun bu cür təkmilləşdirilməsini eramızdan 530 il əvvəl Lakedemonda günəş saatı inşa etmiş Miletli yunan Anaksimen yerinə yetirmişdir.



Qnomon.

Həmin vaxtdan, yəni iki minillikdən çox bir müddətdə bu saat baş vaxtölçən kimi qalmışdır. Qədim və orta əsr şəhərləri meydanlarında inşa edilən günəş saatları şəhərlilərin həyatını tənzimləməyə imkan yaradır, park və bağlarda ətraf mühitə xüsusi yaraşıq verirdi. Çox hallarda onları üfüqi siferblatlı tumba üzərində, bəzən isə divar üzərində quraşdırırdılar ki, bunlar da şaquli günəş saatları idi. Orta əsrlərdə saatlara bəzən çox gözlənilməz görünüşlər verilirdi. Təsəvvür edin ki, meydanda dəryaza söykənmiş, sümükləri çıxmış qarı – ölüm dayanmışdır. Dəryazın maili sapı isə üfüqi saatların qnomonu rolunu oynayır; sanki, əcəli çatacaq insanlara bildirir ki, vaxt amansızdır...

Adətən, siferblatda ancaq saatları göstərirdilər. Orta əsrlərdə yalnız astronomlar öz ehtiyacları üçün saatı dəqiqələrə bölürdülər. Gündəlik həyatda dəqiqələr əhəmiyyət kəsb etmirdi.

XV-XVI əsrlərdə cib günəş saatlarından istifadə edilirdi. Saat qutusunun qapağı qaldırılarkən qapaqla qutunun dibi arasındakı qaytan tarım çəkilirdi. Dibdə üfüqi, qapaqda isə şaquli siferblat yerləşirdi, qutuda quraşdırılmış kompas qnomonu şimala yönəltməyə, miniatür şaqul isə qutunu üfüqi yerləşdirməyə imkan verirdi. Qnomonun kölgəsi hər iki siferblatda saatı göstərirdi. Qnomona bərkidilmiş xüsusi muncuq isə özünün kölgəsi ilə ilin tarixini göstərirdi.

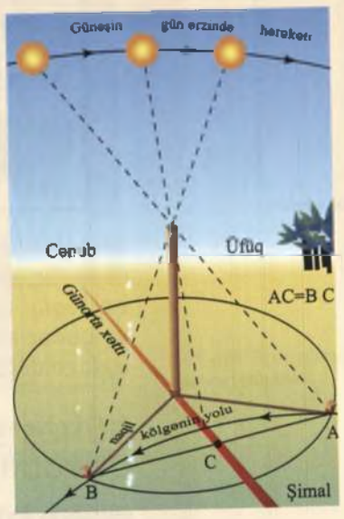
QNOMONUN KÖMƏYİ İLƏ GÜNORTA VAXTININ TƏYİNİ

Günorta vaxtı bütün əşyaların kölgələri cənubdan şimala doğru dəqiq istiqaməti göstərən xətt boyunca yönəlir. Həmin xətti *günorta xətti* adlandırırlar. Onun istiqamətini bilməklə günəş saatını qurmaq olar.

Yerin istənilən nöqtəsində günorta xəttinin istiqamətini təyin etməkdə bizim köməkçimiz qədim astronomiya cihazı qnomondur. Onu hazırlamaq üçün tərəzinin köməyi ilə düz şüvülü yerə şaquli istiqamətdə basdırmaq lazımdır. Günortaya 1-2 saat qalmış kölgənin şüvüldən olan sonunu bir paz vurmaqla qeyd edək.

Bir naqil götürək və bir ucunu qnomonun aşağısına bağlayaq. Naqilin sərbəst ucundan pərgar kimi istifadə etməklə yerdə dairə cızaq. Aydındır ki, dairənin mərkəzi qnomon basdırılan yerdən keçəcək.

Şüvülün saldığı kölgə əvvəlcə kiçiləcək. Sonra yavaş-yavaş kölgənin istiqaməti dəyişəcək və o böyüyəcəkdir. Kölgə böyüyərək, cızdığımız dairəyə yenidən çatanda, kölgənin sonunu başqa bir pazla qeyd edək. Hər iki paz çalınmış nöqtəni qnomondan keçməklə birləşdirən düz xətt günorta xəttidir. Bundan sonra biz istənilən gün həqiqi günorta vaxtını təyin edə bilərik. Müşahidə edin: o, sizin saatınızın günorta vaxtı ilə uyğun gəlirmi?



Ən böyük günəş saatı. Dehli rəsədxanası.

Ən böyük günəş saatı Dehli rəsədxanasındadır. Onun hündürlüyü 18 m olan Qütb ulduzuna yönəlmiş nərdivandan qnomon kimi istifadə olunur. Kölgə saat və dəqiqələrə bölünmüş qövsvari divara düşür.

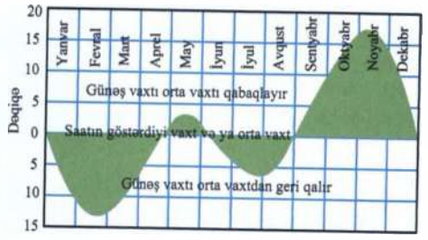
Əgər nöqsansız düzəldilmiş bu saatı müntəzəm olaraq dəqiq vaxt siqnallarına və ya televiziya saatına əsasən yoxlasaq, əmin olacağıq ki, o, ancaq ilin dörd günündə – aprelin 16-da, iyunun 14-də, sentyabrın 1-də və dekabrın 24-də bizim yaşadığımız zamana uyğun gəlir. Qalan bütün günlərdə Günəş və onun saatı ya geri qalır (məsələn, fevralın ortasında 14 dəqiqə), yaxud da tələsir (noyabrın axırlarında 16 dəqiqə).

Əgər kifayət qədər bərabərsürətli fırlanan Yer kürəsi Günəş ətrafında dairəvi orbitdə bərabərsürətli hərəkət etsə, Yerin fırlanma oxu orbit müstəvisinə perpendikulyar olmalı idi, onda Günəş göydə, onun saatı isə Yerdə bərabər sürətlə gedərdi. İlin başlanğıcında onun sürəti yay aylarına nisbətən hiss olunacaq dərəcədə böyükdür. Ona görə də, qış sutkaları yayınkına nisbətən uzundur. İkinci amil, Yer oxunun ekvatora meyillidir – bu da sutkanın uzunluğunun müxtəlif olmasının başqa səbəbidir.

İl ərzində bütün sutkaların eyni olması üçün insanlar "orta Günəşdən" istifadə edirlər. Bu, Günəşin həqiqi deyil, onun Yer ətrafında təsəvvür olunan hərəkətidir. Bu, həm də ekliptika müstəvisi boyunca deyil, ekvator üzrə hərəkətin nəticəsidir. Yaşadığımız "tarazlaşdırılmış" zaman *orta Günəş vaxtı* adlanır.

Günəş saatlarının gedişini *zaman tənliyindən* istifadə etməklə hesablayıb





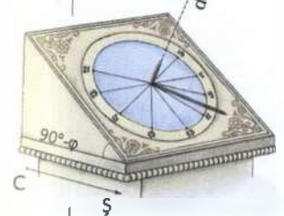
Vaxt tənliyi.

dəqiqləşdirmək olar. Qrafikdə üfüqi oxda ilin ayları, perpendikulyar oxda isə *həqiqi Günəş vaxtını* tapmaq üçün nə qədər əlavə etmək və ya çıxmaq lazım olduğu göstərilmişdir.

GÜNƏŞ SAATININ QURULMASI

Ən sadə yol ekvatorial günəş saatını özümüzün qurmağımızdır. Onların siferblat müstəvisi ekvator müstəvisinə paralel olduğundan belə adlanır. Lövhə üzərində 15 × 15 sm-lik dairə çəkin. Onu 24 saata bölün (1 saat – 15°). Sonra zaman işarələrini qoyun.

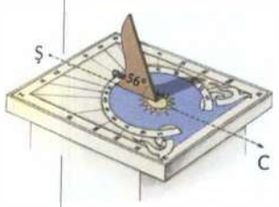
Siferblat bərkidilən dayaq, coğrafi enliyə (φ) uyğun olaraq şimala meyilli olmalıdır. Meyil bucağı $\alpha = 90° - \varphi$-dir. Məsələn, Şamaxı üçün ($\varphi = 43°$) bu $90° - 43° = 47°$ təşkil edəcəkdir. Əgər siz saatı uzun müddətə düzəldirsinizsə, açıq səmada siferblatı quraşdırın: lazım olan bucaq altında direyi kəsin, yaxud da yuxarıda dirək üzərində payanı vurun. Çalışın ki, yağış və ya Günəş şüası işarələri pozmasın. Meyilli prizma şəklində, müəyyən dayaq üzərində daşınan saatı düzəltmək çətin deyildir.



Ekvatorial günəş saatı.

Siferblatın ortasına, qədim zamanlardan bu günümüzə kimi *qnomon* adlandırılan paya vurulur, yapışdırılır və ya bərkidilir (kimin nə cür xoşuna gəlirsə). Ölçüsü 15 × 15 sm olan siferblat üçün hündürlüyü 3-5 sm, eni isə 2-3 mm olan qnomon lazımdır. Qnomon iki şərtə cavab verməlidir: o, siferblata perpendikulyar və meyli dəqiq şimala olmalıdır. Perpendikulyar olmasını bucaq-ölçənlə yoxlayırıq. İstiqamətin şimal-cənub olmasını, başqa sözlə, meridiana istiqamətini təxminən kompasla, dəqiq isə, şaqulun köməyi ilə təyin etmək mümkündür.

Kopernik dövrü üslubunda üfüqi saat.



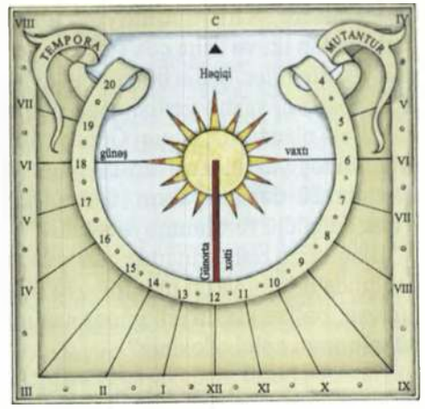
Sonra zamanı qoymaq lazımdır. Siferblat qoyulub götürülən və qnomonda onun firlanma oxu olsa, onda məsələ sadələşir. Qnomonun istiqamətini itirmədən, siferblatı içlik ətrafında elə döndərin ki, o, hansısa yoxlanılmış saata uyğun zamanı göstərsin. Bundan sonra siferblatı bərkitmək olar. Saat mexaniki xarakterli mənbəsiz və batareyanı dəyişmədən işləyəcəkdir.

Ekvatorial saatlara görə zamanı ancaq yaz və yay aylarında dəqiq təyin etmək olar. Sentyabrın 23-dən martın 21-dək Günəş səmada ekvatordan aşağıda hərəkət etdiyindən, siferblatı ancaq aşağıdan işıqlandırır. Əlbəttə, bu yaxşı hal deyildir. Üfüqi saatlar təcrübədə daha əlverişlidir. Bu saatlarda qnomon şkalalara bölünmüş stola enliyə uyğun olaraq meyilli qoyulmuşdur. Bir qayda olaraq, içlik bucaq qnomonu ilə əvəz edilir. Üfüqi saatların saat şkalası bərabərölçülü deyildir. Günortaya yaxın kölgə yavaş, 7 və 19 saat ətrafında isə qalan vaxtların hamısından tez hərəkət edir. Saat bucağının müxtəlif enliklərdə proyeksiyası müxtəlif olduğundan, hər bir enlik üçün ayrıca hesablanmalıdır. Günəş saatlarında kölgənin bucaq kənaraçıxma cədvəlindən istifadə etməklə, müxtəlif enliklər üçün lazımi siferblat çəkmək olar. Saat bucağının hesabatı həqiqi günorta xəttindən sağa və sola aparılır. Əgər sizin yerin enliyi cədvəldə verilmiş iki enliyin arasında yerləşirsə, onda asan başa düşmək olur ki, hansı orta qiyməti seçmək lazımdır.

56° enlik üçün çəkilmiş hazır siferblat bir çoxlarını qane edə bilər. O, Kopernik dövrü üslubunda hazırlanmışdır. Qnomon dəmirdən, yaxud da digər möhkəm materialdan hazırlanmalıdır. Siferblatda qnomonun istiqamətini, şəkildəki günəş saatı ilə tutuşdurmaqla yoxlayın. Üfüqi quraşdırılmış saatlar 60°-dən 52°-yə qədər enliklərdə vaxtı kifayət qədər dəqiq göstərəcəkdir. Ancaq onlara istənilən enliyə uyğun lazımi gediş vermək olar. Əgər sizin enliyiniz 56° şimalda yerləşirsə, onda siferblatın şimal tərəfini qaldırmaq lazımdır. Yox, əgər siz cənub tərəfdə yaşayırsınızsa, onda endirmək lazımdır. Beləliklə, Sankt-Peterburqda ($\varphi = 60°$) rəqəmlənmiş taxta 4° cənuba, Xarkovda ($\varphi = 50°$) isə 6° şimala meyilli olmalıdır. Belə olan halda qnomonun siferblata meyli (56°) dəyişmir. Siferblatın bölgüləri (şkalası) indi bərabər ölçülü olmadığından onu sadəcə fırlatmaqla saatı düzəltmək olmaz. Bu saatlar bizim yaşadığımız zamandan fərqli olaraq, həqiqi Günəş vaxtını göstərir. Zaman fərqini formula ("Yerli vaxt" məqaləsinə bax) əsasında hesablamaq olar. Ən sadəsi adi saata (günəş saatına yox) baxmaqdır.

Divar günəş saatını düzəltmək daha çətindir. İ.Nyuton hələ orta məktəbdə oxuyarkən öz doğma Vulstorpunda belələrini quraşdırmışdı. Divar saatını qurmaq üçün evin kölgə düşməyən və cənuba baxan divarını seçirlər.

Saatların quraşdırılması üçün əsas qayda dəyişməz qalır: yuxarı qurtaracağı divara bərkidilmiş qnomon Qütb ulduzu istiqamətində olmalıdır. Qnomonu burun formasında düzəldək. Onun şaquldan olan meyil bucağı $\alpha = 90° - \varphi$ olmalıdır. Ancaq bu burun divardan düz çıxmır, o həm də günorta xətti boyunca yana çevrilməlidir. İşin görülmə ardıcıllığı belədir: yuxarıdan α bucağı altında və aşağıdan dalğalı xətt cızırıq. Qnomonun uzunluğu saatın ölçüsündən asılı olaraq 15-30 sm təşkil edə



56° enlik üçün günəş saatının siferblatı.

bilər. Onu divara, yaxud da siferblata birləşdirmək qaydasını fikirləşməyi unutmayın.

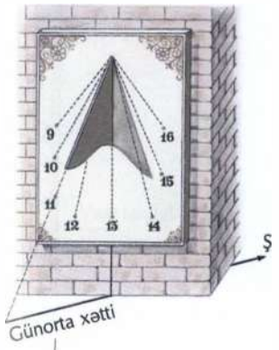
Sonra saatın ekranını düzəldirik, yaxud da siferblat altındakı hamar divardan istifadə edirik. Qnomonun özülünün şaqula perpendikulyarlığını yoxlayaraq, onu divara bərkidirik.

Qnomondan aşağı istiqamətə şaquli xətt çəkirik. Aydın günlərin birində həqiqi günorta vaxtı, qnomonun içliyini özüldən yana doğru elə əyirik ki, onun tini dəqiq Günəşə tərəf çevrilsin. Qnomonun kölgəsi isə şaqul xətti boyunca yönəlmiş olmalıdır. Bununla onu Qütb ulduzuna tuşlamış oluruq.

Sonra kölgə hərəkət etdikcə siferblatda vaxt xətlərini qeyd edirik və zaman nöqtələrini qoyuruq. Bütün bu

ÜFÜQİ GÜNƏŞ SAATI SİFERBLATININ HESABLANMASI

Həqiqi günəş vaxtı, saat		Verilmiş enlikdə saat və günorta xətləri arasındakı bucaq					
		66°	60°	56°	52°	48°	44°
13	11	14°	13°	13°	12°	11°	11°
14	10	28°	27°	26°	24°	233°	22°
15	9	42°	41°	40°	38°	37°	35°
16	8	58°	56°	55°	53°	52°	51°
17	7	74°	73°	72°	71°	70°	69°
18	6	90°	90°	90°	90°	90°	90°
19	5	106°	107°	108°	109°	110°	111°
20	4	122°	124°	125°	127°	128°	129°
21	3	138°	139°	140°	142°	–	–



Divar günəş saatları.



Qum, su və od saatları.

qeydetmələr saatın dəqiqliyinə xələl gətirmədən iki və daha çox sutkaya yerinə yetirilə bilər. Şkala bölgüsünü aylar üzrə aparsaq, saatın gedişi daha dəqiq olar. Belə olan halda, həqiqi Günəş vaxtı orta Günəş vaxtından – aprel-iyun və avqustun 20-dən sentyabrın 10-na qədər – çox da güclü fərqlənməyəcəkdir.

Bizim sizə izah etdiyimiz günəş saatı haqqında bilgini yaxşı mənimsəyə bildinizsə, bəlkə, siz də cib günəş saatını düzəltməyə cəhd edəsiniz?

* * *

Günəş saatları gecə vaxtı, buludlu və yağışlı havada fəaliyyət göstərmir. Dənizdə dalğalanma onları gəmidə istifadə etmək üçün yararsız edir. Dənizçilərə kömək məqsədilə su saatları quraşdırırlar. Su saatları elə quraşdırılırdı ki, onlarda zaman bərabər sürətlə bir qabdan başqasına "axır". Qum saatları həkimlərə və dənizçilərə xidmət edirdi. Avropa feodallarının rahatlığını qoruyan "gecə gözətçiləri" gecə ərzində vaxtı bilmək üçün yanan böyük şamın uzunluğunu ölçürdülər. Şamın uzunluğunun nə qədər qısalması, neçə saatın keçməsini göstərirdi.

XI əsrdə Avropada birəqrəbli zəng səsli, ağır daşla hərəkətə gətirilən mexaniki saat meydana gəldi. Günəş çıxanda onu 0 saata qoyurdular. Qışda saatın zəncirindən ağır daş, yayda isə yüngül daş asırdılar. Daş nə qədər ağır olurdusa, bu oyuncaqlar təkərlərin sürtünməsinə üstün gələrək bir o qədər sürətlə hərəkət edirdi. Bunlar rəqqassız saatlar idi. Keşikçi gün ərzində bir neçə dəfə günəş saatına görə düzəliş edirdi. XVI əsrdə bir çox imkanlı adamlar "Nürnberq yumurtalarını" – çoxtəkərli kiçik saatları əldə edirdilər. Onları əl çantasında gəzdirmək olurdu. Qalileo Qaliley və Xristian Hüygens rəqqasın xüsusiyyətlərini öyrənərək, onu saatlara tətbiq etdilər. Bununla da mexaniki saatları yeni dəqiqlik səviyyəsinə gətirdilər. Bu, XVII əsrin ortalarında baş verdi.

ETİBARLI SAATLARIN SORAĞINDA

Rəqqaslı saat icad olunduqdan 25 il sonra elə dəqiq işləyən saat mexanizmi düzəltmək mümkün oldu ki, rəsədxanalarda müşahidələr zamanı onlardan uğurla istifadə etməyə başladılar. Onu birinci dəfə İngiltərə krallığının astronomu və Qrinviç rəsədxanasının birinci direktoru Con Flemstid tətbiq etdi. O, bunu 1676-cı ildə "Səmanın Britaniya tarixi" adlı böyük ulduz kataloqunun tərtib edilməsində işlətmişdi.

Astronomik saatların gedişinin öyrənilməsi ənənəsi Flemstid tərəfindən qoyulmuşdur. Onların gedişi öyrənilərək, yeni planetin hərəkəti müşahidə edildiyi kimi, o da saatın gedişini müşahidə edərək, tədqiqat aparırdı.

ASTRONOMİK MÜŞAHİDƏLƏRDƏ SAATLARDAN NECƏ İSTİFADƏ ETMƏLİ

Çox yüksək səviyyədə tənzimlənmiş istənilən mexaniki saat ya tələsir, ya da geri qalır. Bundan başqa, bütün saatlar bərabər sürətlə işləmir: yırğalanmadan, titrəmədən, hərarətdən, atmosfer təzyiqindən, mexanizmin çirklənməsindən, köhnəlməsindən, nizamının pozulmasından və bir sıra başqa səbəblərdən asılı olaraq bəzən tez, bəzən də yavaş işləyir.

Buradan Flemstidin birinci qaydası ortaya çıxır: saatın gedişini müntəzəm olaraq eyni vaxtda sutkada bir dəfə yoxlamaq lazımdır.

Əvvəllər astronomlar bunu ulduzlara görə edər, sonra ulduz vaxtını saatların işlədiyi orta Günəş vaxtına çevirərdilər ("Yerli vaxt" məqaləsinə bax). İndi onlar radio və televiziya vasitəsilə verilən dəqiq vaxt siqnallarından istifadə edirlər. Astronomlara saniyənin mindəbiri qədər dəqiqlik lazımdır. Həvəskar astronomlara müşahidələrin əksəriyyəti üçün bir saniyə dəqiqlik kifayətdir.

İkinci qayda: yoxlamaq o demək deyil ki, saatların göstəricisini hər gün dəyişmək lazımdır. Məqsəd onların gedişinin xarakterini öyrənmək, saata əlavəni müəyyən etmək və onu müşahidə jurnalında qeyd etməkdir.

Dəqiq zaman siqnalının T anına uyğun saatın T_1 göstəricisini saniyə dəqiqliyi ilə qeyd etmək lazımdır. Daha yaxşı olar ki, 1/2, 1/3 və yaxud da 1/4 saniyə dəqiqliyini tuta bilərsiniz. *Saata edilən düzəliş* o kəmiyyətdir ki, dəqiq vaxtı tapmaq üçün onu saatın göstəricisinə əlavə etmək lazımdır. Baxılan halda (cədvələ bax) saatlar geri qalır və düzəliş "müsbət" işarəyə malikdir. Tələsən saatların düzəlişi "mənfidir".

Üçüncü qayda: saatın sutkalıq gedişini və onun variasiyasını (dəyişməsini) müəyyən etmək lazımdır. Yanvarın 26-dan 27-nə kimi bir sutka ərzində saat 1,2 san geri qalıb. 28 və 30 yanvar arasında saatın gedişi yoxlanılmayıb. Bu iki sutka ərzində saat daha 1,9 san geri qalıb, amma cədvəldə sutkalıq gedişi, yəni +1,0 san göstərmək lazımdır. Yanvarın 31-də yoxlama əvvəlki vaxtda deyil, saat 12.00-da aparılıb. Əvvəlki yoxlamadan 3/4 sutka sonra saat 0,6 san geri qalıb, amma saatın gedişi 3/4 + 1/4 sutka üçün, yəni +0,8 san kimi qeyd olunur.

Budur, saatın yoxlanılmasının ilk nəticəsi artıq əlimizdədir. Orta sutkalıq gediş +0,86 san təşkil edir, başqa sözlə, saat hər sutkada orta hesabla bir saniyədən bir az geri qalır və sutkadan sutkaya onun dəyişməsi kifayət qədər azdır (± 0,2 san). Aydındır ki, gedişinin variasiyası belə olan saat həvəskar astronomik müşahidələr üçün tam yarayır.

İndi görək saat müşahidə aləti kimi necə istifadə olunur. Tutaq ki, siz fevral

STRASBURQ KİLSƏSİNİN SAATI



Strasburq kilsəsinin saatı orta əsr texnikasının möcüzəsi idi. Bu saat 1354-cü ildə quraşdırılmışdı. Bir qədər sonra bu saata hər saatda bir dəfə zəng vuran qurğu əlavə edildi. Saatda, əqrəbli siferblatdan başqa, bütöv bir planetari də yerləşdirilmişdi: fırlanan ulduzlu səma, daimi təqvim, zodiak bürclərinin fonunda yerini dəyişən planetlər. Bu ansamblı mexaniki teatr da adlandırmaq olardı. Günorta vaxtı Müqəddəs Məryəm anaya qucağındakı uşaqla birlikdə üç mələk səcdə edirdi. Kiçik mexaniki oyuncaqlar oynayır, xoruz çıxaraq banlayır və qanadlarını yelləndirdi. Bu, hər şeydən əvvəl, böyük tarımlanmış oyuncağa bənzəyirdi. Saatların gedişini tənzimləyən rəqqas hələlik yox idi. Onlara vaxtaşırı günəş saatına əsasən düzəliş etmək lazım gəlirdi.

Müşahidələr jurnalında qeydlər. Saatın düzəlişinin təyini.

SAATIN GEDİŞİNİN YOXLANILMASI

Tarix	Dəqiq vaxt yoxlama vaxtı T	Saatın göstəricisi T_1	Saatın düzəlişi U	Sutkalıq gediş ω	Sutkalıq gedişin variasiyaları δ
26 yan.	18 saat 00 dəq 00 san	17 saat 57 dəq 00,5 san	+2 dəq 59,5 san	–	–
27 yan.	"	17 saat 56 dəq 59,3 san	+3 dəq 00,7 san	+1,2 san	-0,3 san
28 yan.	"	17 saat 56 dəq 58,7 san	+3 dəq 01,3 san	+0,6 san	+0,3 san
30 yan.	"	17 saat 56 dəq 56,8 san	+3 dəq 03,2 san	+1,0 san	-0,1 san
31 yan.	12 saat 00 dəq 00 san	17 saat 57 dəq 56,2 san	+3 dəq 03,8 san	+0,8 san	+0,1 san
				+0,86 san	±0,2 san

SAATSIZ HEÇ CÜR MÜMKÜN DEYİL

"Tələsin və yadda saxlayın: Günəşin ilk şüası görünən kimi bina havaya sovrulacaq!" – hansı bir istilaçı öz nitqini belə yekunlaşdırmışdı. Onun belə gözəl ifadələr işlətməsi, gözəl danışmağa olan məhəbbətdən irəli gəlmirdi. Qədim terrorçunun saatı olmadığından, partlayış anını insanların diqqətinə dəqiq çatdırmaq istəyirdi. Ümumiyyətlə, o zamanlar Günəş özü bir saat idi. Doğrudur, bu saat ancaq Günəşin doğma və batma anlarını dəqiq göstərirdi.

Saat əhəmiyyətli əşyadır. "Saatları uyğunlaşdıraq, cənab zabitlər" – əməliyyatdan qabaq komandir belə əmr edir. Elektrik qatarının yola düşməsinə bir dəqiqə qalmış, perrondakı sərnişinlərin hərəkətində bir canlanma hiss olunur. "Günəş tutulmasının başlanmasına 30 saniyə qalmışdır. Vaxtın hesabatını verirəm..., 27, 26, 25, ..." cihazlar qurulmuş meydançada astronomlar üçün mikrofondan belə informasiya yayılır. Planetlərarası kosmik stansiya nə zaman gəldi uçmur. O, "planetlərin cədvəlinə" uyğun buraxılır. Bu və ya digər planetə göndəriləcək kosmik gəminin nə vaxt buraxılması, həmin planetin Yer kürəsinə görə vəziyyətindən asılı olaraq təyin edilir.

Beləliklə, saat müəyyən zaman anlarını əvvəlcədən görməyə imkan verir. Vaxtın dəqiq bilinməsi insanlara, təbiətin əvvəlcədən hesablanmış hadisələrinə uyğun hərəkət etməyə imkan verir. Bundan başqa, saat müxtəlif zaman kəsiyini də ölçməyə şərait yaradır. Başqa elm adamlarına nisbətən astronomlar bu cihazlardan daha çox istifadə edirlər.

1845-ci ilin yayında qırx ədəd qutu yüklənmiş araba karvanı, qaydanı gözləmək üçün çar qvardiyasının müşayiəti ilə Pulkovodan Moskvaya gedirdi. Günəş şüalarından gizlənən Vasili Yakovleviç Struve isə zamanın Pulkovo vaxtı ilə keçməsini izləyirdi. Pulkovo ulduzları ilə yoxlanılmış qırx ədəd yaxşı xronometr Moskva Universitetinə aparılırdı. Maraqlıdır, bəs bu qədər çox xronometr nə üçün lazım idi? Böyük dəqiqlik üçün. Aydındır ki, üçgünlük yolda silkələnmə nəticəsində onlardan bəziləri geri qalacaq, digərləri isə qabağa qaçacaqdı. Məlum məsələdir ki, qırx ədəd xronometrin göstərdiyi ortalaşdırılmış vaxt daha dəqiq olacaqdı.

Astronomiyada işlədilən düstur vaxtı hesablamaq üçün daha düzgündür: İki şəhərin enliklər fərqi onların yerli vaxtlarının fərqinə bərabərdir. Bunu təkrar edin və yadda saxlayın. Moskva rəsədxanasının yaradıcısı və ilk direktoru D.M.Perevoşikov mehriban insan və ağıllı professor idi. O, Pulkovo vaxtını Moskva ulduzları ilə qoyulmuş saata görə müqayisə etdi. Moskva saatları 28 dəqiqə 58,4 saniyə irəli idi. Deməli, Moskva meridianı 28 dəqiqə 58,4 qövs saniyəsi, yəni Peterburq meridianından 7°14′36″ şərqdə yerləşirdi. Sonra Peterburq xronometrləri geri qaytarıldı. Geri qayıdarkən yolda enliklər fərqini və öz düzəlişini Struve bir də yoxladı.

Bundan iki il əvvəl həmin xronometrlər Peterburqun enliyini dəqiq təyin etmək üçün gəmi vasitəsilə Qrinviçə və sonra da geri göndərilmişdi. Hazırda olduğun yerin enliyini Qrinviç vaxtını radiosiqnallara, yaxud peyk məlumatlarına əsasən təyin etmək olar. Əvvəllər bu məqsədlə olduğun yerin enliyini təyin etmək üçün həmin yerin saatını başqa bir yerə daşımaq lazım gəlirdi. Uzaq məsafələrə üzən gəmi kapitanının başlıca cihazı xronometr və sekstant idi.

ayının birində gecə binoklla ulduzun ay tərəfindən tutulmasını (ulduzun Ay diskinin arxasına keçməsi) müşahidə edirsiniz. Saat sizin qarşınızdadır. Ulduzun Ay diskinin arxasına keçib görünməz olduğu vaxtı qeyd edirsiniz: 09 san (əvvəlcə saniyə) 00 saat 03 dəq. Müşahidənin dəqiq vaxtı necə tapılır?

Hesablama belə aparılır. Saata görə qeyd olunan müşahidə vaxtına, müşahidə jurnalından 31 yanvara uyğun saatın düzəlişi və axırıncı yoxlamadan keçən 12 saat ərzində yığılan düzəliş əlavə olunur (+0,3 san : 2 = 0,43 san). Beləliklə, dəqiq müşahidə vaxtı: 00 saat 03 dəq 09 san + 3 dəq 03,8 san + + 0,4 san = 00 saat 06 dəq 13,2 san.

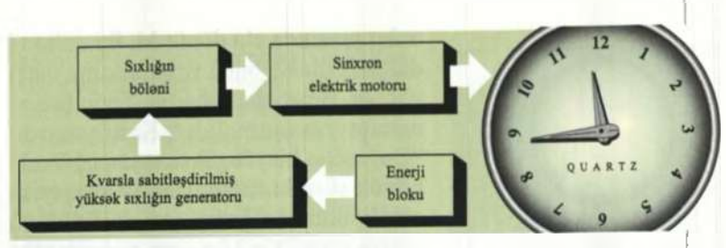
Müşahidə vaxtını jurnalda qeyd edərkən 0,2 san yazılmır, belə ki, tutulma anı 1 san dəqiqliklə qeyd olunur. Saniyənin tam hissəsi isə, şübhəsiz ki, etibarlıdır. Təcrübəli astronomlar saatdan belə istifadə edir.

SAATLARIN DƏQİQLİYİ ARTIR

Flemstidin düzəltdiyi birinci Qrinviç saatının xətası ±3 saniyə təşkil edirdi! Astronomlar daha 300 il rəqqaslı mexaniki saatlardan istifadə etdilər. Bu saatlar getdikcə daha dəqiq olurdu. Daha böyük dəqiqlik əldə etmək məqsədilə temperaturu sabit saxlamaq üçün saatları rəsədxanaların zirzəmilərində saxlayırdılar. Atmosfer təzyiqinin dəyişməsinin qarşısını almaq üçün xüsusi qurğular icad edirdilər. Praktiki olaraq yükü və uzunluğu dəyişməyən müxtəlif rəqqaslar düzəldirdilər. Saatlar da, indiki təyyarələr kimi, konstruktorların şərəfinə adlandırılırdı: Dent, Rifler, Lerua və s. Konstruktorlar rəqqası və yükləri getdikcə daha da təkmilləşdirirdilər. İlk rəqqaslı və işəsalma qurğusu olan saatı 1657-ci ildə Xristian Hüygens icad etmişdi. Həmin zamanlar Hüygens, obrazlı şəkildə desək, öz "uşaqlarını" dalbadal və fərqli şəkildə meydana gətirirdi: banlamaq, zəncirli yüklər, təkərciklər – buraxılan baş təkər daxil olmaqla və hətta əqrəbi olan siferblat. Bu proses saatlarda yalnız qapaq altında elektromaqnitli rəqqas, batareya və naqil qalana qədər davam etdi. Naqil rəsədxananın üst otağında yerləşən siferblata birləşdirilirdi. 1925-ci ildə peyda olan, saatlardan "qalan" bu mexanizmi Şort saatları adlandırırdılar. Bir sutka ərzində bu saatların xətası cəmi 0,002 saniyə (adətən, $2 \cdot 10^{-3}$ saniyə yazırlar) təşkil edirdi. Axırıncı dəfə rəqqaslar 1954-cü ildə Fedçenko tərəfindən təkmilləşdirildi. Onların dəqiqliyi $3 \cdot 10^{-4}$ saniyə təşkil edirdi.

Ümumiyyətlə, Fedçenko saatları çox gec işıq üzü gördü. 1939-cu ildə saatların əsas detalı hesab olunan mexaniki rəqqas tullanıldı. Bundan sonra rəsədxanalarda kvars saatlarından istifadə etməyə başladılar. Onlarda rəqqas rolunu, saatın gedişini kvars lövhələr yerinə yetirirdi. Kvars lövhəyə elektrik cərəyanı versək, o, verilmiş tezliklə dəyünməyə başlayır. Kvars lövhələr vasitəsilə gedişi tənzimlənən saatların bir sutkada dəqiqliyi 10^{-4}–10^{-6} saniyə təşkil edir. Astronomik müşahidələrin dəqiqliyini 100 dəfə artıran kvars saatlarının da öz çatışmayan cəhəti var. Zaman keçdikcə kvars lövhəsi "qocalır" və bu, sutka ərzində saatın gedişinin 10^{-6} saniyə ləngiməsinə gətirib çıxarır.

Kvars saatları astronomiyada 20 il işlədildi. 1960-cı illərdə onları atom saatları əvəz etdi. Onlarda rəqqas rolunda sezium atomu çıxış edir. Onlar ciddi rəqsi tezliyə malik müəyyən enerji kvantları şüalandırır. Onların gedişlərinin xətası bir sutka ərzində 10^{-10}–10^{-11} san təşkil edir. Ancaq onların da öz çatışmayan cəhətiləri vardır. Onlar fasiləsiz işləyə bilmir. Kvars və atom saatları cütlüyünün birlikdə işi isə kamertona bənzəyir. Sezium generatoru müxtəlif vaxtlarda kvars saatlarına düzəliş verir. Kvars rezonatoru isə dəqiqləşdirilmiş vaxtı, atom kamertonunun növbəti işə düşməsinə qədər saxlayır. Başqa atom-rəqqaslarla işləyən saatlar da sınaqdan keçirilmişdir: hidrogenli, rubidiumlu. Ancaq seziumlu atom saatları hələlik əsas olaraq qalır. Astronomlar səmanı, eləcə də Yer kürəsini müşahidə edərkən onlardan məharətlə istifadə etməyi bacarmalıdırlar.



Kvars saatının sxemi.

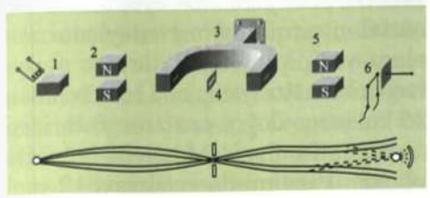


Rəqqaslı astronomik saat.

YER BƏRABƏR SÜRƏTLƏMİ FIRLANIR?

Əsrlər boyu insanlar saatlarının gedişini Yerin öz oxu ətrafında fırlanmasına görə yoxlamışlar. Fantastik bərabər gedişə malik saatlar yaradıldıqdan sonra Yer kürəsinin fırlanmasının bərabərsürətli olub-olmadığını yoxlamaq imkanı yarandı. Yer bərabər sürətləmi fırlanır?

Hələ İmmanuil Kant Nyutonun qabarmalar nəzəriyyəsini inkişaf etdirərək, 1754-cü ildə Yerin hərəkətinin yavaşıyan olacağını göstərdi. Doğrudan da, Ayın cazibəsi Dünya okeanında qabarma və çəkilmə yaradır. Yer fırlanaraq



Atom saatının sxemi:
1 – mənbə;
2 və 5 – maqnitlər;
3 – dalğaötürən qurğu;
4 – kollimator;
6 – detektor.

onlar arasında elə dönür ki, iki nəhəng dalğa fasiləsiz onun fırlanmasına qarşı yönəlir. Beləliklə, qabarma Yerin fırlanmasını yavaşıtmalıdır. Kant yazırdı: "Doğrudur, bu yüngül yavaşımanı Yerin böyük sürətlə fırlanması ilə müqayisə etsək, onda dalğanın çox zəif olduğu ortaya çıxar. Yer küresinin nəhəng kütləsini də nəzərə alsaq, belə görünə bilər ki, qabarmaların təsirini sıfır hesab etmək olar. Əgər nəzərə alsaq ki, bu proses daim, əsrlər boyu davam edir və bundan sonra da davam edəcəkdir. Yerin hərəkəti sərbəst olduğundan, onun hərəkət miqdarı momentinin cüzi miqdarda itirilməsinin yeri dolmur. Bununla belə, yavaşıma daim təsir göstərir. Onda belə bir təsirin tamamilə nəzərə alınmaması düzgün olmazdı. Bu cüzi təsir daim toplanaraq, nəhayət, çox böyük miqdarda enerji qopara bilər".

İki əsrdən sonra həm Şort saatları, həm də kvars saatları Kantın fikirlərinin doğru olduğunu göstərdi. Bundan başqa, Ayın Günəşlə birlikdə Yerin atmosferində və səthində qabarmalar yaratması məlum oldu. Nəzərə alınmalıdır ki, qabıq altındakı Yer cismi özünü maye kimi aparır. Ay insanları gündə iki dəfə Yerin mərkəzi üzərində 50 sm yuxarı qaldırır. Hər cür qabarmalar bizim planetin fırlanmasını yavaşıdır. Nəticədə hər 100 min ildə Yerdə sutka 3,3 san uzanır.

Başqa bir səbəb isə hər 100 min ildə Yeri 1 san tez fırlanmağa məcbur edir. Bu səbəb sıxılma nəticəsində Yerin həcminin kiçilməsidir. Bu onun nüvəsində (mümkündür ki, burada buzlaqların əriməsi də öz təsirini göstərir) maddənin sıxılması ilə bağlıdır. Nəticədə qabarma və sıxılmalar birlikdə 100 min ildə Yerdə sutkanı 2,3 san uzadır.

YERLİ VAXT

SİZİN YERLƏRDƏ SAAT NEÇƏDİR?

Qütb ulduzu ətrafında Böyük Ayı bürcünün necə döndüyünü axşam vaxtı müşahidə etsək, ulduz saatını təyin etmək olar. Həqiqi günəş vaxtını günəş saatının köməyi ilə bilirlər. Əgər vaxt tənliyinin cədvəlində bu gün üçün düzəlişi təyin etsək və onu həqiqi günəş vaxtına əlavə etsək, onda orta günəş vaxtı da məlum olar. Əgər astronomlar kimi dəqiq olsaq, onda bura "yerli vaxt" sözünü əlavə etmək lazımdır: yerli ulduz vaxtı və s.



Daha əlverişlisi gündəlik həyatda orta günəş vaxtından istifadə etməkdir. Birincisi, o gecə və gündüzün ritmi ilə bağlıdır. İkincisi, bu, həqiqi günəş vaxtından fərqli olaraq, bərabər gedişə malikdir. Ona görə ki, bu adi gedişli və elektron saatlar üçün uyğunlaşdırılmışdır. Nə qədər ki, dünyada hər dəqiqəyə uyğun cədvələ malik dəmiryolu yox idi, hər bir şəhər öz yerli vaxtı ilə yaşayırdı. Kəndlər isə xoruz banına və bazar günləri şəhərdən malların "gətirilmə" vaxtına uyğun yaşayırdı. Bütün şəhərlərin öz vaxtı var idi. Petropavlovsk-Kamçatskidə yay Günəşi batmağa yaxınlaşır, Sankt-Peterburqda saat ikidir, haradasa Lissabonda isə hələ günorta başlamayıb və s.

Bir meridianda yerləşmiş Arxangelskdə, Voloqdada, Ryazanda, Donetskdə, Soçidə və Türkiyənin Trabzon şəhərlərində yerli vaxt eynidir. Ancaq qərbdən şərqə doğru yerdəyişmə zamanı yerli vaxt ciddi surətdə fərqlənəcəkdir. Rusiyanın orta enliklərindən 15 km şərqə doğru saatların göstəricisi 1 dəqiqə fərqlənir. Moskvada günorta olanda, Vladimirdə yerli vaxt 12 saat

GÜNBƏZ-QNOMON

"Həqiqətən, günbəz və səma eyni rolda çıxış edir. Bəzən o elə yüksəkliyə qalxır ki, hətta Florensiyanı əhatə edən dağlar, onunla bərabər ölçülü görünür. Səma özü belə günbəzə həsəd aparır. Şimşək onu daim hədəfinə çevirir". İtalyan rəssamı, "Ən məşhur rəssamların, heykəltəraşların və memarların həyat tarixçələri"nin müəllifi Corc Vazari Florensiyadakı məşhur memar və mühəndis Filipp Brunelleskinin Santa Mariya del Fyore kilsəsinin günbəzi haqqında məhz həmin sözləri yazmışdı. Dirçəliş dövrünün ən əzəmətli tikililərindən biri, usta Pipponun günbəzi, dünyanın ən böyük işçi qnomonudur. Günbəz Misir obelikslərı formasında tikilmiş, fənərlə və ikimetrlik kürə ilə tamamlanır. Kürənin mərkəzinin buna (uyğun qnomonun), yerləşdiyi sahənin səviyyəsindən hündürlüyü 111 metr təşkil edir. Florensiyanın kirəmit damlarına günbəzin və kürənin kölgəsi düşmüşdü. Şimal-şərqə uzanan kölgənin uzunluğu yüzlərlə metr idi. (Sol tərəfə zəng qülləsinin kölgəsi düşürdü.) Ola bilsin ki, belə diametrli küreni memar Pippodan onun dostu astronom və riyaziyyatçı Paolo Toskanelli xahiş etmişdi. Kürədən qapaq kimi istifadə edən alim, qnomonun vasitəsilə Günəş tutulması üsulu ilə müşahidə aparırdı. Bu üsulla o, gecə-gündüz bərabərliyi günlərini və ilin uzunluğunu təyin edirdi. Bunlarsız mövcud təqvimdə təkmilləşdirmə aparmaq mümkün deyildi.

Hesablayın, günbəzdən hansı məsafədə kürənin və Günəşin bucaq ölçüləri eyni olacaqdır.

Bir də. Siz deyə bilərsinizmi, bu gözəl şəhərin küçələrində saat neçədir?



11 dəqiqə 12 saniyə, Mojayskda isə günorta bundan 6 dəqiqə sonra başlanır.

Moskva metrosunda, məsələn, Molodyojnaya və Şyolkovskaya stansiyaları arasında yerli vaxt fərqi 91 saniyə təşkil edir. Qatarların hərəkət cədvəli isə bir saniyə dəqiqliyi ilə tərtib edilmişdir. Aydın məsələdir ki, nəqliyyat sistemi vahid zamanla işləməlidir. Ona görə də, Rusiyanın bütün stansiyalarında qatarların hərəkəti Moskva vaxtı ilə baş verir.

Astronomik təqvim həqiqətdə elə hərəkətlərin cədvəlidir. Məsələn, Ay tutulması vaxtı Yerin kölgəsinin Ay səthində hərəkəti. Yerdəki bütün müşahidəçilər üçün o eyni vaxtda başlanır. Ancaq hansı vaxtla? Əlbəttə, dünya vaxtı ilə. Londonda yerləşən Qrinviç rəsədxanasının yerli vaxtı *Ümumdünya vaxtı* kimi qəbul olunmuşdur. Yerin sıfır meridianı buradan keçirilmişdir. Bütün dəqiq vaxt siqnalları dəqiqə və saniyəsinə kimi Ümumdünya vaxtına uyğun gəlir. Bununla bərabər, Astronomik Vaxt Xidməti Yerin bərabərsürətli olmayan hərəkətini atom saatlarının vasitəsi ilə daim izləyir. Lazım gələndə saniyəni əlavə edir, yaxud da çıxır. Həm də hər 4 il aşırı təqvimə artıq bir gün – 29 fevralı əlavə edirlər. Ona görə də, Yeni ilqabağı axırıncı dəqiqə (Ümumdünya vaxtı ilə) 59, 60 və ya 61 saniyə ola bilər. Bu barədə astronomik xidmət mərkəzləri əvvəlcədən məlumat yayırlar.

Rusiyanın orta qurşağında londonlularla bir saat üzrə yaşamaq əlverişli deyildir. Bu o deməkdir ki, saat 10-11-də yuxudan qalxmaq və gecə yarısından xeyli keçəndə yatağa uzanmaq lazımdır. Ona görə də, Ümumdünya vaxtının davamı kimi, *qurşaqlar vaxtını* yaxşı fikirləşib tapdılar. Bunun üçün Yerin 24 əsas meridianını seçiblər. Onların enlikləri 0°, 15°, 30°, 45° və sairədir. Bu meridianların hər birində yerli vaxt Ümumdünya vaxtından bir vaxt tam ədədi qədər fərqlənir, dəqiqə və saniyələr isə Qrinviç vaxtına uyğun gəlir. Bu meridianların hər birindən sağa və sola 7,5° ölçdülər və oradan saat qurşaqlarının sərhədlərin keçirdilər. Belə bölgünün hər birinin daxilində



Flamand şəhəri Liranın şəhər qülləsində 13 siferblatlı saat yerləşdirilmişdir. Saat bütün kontinentlərdə vaxtı, Ayın fazalarını, ulduzların üfüqə nisbətən vəziyyətini və təbiətin qanunauyğun hadisələrinə aid digər məlumatları göstərir.



Qrinviç rəsədxanası.

zaman eynidir. Qonşu qurşaqlarda zaman tam bir saat fərqlənir.

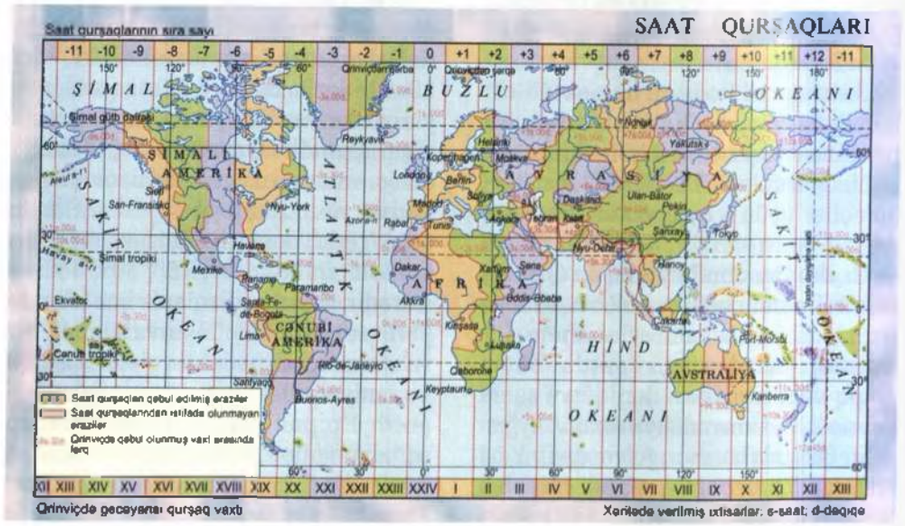
Sıfır saat qurşağı Qrinviç meridianından hər iki tərəfdə yerləşir. Qərbi Avropa qurşağı adlanan bu yerdə Ümumdünya vaxtı ilə yaşayırlar. Şərqə tərəf Orta Avropa vaxtının birinci qurşağı yerləşmişdir. Rusiyanın Kalininqrad vilayətində Orta Avropa vaxtı ilə yaşayırlar. İkinci saat qurşağı Şərqi Avropa adlanır. Rusiya 12 saatlıq qurşağın sərhədində yerləşir. Səudiyyə Ərəbistanından başqa, bütün dünyada qurşaq vaxtı sistemi qəbul olunmuşdur. Bütün saatlar eyni dəqiqə və saniyəni göstərir. Bir qurşağın sərhədindən digərinə keçdikdə, istiqamətdən asılı olaraq, saat əqrəbi tam bir saat irəli, yaxud da geri çəkilir. Əgər saat qurşaqlarının sərhədi dəqiq verilmiş meridiandan keçsə idi, onda Moskva şəhəri ikinci və üçüncü saat qurşağında yerləşərdi. Belə olan halda, hər dəfə Moskvanın bir rayonundan digərinə yerini dəyişəndə saatı gah irəli, gah da geri çəkmək lazım gələrdi. Ona görə də real saat qurşaqları sərhədinin əlverişli olması üçün dövlətlərin, diyarların, vilayətlərin, çayların və dağ silsilələrinin sərhədindən keçirmişlər.

Beləliklə, Moskva şəhəri belə öz məxsusi "Moskva vaxtı" ilə yaşamır. Moskva 30° şərq enlik meridianının vaxtı ilə yaşayır. Bu, ikinci saat qurşağının ortasından keçir. Həmin meridianda Sestroretsk, Luqa, Dno, Nevel yerləşmişdir. Bu yerlərdə günorta Moskvaya nisbətən yarım saat gec olur. Onu "luqa", yaxud da "nevel" vaxtı adlandırsaq, daha düzgün olar. İnsanlar, orta və qurşaq vaxtlarından başqa, özlərinə əlverişli olan yeni vaxtlar fikirləşirlər.

Məlum olduğu kimi, gec yatıb, gec də qalxmağa meyilli insanlar vardır. Ola bilərmi ki, ölkədə bütün saatları bir saat irəli çəksinlər? Adam görəcək ki, saat artıq səkkizi göstərir, həvəslə yerindən qalxacaq. Halbuki, saat yeddini göstərsəydi, onlar belə həvəslə qalxmazdılar. "Qış vaxtı" ifadəsi belə yaranmışdır. Rusiyada qış vaxtı saatlar qurşaq vaxtından bir saat irəli çəkilmişdir. Bunu çox vaxt dekret vaxtı da adlandırırlar (çoxları bunu bilmirlər, ona görə ki, bu, 1930-cu il iyunun 16-da edilmişdir). Martın axırında rusiyalılar yenə saatların əqrəbini bir saat irəli (bir də bir saat!) çəkirlər. Oktyabrın axırına kimi yay vaxtı ilə yaşayırlar. Noyabrdan yenidən qış vaxtı başlanır.

Qeyd etmək lazımdır ki, artıq Azərbaycanda da yay və qış vaxtlarından istifadə edirlər. Azərbaycanda da yaşadığımız vaxt qurşaq vaxtına uyğun deyildir. Moskva vaxtı ilə saat 15.00 olanda, Bakı vaxtı ilə saat 16.00 olur.

Azərbaycan üçüncü saat qurşağında yerləşir. Azərbaycanda martın axırıncı bazar günü saatların əqrəbini bir saat qabağa çəkirlər. İnsanlar oktyabrın axırına kimi yay vaxtı ilə yaşayırlar. Noyabrın əvvəlindən martın axırına kimi qış vaxtı tətbiq edilir.



Dünyanın saat qurşaqlarının xəritəsi.

SİZİN YERLƏRDƏ BU GÜN HANSI GÜNDÜR?

Belə bir sualla Fernan Magellan ekspedisiyasının iştirakçısı, tarixşünası, nəcib və alicənab Antonio Piqafetta Yaşıl Burun adalarının sakinlərinə müraciət etdi. Bu hadisə donanmanın salamat qalmış axırıncı gəmi dövri-aləm səyahətindən doğma sahillərə istiqamət götürərkən baş vermişdi. Hansısa qarışıq fikir üçüncü gün idi ki, senyoru narahat edirdi. O, bir məsələni heç cür aydınlaşdıra bilmirdi. Bu barədə o, gündəliyində belə yazırdı: "9 iyul 1522-ci il. Bizim günlərin hesabında yanılmağımızı təyin etmək üçün, biz sahilə çıxanlara həftənin hansı gününün olmasını soruşmağı tapşırdıq. Onlar adanın sakinlərindən – portuqaliyalılardan öyrəndilər ki, bu gün dördüncü gündür. Bu, bizi çox təəccübləndirdi, bizim hesabatımıza görə üçüncü gün olmalı idi. Biz yanılmağımıza inanmırdıq. Mən isə başqalarından daha çox təəccübləndim, ona görə ki, həmişə baş verən hadisələrin hamısını ağlım üstümdə olduğu vəziyyətdə qeyd edirdim. Onda biz anladıq ki, tərəfimizdən yanlışlıq olmamışdır. Biz həmişə qərbə tərəf üzdüyümüzdən, Günəşi təqib edərək, həmin yerimizə qayıtmışdıq. Ona görə də, 24 saat qazanmalı idik. Əgər bunun üzərində fikirləşsək, məsələ hər kəsə aydın olar".

Buna bənzər əhvalat 250 il qabaq Alyaskaya və Kaliforniyaya gəlib çıxmış rus səyyahlarının başına gəlmişdir. Onlar orada şərqdən gəlmiş ingilis, fransız və portuqaliyalılarla rastlaşmışdılar. Bu iki dəstənin adamları arasında həftənin günləri və ayın hansı gününün olmasının üstündə həmişə mübahisə olurdu. Ruslar bazar gününü qeyd edəndə ingilislər hələ altıncı gün olduğunu deyirdilər. Ruslar Amerikaya qərbdən getdiklərindən Günəşə doğru hərəkət etmişdilər. Bu baxımdan vaxtın üstünə əlavə etməli idilər. Başqaları isə şərqdən Günəşin arxasınca hərəkət etdiklərindən, həqiqi Günəş vaxtı onlar üçün ləng keçmişdi. San-Fransisko, Fort-Ross və Santa-Barbara rayonla-

YERLİ VAXTI NECƏ HESABLAMALI

Bütün Yer kürəsi üçün vahid zaman – Ümumdünya vaxtı UT (*ing.* Universal Time) mövcuddur. λ enliyində yerləşən Azərbaycan üçün həqiqi Günəş vaxtını T_h; yerli orta Günəş vaxtı YT; qurşaq vaxtını T_{qr}; mövsümi qış vaxtını T_q; mövsümi yay vaxtını T_y; yerli ulduz vaxtını S ilə işarə etmək mümkündür. Bir vaxtı başqasına çevirmək istəyənlər üçün düsturlar belədir:

$YT = T_h + \eta$,
$YT = UT + \lambda$,
$T_{qr} = UT + n$,
$T_q = UT + n + 1$ saat,
$T_y = UT + n + 2$ saat,
$S = s + YT$ (təxminən).

Burada, η – vaxt tənliyi ("Günəş saatı" məqaləsinə bax); n – saat qurşağının nömrəsi; s – Qrinviç gecəyarısının ulduz saatıdır (ulduz vaxtının cədvəli astronomik təqvimlərdə verilir).

Aşağıdakı misala uyğun hesablamaq mümkündür ki, sizin ərazidə həqiqi günorta vaxtı yayda və qışda nə vaxt başlanır. Məsələn, Bakının enliyi λ = 3 saat 20 dəqiqədir. Orta Günəş günortası yerli vaxtla (YT) 12 saata uyğundur. Dünya vaxtı ilə bu UT = 12 saat – 3 saat 20 dəqiqə = 8 saat 40 dəqiqəyə uyğun gəlir. Bakı qış vaxtı ilə bu 12 saat 40 dəqiqəyə və Bakı yay vaxtı ilə 13 saat 40 dəqiqəyə uyğundur.

TƏQVİMLƏR

Təqvimin əsas funksiyası asan üsulla ilin başlanğıcını eyni bir mövsümdə qeyd etməkdən və baş verən hadisələri sadə üsulla ardıcıllıqla bir-birinə bağlamaqdan ibarətdir.

Əgər təqvim ili daim 365 sutka olsa idi, onun başlanğıcı həqiqi ili 5 saat 48 dəqiqə qabaqlayardı. Həmin vaxtdan keçən 1508 il ərzində Yeni il günü ilin bütün fəsillərinə təsadüf edərdi. Misirdə qəbul edilmiş bu cür təqvim, bayramların və əlamətdar günlərin müxtəlif mövsümlərə düşməsinə səbəb olur (məsələn, qurban və orucluq bayramları hər il 10 gün irəli çəkilməklə qeyd olunur). Bu həm də kənd təsərrüfatında müəyyən mövsümi işlərin görülməsində çətinliklər yaradırdı.

Kənd təsərrüfatı üçün əhəmiyyətli olan bu problemi həll etməkdən ötrü 4 və ya 5 ildən bir ilin günlərinin sayına tam bir sutka əlavə etmək lazım idi. XVIII əsrin axırlarında Fransada belə də etdilər. Belə olan halda uzun illəri, yaxud da 366 sutkası olan illəri çox mürəkkəb qanunla birləşdirmək olardı. Hər hansı bir ili günlərə ayırmaq çətin bir məsələyə çevrilərdi. Bu da tarixdə və yazılan salnamələrdə qarışıqlıq yaradardı... Deməli, burada təbii hesablamadan deyil, uzun illərin daxil edilməsi üçün süni, əlverişli və müntəzəm üsullardan istifadə etmək lazımdır. Bunların içərisində ən sadəsi Yuli Sezar tərəfindən Roma təqvimində daxil edilmişdi. Bu uzun illərin hər 4 ildən bir daxil edilməsindən ibarətdir. Misir illərində Günəşduruşu və gecə-gündüz bərabərliyi nöqtələrində yerdəyişməni və ilin başlanğıcının kifayət qədər sürüşməsini hiss etmək üçün bir insan ömrü kifayətdir. Yuli illərində belə ciddi dəyişməni hiss etmək üçün bir neçə əsr lazımdır.

XI əsrdə farslar öz sadəliyinə və dəqiqliyinə görə çox sadə üsul seçdilər. Yeddi dəfə hər dördüncü il, səkkizinci dəfə isə beşinci il uzun hesab olunur. Fars illəri müşahidədən təyin olunan illərdən cəmisi 0,0001823 gün uzun idi. Bu təqvimin vətəndaş illərindən hiss olunacaq dərəcədə fərqlənməsi üçün bir neçə minillik lazımdır.

Qriqori təqviminə – yeni formalı təqvimə günlərin daxil edilməsi qaydasının dəqiqliyi bir az aşağıdır. Ancaq Qriqori təqviminin əsas üstünlüyü ondadır ki, illəri və əsrləri günlərə keçirmək çox sadədir. Burada hər dörd ildən biri uzun il hesab olunur. Lakin əsrin sonunda bu qaydaya əməl olunmur. Hər dörd əsrin birində bu qaydaya tam əməl olunur. Qriqori ilinin orta uzunluğu 365,242500 sutkaya bərabərdir. Bu, həqiqi ilin uzunluğundan 0,0002581 sutka, yəni 22 saniyə uzundur. Əgər analoji olaraq hərəkət etsək və hər dörd min ildən bir uzun ilin birini ləğv etsək, onda ilin uzunluğu müşahidə olunana çox yaxınlaşmış olar. Belə olan halda onlar arasındakı fərqi nəzərə almamaq mümkündür. Bundan başqa, nəzərə almaq lazımdır ki, ilin uzunluğu tam sabit deyildir.

Yüz ilin yekunu bir əsri yaradır. Bu vaxtın ölçülməsində hələlik ən uzun dövr hesab olunur. Bəlkə də, bunun səbəbi bizə məlum ən qədim hadisələrin tarixinin daha uzun dövrlər tələb etməməsidir.

(Pyer Simon Laplasın "Dünya sisteminin şərhi" kitabından. 1796-cı il)

rında onların vaxtı düz bir sutka fərqli olmalı idi. Orada qarşılaşdıqları ispanlar Sakit okeandan üzüb gəldiklərindən, ruslarla bir mövqedən çıxış edirdilər.

Kim haqlı idi? Bu suala birmənalı cavab vermək mümkün deyildir. Ona görə ki, tarixin hansı xətdə dəyişməsi haqqında şərtləşmə hələ qəbul edilməmişdi. Yerətrafı səyyahlar üçün tarixin dəyişmə xəttini göstərən sərhəd mütləq olmalıdır. Əks təqdirdə buna bənzər mübahisəli məsələlər həmişə baş verməli idi. Belə bir sərhəd yalnız XIX əsrdə müəyyən edildi.

Tarixin dəyişməsinin beynəlxalq xətti Berinq boğazından, Sakit okeanın adaları arasından keçib Yerin bir qütbü ilə digər qütbünü birləşdirir.

Berinq boğazında iki ada var: biri Rusiyanın ən şərq nöqtəsi, Rusiya ərazisi olan Rotmanov adası, o birisi isə 12 km şərqdə yerləşən və ABŞ ərazisi olan Kruzenştern adasıdır.

Dövlət sərhədi, həm də tarixin dəyişməsi xətti bu iki adanın arasından keçir. Rotmanov adasında qış vaxtı Ümumdünya vaxtından 13 saat qabaq olur, Kruzenştern adasında isə 11 saat geridir. Deməli, hər iki adada saat daim eyni vaxtı göstərir. Onlar eyni saat zolağındadır; tarix isə tam bir sutka fərqlidir. Təbii ki, gecəyarı hər iki adada tarix dəyişir, lakin rus adasında tarix həmişə bir sutka irəli olur.

Beynəlxalq qaydalara əsasən, insan tarixin dəyişməsi xəttini qərbdən şərqə kəsirsə, onda o, Amerikada özünün köhnə tarixli sutkasının axırına kimi dəyişməyəcək; sonrakı sutka isə köhnə tarixlə amerikalılarla birgə yaşayacaq. Məsələn, əgər cümə günü Kruzenştern adasından Rotmanov adasına getsəniz, sonra isə rus bazar günündən ABŞ-a qayıtsanız, sizin həftədə üç istirahət gününüz olar. Bu adaları xəritədə axtarın, orada ildə 104 bazar günü olur.

İSLAMDA TƏQVİM SİSTEMİNİN ELEMENTLƏRİ

Hicri təqvim İslam Peyğəmbəri Hz. Məhəmmədin Məkkədən Mədinə şəhərinə hicrətini başlanğıc qəbul edən və Ayın Yer ətrafındakı orbiti üzrə hərəkətini əsas tutan təqvim sistemidir. Hicri-qəməri və Hicri-şəmsi təqvimi olaraq iki hissəyə ayrılır.

Hicri-qəməri təqvimi – III İslam xəlifəsi Hz. Ömərin (r.a.) idarəçiliyi zamanı 639-cu ildə alınmış bir qərarla İslam Peyğəmbəri Hz. Məhəmmədin (s.a.s.) 622-ci il 15 iyul tarixində Məkkədən Mədinə şəhərinə hicrəti bu təqvimin başlanğıcı olaraq qəbul edilir. Hicri-qəməri təqvim Ayın Yer ətrafındakı hərəkətinə görə hesablanır. Bir qəməri il 12 aydan ibarətdir və il başlanğıcı məhərrəm ayıdır. Hər bir Qəməri ay 29,5 gündən və bir Qəməri il 354 gündən ibarətdir. Yəni bir Hicri ili bir Miladi ildən 10,8752 (365,2422–354,367) gün qısadır. Bu səbəbdən Qəməri ayların yarısı 29, yarısı 30 günlük olur. Hansı ayın 29, hansı ayın 30 gün olacağı Ayın fazasına görə təyin edilir. Hicri-qəməri təqvimi eyni zamanda İslam təqvimi də adlanır. Hicri-qəməri – hicrət (köç) kəlməsi ilə Ay kəlməsinin birləşməsidir. Hicri-qəməri təqvimindən Miladi təqviminə və əksinə keçid düsturu belədir:

Miladi il = (Hicri il*32/33)+622
Məsələn: Hicri tarixinin 535-ci ilini Miladi tarixinə çevirək:
(535*32/33)+622=1141 (Nizami Gəncəvinin anadan olduğu il)
Hicri il = (Miladi il – 622)*33/32
Məsələn: 2008-ci il Hicri tarixinə hansı il uyğundur, baxaq:
(2008-622)*33/32=1429

Hicri-qəməri aylar. Bu ayların da sayı 12-dir. Həmin ayların sırası belədir: Məhərrəm, Səfər, Rəbiüləvvəl, Rəbiülaxir, Cumadiyüləvvəl, Cumadiyülaxir, Rəcəb, Şaban, Ramazan, Şəvval, Zilqədə, Zilhiccə.

Hicri-şəmsi təqvimi. Başlanğıcı Hicri-qəməri təqvim kimi (Hicri-qəməri təqviminə bax) 622-ci ildə İslam Peyğəmbəri Hz. Məhəmmədin Məkkədən Mədinə şəhərinə hicrəti tarixindən götürülür. Bu təqvim Yerin Günəş ətrafında hərəkətinə görə hesablanır. Bu təqvimdə Yeni il Novruz günü (21 mart) qəbul edilir. Bu təqvimin Hicri-qəməridən fərqi Miladi ilindən sabit olaraq 13 gün geri qalmasıdır. Yəni, bu təqvim Miladi təqvimdən 622 il geri qalır. Hazırda İranda bu təqvim rəsmi dövlət təqvimidir.

Fəcr Günəşin doğmağa başladığı zaman, dan vaxtı, Günəşin doğmasından öncəki alaqaranlıq, müsəlmanlar üçün sabah namazı vaxtının girişidir.

Küsuf Günəş tutulması hadisəsinin ərəbcə ifadəsidir. Bu zaman Ay Yerlə Günəş arasına girərək, bir düz xətt boyunca düzülür. Xüsuf Ay tutulması hadisəsinin ərəbcə ifadəsidir. Bu zaman Yer Günəşlə Ayın arasına girir və kölgəsi Ay səthini örtür.

Məhərrəm ayı Hicri-qəməri ilinin birinci ayıdır. Mənası "qadağan olunmuş", "haram ay" deməkdir. İslamdan öncə ərəblər Məhərrəm ayının da daxil olduğu 4 haram ayda (Zilqədə, Zilhiccə, Məhərrəm və Rəcəb) müharibə etmirdilər. Məhərrəm ayının 10-u – Aşura (ərəbcə: on) günü kimi qeyd edilir. İslam tarixində bu gün Hz. Məhəmməd peyğəmbərin nəvəsi Hz. Hüseynin şəhadət günüdür. Eləcə də Allahın göyü, ilk insanı – Adəm peyğəmbəri və başqa bir çox hadisələri də məhz Aşura günü yaratdığı rəvayət olunur.

Ramazan ayı Hicri-qəməri təqviminin 9-cu ayıdır. Başqa adla orucluq ayı deyilir. İslam tarixində 624-cü ildə müsəlmanlara İslamın şərtlərindən biri olan Ramazan ayında oruc tutmaq əmr edilmişdir. Ramazan bayramı İslamda qeyd olunan iki bayramdan biridir. Ərəblər bəzən bu bayrama "eydəssəğir" – kiçik bayram adını verirlər.

Qurban bayramı Hicri-qəməri təqvimində zilhiccə ayının 10-cu günü başlanır və müsəlman ölkələrində, bir qayda olaraq, 4 gün qeyd edilir.

Səfər ayı Hicri-qəməri aylarının ikincisidir. Sarı ay mənasını verir.

Rəbiüləvvəl ayı Hicri-qəməri aylarının üçüncüsüdür, tərcüməsi baharın əvvəli mənasını verir.

Rəbiülaxir ayı Hicri-qəməri aylarının dördüncüsüdür və tərcüməsi baharın axırı mənasını ifadə edir.

Cumadiyüləvvəl ayı Hicri-qəməri aylarının beşincisidir. Soyuqların başlanğıcı deməkdir.

Cumadiyülaxir ayı Hicri-qəməri aylarının altıncısıdır. Soyuqların sonu deməkdir.

Rəcəb ayı Hicri-qəməri aylarının yeddincisidir. Tərcüməsi "təzim, hörmət" mənasını ifadə edir.

Şaban ayı Hicri-qəməri aylarının səkkizincisidir.

Şəvval ayı Hicri-qəməri aylarının onuncusudur.

Zilqədə ayı Hicri-qəməri aylarının on birincisidir. Mənası həm evdə oturmaq, həm də xurma meyvələrinin tam yetişməsi mənasını ifadə edir.

Zilhiccə ayı Hicri-qəməri aylarının on ikincisidir. Tərcüməsi "bürclər" deməkdir.





ASTRONOMLAR KAİNATI NECƏ ÖYRƏNİRLƏR



KAİNATIN GÖY QURŞAĞI

ÇOXDALĞALI ASTRONOMİYA

Çoxəsrlik tarixi müddətində astronomiya daim öz xarakterini dəyişmişdir. Onun imkanları və məqsədləri müşahidə üsullarının əsaslandığı elm və texnikanın ümumi səviyyəsi ilə müəyyən edilmişdir. XX əsrin əvvəllərinə kimi optik müşahidələr aparılırdı, başqa sözlə, göy cisimlərinin görünən şüalanmasının müşahidələri aparılırdı.

Məlumdur ki, işıq elektromaqnit dalğalarıdır. Görünən şüaların dalğa uzunluqlarının diapazonu çox kiçikdir: 0,000039 sm-dən 0,000076 sm-dək. Mütəxəssislər çox vaxt daha kiçik vahidlərdən: mikrometrdən (1 mkm=10^{-6} m), nanometrdən (1 nm=10^{-9} m) və anqstremdən (1 Å=10^{-10} m) istifadə edirlər. Məsələn, sarı işığın dalğa uzunluğu təqribən 5800 Å-dir.

Rəssam rəngli boyaları müxtəlif nisbətlərdə qarışdırıb çoxsaylı rəngləri ala bilir. Görünən şüalanmanı tədqiq edən müasir astronom-spektroskopistin rəngləri minlərlə rəng hissələrindən, ya da spektral intervallardan ibarətdir. Onları yüksək dəqiqliyə malik cihazlarla: spektroqraflarla, spektrometrlərlə, xüsusi işıq süzgəcləri ilə ayırırlar və s.

Təəccüb doğuran budur ki, təbiətin bu qədər çoxsaylı rəngləri spektrin nazik bir zolağında yerləşir, halbuki elektromaqnit şüalanmasının geniş diapazonunu ancaq xüsusi avadanlıq vasitəsilə "görmək" olar. Lakin təbiət heç nəyi əbəs yerə yaratmır. Məsələ burasındadır ki, Yer atmosferi görünən şüalar və ultraqısa radiodalğaları diapazonunu daha yaxşı buraxır. Həyat üçün təhlükəli olan sərt ultrabənövşəyi, rentgen və qamma-şüaları isə atmosferdə udulur.

Fotoqrafiyanın, sonra isə bir çox fotoelektrik işıqqəbuledicilərinin kəşfi, kosmik radioşüalanmanı ölçmək üçün böyük antenalı radioqəbuledicilərdən istifadə edilməsi və nəhayət, cihazların Yer atmosferindən kənara çıxarılması astronomik müşahidələrin imkanını ağlasığmaz dərəcədə artırdı. XX əsrin ikinci yarısında astronomiya praktik olaraq elektromaqnit şüalanması spektrinin istənilən diapazonunda uzun radiodalğalarından qısadalğalı qamma-şüalarına qədər informasiya ala bilirdi. Bu gün isə biz infraqırmızı şüalanmadan və radioastronomiyadan, rentgen şüalanmasından və qamma-astronomiyadan, yerüstü və atmosferdənkənar şüalanmadan danışırıq.

Elektromaqnit şüalanması kəsilməz deyil, porsiyalarla – *kvantlarla* buraxılır. Kvantın enerjisi birqiymətli olaraq şüalanmanın dalğa uzunluğu ilə təyin olunur. Plank düsturuna görə:

$$E = h\frac{c}{\lambda},$$

burada, E – kvantın enerjisi, $h \approx 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ C · san – Plank sabiti, $c = 3 \cdot 10^8$ m/san – işıq sürəti, λ – dalğa uzunluğudur.

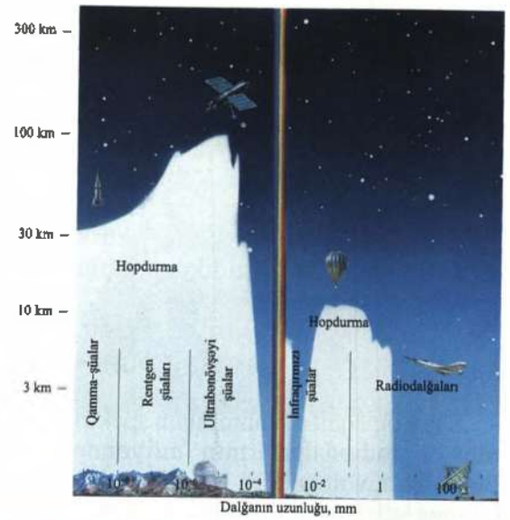
Ona görə də elektromaqnit şüalanması çox vaxt kvantın enerjisi ilə xarakterizə olunur. Aydındır ki, qısadalğalı şüalanma kvantları daha çox enerji daşıyır.

Kvantların enerjisini ölçmək üçün elektronvolt (eV) enerji vahidindən istifadə edilir. Bu enerji sərbəst elektron potensiallar fərqi bir volt olan elektrik sahəsində sürətləndirildikdə aldığı enerjinin miqdarıdır. 1 eV≈$1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C. Görünən kvantların enerjisi 2-3 eV-dir. Bu, astrofizikada tədqiq olunan elektromaqnit spektrinin kiçik bir hissəsidir.

Elektromaqnit şüalanmasının spektri metrlik radiodalğalarının milyonda bir elektronvolt enerjili kvantlarından qamma-şüalanmanın bir neçə milyon elektron-volt enerjili kvantlarına qədər uzanır. Radiodalğalarla qamma-şüalar

ASTROFİZİKADA TƏDQİQ OLUNAN ELEKTROMAQNİT SPEKTRİ

Spektrin hissəsi	Dalğa uzunluğu	Yer atmosferindən keçməsi	Tədqiqat metodları	Şüalanma qəbulediciləri
Qamma-şüalanma	≤ 0,01 nm	O, N_2, O_2, O_3 və havanın başqa molekulları tərəfindən güclü udulur	Əsasən, atmosferdənkənar (kosmik raketlər, süni peyklər)	Foton sayğacları, ionizasiya kameraları, fotoemulsiyalar, lüminoforlar
Rentgen şüalanması	0,01-10 nm	»	»	»
Uzaq ultrabənövşəyi	10-310 nm	»	Atmosferdənkənar	Fotoelektron gücləndiriciləri, fotoemulsiyalar
Yaxın ultrabənövşəyi	310-390 nm	Zəif udulma	Yer səthindən	»
Görünən şüalanma	390-760 nm	»	»	Göz, fotoemulsiyalar, fotokatodlar, yarımkeçirici cihazlar
İnfraqırmızı şüalanma	0,76-15 mkm	H_2O və CO_2-nin və udulma zolaqları	Qismən Yer səthindən	Bolometrlər, termocütlər, fotomüqavimətlər, xüsusi fotokatodlar və fotoemulsiyalar
»	15 mkm-1mm	Güclü molekulyar udulma	Aerostatlardan	»
Radiodalğalar	> 1 mm	Dalğasının uzunluğu təqribən 1 mm, 4,5 mm, 8 mm və 1 sm-dən 20 m-dək olan şüalanma buraxılır.	Yer səthindən	Radioteleskoplar



Müxtəlif dalğa uzunluqlu elektromaqnit şüalanması yer atmosferinin müxtəlif hündürlüklərində udulur.

MÜXTƏLİF ASTRONOMİK OBYEKTLƏRİN ŞÜALANMASININ MAKSİMAL İNTENSİVLİYƏ MALİK OLDUĞU SPEKTR SAHƏLƏRİ

Obyektlər	Spektr sahələri
Günəş tipli ulduzlar	Görünən
Soyuq ulduzlar	Yaxın infraqırmızı
İsti ulduzlar	Ultrabənövşəyi
Protoulduzlar	İnfraqırmızı
Planetlər	Görünən (əks olunmuş), infraqırmızı (öz şüalanması)
Pulsar olmayan neytron ulduzları	Rentgen
Radiopulsarlar	Radio
Rentgen pulsarları	Rentgen
Neytron ulduzları və qara çuxurlar ətrafında akkresiya diskləri	Rentgen, qamma
Soyuq ulduzlararası qaz	Radio (ayrı-ayrı xətlər)
İonlaşmış hidrogen oblastları	Ultrabənövşəyi, görünən, infraqırmızı (ayrı-ayrı spektral xətlər)
Ulduzlararası (qalaktikalar arası) tac qazı	Rentgen
Ulduzlararası toz	Uzaq infraqırmızı (öz şüalanması), görünən (əks etdirən dumanlıqlar)
Ən yeni ulduzların qalıqları	Radio, görünən
Ağ Yol, qalaktikalar	Görünən, uzaq infraqırmızı
Qalaktikaların fəal nüvələri	»
Radioqalaktikalar	Radio, görünən
Alışan qamma-mənbələr	Qamma

arasında infraqırmızı, vizual (görünən), ultrabənövşəyi və rentgen şüalanması ardıcıl yerləşir.

Spektrin görünən sahəsində şüalanma Yer atmosferi tərəfindən nisbətən yaxşı buraxılır. Spektrin qısadalğalı hissəsində atmosferdə udulma güclənir, belə ki, kosmosdan "axan" şüalanma atmosferin müəyyən səviyyəsinə kimi gəlib çata bilir. O, spektrin qısadalğalı oblastını, yəni ultrabənövşəyi, rentgen və qamma-şüaları daha çox udur. Yaxın ultrabənövşəyi hissədən başqa (310-390 nm), bütün qısadalğalı şüaları ancaq atmosferdən kənarda kosmik aparatlarla və hündürə qalxan raketlər vasitəsilə müşahidə etmək mümkündür.

Spektrin görünən hissəsindən uzun dalğalar istiqamətində infraqırmızı şüalanma və radiodalğalar yerləşir. Təqribən 1 mkm uzunluqlu dalğalardan başlayaraq infraqırmızı şüaların çox hissəsi havanın molekulları, əsas etibarilə su buxarı molekulları və dəm qazı tərəfindən udulur. İnfraqırmızı hissənin qalan yerlərini aerostatlarla, kürə-zondlarla və həm də hündür dağ rəsədxanalarında müşahidə etmək mümkündür.

Atmosferin ikinci "şəffaflıq pəncərəsi" radiodiapazondur. Yerin hava örtüyü təqribən 1 sm-dən 20 m-dək diapazonda radiodalğaları buraxır. 1 sm-dən qısa (1, 4, 5 və 8 mm-lik ensiz oblastlardan başqa) dalğalar atmosferin aşağı qatlarında tamamilə udulur, bir neçə 10 m-dən uzun dalğalar isə atmosferin ən hündür qatları – ionosfer tərəfindən əks olunur və udulur.

Şüalanma qəbuledicilərinin müxtəlif tiplərindən istifadə etməklə müşahidələrin müasir yerüstü və atmosferdənkənar metodlarının məcmusu elektromaqnit dalğaları spektrinin bütün diapazonlarında kosmik obyektlərin şüalanmasını qəbul etməyə imkan verir ki, bu da müasir astronomiyanın müxtəlif dalğalı astronomiya hesab etməyə əsas verir. Müxtəlif dalğalı astronomiya Kainatı bizə gözəgörünməz rənglərlə və çalarlarla rənglənmiş nəhəng, əbədi dəyişən bir hərəkəti kimi təqdim etmişdir. Bu şəkildə dünyanın bütün tarixi, obyektin ən incə xassələri və xüsusiyyətləri əksini tapmışdır.

GÖRÜNƏN İŞIĞIN TƏHLİLİ

QARANLIQ OTAQDA GÖY QURŞAĞI

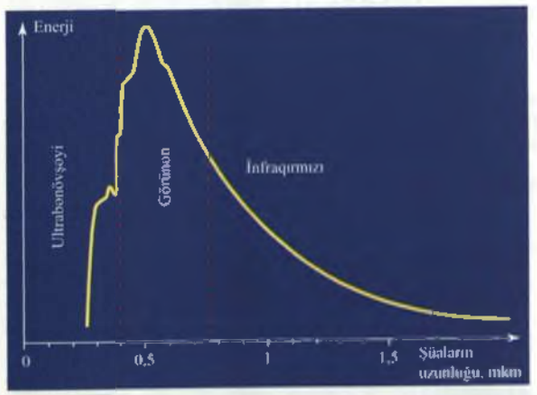
Yağışdan sonra Günəş buludların arasından boylananda göyün əks istiqamətində bəzən müxtəlif rəngli gözəl bir tağ – göy qurşağı əmələ gəlir.

Göy qurşağının təbiəti haqqında çoxları fikirləşib. Onun Günəş işığının yağışın kiçik damcılarında əks olunaraq əmələ gəlməsi bəzilərinin ağlına gəlirdi (yeri gəlmişkən, bu hadisəni fontanın su sıçrantılarında da görmək olar, o şərtlə ki, Günəş şüaları onun üstünə münasib düşsün). Yalnız XVII əsrin sonunda İsaak Nyuton bu hadisənin səbəbini başa düşmüşdü.

Nyuton nazik Günəş şüası dəstəsini qaranlıq otağın içinə yönəltmiş və onun yoluna şüşə prizma qoymuşdu. Prizmadan keçən şüanı o, ağ ekranın üstünə salır. Günəşin halqavari parlaq şəkli əvəzində, alim göy qurşağının boyaları ilə rənglənmiş parlaq zolaq (*spektr*) görür. Rənglər tədricən qırmızıdan bənövşəyiyə qədər bir-birinə keçirdi. Su damcısının səthində sınan ağ Günəş işığı göy qurşağı yaradır. Göy qurşağı məhz beləcə yaranır. Fiziklər, işığın yayılan elektromaqnit dalğaları olduğunu bildikdən sonra, "rəng" əvəzinə "dalğa uzunluğu" terminini işlətməyə başladılar. Görünən işığın dalğa uzunluğu çox kiçikdir, məsələn, tutqun qırmızı rəngin dalğa uzunluğu 0,7 mkm, göy rəngin dalğa uzunluğu isə 0,4 mkm-dir.

Bir qayda olaraq, ulduzların və başqa kosmik obyektlərin şüalanmasında bütün rənglərin şüalarına rast gəlmək olar, amma müxtəlif dalğa uzunluqlarında ulduzun şüalandırdığı enerjinin miqdarı eyni deyildir. Məsələn, Günəşin şüalanmasında ən çox enerji sarı-yaşıl şüalara düşür. Şüalanma intensivliyinin dalğa uzunluğundan asılılığı qrafikinə *şüalanma spektri* deyilir. Şüalanma spektrinə görə mənbənin fiziki xassələrinin öyrənilməsinə spektral analiz deyilir.

Müxtəlif şüalanma mənbələrinin spektri bir-birinə oxşamır. Seyrək qazın spektri ayrı-ayrı nazik piklərdən ibarətdir (enindən asılı olaraq *spektral xətlər*, ya da *zolaqlar* adlanır). Qızdırılmış bərk cisimlərin spektri isə fasiləsiz olur.



Enerjinin Günəş spektrində paylanması. Paylanmanın maksimumu görünən şüaların sarı rənginə düşür. 5800 K qədər qızdırılmış cisimlər belə şüalandırır.

GÖY QURŞAĞININ YEDDİ RƏNGİ

"Göy qurşağının yeddi rəngi" ifadəsini hamı bilir. Bunu çoxları saya bilər: qırmızı, narıncı, yaşıl, mavi, göy, bənövşəyi.

Fizika nöqteyi-nəzərindən "yeddi rəng" ifadəsi şərtidir. Rəng dalğa uzunluğu ilə təyin olunur; dalğa uzunluğu isə kəsilməz dəyişən kəmiyyətdir və deməli, onun nə yeddi, nə yetmiş yeddi – aralarında heç bir sərhədi olmayan sonsuz miqdarda sayı vardır.

Onda bəs göy qurşağının neçə rəngi var?

mış bərk cismin şüalanma spektri zirvəyə oxşayır: enerji enli diapazonda şüalanır, lakin bəzi dalğa uzunluqlarına düşən enerji başqa dalğa uzunluqlarına düşəndən çoxdur. Zirvədə obyektin şüalanması maksimaldır, onun dalğa uzunluğu obyektin temperaturundan asılıdır. Bütün dalğalarda şüalanması olan spektr *kəsilməz spektr* adlanır.

Yalnız XIX əsrdə astronomların ağlına gəldi ki, spektrdən ulduzları öyrənmək aləti kimi istifadə etmək olar. Günəş spektrini öyrənərək alimlər aşkar etdilər ki, o, kəsilməz spektrə çox oxşayır və onun səthinin (şüalanan yerin) temperaturu təqribən 6000°-dir. Lakin Günəş və ulduzların kəsilməz spektrlərinin üstündə çoxlu miqdarda nazik tutqun xətlər var. Günəş spektrində belə xətlər alman optiki Yozef Fraunhofer tərəfindən XIX əsrin əvvəlində kəşf edilmişdir.

SPEKTRAL ANALİZİN KƏŞFİ

Kəsilməz spektr və spektral xətlər ulduzların özləri barəsində danışdıqları dildir. Spektrlərin tədqiqinin qabaqlar da aparıldığına baxmayaraq, ulduzların bu dilini ancaq XIX əsrin ortalarında başa düşmək mümkün oldu. Alman kimyaçısı Robert Vilhelm Bunzen gördü ki, qaz alovuna müxtəlif maddələri daxil etdikdə onlar hər cür müxtəlif rənglərə boyanır. Bu halda alovun aldığı rəngə görə maddənin kimyəvi tərkibini təyin etmək ideyası onun ağlına gəldi. Lakin o tezliklə inandı ki, müxtəlif maddələr qaz alovuna bir-birinə çox yaxın çalarlı rənglər verir. Məsələn, qaz işığını nəinki natrium, başqa birləşmələr də sarı rəngə boyaya bilər.

Çıxış yolunu fizik Qustav Robert Kirxhof tapdı. O, qaz alovuna spektroskopla (bu, spektri tədqiq etmək üçün cihazdır) baxmağı təklif etdi. Təcrübələr 1854-cü ildə başlandı. Alim təcrübələrin birində spektroskopun qabağına spirt lampası qoydu. Zəif işıqlı alovun üstünə xörək duzu (natrium xlor) atdıqda spektroskopda natriumun parlaq işıqlanan sarı spektral xətti göründü. Sonra natrium alovunun arxasına Kirxhof kəsilməz spektr verən (hidrogen lampasının alovunda ağarana kimi qızdırılmış əhəng parçası) daha parlaq və daha isti işıq mənbəyi yerləşdirir. İndi spektroskopda parlaq kəsilməz spektr görünürdü, ancaq natriumun sarı spektral xətti olan yerdə Günəş spektrindəki Fraunhofer xətlərinin birinə tamamilə oxşar bir tutqun xətt var idi.

1859-cu ildə (bu il spektral analizin doğum ili hesab edilir) Kirxhof spektral analizin əsas qanunlarını aşağıdakı kimi ifadə etdi:

1. Qızdırılmış bərk cisim, bərk qızdırılmış maye, böyük təzyiq altında qızdırılmış qaz kəsilməz spektr şüalandırır.

2. Kiçik təzyiq altında qızdırılmış qaz ayrı-ayrı parlaq xətlərdən (emissiya xətlərindən ibarət) spektr şüalandırır.

3. Kəsilməz spektr verən daha isti şüalanma mənbəyi qarşısında yerləşdirilmiş qaz mənbəyi spektrində tutqun xətlər yaranır, bu tutqun xətlərin dalğa uzunluqları böyük dəqiqliklə həmin qaz mənbəyinin şüalanma xətlərinin dalğa uzunluqları ilə üst-üstə düşür.

Üçüncü qanun Kirxhofa Günəş spektrindəki tutqun xətlərin izahına imkan yaratdı. Bu tutqun xətlər ona görə yaranır ki, Günəş atmosferinin dərin isti qatında yaranan kəsilməz spektr Günəşin nisbətən soyuq yuxarı qatlarından keçir. Nəhayət, alim aşağıdakı nəticəyə gəldi: müxtəlif kimyəvi elementlərin spektrini öyrənərək, onların spektral xətlərinin yerini (dalğa uzunluğunu) spektrdə təyin etmək olar. Xətlərin spektrdə yerlərini bilərək, onları Günəş spektrində və ya başqa bir ulduzun spektrində tapmaq və bununla da ulduzun kimyəvi tərkibini müəyyən etmək olar.

Kirxhof Günəş spektrinin xətlərini çoxlarına yaxşı məlum olan hidrogen, dəmir, nikel, kalsium, xrom, titan, natrium, maqnezium və s. kimi elementləri spektral xətləri ilə tutuşdurmuşdur. Başqa alimlər tərəfindən aparılan ulduz spektrlərinin spektral analizi ulduzların və Yerin kimyəvi tərkibinin eyni olmasını müəyyən etdi.

Günəşdə o vaxt məlum olmayan kimyəvi elementin – heliumun kəşfi spektral analizin parlaq qələbəsi idi. Yerdə isə helium sonralar tapılmışdı.

ŞÜALANMA QANUNLARI VƏ KVANT MEXANİKASI

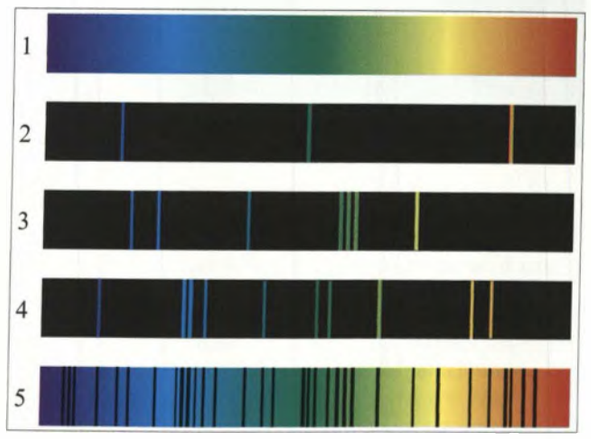
Ulduzların hansı elementlərdən əmələ gəldiyini bilmək üçün Kirxhofun üç qanunu bəs edərdi. Lakin alimləri ulduzların miqdarca tərkibi də, yəni hər bir elementə ulduz kütləsində düşən payı da maraqlandırır. Ulduz atmosferində həm də temperaturu, təzyiqi, qazın hərəkət sürətini və s. bilmək vacibdir. Bu parametrləri və bundan başqa çox şeyləri təyin etməyə XX əsrin birinci onilliklərində yaranmış kvant mexanikası kömək etdi.

Elektromaqnit şüalanması ilə əlaqədar bütün hadisələri izah etmək üçün onun dalğa təbiətini bilmək kifayət deyildir. Belə məlum olur ki, işıq hissəciklərdən ibarət olan kimi porsiyalarla udulur və şüalanır. İşığın bu hissəciklərini və ya kvantlarını *fotonlar* adlandırmağa başladılar. Spektral xətlərin necə yaranmasını Kainatda ən çox yayılmış olan hidrogen elementinin misalında başa düşmək olar. Hidrogen atomu bir proton və bir elektrondan ibarətdir.

Adi vəziyyətdə (buna əsas vəziyyət də deyilir) olanda sadələşdirib desək, elektron protonun ətrafında müəyyən məsafədə fırlanır. Atomun enerjisi minimaldır, başqa sözlə desək, atom ən aşağı energetik səviyyədədir. Əgər belə atoma müəyyən bir yolla enerji versək, elektron başqa yüksək orbitə, atom isə daha yüksək energetik səviyyəyə keçər. Kvant mexanikası qanunları inandırır ki, elektronun hərəkət etdiyi orbit ciddi surətdə müəyyəndir. Həm də atoma verilə bilən əlavə enerji porsiyaları da məlumdur: onlar, orbitlər arasındakı məsafəyə uyğun gəlir. Əlavə enerji haradan alınır?

Bərk qızdırılmış seyrək qazda atomlar bir-biri və sərbəst elektronlarla vaxtaşırı toqquşur. Bəzən toqquşmalar vaxtı atom elektronun yuxarı səviyyələrdən birinə keçməsinə imkan verə biləcək qədər enerji alır. Atomun bu halına *həyəcanlaşmış* hal deyilir. Həyəcanlaşmış halda atom həm də o vaxt ola bilər ki, proton əvvəlcə onunla bağlı olmayan elektronu "zəbt" edir və bu elektron protondan uzaq səviyyələrdən birində olur.

Həyəcanlaşmış halların xarakterik xüsusiyyəti onların uzunmüddətli olmamasıdır. Elektron ən aşağı orbitə keçməyə çalışır. Bəs onda "artıq" enerjidən atom necə xilas olsun? O, bu enerjidən orbitlər arasındakı məsafəyə uyğun



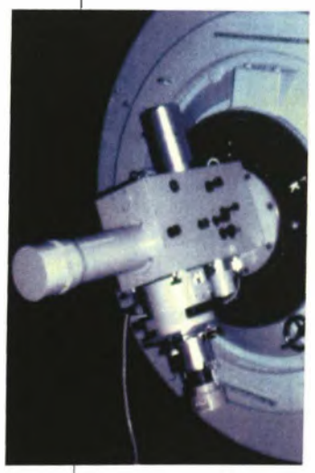
Spektrlərin tipləri:
1 – kəsilməz spektr,
2-4 – xətti emissiya spektrləri,
5 – xətti udulma spektri.

olaraq işıq kvantı şüalandıraraq xilas olur. Elektron böyük enerjili kvant, ya da yolda başqa bir orbitdə dayanaraq kiçik enerjili kvantlar şüalandıraraq, əsas orbitə qayıda bilər. İstənilən halda atomun orbitlərinin vəziyyətinə uyğun, yaxud da energetik səviyyələrlə tənzimlənən dalğa uzunluqlarında şüalanma ola bilər. Ona görə də, qazların şüalanma spektrləri müəyyən ciddi rənglərin xətlərindən ibarətdir.

Güclü kəsilməz spektr mənbəyi ilə şüalanan nisbətən sıx soyuq qazda, məsələn, Günəşin və ulduzların atmosferlərində vəziyyət başqa cürdür. Burada vəziyyət tamamilə əksinədir. Kəsilməz spektrin kvantları elektronu bir orbitdən daha yüksək orbitə vurub keçirə bilər. Kvantın özü yox olur, atomun aldığı artıq enerji isə onun başqa atomlarla toqquşması yolu ilə ondan alınır. Elektron yenidən aşağı səviyyəyə düşür, onun enerjisi toqquşan atomların istilik hərəkətlərinə keçir. Bu prosesdə yalnız o kvantlar iştirak edir ki, onların enerjisi (dalğanın uzunluğu) elektronun atomda mümkün keçidlərinin birinə dəqiq uyğun gəlir. Bütün başqa kvantlar maddədən az qala maneəsiz keçib gedir. Beləliklə, arasıkəsilməz şüalanmadan ancaq müəyyən rəngə malik şüalar udulur və ulduzun spektrində ensiz çökəklər – spektral *udulma xətləri* peyda olur.

Yeni ideyalar əsasında fiziklər xətti spektrlərin əmələ gəlməsini və qızdırılmış cisimlərin spektrlərində enerjinin paylanmasını və bir çox başqa hadisələri izah edə bildilər. Onların işləyib hazırladıqları üsullardan istifadə edərək, astronomlar ulduz atmosferlərində fiziki şəraiti və hətta maqnit sahələrinin qiymətini təyin etdilər. Bundan başqa, kvant mexanikası ulduzların nüvəsində gedən nüvə reaksiyalarının nəzəriyyəsini verməyə kömək etdi və bununla da onların enerji mənbələrini və ulduz təkamülünün yollarını aşkarlamağı mümkün etdi. Beləliklə, fiziklərin və astronomların əməkdaşlığı həm fizika elminin, həm də astronomiyanın inkişafına təkan verdi.

Teleskop borusunun okulyar sonunda yerləşdirilmiş spektroqraf.



ULDUZ QURŞAQLARI

Ulduz spektrini hərtərəfli tədqiq etmək üçün onun dəqiq təsvirini almaq lazımdır. Ulduz spektrlərini əldə etmək üçün astronomlar hansı cihazlardan istifadə edirlər? Spektroskopdan, daha dəqiq desək, *spektroqrafdan*, çünki müasir müşahidəçi spektri dərhal fotoplastinkaya çəkməyi, yaxud onu müxtəlif fotoelektrik cihazlarının köməyi ilə onu yazmağı üstün tutur. Parlaq ulduzların şüalanma spektrləri fərdi müəyyən edilir. Zəif işıq mənbələrinin spektrlərini almaq üçün *obyektiv prizmanı* – teleskopun obyektivi qarşısında yerləşdirilən nazik şüşə prizmanı tətbiq edirlər. Buna görə də çoxlu miqdarda ulduzun spektrlərinin təsvirləri fotoplyonkaya düşür. Aydındır ki, belə ulduz qurşaqları (spektrləri) qısa olur, lakin bir çox elmi məsələləri öyrənməkdə və məsələn, ulduzların spektral təsnifatında ondan geniş istifadə edilir.

Alınmış spektrlə yanaşı müqayisə spektri də çəkilir. Müqayisə spektri spektral xətlərin yeri dəqiq məlum olan mənbədən çəkilir.

Yer və səma cisimlərindən alınmış spektrlərin müqayisəsi ulduz spektrindəki xətlərdə olan ən kiçik dəyişiklikləri görməyə imkan verir. Şerlok Holms cinayətkar tərəfindən qoyulmuş güclə seçilən izləri lupa vasitəsilə aşkar etdiyi kimi, müasir astronom ulduz spektrinin xüsusiyyətlərini öyrənərək, onun xassələri haqqında informasiya əldə edir. Əbəs yerə demirlər ki, spektr ulduzun pasportudur.

Əsas informasiya mənbəyi spektral xətlərdir. Onların əmələ gəlməsi ayrı atomlar tərəfindən şüaların udulması və buraxılması ilə əlaqədardır. Bu, ulduz atmosferlərinin və bütövlükdə ulduzun çoxlu miqdarda parametrinin qiymətini təyin etməyə imkan verir. Məsələn, ulduz spektrindəki spektral xətlərin müqayisə spektrindəki spektral xətlərə nisbətən sürüşməsi ulduzun yaxınlaşmasından və ya uzaqlaşmasından (xətlər qırmızı tərəfə sürüşübsə) xəbər verir (Dopler effekti). Sürüşmənin qiymətinə əsasən ulduzun hərəkət sürətini tapmaq olar.

Əgər spektral xətt vaxtaşırı gah bu, gah da o biri tərəfə sürüşübsə, deməli, ulduz periodik olaraq gah bizə yaxınlaşır, gah da bizdən uzaqlaşır. Bu o deməkdir ki, ulduzun peyki var və o, peyklə birgə ümumi kütlənin mərkəzi ətrafında dövr edir. Belə ikiqat sistemdə ulduzlar bir-birinə çox yaxın olduğu üçün teleskopda bunların ikiqat sistem olduğunu ayırd etmək mümkün deyildir. Peykin olmasını ancaq spektr vasitəsilə müəyyən etmək olar. Bu üsulla hətta ulduzlar ətrafında planet olmasını da aşkar etmək mümkün olmuşdur.

Bəzi spektral xətlər mənbədə maqnit sahəsi olduqda parçalanır. Bu hadisə 1896-cı ildə niderlandlı fizik Piter Zeeman tərəfindən kəşf edilib və onun adı ilə *Zeeman effekti* adlanır. Parçalanmanın parametrlərini ölçərək, ulduzun maqnit sahəsini tədqiq etmək olar. Məsələn, Zeeman effektinin köməyi ilə Günəş ləkələrinin maqnit sahəsinin qiymətini təyin etmək mümkündür.

Ulduz atmosferinin parametrləri və onun fırlanmasını spektral xətlərin formasından və enindən bilmək olar. Spektral xətləri tədqiq etməklə ulduz atmosferinin temperaturunu, sərbəstdüşmə təcilinin qiymətini, qaz təzyiqini və kimyəvi tərkibini müəyyən edirlər. Ulduzun qoşa, ya da çoxqat olmasını spektral xətlərin ikiləşməsindən, ya da periodik sürüşməsindən bilmək olur.

Enli spektral xətlər bunların yarandığı atmosferin kifayət qədər sıxlığa malik olmasından xəbər verir. Belə atmosfer kiçik radiuslu və deməli, işıqlığı az olan ulduzların atmosferi üçün xarakterikdir. Bunlar cırtdan ulduzlardır. Belə ulduzlara misal Günəşdir. Əksinə, nazik spektral xətlər nəhəng ulduzların əlamətidir.

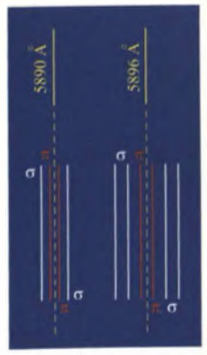
Onların radiusu Günəşinkindən dəfələrlə böyükdür, ona görə işıqlıqları da qat-qat artıqdır. Belə ulduzlardan, məsələn, Betelgeyze qırmızı nəhəng, hətta ifratnəhəngdir, Rigel mavi ifratnəhəngdir. Spektrdə parlaq xətlərin olması ona dəlalət edir ki, ulduzun isti qazdan ibarət olan genişlənən örtüyü var.

NEBULİUM VƏ KORONİUM ELEMENTLƏRİNİN MARAQLI DETEKTİV TARİXÇƏSİ

Spektral tədqiqatlar tarixi gülməli hadisələrdən də yan keçməmişdir. XIX əsrin ortalarında qaz dumanlıqlarının spektrini tədqiq edərkən müşahidəçilər spektrin yaşıl tərəfindəki xətlərə diqqət yetirdilər. Bu xətlərə ulduz spektrlərində rast gəlməmişdilər və güman etmək olardı ki, onlar indiyə qədər naməlum bir elementə məxsusdur (birinci dəfə Günəşdə tapılan helium elementinin tarixçəsi müşahidəçilərə rahatlıq vermirdi). Bu yeni hipotetik kimyəvi elementə "nebulium" adı verdilər (*lat.* nebula – "dumanlıq"). Bir qədər vaxt keçdikdən sonra Günəş atmosferinin xarici qatı olan tacın tutulma vaxtı çəkilmiş spektrində də naməlum xətlər tapıldı; bu xətləri heç bir məlum elementin spektrinə aid etmək mümkün olmadı və hesab elədilər ki, bu, o vaxta qədər məlum olmayan bir kimyəvi elementə aiddir. Bu elementə koronium adı verildi. Belə görünürdü ki, spektral analizin yeni böyük qələbəsi göz qabağındadır.

Lakin XX əsrin 20-ci illərində yeni tapılan elementlərin yaşamaq hüququ şübhə altına alındı. Bu vaxta qədər Mendeleyev cədvəli tamam dolmuşdu. Nebulium və koronium üçün orada yer qalmamışdı. Deməli, bunlar yeni elementlər yox, necə deyərlər, "karnaval maskası" geymiş hansısa məlum elementə aiddir: qeyri-adi fiziki şəraitə malik olan ulduzlararası qaz və Günəş tacında bu elementlər yer laboratoriyalarındakından tamam fərqli şüalanır. Doğrudan da, nəhayət, məlum oldu ki, nebulium "maskalanmış" oksigen, koronium isə dəmirdir.

Maqnit sahəsində spektral xətlərin parçalanması (Zeeman effekti). σ və π spektral xətlərin fərqli polyarlaşmış komponentləridir.



Belə ulduzlar (adətən, onlar çox böyük işıqlığa malikdir) öz kütləsini tez itirir və bu vəziyyətdə uzun müddət qala bilmir.

Aşağı səth temperaturlu qırmızı ulduzların spektrində geniş zolaqlar vardır. Bu, atomların yox, molekulların: titan oksidinin, vanadium oksidinin, sirkonium oksidinin "barmaq izləridir". Bundan başqa, soyuq qırmızı ulduzların atmosferində karbon molekulları və zəhərli sian tapılmışdır.

Hər il həcmi artan çoxlu miqdarda müşahidə materialı astronomları onilliklər müddətində işlə təmin edir.

İNFRAQIRMIZI VƏ ULTRABƏNÖVŞƏYİ KAİNAT

İNFRAQIRMIZI ŞÜALANMANIN KƏŞFİ

1800-cü ildə Uilyam Herşel astronomiyanın "gözlə görünməyən erasını" kəşf edən bir təcrübə apardı. Alim, spektrin ayrı-ayrı hissələrinin cisimləri eyni dərəcədə qızdırıb-qızdırmadığını yoxlamaq istəyirdi. O, Günəş şüalarının qabağına prizma qoyub, onun spektri boyu termometrləri elə yerləşdirib ki, onların üstünə müxtəlif rəngli şüalar düşsün. Termometrin birini isə rəngli zolağın (spektrin) qırmızı tərəfinin sərhədindən kənarda yerləşdirdi. Məlum oldu ki, heç bir görünən spektr şüasının düşmədiyi bu termometr də qızır!

Herşel belə nəticə çıxardı ki, görünən şüalardan başqa, görünməyən şüalar da var. Bu şüaları o, *infraqırmızı şüalar* adlandırdı.

İndi məlumdur ki, infraqırmızı şüalar elektromaqnit dalğalarının radiodalğalar və qırmızı işıq arasında spektrin geniş bir hissəsini əhatə edir: 1 mm-dən (1000 mkm) 0,8 mkm-dək. Bununla belə, Yer atmosferi infraqırmızı şüaların çox hissəsi üçün qeyri-şəffafdır: o, ancaq 0,75–5 mkm diapazonundakı şüaları buraxır. Bu şüalar, əsasən, atmosferdə su buxarı və karbon qazı tərəfindən udulur. Karbon qazı Yer atmosferini qızdıran parnik effektini yaradan əsas elementdir.

GÖZƏGÖRÜNMƏZİ NECƏ TUTMAQ OLAR?

XIX əsrdə astronomlar infraqırmızı şüalanmanı müşahidə etmək üçün *termocütlərdən* (müxtəlif metalların birbirinə birləşdirilmiş məftilləri) istifadə edirdilər. Onların birləşdirilmiş yerini infraqırmızı şüa ilə qızdırsaq, məftillərin ucunda hərəkətedici elektrik qüvvəsi yaranar. Bunun qiymətini ölçərək, infraqırmızı şüaların intensivliyinin qiymətini və bundan sonra isə səma cisminin temperaturunu hesablaya bilərik. Əvvəllər məhz bu yolla Ayın və planetlərin səthinin temperaturunu təyin etmişlər.

Növbəti addım *bolometrin* yaradılması oldu. Bu cihazın əsas elementi infraqırmızı şüaları udan, qaraldılmış, xüsusi tərkibə malik folqadır. Folqanın elektrik müqaviməti temperaturdan asılı olaraq dəyişir. Elektrik müqavimətinin dəyişməsini ölçərək, onun üzərinə düşən infraqırmızı şüaların intensivliyinin qiymətini bilmək olar. İndi detektor kimi yarımkeçirici kristallardan istifadə edilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, bu cihazların həssaslığı böyük deyildir, ölçmələri aparmaq isə çox çətindir. Məsələ burasındadır ki, infraqırmızı diapazonda nəinki təkcə ulduzlar və planetlər, həm də cihazın öz hissələri, bütün ətraf cisimlər şüalanır və bunlar səma cisminin onsuz da zəif olan şüalanmasını üstələyir. Bunların təsirini azaltmaq üçün cihazları maye azot və ya heliumla soyudurlar. Öz məxsusi şüalanmasını azaltması üçün detektoru da soyudurlar. Yalnız bundan sonra cihazların həssaslığı astronomları təmin edəcək qədər yüksəlir.

İnfraqırmızı şüaları bir yerə yığmaq (fokuslamaq) üçün optik müşahidələrdə istifadə olunan çökük güzgüdən istifadə edilir. Lakin bu halda güzgülərin səthinin işlənməsi, cilalanması dəqiqliyinə tələb xeyli aşağıdır, ona görə də güzgüsünün diametri 2–4 m olan reflektor hazırlamaq xüsusi texniki çətinlik kəsb etmir.

İnfraqırmızı şüaların müşahidəsini hündür dağlarda qurulmuş teleskoplarla, stratostatlardan və hətta yüksəkliklərə qalxan təyyarələrdən aparmaq olar.

İndi infraqırmızı şüaları Yerin süni peyklərində yerləşdirilmiş teleskoplarla müşahidə edirlər. Bununla əlaqədar demək lazımdır ki, 1983-cü ildə Yerətrafı orbitə çıxarılmış Amerika-İngiltərə-Hollandiya infraqırmızı İRAS teleskopu böyük əhəmiyyət daşıyır. Burada qəbuledici cihazları soyutmaq üçün maye heliumdan istifadə edilmişdir. Teleskop bir il müddətində 300 litr helium ehtiyatı buxarlanıb qurtarana kimi kosmosda fəaliyyət göstərmişdir. Bu müşahidələrin nəticələrinin təhlili infraqırmızı Kainat haqqında çox məlumat verdi.

PLANETLƏRİN İNFRAQIRMIZI ŞÜALANMASI

Müasir cihazlarda infraqırmızı müşahidələrin obyekti, ən əvvəl, Günəş sisteminin planetləri oldu. Kosmik uçuşların başlanması yerdənkənar həyatın olması probleminə marağı artırdı. Həyat üçün münasib şəraitin (əlbəttə, yerdəki şərait nöqteyi-nəzərindən) olub-olmamasını müəyyənləşdirmək üçün astronomlar planetlərin səthinin və atmosferinin temperaturunu inadla ölçməyə başladılar. Ölçülən temperaturun qiymətləri ümidlərə yer qoymurdu: Merkuridə 500°C, Yupiterdə -140°C, Saturnda -160°C.

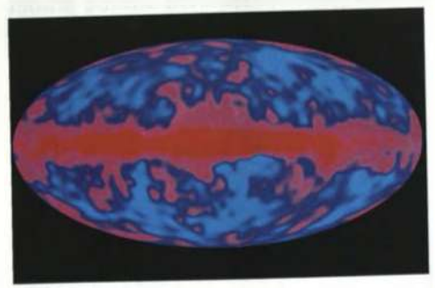
Lakin Amerika astronomu Uilyam Sinqton tərəfindən Marsın infraqırmızı spektrindəki zolağın tapılması ümidləri bir qədər artırdı, çünki bu zolaqlar karbohidratlar – ən sadə üzvi birləşmələr üçün xarakterikdir.

Belə görünürdü ki, Marsda həyatın olması öz müsbət həllini tapır, ...lakin məlum oldu ki, Sinqtonun tapdığı zolaqların mənbəyi Mars yox, Yerdir və çox güman ki, Yer atmosferindəki ağır su buxarlarına məxsusdur.

Nəhəng planetlərin infraqırmızı müşahidələri onların atmosferinin quruluşunu dəqiqləşdirməyə və peyklərində su buzunu aşkar etməyə imkan verdi. Yupiterin və Saturnun Günəş təkcə şüalarının qızdırması ilə deyil, bunların daxili mənbələri ilə əlaqədar olan məxsusi şüalanması kəşf edildi.

SƏMANIN YENİ XƏRİTƏSİ

Obyektivinin diametri 3–4 m olan infraqırmızı teleskoplar işə düşdükdən sonra astronomlar infraqırmızı şüalarda göyün xəritələrini tərtib etməyə başladılar. Astronomlar göyü müntəzəm müşahidə edərək, infraqırmızı obyekt-



Göy infraqırmızı şüalarda. Üfüqi xətt Ağ Yolun orta müstəvisinə uyğun gəlir. Ağ Yoldan kənarda, əsasən, qalaktikadankənar infraqırmızı mənbələr yerləşir.



Yupiter infraqırmızı şüalarda.

Orion bürcünün trapesiyası adi (solda) və infraqırmızı şüalarda. Sağdakı fotoşəkildə molekulyar bulud (ulduz əmələgəlmə oblastı) yaxşı görünür.

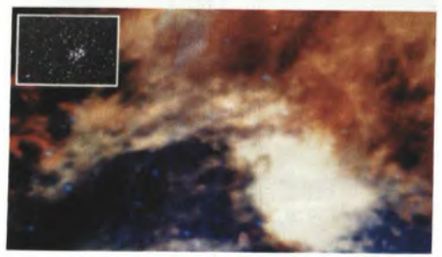






Yaranmaqda olan Barnard 5 ulduzu (oxla işarə edilmişdir). İRAS rəsədxanasında infraqırmızı şüalarda çəkilmiş şəkil.

Pleyada (Ülkər) ulduz topasını əhatə edən dumanlığın infraqırmızı şüalarda təsviri.



lərin koordinatlarını təyin etdilər və onlardan gələn enerjinin qiymətini hesabladılar. Nəticədə insanlar ilk dəfə olaraq göyə görünməz "istilik" şüalarında baxdılar. Nəticə çox maraqlı təsir bağışlayırdı.

Parlaq mavi və ağ ulduzlar infraqırmızı göydə yoxa çıxdı. Böyük Ayı, Orion, Kassiopeya bürcləri, Sirius, Prosion, Rigel kimi ulduzlar göy qübbəsindən silindi. Bətəlgeyze, Əldebaran, Antares kimi qırmızı ulduzların parlaqlığı dəyişməz qaldı. Amma qabaqlar göydə məlum olmayan başqa ulduzlar göründü: bunlar zəif tutqun-qırmızı, alovsuz yanan daşkömürə oxşayan infraqırmızı şüalanma mənbələri idi.

Onların çoxu hələ ulduz da deyildir – protoulduzdur, başqa sözlə, özünün ağırlıq qüvvəsi ilə sıxılmış ulduzlararası mühitin sıxılmış hissələridir. Bunlar qaz-toz örtüyü ilə əhatə olunan soyuq qaz kürələridir. Onların bəzilərində "əsl" ulduzlara xas olan nüvə reaksiyaları təzəcə başlanıb. Ulduzların əmələ gəlməsi ilə eyni vaxtda planet sisteminin də yaranması istisna edilmir. Məhz belə təəccüb doğuran obyektlər Buğa, Orion, Qu bürclərində, o cümlədən məşhur Orion dumanlığında tapılmışdır.

Güclü infraqırmızı şüalanmanın mənbəyi toz dumanı və ya toz diski ilə əhatə olunmuş isti ulduz da ola bilər. Toz ulduzun qısadalğalı və görünən şüalarını udur və onun enerjisini yenidən infraqırmızı işıqda şüalandırır. Buna güclü infraqırmızı şüalandıran toz diskle əhatə olunmuş Veqa ulduzu misal ola bilər.

İRAS orbital teleskopu Ağ Yolun mərkəzi hissəsinin infraqırmızı diapazonunun uzundalğalı hissəsində şüalanmasını tədqiq etmişdir.

Bizim Qalaktikanın mərkəzinin infraqırmızı oblastda şüalanması çoxdan məlum idi. Hələ 1951-ci ildə sovet astronomları qalaktikanın şəklini ilk dəfə infraqırmızı şüalarda çəkmişlər. Onlar işıqqəbuledicisi kimi elektron-şüa borusundan istifadə etmişlər. Bu cihazın fotokatodu infraqırmızı şüalara həssasdır. Nəticədə görünən işığı ulduzlararası toz tərəfindən çox güclü udulan qalaktika nüvəsinin ulduzlarının şüalanması kəşf edilmişdir.

İRAS-da qoyulmuş cihaz 12, 25, 60 və 100 mkm dalğa uzunluqlarında şüaları qəbul edirdi. Bu dalğa uzunluqlarında ulduzların özləri yox, onların yaxın ətrafındakı, ya da aralarındakı toz şüalanır. İRAS çoxlu miqdarda işıq mənbəyi: qalaktikanın nüvəsində infraqırmızı obyektləri, ulduzlararası qaz və tozun toplandığı Ağ Yol boyu ensiz zolağın şüalanmasını və çoxsaylı toz örtüklü ulduzları qeyd etmişdir.

10 mindən çox şüalanma mənbəyini qalaktikadankənar obyektlər olan qalaktikalarla (əsasən, spiral qalaktikalarla), çox uzaq və güclü nöqtəvi şüalanma mənbəyi kvazarlarla eyniləşdirmək mümkün olmuşdur. Bir çox hallarda qalaktikaların infraqırmızı diapazonda şüalanması gücünə görə müşahidə olunan optik şüalanma ilə müqayisə edilə bilir və ya hətta ondan üstündür. Bu şüalanma, əsasən, cavan isti ulduzlarla bağlıdır. Bu ulduzlar qalaktikaların qeyri-şəffaf (görünən və ultrabənövşəyi şüalar üçün) oblastlarında yaranır və onları əhatə edən toz mühitini bir neçə on kelvin temperatura qədər qızdırır, nəticədə bu mühit infraqırmızı diapazonda işıq saçmağa başlayır. Bu şüalanmanın gücünə əsaslanaraq astronomlar qalaktikalarda ulduzların əmələgəlmə sürətini sayca hesablayırlar.

Bəzi hallarda qalaktikaların və kvazarların nüvələrinin infraqırmızı şüalanmasının gücü ağlasığmaz dərəcədə böyük – Günəşin işıqlığından yüz milyardlarla dəfə artıq olur. Belə mənbələrin əmələ gəlməsi mexanizmi hələlik elmə məlum deyildir.

ULTRABƏNÖVŞƏYİ ŞÜALANMA

Kim, heç olmasa, bircə dəfə dağlara qalxıbsa, Günəşin düzən yerə nisbətən orada daha hərarətli olduğunu bilir: o, dərini tez yandırır. Eyni zamanda, məlumdur ki, dağda yaşayan insanlar zökəm, angina və başqa soyuqdəymə xəstəliklərinə nisbətən az tutulurlar. Doğrudanmı, dağlardakı Günəş şüaları düzənliklərdən nəilə fərqlənir? Bəli, dağlarda dalğa uzunluğu görünən şüalarınkından kiçik olan *ultrabənövşəyi* şüalar çoxdur. Ultrabənövşəyi şüalar spektrin 0,3 mkm-dən 0,01 mkm-ə qədər dalğa uzunluğu diapazonundakı şüalardır. İnsan dərisini nisbətən uzun dalğalı yumşaq ultrabənövşəyi şüalar yandırır. Xoşbəxtlikdən, qısamüddətli sərt ultrabənövşəyi şüaları Yer atmosferi tamamilə udur və onlar Yer səthinə gəlib çatmır.

Qaz mühitində, məsələn, ulduzlararası fəzada sərt, böyük enerjili ultrabənövşəyi kvantlar müxtəlif elementlərin atomlarını ionlaşdırır. Bu halda kvantın enerjisi atomun elektronunun birinə verilir və o, qopub "sərbəst" elektrona çevrilir. Elektronunu itirmiş neytral atom elektrik yükünə malik olur və müsbət iona çevrilir. "Sərbəst" elektron yenidən hər hansı bir ionlaşmış atomla birləşə bilər, onda həmin atom yenə də neytral atoma çevrilir.

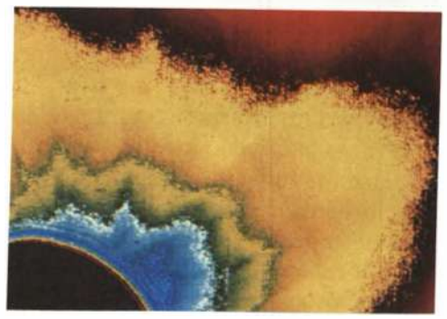
Tərkibi neytral atomlardan deyil, müsbət və mənfi yüklü zərrəciklərdən (müsbət ionlardan, elektronlardan) ibarət olan qaz *plazma* adlanır. Plazma elektrik cərəyanını keçirir, həm də onun hərəkətinə maqnit sahəsi güclü təsir edir. Alimlər belə qənaətə gəliblər ki, Kainat, əsasən, plazmadan ibarətdir. Yalnız planetlər, planetlərarası və ulduzlararası toz və qısadalğalı ionlaşdıran şüaların gedib çatmadığı Kainatın uzaq yerlərində maddə başqa haldadır.

İsti ulduzların ultrabənövşəyi şüaları ilə ionlaşmış qaz buludlarının özləri güclü şüalanma mənbəyinə çevrilir. Onlar parlaq qaz dumanlıqları və ya ionlaşmış hidrogen oblastları adlanır. Onlar olan yerdə cavan isti ulduzların mövcudluğu mümkündür; bu ulduzların temperaturu böyük olduğuna görə enerjinin əsas hissəsini spektrin ultrabənövşəyi hissəsində şüalandırır.

Beləliklə, ultrabənövşəyi şüalanmanın üstünə təbiət mühüm vəzifə – səpələnmiş (yəni ulduzlarda toplanmamış) maddəni ionlaşdırmaq vəzifəsi qoymuşdur.

GÜNƏŞİN ULTRABƏNÖVŞƏYİ ŞÜALANMASI

Günəşin şüalanmasında ultrabənövşəyi şüalar Yerdə müşahidə ediləndən qat-qat çox olmalıdır, çünki onları Yer atmosferi udur. 30 km və daha artıq yüksəkliklərə ölçü cihazlarını və radiotörücüləri qaldıran pilotsuz zondların kosmik fəzaya buraxılması göstərdi ki, 25-28 km-dən hündürə qalxdıqca havanın temperaturu artır və 30-35 km hündürlükdə maksimuma çatır. Bir qədər yuxarı qalxdıqda temperatur yenidən azalır, ultrabənövşəyi şüaların intensivliyi isə artır. Alimlər belə nəticəyə gəldilər ki, 30–35 km hündürlükdə Günəşin ultrabənövşəyi şüaları güclü surətdə udulur və burada ozon əmələ gəlir. Ozon dalğalarının üç oksigen atomunun birləşməsindən əmələ gəlir (adi oksigen molekulu iki oksigen atomunun birləşməsidir). Ozon, dalğalarının uzunluğu 0,3 mkm-dən qısa olan şüaları çox güclü udur, bizim və bütün canlıların dərisini onların təhlükəli təsirindən xilas edir. Məhz buna görə də atmosferdə ozon çuxurlarının yaranması çox həyəcan doğurur. Günəşin ultrabənövşəyi şüaları bu ozon çuxurlarından keçərək Yer səthinə gəlib çatır. Ozon "qalxanının" dağılması səbəblərindən biri, soyuducularda geniş istifadə olunan ftorkarbon birləşmələrinin atmosferə atılmasıdır.



Günəş tacı ultrabənövşəyi şüalarda.

Lakin Günəşin ultrabənövşəyi şüalarının enerjisi heç də təkcə ozonun əmələ gəlməsinə sərf olunmur.

Bütün elektromaqnit dalğaları kimi, radiodalğalar da düz xətt boyunca yayılmalıdır. Bir halda ki, Yer kürəvidir, onda Amerika ilə Avropa arasında radiorabitə mümkün deyil? 1901-ci ildə italiyalı radiotexnik Hulyelmo Markoni İngiltərə ilə ABŞ arasında birbaşa radiorabitə yaratdı və sübut etdi ki, radiodalğaları Yer kürəsini dövrələyib yayıla bilər. Bunun üçün radiodalğaları Yer səthindən 150–300 km hündürlükdə olan "güzgüdən" əks olunmalıdır. "Güzgü" rolunu atmosferin ionlaşmış qatları oynayır. İonlaşmanın mənbəyi isə Günəşin ultrabənövşəyi şüalanmasıdır. Sözün qısası, Günəşin ultrabənövşəyi şüalanması amiranə surətdə Yer işlərinə müdaxilə edir.

İndi daha elə bir şey qalmamışdı: Günəşin ultrabənövşəyi şüalanmasının intensivliyini birbaşa ölçmək. Ballistik raketlərin yaranması tədqiqatçılara cihazları yer atmosferindən kənara 100 km-dən də çox hündürlüklərə qaldırmağa imkan verdi. Elə birinci raket uçuşları uğur gətirdi: Günəşin ultrabənövşəyi şüaları tapıldı və onun intensivliyi ölçüldü. Uzunluğu 0,15 mkm-dən qısa dalğalar Günəşin görünən səthindən yox, daha hündür və çox isti atmosfer qatlarından gəlir. Bu şüalanmanın spektri parlaq emissiya (şüalanma) xətlərindən ibarətdir; onların ən güclüsü neytral hidrogen atomunun şüalanmasıdır (dalğa uzunluğu 0,12 mkm).

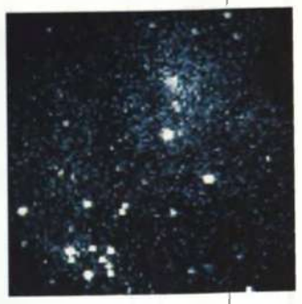
Peyk astronomiyası inkişaf etdikcə, Günəşin ultrabənövşəyi şüalanmasının tədqiqi onun vacib komponenti oldu. Səbəb aydındır: ultrabənövşəyi şüalanma atmosferin ionlaşmış qatlarına və deməli, yerdə, xüsusilə də qütb rayonlarında, radiorabitə şəraitinə nəzarət edir. Günəşin şıltaqlığından heç də xoşa gəlməyən bu asılılıq yalnız son onilliklərdə, peyk radiorabitəsinin inkişafı nəticəsində aradan qalxmağa başladı.

KOSMOSUN "YAXIN DÖYÜŞ SİLAHI"

Səma obyektlərinin ultrabənövşəyi şüalanmasının tədqiqi kifayət qədər çoxdan – astrofotoqrafiyanın meydana gəldiyi vaxtdan başlandı. Fotoemulsiyalar təkcə görünən işığa deyil, eyni zamanda UB şüalanmaya da həssasdır. Səma cisimlərinin sərt, qısadalğalı şüalanmasını öyrənmək üçün cihazları Yer atmosferinin hüdudlarından kənara çıxarmaq lazım gəldi. Burada böyük sürprizlər gözləmək çətin idi. Sərt UB şüalanma "yaxın döyüş silahıdır", o, ulduzlararası mühitdə uzaq məsafələrə yayıla bilmir. Onun yüksək ionlaşma qabiliyyəti enerjisini tez itirib, kosmik ultrabənövşəyi (UB) kvantların qazda udulması nəticəsində uzundalğalı şüalanma üçün şəffaf olmasına imkan verir.

Əsas ulduzlararası uducu hidrogendir. O, 912 Å (0,0912 mkm) dalğa uzunluğunda UB şüalanma ilə ionlaşır. Ancaq, onun enerjisi daha böyük uzundalğalı kvantlara verilə bilər və uzaq məsafələrdə kifayət qədər az udulmağa məruz qalan şüalanma xətlərində "işıqlanar". UB kvantlarla qızdırılan qaz işıqla bərabər radiodalğalar şüalandırdığına görə, ionlaşmış hidrogenin ulduzlararası buludlarında müşahidəsi optik və radiodiapazonda aparılır. Onlar sərt ultrabənövşəyi şüalanma yaradan uzaq mənbələrin yerini müəyyən etməyə və onun gücünü ölçməyə imkan verir.

Kosmosda güclü UB şüalanma yaradan mənbələrə az rast gəlinir. Bunlar, əsasən, səthində temperaturu 20-25 min kelvin olan, böyük işıqlanma verən çox isti ulduzlardır. Belə ulduzlara Orion bürcündə rast gəlinir və rəngi mavi, yaxud ağ-mavi olur. Bunlara oxşar ulduzlar, əsasən, qalaktikanın səthində spiralvari budaqlarda toplanır. Qalaktika müstəvisində yerləşən bu mənbələrin işıqlılığı qaz və toz tərəfindən udulduğuna görə tez zəifləyir. Buna baxmayaraq, həmin obyektlər astronomların diqqətini daha çox cəlb edir, belə ki, bu ulduzlar cavandır, daha doğrusu, onların yaşı bir neçə milyon il təşkil edir, halbuki Günəş azı 5 milyard ildir mövcuddur. Cavan ulduzların müşahidəsi, onların yaranmasını və onlarda gedən proseslərin mahiyyətini anlamağa, başqa sözlə, ulduzların təkamül yollarını izləməyə imkan verir.



Tərkibində çoxlu cavan isti ulduz olan Laqun dumanlığının bir hissəsinin ultrabənövşəyi təsviri.

Bizim qalaktikanın, Andromeda qalaktikalarının və uzaq elliptik ulduz sistemlərinin qoca ulduzları gözlənildiyindən daha artıq ultrabənövşəyi işıq şüalandırır. Bu onunla əlaqədardır ki, qoca ulduzların içərisində ultrabənövşəyi diapazonda şüalanma yaradan isti obyektlərə rast gəlinir. Bunlar tərkibində çox az metal olan ulduzlar və öz inkişafında artıq qırmızı nəhənglərin mərhələsini keçmiş ağ cırtdanlardır.

Ulduz sistemlərinin UB şüalanmasının ölçülməsi onların ulduz tərkibini aydınlaşdırmaq üçün açardır.

Fəal nüvəli qalaktikalar və kvazarlar daha yüksək ultrabənövşəyi işıqlılığa malikdir. Burada şüalanma təkcə isti ulduzlara görə mövcud deyildir. Orada ulduz olmayan, yaxud, necə deyərlər, böyük gücə malik qeyri-istilik mənbələri də vardır. Onların təbiətinin öyrənilməsi – astronomiyanın ən aktual məsələlərindən biridir.

RENTGEN VƏ QAMMA-ASTRONOMİYA

MANEƏSİZ ŞÜALAR

XIX əsrin sonunda alman fiziki Vilhelm Rentgen görünməyən şüaları kəşf etdi. Bu şüalar onun şərəfinə *rentgen şüaları* adlandırıldı. Yeni şüalar özünün nüfuzetmə qabiliyyətinə görə diqqəti cəlb etməyə başladı. Onlar kağız qatlarından, kartondan, ağacdan və hətta nazik metal təbəqəsindən də sərbəst şəkildə keçirdi (lakin hamısından yox: məsələn, qurğuşun onlar üçün çətin keçilən maneəyə çevrilmişdi). Alimlər rentgen şüaları dalğalarının uzunluğunun çox az olan elektromaqnit rəqsləri və mindən on minlərlə elektronvolta qədər olan böyük kvant enerjisi olduğunu məyyən etmişlər.

Rentgen şüalarından tez bir zamanda təbabətdə daxili orqanları müşahidə etmək və materialşünaslıqda məmulatın gizli qüsurlarını aşkara çıxarmaq üçün istifadə edilməyə başlandı. Onların kristalları tədqiq etmək işinə tətbiqi böyük əhəmiyyət kəsb etdi. Bunlar ona görə mümkün oldu ki, kristallarda atomlararası məsafə rentgen şüalarının dalğa uzunluğuna yaxın olduğu üçün şüaların kristallarda difraksiyası fəzada atomların necə yerləşdiyini təyin etməyə imkan verdi. Beləliklə, maddədə atomun quruluşunu tədqiq etmək üsulları işlənib hazırlandı.

Elə güman edilirdi ki, astronomlar üçün rentgen şüalarının kəşfi heç bir əhəmiyyət kəsb etmir. Əgər səma işıqlandırıcılarının temperaturu milyon dərəcəyə yaxınlaşarsa, bir qədər artıq gücə malik rentgen şüalanması mümkündür. Amma adi ulduzların səthində bu qədər temperatur mövcud olmur. Hətta heç kim təsəvvür etmirdi ki, başımız üzərində hər gün yerdənkənar rentgen şüalanması mənbəyi bərq vurur. Təbii ki, söhbət Günəşdən gedir.

RENTGEN ASTRONOMİYASININ YARANMASI

Günəşin rentgen şüalanması haqqında məlumatın uzun illər mövcud olmamasının səbəbi həmin şüalar üçün Yer atmosferinin ekran rolu oynaması olmuşdur, çünki kosmosdan gələn bütün qısadalğalı şüalanma Yer atmosferi tərəfindən udulur. Burada müvafiq texnikasız ötüşmək olmur.

Doğrudur, XX əsrin 30-cu illərində uzaq radiorabitənin gündüz vaxtı pozulmasının təqsirini rentgen şüalanmasında görürdülər. Hesab edilirdi ki, Yer atmosferindən kənar mənbələrdən gələn rentgen şüalanması Yer atmosferində 80 km hündürlükdə (onu D qatı adlandırırlar) əlavə ionlaşmış təbəqə yaradır. Ancaq bu fərziyyənin təsdiqi üçün cihazları həmin sərhəddən kənara çıxarmaq lazım idi. Bu, müharibədən sonrakı illərdə mümkün oldu.

40-cı illərin sonunda ballistik raketlərdə rentgen-şüa detektorları 100 km hündürlüyə qaldırıldı. Onların köməyi ilə Günəşdəki partlayışlar zamanı buraxılan rentgen şüalanmasını qeyd etmək mümkün oldu. Günəşdə baş verən bu özünəməxsus "maqnit partlayışı" yüksək enerji zərrəcikləri olan Günəş kosmik şüalarının və eləcə də rentgen şüalanmasının güclü impulsları ilə müşahidə olunur. Bundan başqa, cihazlar rentgen şüalarında səmanın diffuz şüalanmasını da qeyd etdi.

60-cı illərdə digər iki rentgen mənbəyi aşkar edildi. Onlardan biri, ifratyeni ulduzların qaz qalığı olan Xərçəngvari dumanlıq, digəri isə Əqrəb bürcündəki qəribə ulduz ilə (o, Əqrəb X-1 adını aldı) əlaqədardır. 1970-ci illərdə xüsusi süni peyklər – "Uxuru" və "Eynşteyn" adlı rentgen rəsədxanaları tərəfindən aparılan müntəzəm müşahidələr göyün təsvirindəki detalları daha da zənginləşdirdi.

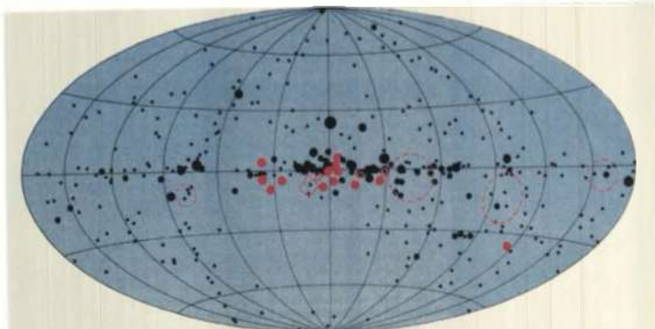
Kosmik rentgen şüalarını qeyd etmək üçün fiziklər astronomlara böyük çeşiddə qəbuledici qurğular təqdim etdilər. Əvvəllər rentgen kabinetlərində istifadə olunan fotoplyonkalar tətbiq edilirdi. Sonralar Heyger sayğacları və nəhayət, rentgen kvantlarını tutan və onun enerjisini təyin edən xüsusi yarımkeçirici qurğular meydana gəldi. Uzun illər rentgen qəbuledicilərinin əsas çatışmazlığı onların kiçik ayırdetmə qabiliyyətinə malik olması idi. Bu onun nəticəsi idi ki, rentgen rəsədxanalarında istifadə edilən xüsusi metal güzgülərin bucaq ayırdetməsi 1′ (bir saniyədən) kiçik deyildi.

RENTGENLİ SƏMA

Süni peyklərin müşahidəsi əsasında tərtib olunmuş kataloqlar, minlərlə kosmik mənbənin rentgen şüalanmasını özündə əks etdirir. Onlardan yüzlərlə mənbə optik obyektlərlə eyniləşdirilmişdir.

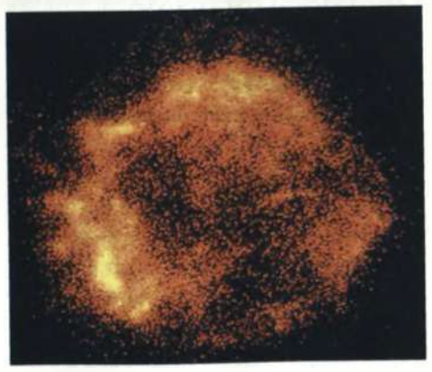
Rentgen mənbələri içərisində qalaktik obyektlər az deyil: ifratyeni ulduzların (məsələn, pulsarı olan Xərçəngvari dumanlıq) qalıqları, sıx ikili sistemlər, Qalaktikanın mərkəzi sahəsi (nüvəsi) və s. Ancaq mənbələrin çoxu bizim ulduz sistemindən kənarda yerləşir: bu digər həm adi (Andromeda dumanlığı), həm də qeyri-adi (Qız bürcündə toplaşan qalaktikalardan olan Qız A qalaktikası) qalaktikalardır. Öz rentgen işıqlılığını tez dəyişən kvazarlar və yüksək fəallığa malik qalaktikaların nüvəsi güclü rentgen şüalanması mənbəyidir. Rentgen şüalarında qalaktikaların iri yığınlarında qalaktikalararası sahəni dolduran seyrəklənmiş qaynar qaz müşahidə olunur.

Sıx ikili sistemlərlə (qarşılıqlı cazibə nəticəsində bir-birinə çox yaxın olan iki ulduz birləşməsi belə adlanır) bağlı olan rentgen mənbələrinin təbiəti böyük maraq kəsb edir. Burada, komponentlərdən birini – çox yığcam obyekt (neytron ulduz, yaxud qara dəlik), ikincini isə nəhəng, yaxud ifratnəhəng təşkil edir. Cütlərin üzvləri arasındakı məsafə böyük olmadığından müəyyən şəraitdə maddə fəal şəkildə nəhəng ulduzdan yığcam ulduza aktiv axa bilər. O, maqnit qütblərinin oblastında neytron ulduzun səthinə tökülür və ya maqnit lenti sarğaca dolandığı kimi, ulduzun ekvator müstəvisinə dolanıb onun ətrafında qaz diski əmələ gətirir. Yığcam ulduz kifayət qədər böyük kütləyə (Günəş kütləsi tərtibində) və kiçik ölçüyə (15–20 km diametrində) malik olduğundan düşən maddə çox böyük sürət (san-də 10 minlərlə km) əldə edərək, güclü şəkildə sıxlaşır və milyon dərəcədən yuxarı

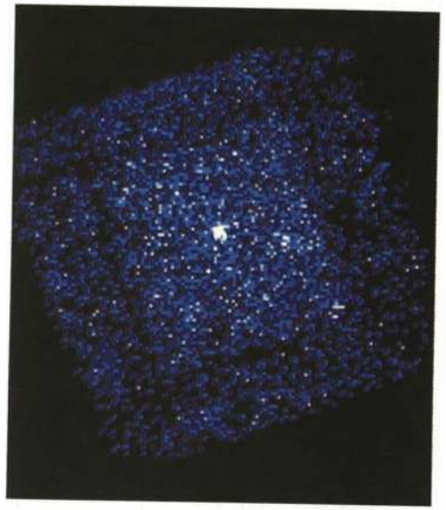


• "Uxuru" peyki ilə qeydə alınmış mənbələr. • Rentgen barsterləri.

Göy rentgen şüalarında. Üfüqi ox qalaktika ekvatorudur.



Kassiopeya-A obyektinin, ifratyeni ulduz qalığının rentgen təsvirləri.



Kvazarın rentgen təsviri.

temperaturadək qızır. Qoşa ulduz güclü rentgen şüalanması mənbəyinə çevrilir!

Əgər qaz neytron ulduzların maqnit qütbləri oblastına düşürsə, onun tez-tez fırlanması qəbul etdiyimiz dəyişən rentgen şüalanmasını verir. Bu cür mənbələr *rentgen pulsarları* adlanır. Elmə onlarca belə mənbə məlumdur.

Həyəcanlanmış, təlatümlü hadisələrlə dolu, fəlakətlərlə və görünməz miqyasda partlayışlarla bizim qarşımızdakı kosmos gələn rentgen şüalarında özünü göstərir. O necə də minlərlə yanıb-sönən ulduzlardan ibarət, sakit, demək olar ki, dəyişməz dünyaya bənzəmir.

QAMMA-ŞÜALANMA

Bütün fizika kurslarında – orta məktəbdən universitetədək – radioaktiv şüalanmanın mürəkkəb tərkibə malik olduğunu aşkar etməyə imkan verən klassik təcrübə aşağıdakından ibarətdir: radium preparatı qurğuşun parçasının yuxarısında açılmış dar kanalın dibinə doldurulur. Onun üzərinə fotolövhə yerləşdirilir. Kanaldan çıxan şüalanmaya, xətləri ona perpendikulyar istiqamətdə yönəlmiş güclü maqnit sahəsi təsir edir. Bütün qurğu vakuumda yerləşdirilir. Maqnit sahəsi olmadıqda aydınlaşdırılmış fotolövhədə, kanalın düz qarşısında bir qara ləkə müşahidə olunmuşdur. Bu fakt, 1896-cı ildə fransız fiziki Antuan Bekkerelə radioaktivliyi kəşf etməyə imkan vermişdi. Maqnit sahəsində şüa üç dəstəyə ayrılırdı. İlk dəstənin iki tərkib hissəsi bir-birindən əks tərəfə meyil edirdi. Bu onların əks işarəli elektrik yüklərinə malik olmasına sübut idi. Bu zaman şüalanmanın mənfi yüklü komponenti, müsbət yüklü komponentinə nəzərən maqnit sahəsinə daha çox meyil edirdi. Üçüncü tərkib hissə isə maqnit sahəsinə meyil etmirdi. Şüalanmanın müsbət yüklü komponenti *alfa-şüalar*, mənfi yüklü komponenti *beta-şüalar*, yüksüz komponenti isə *qamma-şüalar* (α-şüalar, β-şüalar, γ-şüalar) adlandırılmışdı.

Görünən işıq şüalarını atomlar, qamma-şüaları isə atomun nüvəsi yaradır. Atom həyəcanlanmış vəziyyətə keçərək, işıq buraxır ki, bu da spektroskopda gördüyümüz xətləri əmələ gətirir. Eynilə bu cür həyəcanlanmış, başqa sözlə, enerjisini itirmiş nüvə isə qamma-şüa şəklində şüalanma yaratmaq qabiliyyətinə malikdir.

Qamma-şüalar qısa dalğa uzunluğuna malik olduğu üçün kvant mexanikasının qanunlarına tam müvafiq surətdə dalğalardan fərqli olaraq, zərrəciklər selinin xüsusiyyətlərinə oxşar qaydada kvantların güclü enerjisini yaradır. Buna görə də onları dalğa uzunluğu ilə deyil, kvantların enerjisi ilə xarakterizə edirlər. Məsələn, "10^{-6} mkm dalğa uzunluğunda şüalanma" əvəzinə "1,2 MeV enerjiyə malik qamma-kvant" deyirlər.

Qamma-şüalar təkcə həyəcanlanmış atam nüvəsi tərəfindən buraxılmır. Onlar *Kompton səpələnməsi* adlanan yüksəkenerjili hissəciklərin toqquşması – adi şüalanma ilə yüksəkenerjili elektronlar arasında enerji mübadiləsi zamanı yarana bilərlər. Qamma-şüalar proton, yaxud atomun nüvəsinin elektrik sahəsində sürətli elektronların uçuşu zamanı da yaranır (belə şüalanmanı obrazlı "əyləcli" adlandırırlar). Onların mənbələri həm də zərrəcik-antizərrəcik cütünün qamma-kvanta çevrilməsi – *annihilyasiya* prosesi şəklində də ola bilər.

Fiziklər qamma-kvantları tapan, onların istiqamətini və enerjisini təyin etməyə imkan verən cihazlar yaratdılar. Sual olunur ki, bunların astronomiya ilə nə əlaqəsi var? Bu əlaqə birbaşadır.

Ulduzların daxili qatlarında çoxsaylı nüvə reaksiyaları baş verir. Ulduzlararası fəzada işıq sürətinə yaxın kosmik şüaların zərrəcikləri daşınır. Kosmosda zərrəciklər və antizərrəciklərin annihilyasiyası gedir. Deməli, kosmik qamma-şüalar mövcud olmalıdır.

Yer atmosferi mane olduğuna görə, onları Yerin səthində tutmaq olmur. Bu səbəbdən də, qamma-astronomiya ancaq qamma-şüaları qəbul edən detektorlar əvvəlcə balonlarda və peyklərdə, sonra isə kosmik aparatlarda qaldırıldıqdan sonra yarandı.

Bundan başqa, işıq kvantlarının fotonlarının zəif selini qeyd etmək üçün yerüstü üsullar da mövcuddur. Bu fotonları hava mühitindəki atomlarla, enerjili qamma-kvantların qarşılıqlı təsiri nəticəsində əmələ gələn sürətli elektronlar yaradır. Bu üsul enerjisi 10^{12} eV-yə qədər olan qamma-kvantları tutmağa imkan verir.

TƏNHA KVANTLAR

Xüsusi cihazların köməyi ilə ayrı-ayrı qamma-kvantları qeyd edirlər. Bunlardan biri də *stintillyasiyalı* sayğacdır. Bu kristal xüsusi maddədən (məsələn, yodlaşdırılmış natriumdan) hazırlanır. Bu kristaldan keçən qamma-kvant işığın alışmasını verir və fotogücləndirici tərəfindən qeyd edilir. Bu qayda ilə bir neçə meqa elektron-volt enerjiyə malik olan qamma-kvantlar aşkar edilir.

Daha enerjili qamma-kvantlar isə *trek detektorlarının* köməyi ilə tutulur. Bu qurğular yüklənmiş zərrəciklərin, məsələn, detektorun maddəsi ilə qarşılıqlı təsir nəticəsində yaranan elektronların hərəkət trayektoriyasını qeyd edir. Detektorun kamerasına doldurulmuş qazlardan ayrılmış zərrəciklər özlərindən iz buraxan ionlaşmış atomlar şəklində aşkar edilir.

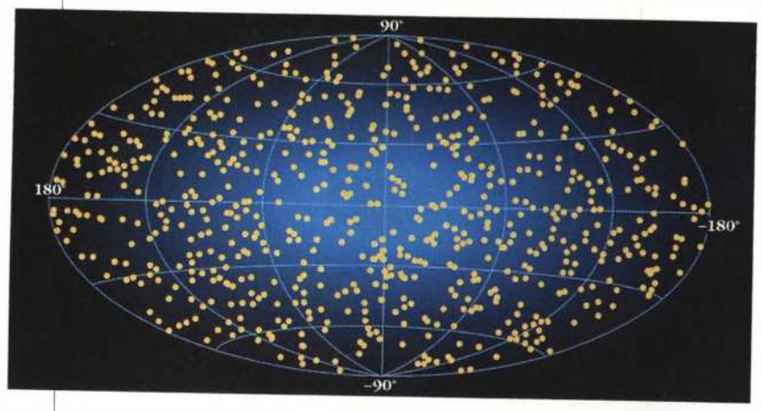
Bundan başqa, qamma-kvantları qeyd etməyin digər üsulları da mövcuddur. Lakin bu üsullar universal olmayıb, zərrəciklərin müəyyən enerji diapazonuna uyğun hesablanmışdır.

QAMMA-FON VƏ QAMMA-PULSARLAR

Təbii sürətləndiricilərdə ehtimal olunmayan dərəcədə yüksək sürət almış yüklənmiş zərrəciklər, yaxud milyardlarla dərəcə temperatura malik qızmış qazın zərrəcikləri qamma-şüalanmanın mənbəyi rolunu oynayır.

Qamma-şüaları qeyd etmək üçün istifadə edilən cihazlar kosmosa çıxarıldıqda astronomlar səmada Ağ Yolu əhatə edən zolaqda qamma-şüalanma fonu aşkar etdilər. Qamma-şüalanma kosmik şüaların enerjili protonlarının ulduzlararası qazın atomları ilə toqquşması nəticəsində meydana çıxır. Yekunda, şüalanma fonunun bir hissəsi qalaktikadankənar mənbələrə aiddir, amma onların payı çox deyil. "Yayılmış" fonun fövqündə qamma-şüaların diskret mənbələri – parlaq ləkələr görünür. Onlarca belə mənbə aşkar edilmişdir. Onlar daha çox Qalaktika ekvatorunun müstəvisində müşahidə edilir. Bu da onların kosmik yaxınlığına və bizim Qalaktikaya aid olduğuna birbaşa sübutdur.





Göy sferasında qamma-alışmanın paylanması.

Müasir qamma-teleskopların ayırdetmə qabiliyyəti yüksək deyildir. Buna baxmayaraq, bir sıra diskret mənbələr məlum kosmik obyektlərlə eyniləşdirilmişdir. Onların bir hissəsi pulsarlarla əlaqədardır. Qamma-şüalanma mənbələrinin rəqslərinin intensivliyinin dövrü pulsarların "sayrışma" dövrünə bərabər olması bu nəticəyə gəlməyə imkan verdi. Məsələn, Yengəcəbənzər dumanlıqdakı pulsar qamma-şüalanma mənbəyidir. O, qamma-şüalar şəklində radiodalğalar, infraqırmızı şüalar, görünən işıq, ultrabənövşəyi və rentgen şüaları buraxır. Bunların hamısının periodu, pulsarın "sayrışma" dövrü ilə eynidir. Başqa bir obyekt isə daha uzundalğalı diapazonda əvvəllər Yelkən bürcündə müşahidə edilmiş pulsar oldu. Yengəcəbənzər dumanlıq ilə müqayisədə daha qoca ifratyenilərin qalığı olan Yelkən X adlı obyekt də rentgen şüalanma mənbəyidir. Bir neçə qamma-mənbələr böyük kütləli ulduzdan yığcam obyektə (məsələn, Herkules X-1, Qu X-3) maddə axan sıx qoşa sistemlərlə eyniləşdirilmişdir. Qamma-kvantların əmələ gəlməsi güclü maqnit sahəsində yığcam obyektin ətrafında zərrəciklərin sürətlənməsi sayəsində yaranan mürəkkəb fiziki prosesdir.

Bizə ən yaxın qamma-şüalanma mənbəyi Günəşdir. Güclü Günəş alışmaları zamanı qamma-şüalanma baş verir. Müşahidə olunan ən uzaq qamma-mənbələrdən qalaktikanın və kvazarların fəal nüvələrini qeyd etmək olar (məsələn, qalaktika 421, kvazarlar 3C 273, 3C 279).

Elə qamma-mənbələr vardır ki, onları hər hansı obyektlərlə eyniləşdirmək mümkün olmamışdır. Səmada qamma-mənbələrin vəziyyətini dəqiq təyin etmək çox çətindir. Qamma-teleskopların bucaq ayırdetməsi kiçikdir (bir neçə dərəcə) və ancaq öz parlaqlığını tez dəyişən qamma-mənbəyi bir-birindən bir qədər uzaqlaşdırılmış iki və ya bir neçə aparatla eyni vaxtda müşahidə etmək onun koordinatlarını dəqiqləşdirməyə imkan verir.

Qamma-alışmalar daha çox maraq doğuran obyektlərdir. Onlar, orta hesabla gündə bir dəfə qısa müddətdə (bir neçə saniyədən on dəqiqəyə qədər) göyün müxtəlif hissələrində "alışır". Qamma-alışmalar 60-cı illərdə atom silahını sınaqdan keçirən zaman izləmək üçün buraxılan Amerika peykləri tərəfindən kəşf edilmişdi. İndiki dövrə qədər öz təbiətini gizli saxlayır. Səma xəritəsinə minlərlə qamma-alışmaları daxil edilmişdir; onlar göyü praktiki olaraq nə yaxın ulduzlara sarı, nə Qalaktikanın səthinə və ya onun nüvəsinə, nə də uzaq məlum qalaktikaların sıxlıqlarına tərəf toplanmadan oxşar qaydada bürümüşdü. İlk dəfə qamma-alışmanın çox zəif optik obyektlə eyniləşməsi 1997-ci ildə aparıldı.

Qamma-alışmaların necə yaranması haqqında müxtəlif fərziyyələr mövcuddur. Bir sıra tədqiqatçılar onların təbiətini neytron ulduzlarla, yaxud qara çuxurların əmələ gətirdiyi sıx qoşa sistemlərlə bağlayırlar. Onlar kütlənin ümumi mərkəzi ətrafına fırlanaraq, tədricən yaxınlaşmaqla bir-biri ilə tez və ya gec toqquşaraq, qravitasiya dalğalarının şüalanması şəklində orbit boyunca hərəkət enerjisini itirməkdən qaça bilmir. Toqquşma zamanı ayrılan enerji çox yüksək olub, 10^{46} C-a çatır. Bu, Günəşin həyatı boyu şüalandırdığı enerjidən təxminən 100 dəfə böyükdür. Belə obyektlər min meqaparsek məsafədən müşahidə oluna bilər. Ancaq bu, hələlik yalnız fərziyyədir.

Qamma-coşmaların təbiətini sona qədər aydınlaşdırmaq üçün təkcə müxtəlif spektral diapazonlarda elektromaqnit şüalanmaların müşahidəsi kifayət deyildir. Bunun üçün alışma ilə nəticələnən neytron şüalanma və qravitasiya dalğaları tədqiq edilməlidir. Bu isə artıq uzaq olmayan gələcəyin işidir.

RADİOASTRONOMİYA

Kainatın bir çox obyektləri, o cümlədən Günəş, planetlər, dumanlıqlar, qalaktikalar, qeyri-adi xüsusiyyətli obyektlər, məsələn, pulsarlar və kvazarlar radiodalğalar şüalandırır. Bu şüalanmaları müasir tipli texnikanın köməyi ilə qəbul etmək mümkündür. Kosmik mənbələrin radioşüalanmasının ölçülməsi və tədqiqi ilə astronomiyanın xüsusi bölməsi – radioastronomiya məşğul olur.

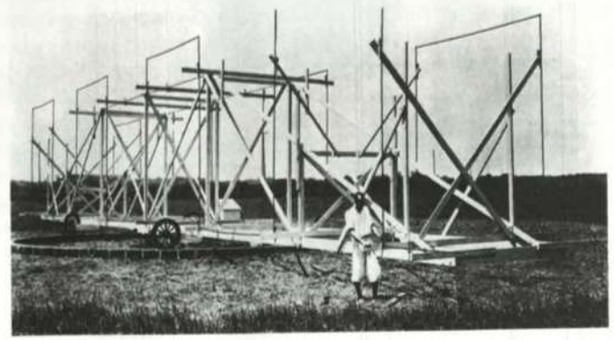
Radiodalğalar da, görünən işıq kimi, elektromaqnit rəqslərindən ibarət olub, onlarla müqayisədə çox geniş ölçü diapazonuna malikdir. Radioastronomlar, adətən, bir neçə millimetrdən 15-20 m-ə qədər dalğa uzunluğunda işləyirlər. Daha uzun və daha qısa dalğalı şüalanmanı Yer atmosferi buraxmadığından, onları qeyd etmək üçün kosmosa qəbuledici aparatlar çıxarmaq lazımdır.

Radionun ixtira edilməsindən kosmik radioşüalanmanın kəşfinə qədər bir neçə onilliklər keçmişdir. Bunun əsas səbəbi odur ki, kosmik mənbələrin radioşüalanması çox zəif olduğuna görə onların qəbul edilməsi və tədqiqi üçün daha həssas cihazlar və nəhəng qəbuledici antenalar – *radioteleskoplar* lazımdır.

YENİ ELM SAHƏSİNİN YARANMASI

Kosmik radioşüalanmanı ilk dəfə 1932-ci ildə amerikalı mühəndis Karl Yanski müşahidə etmişdir. O, həmin vaxt Transatlantik simsiz telefon rabitəsinin işinə əngəl törədən radioküylərin tədqiqi ilə məşğul olurdu. O, bu məqsədlə metaldan düzəldilmiş fırlanan qurğu üzərində quraşdırılmış böyük biristiqamətli antenadan istifadə etmişdi. Həmin qurğunun uzunluğu 30,5 m, hündürlüyü isə 3,7 m idi. Antenanı lazımi istiqamətə yönəltməklə, gələn radioşüalanmanı öyrənmək mümkün idi. Müşahidə 14,6 m dalğa uzunluğunda aparılırdı.

Yanski tezliklə səsgücləndiricidə əlaqəyə mane olan titrəyişlərin yaxın və uzaq ildırım boşalmaları ilə əlaqəsini müəyyən etdi. O, bundan başqa, fasiləsiz davam edən, 23 saat 56 dəqiqəlik dövrlə güclənən, zəifləyən və yüksək olmayan xışıltıları tutdu. Bu vaxt ulduz sutkasına – Yerin öz oxu ətrafında dolanma periodu bərabərdir. Yanskinin antenasının istiqamət dəqiqliyi aşağı olub, radioşüalanma verən mənbələrin vəziyyətini təxminən 30° dəqiqliklə təyin etməyə imkan verirdi. Nəhayət, Yanski müəyyən etdi ki, "parazit" radioşüalanmalar kosmosdan



Karl Yanski kosmik radioşüalanmanı kəşf etməyə imkan vermiş antenanın yanında.



Radioteleskop RATAN-600 (Rusiya).

– Ağ Yoldan, onun ən böyük intensivliyi isə bizim Qalaktikanın mərkəzi istiqamətində müşahidə olunur. Yanski öz tədqiqatlarının nəticələrini "Yerdənkənar mənşəli elektrik küyləri" məqaləsində dərc etdirdi.

Yanskinin kəşfi astronomlar tərəfindən dərhal qəbul edilmədi. Ancaq 1939-cu ildə başqa radiomühəndis – Qrout Reber öz vəsaiti hesabına diametri 9,5 m olan parabola formalı antenanın köməyi ilə yenidən Ağ Yoldan 1,87 m dalğa uzunluğunda radioşüalanmanı qəbul etdi. Reber beş il müddətində ardıcıl ölçmələr apararaq, 1942-ci ildə göyün şimal hissəsinin ilk radioxəritəsini tərtib etdi. Həmin radioxəritədə, Yanski tərəfindən tapılmış bizim Qalaktikanın mərkəzindəki radiomənbələrdən başqa, bir sıra zəif mənbələr də öz əksini tapmışdı. Bu zəif mənbələr Qu bürcündə, Kassiopeya, Böyük Köpək, Göyərtə və Təkbuynuz bürclərində yerləşir.

Reber öz məqaləsini Yanskidən fərqli (Yanski öz məqaləsini texniki jurnalda çap etdirmişdi) olaraq, aparıcı astronomiya dərgisinə – "Astrofizika" jurnalına ("Astrophysical Journal") göndərdi.

MERLİN sisteminə daxil olan 25×36 m ölçülü, ellipsvari "Mark II" radioteleskopu (Böyük Britaniya).



Reberin məqaləsi, nəhayət, astronomların və radiofiziklərin diqqətini dərhal cəlb etdi. İkinci dünya müharibəsindən sonra yeni elm – radioastronomiya – tezliklə inkişaf etməyə başladı.

KƏŞFLƏR EPOXASI

Astronomlar və mühəndislər artıq başa düşdülər ki, kosmik radioşüalanmanı ölçmək üçün Yanskinin və Reberin antenalarından daha böyük ölçüdə radioteleskoplar lazımdır. Artıq 1947-ci ildə Böyük Britaniyanın Mançester şəhərindəki universitetdə diametri 66 m olan, dönməyən parabola formalı radioteleskop quruldu. 1950-ci ildə həmin qurğunun köməyi ilə spiral qalaktikaya qonşu olan Andromeda bürcünün dumanlığından zəif radioşüalanma qeyd edildi. 1957-ci ildə Mançester yaxınlığında – Codrell-Benk adlanan yerdə döndərilə bilən 76 m-lik radioteleskop quraşdırıldı. 1961-ci ildə Parksda (Avstraliya) 64 m-lik və 1962-ci ildə isə ABŞ-da Qrin-Benkdə yerləşən rəsədxanada 92 m-lik radioteleskopların inşasına başlandı.

Radioteleskopların ölçülərinin artırılması onların həssaslığını artırdı, eləcə də bucaq ayırdetməsini (müşahidə olunan ən kiçik detalın bucaq ölçüsü ilə təyin olunmasını) yaxşılaşdırdı. Beləliklə, dalğa uzunluğunun teleskopun diametrinə nisbəti kiçikdirsə, onun ayırdetmə qabiliyyəti daha böyük olur. Beləliklə, radioantenanın böyük diametri sayəsində dalğanın verilmiş uzunluğunda radiomənbənin xeyli "kəskin" təsvirini almaq olar.

Artıq 1950-ci illərdə astronomlar daha yüksək ayırdetmə qabiliyyətinə malik *radiointerferometrlərdən* (elektrik əlaqəsi ilə birləşdirilmiş bir neçə radioteleskopdan təşkil olunmuş) istifadə etməyə başladılar. Bütün bunların sayəsində Kassiopeya A – radiomənbənin

RADİOTELESKOPLAR

Radioteleskoplar adətən böyük ölçülü qurğu təsəvvürü bağışlayır. Radioteleskopların ən geniş yayılmış növü əsas elementi tam örtülmüş parabola formalı metal güzgüdən ibarət qurğudur. Güzgü ona düşən radiodalğaları əks etdirərək, fokusunda yerləşən xüsusi qurğu – şüalandırıcı tərəfindən tutulur. Sonra, siqnal gücləndirilərək qeyd olunmaq və tədqiq edilmək üçün lazımi formaya salınır. Müşahidə materiallarının riyazi işlənməsi və saxlanması kompüter texnikasının köməyi ilə həyata keçirilir. Radioteleskopun şüanı əks etdirən səthinin sahəsi böyüdükcə, onun həssaslığı artır.

Adi radioqəbuledici lazımi radiostansiyanın dalğasına köklənir. Onlar süzgəclərin köməyi ilə başqa yaxın dalğalarda işləyən stansiyaların siqnallarını buraxmayaraq, müəyyən dalğada işləyən stansiyanın siqnalını gücləndirir. Yerdəki radiostansiyalardan fərqli olaraq, kosmik radiomənbələr geniş diapazonda radiodalğalar şüalandırır. Buna görə də radioastronomik qəbuledicilər daha geniş diapazona malik və həssas olmalıdır. Belə qəbuledicilər *radiometr* adlanır.

Geniş diapazonda siqnalı qəbul etməyə əsasən, yerdəki radiostansiyalar tərəfindən yaranan küylər maneçilik törədir. Buna görə də beynəlxalq razılaşmaya əsasən müəyyən intervala uyğun dalğa uzunluğundan yerdəki radiostansiyaların istifadə etməsi qadağan edilmişdir.

1963-cü ildə dünyada ən nəhəng parabola formasında antenaya malik 300 m-lik radioteleskop Aresiboda, Puerto-Riko adasında inşa edilmişdir. O, ABŞ Milli Astronomik və İonosfer Tədqiqatları Mərkəzi tərəfindən layihələşdirilmiş, inşa edilmiş və istismar olunur. Teleskop dağda təbii çökəklikdə yerləşir. Hərəkətsiz güzgünün səthindən 150 m hündürlükdə polad burazla bərkidilmiş 600 tonluq platformaya yarımkilometrlik asma körpü ilə, yaxud kanat yolla qalxmaq olar. Platformanın hərəkət edən hissəsi öz oxu ətrafında fırlanır. Rels vasitəsi ilə platforma istiqamətində kompüterlə idarə olunan şüalandırıcı və qəbuledicisi olan kabinə – radioteleskop tədqiq etdiyimiz mənbəyə yönəldilir. Antena hərəkətsiz olduğu üçün istənilən mənbənin müşahidəsi iki saatdan artıq davam etdirilə bilmir. Bu çatışmazlıq yüksək həssaslığı təmin edən nəhəng güzgünün səthi ilə tarazlaşdırılır. Aresiboda olan radioteleskop başqalarından onunla fərqlənir ki, ondan ötürücü antena kimi istifadə etmək olur. Bu iş rejimində Günəşin, Ayın və Günəş sistemi planetlərinin radiolokasiyası kimi nadir təcrübə yerinə yetirilmişdir.

1972-ci ildə Almaniyada 100 m-lik tamdönən radioteleskop qurulmuşdur. Radioteleskop Bonnun 50 km-də, alçaq dağlarla əhatə olunmuş dərədə, Effelsberq adlanan kiçik şəhərciyin yaxınlığında inşa edilmişdir. Radioteleskopun səthi yüksək dəqiqliyə malik olduğu üçün ondan hətta 4 mm dalğada da istifadə etmək olur. Bu cür qısa dalğada teleskopun bucaq ayırdetməsi 10″-yə qədərdir. Effelsberqdəki radioteleskop hazırda mövcud olan tamdönən radioteleskopların ən böyüyü hesab edilir.

Avropada diametri 50 m-dən böyük güzgüsü olan ikinci (Effelsberqdəkindən sonra) 76 m-lik radioteleskop Codrell-Benk rəsədxanasında yerləşir. Həmin teleskopun səthi çox böyük dəqiqliyə malik olmadığı üçün ondan ancaq desimetrlik diapazonda istifadə etmək olur.

1994-cü ildə Rusiyada 64 m-lik radioteleskop (ölçüsünə görə Avropada üçüncü) işləməyə başladı. Həmin radioteleskop Moskvadan 180 km şimalda Kalyazin şəhəri yaxınlığında inşa edilmişdir.

1976-cı ildə Şimali Qafqazda Zelençuk stanitsası yaxınlığında nəhəng RATAN-600 (Elmlər Akademiyasının diametri 600 m olan radioteleskopu) qurğu yaradıldı. Bu teleskopun güzgüsü dairənin bütün sahəsini örtmür. O, hündürlüyü 7 m-ə bərabər 895 alüminium lövhədən ibarət, diametri 600 m olan halqa şəklindədir. Belə sistemin bucaq ayırdetməsi halqanın diametri ilə təyin olunur və 3 sm dalğada 10″ (saniyə) təşkil edir. Real müşahidələrdə halqadan bütövlükdə nadir hallarda istifadə olunur. Teleskop şimal, cənub, şərq və qərb sektorlarına bölünmüşdür.

Sektorun lövhələri seçilmiş mənbəyə yönəldilir və hər bir sektorun fokusunda yerləşdirilə bilən şüalandırıcı quraşdırılır ki, bu da mənbəni bir neçə dəqiqə müşahidə etməyə imkan verir.

İndiyə qədər elə radioteleskoplar nəzərdən keçirilmişdir ki, onlarda radiodalğaların bütün enerjisi qurğunun, yaxud güzgülər sisteminin köməyi ilə ümumi şüalandırıcıya fokuslandırılır və bir qəbuledici ilə gücləndirilir. Başqa növ radioteleskoplar da vardır ki, şüalanma birbirindən asılı olmayan antenalarda qəbul edilir və hər bir antenada gücləndirilərək, kabel, yaxud dalğaötürücülər vasitəsilə siqnalların toplanması üçün ötürülür. Kabelin uzunluğu elə seçilir ki, hər bir antenadan gələn siqnal toplayıcı qurğuya eyni fazada daxil olsun. Bütün antena sisteminin fokuslandırılması eyni qayda ilə həyata keçirilir. Bu cür radioteleskoplar *sinfazlı antena* adlanır.

Moskva vilayətinin Puşşino şəhərində Fizika İnstitutunun radioastronomiya stansiyasında Böyük Sinfaz Antena (BSA) adlanan, uzunluğu 300 m və eni 400 m olan dipollu qarşılıqlı əlaqəli sahəyə malik radioteleskop fəaliyyət göstərir. BSA-nın effektiv toplayıcı səthi Aresiboda yerləşən radioteleskopla eyni olub, 3 m-lik dalğada işləyir. Bu radioteleskopda, əsasən, pulsarlar və qalaktikaların nüvəsi tədqiq olunur.



Diametri 15 m-ə bərabər submillimetrlik diapazonda işləyən radioteleskop (İsveç-Avropa cənub rəsədxanası). Çilidə quraşdırılmışdır.

dəqiq koordinatını və qoşa qalaktikadan uzaqlaşan Qu A mənbəyini müqayisə edərək, onun yerini təyin etməyə imkan verdi. Avstraliyalı tədqiqatçılar, dəniz interferometrinin (ikinci) radioteleskop kimi dənizin səthindən əks olunan siqnaldan istifadə olunurdu) köməyi ilə bir neçə radiomənbənin: Yengəcəbənzər dumanlıqda Buğa A, uzaq qalaktikada Sentavr A və Qız A kimi yeni radiomənbələri eyniləşdirdilər.

Bir-birinin ardınca edilən bu kəşflər astronomları heyrətləndirirdi. Nə üçün radiodiapazonda Andromeda bürcündəki yaxın qalaktika Qu bürcündəki uzaq qalaktikadan milyon dəfə az enerji şüalandırır? Ağ Yolun (bizim Qalaktikada ulduzların, qaz və tozun toplandığı yer) radioşüalanmasını necə izah etmək olar? Çünki Ağ Yoldakı ulduzlardan gələn şüalanmaların sadəcə toplanması lazımi nəticəni vermədi. Günəş tipli adi ulduzlar "sakit" vəziyyətdə radiodiapazonda çox az enerji şüalandırır. O vaxtlar Günəşin radioşüalanması ölçülmüş və yaxşı öyrənilmişdi. Artıq məlum oldu ki, astronomik obyektlər təkcə optik diapazondakı tədqiqatların nəticələri kimi təsəvvür oluna bilməz. Nəhayət, XX əsrin 50-ci illərinin axırlarında aydın oldu ki, radioastronomlar Kainatın yeni – görünməyən tərəfini kəşf etmişlər.

XX əsrin 60-cı illərində və 70-ci illərinin əvvəllərində kvazarlar, pulsarlar, ulduzlararası mazerlər, relikt radioşüalanma, ulduz partlayışları, bütöv ulduz sistemlərinin yaratdığı qalaktikada ulduzların toqquşması kəşf edildi. Radioşüalanmanın yaranma mexanizmləri (istilik, sinxrotron, mazer) nəzəriyyəsi inkişaf etməyə başladı.

Hal-hazırda radioastronomiya astrofiziki tədqiqatların ön cəbhəsindədir. O, ən həssas qəbuledici cihazlarla təmin olunaraq, Kainatın daha uzaq obyektlərini tədqiq etməyə imkan verir. Müasir



Aresibo kraterinin oyuğunda qurulmuş nəhəng radioteleskop.



Avropada qurulmuş nəhəng radioteleskoplardan biri. Effelsberq. Almaniya.

RADİOİNTERFEROMETRLƏR

Ən böyük radioteleskoplarda belə bucaq ayırdetməsi çox nadir halda 1′ (dəqiqədən) artıq olur ki, bu da gözün görməsi ilə müqayisə olunur. Amma optik teleskoplarda yüz dəfələrlə artıq ayırdetməni təmin etmək mümkündür. Ona görə də radioastronomlar bucaq ayırdetməsini artırmaq üçün radiointerferometrlərdən istifadə edirlər.

Sadə radiointerferometrlər birbirindən müəyyən məsafədə yerləşdirilmiş iki radioteleskopdan ibarətdir. Belə sistemin ayırdetmə gücü artıq radioteleskopların diametrindən asılı olmayıb, onlar arasındakı interferometrin bazası adlanan məsafə ilə təyin edilir.

Müasir çoxelementli interferometrlər onlarca radioteleskopdan ibarətdir. Belə sistemlərdə mənbəyin müşahidəsi saatlarla davam etdirilə bilər. Yer fırlandıqca radioteleskoplar fəzada müxtəlif vəziyyətlər alaraq, sanki, təsəvvür edilən teleskopun nəhəng güzgüsünü tədricən doldurur. Belə çoxelementli interferometrlər *apertur sintez sistemləri* adlanır.

Dünyada ən böyük apertur sintez sistemi – VLA – 1,3 sm dalğada bucaq ayırdetməsi 0,05″ (saniyə) olub, Yerdəki istənilən optik teleskopun ayırdetməsindən dəfələrlə artıqdır. VLA (Very Large Array, ingiliscədən tərcümədə – "çox böyük qəfəs") 27 ədəd tamdönən 25 m-lik radioteleskopdan ibarətdir. Y formalı konfiqurasiyaya malik olan bu sistemin kənar radioteleskopları arasındakı məsafə 20 km-dir. VLA Nyu-Mexiko ştatının Sokorro şəhərindən 80 km qərbdə yaylada, 2000 m yüksəklikdə yerləşir. VLA ABŞ Milli radioastronomiya rəsədxanasına – dünyada ən böyük radioastronomiya mərkəzinə məxsusdur. Bu sistemin ümumi toplayıcı sahəsi güzgüsünün diametri 120 m olan parabolik teleskopa uyğundur.

Tədqiq olunan mənbənin təsviri qeyd edilən siqnalların mürəkkəb riyazi işlənməsi nəticəsində qurulur. Hətta ən müasir kompüterlərdə yüksəkkeyfiyyətli radiotəsvirin alınması bir neçə yüz saat hesablama vaxtı tələb edə bilər.

Niderlandda 1970-ci ildən etibarən bir-birindən maksimum 2,8 km aralı olmaqla şərq-qərb istiqamətində yerləşdirilmiş, diametri 25 m olan 14 radioteleskopdan ibarət sistem fəaliyyət göstərir. İnterferometrin ən yüksək bucaq ayırdetməsi 4″ olub, ümumi toplayıcı səthinin sahəsi diametri 93,5 m olan radioteleskopla bərabər qiymətləndirilir.

Böyük Britaniyada MERLİN (Multi-Element Radio Linked İnterferometer Network – "radio ilə əlaqəsi olan çoxelementli qovşaq") adlı interferometr fəaliyyət göstərir. Sistemə aralarındakı maksimum məsafə 230 km olan yeddi ədəd radioteleskop daxildir. Onlardan yalnız biri bu sistem üçün xüsusi olaraq VLA radioteleskopu ilə analoji qurulmuşdur. Qalan radioteleskoplar isə bir-birindən asılı olmayan proqram üzrə işləyirdi. Onların hər biri radioxət vasitəsi ilə teleskopun korrelyasiya mərkəzinə bağlı olub, göndərilən siqnalların toplanaraq vahid sistem əmələ gətirməsi əsasında işləyir. MERLİN – interferometrinin bucaq ayırdetməsi 6 sm dalğada 0,05″ olub, VLA-dan heç də geri qalmır. Bu cür ayırdetmə ilə diametri 2 sm olan sikkə təqribən 100 km məsafədən görünər!

Cənub yarımkürəsində, Avstraliyada 1990-cı ildən başlayaraq, "Avstraliya teleskopu – yığcam şəbəkə" adlı apertur sintez sistemi işləyir. Sistem diametri 22 m olan altı radioteleskopdan ibarətdir. Onlar rels üzərində 3 km məsafə hüdudunda hərəkət edir.

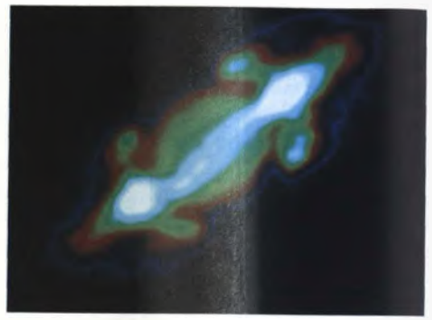
İnterferometri təşkil edən radioteleskopları bir-birindən minlərlə kilometr məsafədə uzaqlaşdırmaq mümkündürmü? Bu halda sistemin bucaq ayırdetməsi saniyənin mində bir hissəsi tərtibində olacaqdır. Bu məsələ də radioastronomlar tərəfindən həll edildi və buna oxşar sistem – *ifratuzun bazalı radiointerferometr* (İUBRİ) adını aldı. O, müxtəlif ölkələrdə, bəzən də müxtəlif qitələrdə yerləşən radioteleskopları birləşdirir.

İfratuzun bazalı sistemlərdə hər bir radioteleskopdan qəbul olunan siqnal əvvəlcə maqnit lentinə yazılır. Bir neçə gündən və yaxud bir həftədən sonra bütün məlumatlar riyazi işlənmə mərkəzinə daxil edilir. Bu sistemin səmərəli işini həyata keçirmək üçün bir neçə şərtə əməl etmək lazımdır. Hər bir teleskopda maqnit lentinə tədqiq etdiyimiz mənbənin radioşüalanması ilə yanaşı, həqiqi vaxtın kodu yazılmalıdır. Vaxta görə bağlılığın dəqiqliyi bir neçə sm-ə bərabər olmalıdır ki, hər bir radioteleskopdan gələn siqnalın gecikməsini kompensasiya etmək mümkün olsun. Beləliklə, İUBRİ-ölçmələr radioastronomiyada daha mürəkkəb və yüksək dəqiqlikli ölçmələr hesab edilir.

Hazırda Avropanın, ABŞ-ın, Avstraliya və başqa ölkələrin 20-dən çox radioteleskopundan ibarət nəhəng İUBRİ sistemi fəaliyyət göstərir.

Müasir nəhəng İUBRİ qovşağı Yerdə ən böyük bucaq ayırdetməsinə malikdir. Onun ayırdetməsi ixtiyari optik teleskopundakından bir neçə min dəfə çoxdur. 50 il ərzində radioastronomik ölçmələrin bucaq ayırdetməsi milyard dəfə artırıldı! Bütün bunlarla yanaşı, mütəxəssislər çalışırlar ki, bucaq ayırdetməsini bir tərtib də artırsınlar. Bunun üçün yaxın illərdə Yer-Kosmos-radiointerferometri (kosmosdakı radioteleskop yerdəki nəhəng İUBRİ qovşağı ilə birgə) yaradılması planlaşdırılır.

radioastronomiya ən yüksək bucaq ayırdetməsinə malik olduğu üçün tədqiq edilən radiomənbələrin kiçik detallarını müəyyən edərək, obyekt haqqında daha dolğun nəticə çıxarmağa imkan yaradır. Yüksək həssaslığa və yüksək keyfiyyətliliyə malik radioastronomik tədqiqatlar Kainatın təəccüb ediləcək qədər daha sirli obyektlərini kəşf etməyə imkan verəcəkdir.



Yupiterin radioşüalanması. Radiasiya qurşaqları görünür.

GÖY CİSİMLƏRİNİN RADİOŞÜALANMA MEXANİZMLƏRİ

İSTİLİK ŞÜALANMASI. Qızdırılmış hər bir cisim elektromaqnit dalğaları şüalandırır. Cismin temperaturu yüksəldikcə, onun spektrində qısadalğalı şüalanmalar daha da üstünlük təşkil edir. Spektrdə istilik şüalanmasının enerji paylanma qanunu alman fiziki Maks Plank tərəfindən kəşf edildiyi üçün onun şərəfinə Plank qanunu adlanır. 6000 K temperaturda şüalanan enerjinin maksimumu optik diapazona uyğun gəlir. Bu cür spektr Günəş səthinin şüalanmasıdır. Çox isti ulduzlar ultrabənövşəyi, az isti ulduzlar isə infraqırmızı diapazonda öz enerjisinin böyük hissəsini şüalandırır. Radiodalğaların santimetrlik diapazonda spektrlərinin maksimuma malik olması üçün, mənbəyin temperaturu 3 K (-270°C) olmalıdır.

Tədqiq edilən mənbənin radioşüalanma intensivliyi bir neçə uzun dalğada müqayisə edilməklə, onun üçün Plank qanununa əməl olunub-olunmadığı (yəni bu şüalanmanın istilik şüalanması olub-olmadığı) müəyyənləşdirilməklə mənbəyin temperaturu ölçülmüş olar. Ölçmələr göstərir ki, məsələn, Günəş radioşüalanmasının temperaturu, görünən səthə uyğun temperatur ilə müqayisədə kifayət qədər yüksəkdir. Santimetrlik diapazonda radioşüalanmaya görə temperatur 10 000 K olduğu halda, metrlik diapazonda 1 000 000 K olur. Bu onunla izah olunur ki, radioşüalanma Günəşin tac adlanan daha yuxarı atmosfer qatında yaranır (tac yalnız Günəş tutulması vaxtı optik şüalanmada görünür). Milyon dərəcəyə qədər qızdırılmış Günəş tacı özünü istilik radioşüalanma mənbəyi kimi büruzə verir.

Günəş sisteminə daxil olan göy cisimləri (Ay, planetlər və onların peykləri) və isti ulduzların ultrabənövşəyi şüalanması ilə qızmış ulduzlararası qaz buludları da istilik kosmik radiomənbələri adlanır. Ancaq, bir qayda olaraq, bu şüalanmanın gücü böyük deyildir.

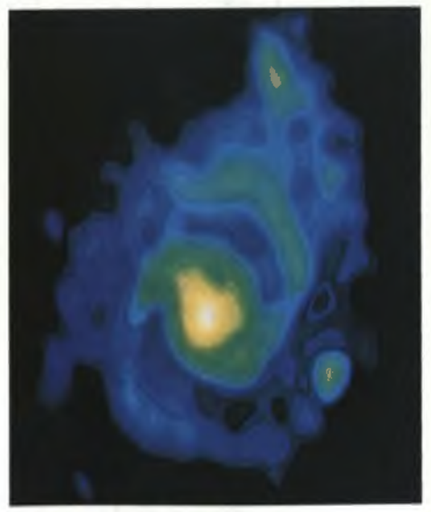
SİNXROTRON ŞÜALANMA. *Sinxrotron* şüalanması maqnit sahəsində relyativist sürətlərlə (yəni işıq sürətinə yaxın sürətlərlə) hərəkət edən elektronlar yaradır. Bu növ şüalanmanı ilk dəfə zərrəcik sürətləndiricisində – sinxrotronda aşkar etmişlər. Yüklənmiş zərrəcik maqnit sahəsində düz deyil, spiralvari xətt üzrə hərəkət edir. Hər bir dövrənin ölçüsü zərrəciklərin yükündən, kütləsindən və maqnit sahəsinin gərginliyindən asılıdır. Zərrəcik fırlandıqca, tədricən öz enerjisini itirir, enerji isə, öz növbəsində, elektromaqnit dalğaları şəklində şüalanır. Relyativist zərrəciyin şüalanması qeyri-relyativist şüalanma ilə müqayisədə istiqaməti ani sürət vektoru istiqamətində və çox yüksək tezliyə malik, dar konus ətrafında baş verir. Müxtəlif sürətlərə malik ayrı-ayrı zərrəciklərin yaratdığı şüalanmalar toplanaraq, sinxrotron şüalanmanı yaradır. Bu növ şüalanma qeyri-istilik xarakterinə malik olub, dalğa uzunluğu artdıqca onun intensivliyi artır.

Sinxrotron şüalanma nəzəriyyəsi ilk dəfə bizim Qalaktikanın qeyri-istilik radioşüalanmasını izah etmək üçün tətbiq edildi. Bu səbəbdən belə şüalanma ilk radiomüşahidələrdə aşkar edildi. Hələ 1950-ci ildə İsveç alimləri H.Alven və N.Herlofson belə bir fərziyyə irəli sürdülər ki, Qalaktikanın radioşüalanması ulduzlararası maqnit sahəsində işıq sürətinə yaxın sürətlə hərəkət edən kosmik elektronların sinxrotron şüalanmasını yaradır. Onların bu fərziyyəsi parlaq şəkildə təsdiq edildi. Qalaktikadankənar radiomənbələrin əksəriyyəti sinxrotron təbiətə malikdir. Bu kosmik radioşüalanmanın ən geniş yayılmış mexanizmidir. Bunlara ifratyenilərin alışmaları qalıqlarının şüalanmasını (Yengəcvari dumanlıq, Kassiopeya A), həmçinin Yupiter planetinin radioşüalanmasını misal göstərmək olar.

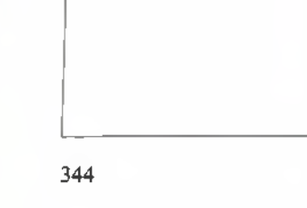
21 SM DALĞADA NEYTRAL HİDROGENİN RADİOŞÜALANMASI. Həm istilik, həm də sinxrotron radioşüalanma kəsilməz spektrə malikdir. Onlar sərbəst elektronların hərəkəti nəticəsində yaranır. Atomun, yaxud molekulun tərkibinə daxil olan elektronlar da bir orbitdən digərinə keçdikdə (bir enerji vəziyyətindən digərinə) şüa buraxır. Giriş və çıxış vəziyyətlərinin enerji fərqindən asılı olaraq, şüalanma müəyyən dalğa uzunluğuna malik olub, ensiz spektral xətdən ibarət olur. Enerji fərqi artdıqca, şüalanan spektr xətti dalğasının uzunluğu qısalır.

Spektral xəttin radiodiapazona düşməsi üçün çox yaxın enerji vəziyyətləri arasında keçid lazımdır. 1945-ci ildə hidrogen atomu üçün belə keçidi niderlandlı astrofizik Hendrik Van de Hülst tapdı. O göstərdi ki, nə vaxt hidrogen atomu öz-özünə elektron və protonun fırlanma oxu ilə eyni istiqamətə keçirsə, 21 sm dalğa uzunluğunda radiodiapazonda spektral xətt şüalandırılmalıdır. 1948-ci ildə İosif Samuiloviç Şklovski, Hülst tərəfindən proqnozlaşdırılan radioxəttin gözlənilə bilən intensivliyini qiymətləndirdi.

Artıq 1951-ci ildə ABŞ, Avstraliya və Niderlandda demək olar, eyni vaxtda üç müşahidəçi qrup tərəfindən 21 sm dalğa uzunluğunda neytral hidrogenin radioxətti aşkar edildi. Kainatın öyrənilməsi istiqamətində 21 sm-lik xətlərin radioastronomik ölçmələri böyük əhəmiyyət kəsb etdi, çünki, buna qədər qalaktikalarda ulduzlararası maddənin kütləsinin yarısını təşkil edən neytral hidrogen müşahidə edilməmiş qalırdı. 21 sm xətdəki ölçmələr, bizim qalaktikada və yaxın qalaktikalarda ulduzlararası hidrogen buludlarının hərəkət sürətini, temperaturunu və sıxlığını təyin etməyə imkan verdi.



21 sm hidrogen xəttində NGC 5194 qalaktikasının radiotəsviri.



REKOMBİNASİYA RADİOXƏTLƏRİ. 21 sm-də xətti atomun ən kiçik əsas enerji səviyyəsinə uyğun, daha dəqiq desək, protona ən yaxın orbitdə fırlanan soyuq neytral hidrogen buludları tərəfindən şüalanır. Atomun əsas vəziyyətindən başqa, elektronun proton ətrafında müxtəlif n saylı uzaq orbitlərdə fırlanan həyəcanlanmış vəziyyətlər adlanan sonsuz sayda halları da mövcuddur. Əsas vəziyyət üçün n = 1 qəbul edilir. Atom həyəcanlaşmış vəziyyətdə çox qala bilməz. Nəhayət, sonda elektron bir və ya bir neçə keçiddən sonra əsas orbitə qayıdaraq, hər dəfə müəyyən dalğa uzunluğuna müvafiq şüalanma buraxır. Böyük nömrəli orbitlər arasında keçidlər (məsələn, 110-cu nömrədən 109-cu nömrəyə) radiodiapazonda *rekombinasiya şüalanması* adlanan şüalanmaya uyğun gəlir.

1959-cu ildə rus astronomu Nikolay Semyonoviç Kardaşov radioxətlərdə rekombinasiyanın müşahidə edilməsinin mümkünlüyünü qabaqcadan söyləmişdir. Bu xətlər ulduzlararası mühitdə qaz dumanlıqlarındakı fiziki şərait haqqında geniş məlumat verir. Rekombinasiya xətləri təkcə hidrogendə deyil, eyni zamanda, helium və karbon atomlarında da tapıldı, özü də karbon radioxətləri rekord dərəcədə böyük nömrəsi olan (700-dən yuxarı) orbitlər arasında keçid zamanı müşahidə edilmişdir. Belə xətlərin dalğa uzunluğu 30 m-ə yaxındır. Onlar, Xarkov şəhəri yaxınlığındakı UTR-2 sinfaz radioteleskopunun köməyi ilə Ukrayna radioastronomu A.İ.Konovalenko tərəfindən kəşf edildi.

MOLEKULYAR XƏTLƏR VƏ MAZER ŞÜALANMASI. Uzaq ulduzların spektrlərindəki udulma xətlərinin müşahidəsi ulduzlararası mühitdə molekulların mövcudluğu nəticəsinə gətirib çıxardı. Belə xətlər, əsasən, optik diapazonun ultrabənövşəyi hissəsinə düşür ki, həmin oblast üçün Yer atmosferi o qədər də şəffaf deyildir. Ona görə də, ulduzlararası molekulun hərtərəfli tədqiqi radioastronomiyanın inkişafından sonra mümkün oldu. Hələ 1949-cu ildə İ.S.Şklovski ulduzlararası molekulun radioastronomik müşahidələr əsasında mümkün olmasını söyləmişdir. O, hidrooksil (OH) molekulunun radioxətlərinin dalğa uzunluğunu hesablamışdı. Ulduzlararası mühitdə bu molekullar hidrogen molekullarından 10 milyon dəfə az olsa da, 1963-cü ildə 18 sm-ə yaxın dalğalar uzunluğunda hidrooksilin (OH) dörd radioxətti tapıldı.

1965-ci ildə amerikalı astronomlar Orion dumanlığı istiqamətində 18 sm-lik diapazonda çox parlaq və həddən artıq ensiz radioxət aşkar etdilər. Dalğa uzunluğunun dəqiqliyi hidrooksilin (OH) dörd xəttindən birinin dəqiqliyi ilə üstüstə düşdü: onun intensivliyi o qədər böyük idi ki, alimlər onu əvvəlcə hansı bir naməlum maddəyə isə aid edirdilər. Sonrakı tədqiqatlar göstərdi ki, xətt anomal xassələrə malik olub, xüsusi şüalanma mexanizmi ilə izah edilir. Bu şüalanmanın mənbəyi ingilis dilində adın baş hərfləri ilə *mazer* adlandırılır: Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation – "məcburi şüalanma hesabına mikrodalğaların gücləndirilməsi".

Şüalanmanın güclənməsinin mazer mexanizminin işləməsi üçün yüksək enerji səviyyəsində olan molekulların sayı aşağı enerji səviyyəsindəki molekulların sayından çox olmalıdır. Adi şəraitdə molekulların və atomların çoxu aşağı enerji səviyyəsində olur. Ancaq elə hallar da olur ki, müəyyən şəraitdə ulduzlararası dumanlıqlarda təbii şəkildə enerji səviyyələrində molekullar qeyriadi şəkildə paylanır. Bütün bunlar da mazer radioşüalanmasını təmin edir.

Mazer şüalanması təkcə OH molekullarında deyil, başqa molekullarda da müşahidə olunur. Daha güclü mazerlər 1,35 sm dalğa uzunluğunda su buxarı molekullarında aşkar edilmişdir. Hazırda bir neçə yüz mazer şüalanma mənbəyi mövcuddur. Mazer mexanizmi fəzada 1 sm^3-də yerləşən zərrəciklərin sayı milyona, yaxud milyarda çatan sıx ulduzlararası dumanlıqlarda işləyir.

RADİOKAİNAT

SAKİT VƏ TƏLATÜMLÜ GÜNƏŞ. Səmada, Yerə yaxın olan obyektlər içərisində ən parlağı Günəşdir. Əgər Günəşi bizə yaxın ulduzlarla eyni məsafədə yerləşdirsək, onu adi gözlə görmək mümkün olduğu halda, ən böyük radioteleskopla belə qeydə almaq cəhdi nəticə verməyəcəkdir. Günəş radiodiapazonda öz enerjisinin az bir hissəsini şüalandırır. Bu şüalanma hansı xüsusiyyətlərə malikdir?

Günəşin radioşüalanması iki növə bölünür: sakit Günəş radioşüalanması və radiocoşmalar. Sakit Günəş radioşüalanması, orta 11 illik tsiklə malik, Günəş fəallığının minimumları zamanı müşahidə olunur. Bu şüalanma başlıca olaraq genişlənmiş Günəş atmosferində mövcud olur. Günəş fəallığının özünü göstərməsi – optik oblastda müşahidə olunan alışmalar və protuberanslar şəklində plazma atılmaları, radiocoşmalarla, başqa sözlə, radioşüalanmanın intensivliyinin qısamüddətli və milyon dəfələrlə kəskin yüksəlməsi ilə müşayiət olunur.

Həmin plazma tullantıları böyük sürətlə hərəkət edərək, bir neçə on dəqiqə müddətində Yerə yaxınlaşır. Onlar Yerin ionosferinə təsir edərək, qütb parıltılarını yandırır, maqnit fırtınaları yaradaraq, qısadalğalı radioəlaqəni pozur. Xoşbəxtlikdən, Yerin maqnit sahəsi yüklənmiş zərrəciklər selini kənarlaşdıraraq, onları "tələ"də – maqnitosferdə saxlayır. Bu zaman yeratrafı orbitdə olan kosmonavtlar yüksək dozada radioşüalanmadan əziyyət çəkə bilərlər. Ümumiyyətlə, Günəş fəallığının müşahidəsi və onun proqnozlaşdırılması böyük praktik əhəmiyyətə malikdir. Günəşin radioxidmətinin optik diapazonda müşahidəsindən fərqi bundadır ki, o hər cür hava şəraitində işləyir.

BAŞQA DÜNYALARIN ƏKS-SƏDASI

Səma cisimlərini onların məxsusi şüalanmasına görə öyrənən radioastronomiya ilə yanaşı, radiolokasiya astronomiyası da mövcuddur. O, Günəş sistemi cisimlərini yerüstü ötürücü antenalardan obyektlərə göndərilən xüsusi kodlaşdırılmış güclü radioimpulsların cavabında alınan əks olunmuş radiosiqnallar əsasında tədqiq edir. Aya, Günəşə və planetlərə qədər məsafələrin yüksək dəqiqliklə təyini radiolokasiya astronomiyasının nailiyyətlərindən biridir. Bunsuz planetlararası stansiyaların uçuşları mümkün olmazdı.

Radiolokasiyanın köməyi ilə planetlərin orbital hərəkətinin sürətləri, habelə onların öz oxu ətrafında hərəkətinin sürətləri də hesablanır. Məsələn, Merkurinin radiolokasiyası göstərdi ki, əvvəllər hesab edildiyi kimi, o heç də həmişə bir tərəfi ilə Günəşə doğru çevrilməmişdir, Günəşə görə yavaş fırlanaraq, öz oxu ətrafında iki Merkuri ili ərzində üç dəfə dövr edir. Veneranın sərt səthi həmişə buludlarla örtüldüyündən, onun fırlanma periodunun təyini ancaq radiolokasiyanın sayəsində mümkün oldu.

Aresiboda yerləşən 300 m-lik radioteleskopla Veneranın səthi relyefinin uzun illər öyrənilməsi sayəsində aparılan tədqiqatlar içərisində daha dəqiq nəticələri radiolokasiya verdi. Ötürücünün gücü 400 kVt-yə bərabər idi. Beləliklə, bir neçə km ayırdetmə ilə Veneranın səthi relyefinin ilk xəritəsi tərtib edildi. Daha dəqiq xəritə isə Amerikanın planetlərarası "Magellan" stansiyasının köməyi ilə alındı. Həmin xəritədə planetin səthindəki çoxsaylı kiçik detallar da görünür, sanki, onun qeyri-şəffaf atmosfer örtüyünü götürmüşlər.

PULSARLAR. Pulsarların kəşfi tarixi çox diqqətəlayiqdir. İlk əvvəllər radioastronomiya öz inkişafında ən çox "görmə itiliyinin" çatışmazlığından əziyyət çəkirdi. Radiomənbələrin təsvirləri yayğın, sanki, fokuslanmamış kimi görünürdü. İfratyeni göy cisimlərinin qalıqları tipli geniş mənbələri qalaktikaların nüvələri və kvazarlar kimi yığcam mənbələrdən fərqləndirməyə kömək edən hər cür metodlar işə yaraya

bilərdi. Belə üsullardan biri radiomənbələrin sayrışmalarını müşahidə etməkdən ibarətdir.

Aydın gecədə görmək olar ki, parlaq ulduzlar, xüsusən üfüqə yaxın olanları öz parlaqlığını tez-tez dəyişir – sayrışır. Bu, işığın atmosferdən keçməsinin xüsusiyyətləri ilə bağlıdır: hava mühitinin qeyri-bircinsliyi işıq selini təhrif edir və müşahidəçinin gözünə gah çox, gah da az işıq düşür. Ancaq planetlər – Venera, Yupiter, Mars sayrışmır. Bu onunla əlaqədardır ki, planetlər səmada nöqtə kimi deyil, geniş diskə malikdir. Səthin ayrı-ayrı nöqtələrinin sayrışmaları ortalaşdığına görə biz sabit parıltı görürük. Beləliklə, sayrışmaya görə yığcam və geniş səthə malik mənbələri bir-birindən ayırd etmək mümkündür. Radioastronomiyada Günəş atmosferindən atılma nəticəsində qeyri-bircins planetlərarası plazmanın yaratdığı sayrışmalar öyrənilir.

Keçən əsrin 60-cı illərinin ortasında Böyük Britaniya radioastronomları ilk dəfə 75 sm dalğa uzunluğunda sayrışan radiomənbələri aşkar etmək üçün səmanın şimal yarımkürəsinin tam müşahidəsini həyata keçirdilər. Bu məqsədlə paralel mis məftillərdən ibarət xüsusi barmaqlığı olan antena düzəldildi. Müşahidələrin nəticələrini tədqiq etmək işini Kembric Universitetinin aspirantı Coslin Bellə həvalə etdilər. Onun elmi rəhbəri və bütün bu proqramın təşkilatçısı Entoni Hyuiş idi.

Radiomənbənin Günəşdən bucaq məsafəsi 30-60° olanda gündüz günəşətrafı plazmada sayrışmalar müşahidə edilir. Ancaq Coslin qərara aldı ki, radioşüalanmanı qeyd edən özüyazan cihazı söndürməyərək işi gecə də davam etdirsin. O, günbəgün yazıları diqqətlə təhlil edərək, sayrışan radiomənbələri aşkara çıxarırdı. O, bir dəfə gecədən xeyli keçmiş tezdəyişən "küy" mənbəyi tapdı, baxmayaraq ki, bu hadisə gecə müşahidə olunmamalı idi. Tezliklə Coslin müəyyən etdi ki, "küy" 23 saat 56 dəqiqədən bir təkrar olunur. Yanskinin kəşfi yadınıza düşdümü? Bəli, bu dövr bir ulduz sutkasına uyğun gəlir. Deməli, mənbə Günəş sistemindən kənarda yerləşir.

Kembric qrupunun üzvləri – Hyuiş, Bell və başqaları özüyazan cihazın sürətini artırıb, "küyü" xüsusi olaraq yazdılar. Onlar gördülər ki, bu qəribə siqnal vaxtaşırı qısa impuls şəklində çox böyük dəqiqliklə təkrar olunur. İlk vaxtlar astronomlar belə hesab etdilər ki, onların aşkarladıqları siqnal yerdənkənar sivilizasiyaların işidir. Buna görə də bu kəşfi bir neçə ay ciddi olaraq məxfi saxladılar. Dövri siqnalın xüsusi yazılışı 1967-ci il noyabrın 28-də həyata keçirildi. Bu kəşf haqqında məlumat isə yalnız 1968-ci ilin fevral ayında dərc olundu. Bu zaman Coslin öz yazılarında daha bir neçə oxşar mənbə aşkar etdi. Onlar, impuls xarakterinə görə bu mənbələri *pulsarlar* adlandırdılar. Pulsarların radioşüalanmasının kəşfinə və izahına görə Entoni Hyuişə fizika sahəsində Nobel mükafatı verildi.

Hal-hazırda müəyyən edilmişdir ki, pulsarlar ifratyenilərin alışmasından sonra yaranan neytron ulduzlardır. Neytron ulduz çox ekzotik obyektdir. Onun radiusunun 10 km-ə qədər olmasına baxmayaraq, kütləsi Günəşinkindən bir yarım dəfə böyükdür. O, qısaistiqamətli radioşüalanma seli buraxır. Neytron ulduzun fırlanması nəticəsində bu sel bərabər zaman intervalında kənar müşahidəçinin görüş sahəsinə düşür və pulsarların impulsları belə əmələ gəlir ("Qeyri-adi obyektlər: neytron ulduzlar və qara çuxurlar" məqaləsinə bax).

Döyüntülər dövrünün sabitliyi neytron ulduzların sabit fırlanması ilə izah olunur. Hətta bir neçə pulsardan saatın dəqiqliyinə nəzarət üçün istifadə edilir.

İndi artıq yüzlərlə pulsar məlumdur. Onlardan ən yaxınları Günəşdən 100 işıq ili qədər məsafədə yerləşir. Neytron ulduzlar – pulsarlar – böyük kütləli ulduzların təkamülünün əslində yekun fazasıdır.

NƏHƏNG RADİOQALAKTİKALAR. Hər bir qalaktika, əslində, radiomənbədir. Radiodalğaların əsas selini zəif maqnit sahəsinə malik ulduzlararası fəzada hərəkət edib, böyük enerjisi olan obyektlər doğurur. Radioşüalanmanın mövcud olmasına əsas səbəb cavan ulduzlar tərəfindən qızdırılan qaz dumanlıqları və ifratyeni ulduzların qalıqlarıdır. Bütövlükdə qalaktikalar kifayət qədər zəif "radiostansiyalardır". Normal qalaktikalar optik, yaxud spektrin infraqırmızı oblastında radiodiapazondakına nisbətən bir neçə tərtib çox enerji şüalandırır. Ancaq qalaktikalar içərisində elələrinə rast gəlinir ki, onlarda radioşüalanmanın gücü bizim Qalaktikadakından min və on min dəfələrlə böyük olur. Buna görə də onlar *radioqalaktikalar* adını almışdır.

Bizdən 16 milyon işıq ilinə yaxın məsafədə, Sentavr bürcündə NGC 5128 işarəli elliptik qalaktika yerləşir. Bu güclü radioşüalanmaya malik, bizə ən yaxın olan qalaktikadır. Səmada daha parlaq radiomənbə – Sentavr A onunla əlaqəlidir. NGC 5128 qalaktikası hələ bu radiomənbənin kəşfindən qabaq da məlum idi. Astronomlar hesab edirlər ki, uzaq keçmişlərdə, çoxlu miqdarda ulduzlararası qaza malik ulduz sistemləri ilə nəhəng elliptik qalaktikalar arasındakı toqquşma baş verə bilərdi. Bunun nəticəsində də elliptik qalaktikaların qazla zənginləşməsi baş verir ki, bu da Sentavr A radioqalaktikasının fəaliyyətini təmin edir.

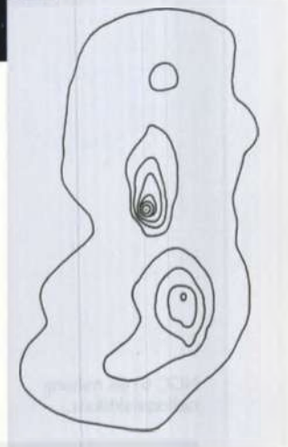
Radiotəsvirlərdə Sentavr A mərkəzi mənbə (o, optik fotoşəkildə qalaktikanın



lap mərkəzində parlaq buluda uyğun gəlir) və iki nəhəng radiotullantı şəklində təzahür edir. Nüvəni və radiotullantıları əlaqələndirən ensiz körpü də görünür.

Digər, daha nəhəng radioqalaktika Qu bürcündə yerləşir. Qu A ən parlaq qalaktikadankənar radiomənbədir. O, bizim Qalaktikadan təqribən 700 milyon işıq ili məsafəsində yerləşir. Mərkəzi yığcam radiomənbə nəhəng elliptik qalaktika ilə eyniləşdirilir. Bu qalaktika da, görünür, başqa ulduz sistemi ilə toqquşmaqdadır və ya keçmişdə toqquşmuşdur.

Radioqalaktikaların əksəriyyəti mərkəzində yığcam mənbəyi olan ikili quruluşa malikdir. Mərkəzi qalaktika mütəmadi olaraq hər hansı mexanizm vasitəsilə iki əks istiqamətdə yüklü



Sentavr A radioqalaktikası. Kəsikdə – radioşüalanma intensivliyinin paylanması.

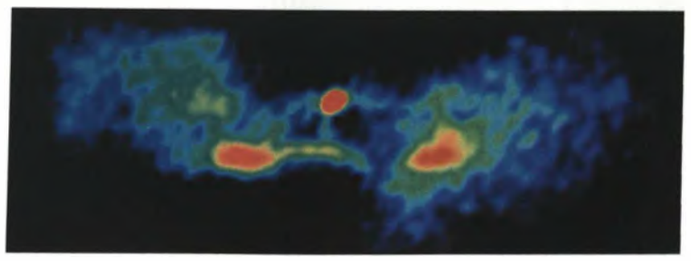
relyativist zərrəciklər selini tullayır və onlar maqnit sahəsində hərəkət etməklə, sinxrotron radioşüalanma yaradır. Sual olunur ki, milyon illər ərzində istiqamətlənmiş relyativist zərrəciklər seli haradan buraxılır və bu enerjinin mənbəyi nədir? Pulsarlarda maqnit neytron ulduzların fırlanması enerji mənbəyi rolunu oynayır. Fərz edilir ki, radioqalaktikalarda enerjini, nəhəng qalaktikanın mərkəzində yaranan böyük kütləli və çox yığcam obyekt olan *qara çuxur* generasiya edir. Bir neçə qalaktika üçün dolayı yolla qara çuxurun mövcudluğu təsdiq edilir. Bu obyektlərdə qazın qalaktikanın mərkəzində çox böyük sürətlə fırlanması işıq şüalandırmayan iri kütləli yığcam cismin olmasını tələb edir ("Qeyri-adi obyektlər: neytron ulduzlar və qara çuxurlar" və "Fəal nüvəli qalaktikalar" məqalələrinə bax).

Belə fırlanan qara çuxurun ətrafında olan ulduzlararası qaz onun üzərinə düşərək, fırlanmağa məcbur edilən sıx qaz diski yaradır. Qara çuxura yaxınlaşdıqca qaz milyardlarla dərəcəyədək qızmalıdır.

Qara çuxura yaxın yerə tökülən qaz güclü maqnit sahəsinə malik olur. Onun güclü qravitasiya sahəsi ilə isti tez hərəkət edən qazla qarşılıqlı təsiri nəticəsində mürəkkəb plazma effekti şüalanması qalaktikaların nüvəsinin fəallığını artırır. Beləliklə, fəal nüvəli qalaktikalar mövcud olur.

Sürətləndirilmiş zərrəciklərin atılma prosesi on milyonlarla il davam edə bilər. Sual oluna bilər ki, qara çuxuru qidalandıran qaz haradan götürülür? Bu ya ona yaxın olan ulduzların qalıqlarıdır, ya da qravitasiya sahəsinin köməyi ilə dağıdılmış qazın qalaktikaya kənardan düşməsi nəticəsində yaranır. Hər iki hal mümkündür. Görünür, nüvə o zaman fəallaşır ki, geniş qara çuxura və çox az qaza malik olan elliptik qalaktika özündə xeyli ulduzlararası qaz toplamış spiralvari qalaktika ilə toqquşmuş olsun. Bundan başqa iki qalaktika bir sistem təşkil etdikdə qaz kütləsi fırlanan disk yaradır (bu cür hal NGC 5128 nömrəli qalaktikada müşahidə edilmişdir) və o qədər də böyük fırlanma sürətinə malik olmayan qaz kütləsi qalaktikanın nüvəsinə tökülərək, onu fəallaşdıra bilər.

NGC 6166 nəhəng radioqalaktikası.



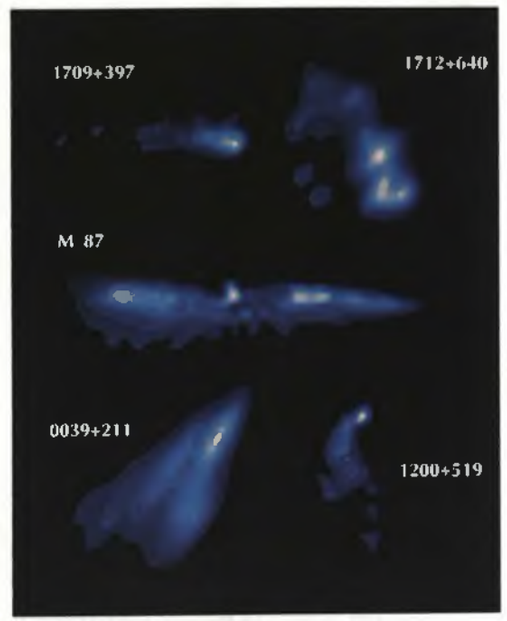
KVAZARLAR. Kvazarlar onlarca qalaktikanın birlikdə şüalandırdığı enerjiyə bərabər şüalanma yaradır. Bu səbəbdən, kvazarlar nöqtəvari ulduzabənzər obyektlər olduğuna görə *kvazi-ulduz radiomənbələri* adlanır. Kiçik həcmdən bu cür yüksək enerji ayrılmasının səbəbi nədir? Bu kvazarların əsas və hələlik axıra qədər açılmamış sirridir.

Onların kəşfi tarixi diqqətəlayiqdir. Radioastronomiyanın inkişafının ilk illərində səmada aşkar edilmiş mənbələrin vəziyyətləri kifayət qədər dəqiq məlum deyildi. Bəzi hallarda radioşüalanma mənbələri hər hansı qeyri-adi optik obyekt olan Yengəcvari dumanlıq ilə üst-üstə düşürdü. Çox hallarda parlaq radiomənbələrin yeri fotoşəkillərlə aşkar edilmişdi. Radiomənbələrin dəqiq koordinatını bilmək lazım idi ki, onun optik eyniləşdirilməsini aparmaq mümkün olsun.

Astronomlar bir neçə radiomənbənin dəqiq koordinatlarını təyin etmək imkanı verən orijinal bir üsul təklif etdilər. Hərdən Ay səmada hərəkət edərək, radiomənbələrin qabağını tutur. İstənilən anda Ayın vəziyyətini çox yüksək dəqiqliklə təyin etmək olur. Bunun üçün mənbənin Ayın diski ilə nə vaxt örtülüb-açıldığı müəyyənləşdirilir.

1963-cü ildə Ay 3C 273 parlaq radiomənbənin qabağını tutmalı idi. Bu tutulmanın müşahidəsini Avstraliyadakı Parksk radioteleskopunun köməyi ilə həyata keçirdilər. Bunun üçün çox böyük hazırlıq işləri görüldü. Parksk teleskopunun qülləsi çox yüksək olmadığı üçün, onu üfüqdə 30°-dən aşağı meyil etdirmək olmazdı. 3C 273-ün Ayla bağlanması aşağıda mümkün idi. Müşahidəni həyata keçirmək üçün teleskopun tonlarla metal konstruksiyalarını sökmək lazım gəldi. Mənbənin Ay vasitəsi ilə örtülməsinə bir neçə saat qalmış, başqa radiovericilərin bağlanması xahiş olundu. Teleskopun yaxınlığındakı yolda təsadüfi avtomobillərin hərəkətinə icazə verilmədi.

Bütün bu tədbirlərin hamısı öz bəhrəsini verdi. Müşahidə müvəffəqiyyətlə keçdiyi üçün 3C 273 radiomənbəyi 13-cü ulduz ölçüsü kimi aşkarlandı. Astronomlar üçün bu parlaq ulduzdur. Diqqətlə baxıldıqdan sonra məlum oldu ki, ondan 20″ ölçülü işıqlı tullantılar atılır. Ulduzun nəyə qadir olmasını bilmək üçün onun optik spektrini almaq lazımdır. 3C 273 radiomənbəyinin spektri ulduz spektrlərinin hər hansı sinfinə uyğun olmayıb, qaz dumanlığı üçün xarakterik parlaq şüalanma xətlərindən ibarət idi. Məlum oldu ki, bu xətlər spektrin qırmızı tərəfinə doğru güclü sürüşmüş adi kimyəvi elementlərə məxsusdur. Xətlərin bu sürüşməsi göstərir ki, 3C 273 təqribən 50 000 km/san sürətlə Yerdən uzaqlaşır. Bütün qalaktikalar Kainatın ümumi genişlənməsində iştirak edir. Aralarındakı məsafə böyüdükcə onlar bir-birindən daha böyük sürətlə uzaqlaşır. Kainatın genişlənməsi qanunundakı mütənasiblik əmsalı Edvin Habbl



M 87 qalaktikası və bir sıra kvazarların radiotəsviri.

tərəfindən kəşf edilmişdir və onun şərəfinə *Habbl sabiti* adlanır. Qalaktikaların uzaqlaşma sürətini bilərək, onlara qədərki məsafəni təyin etmək mümkündür. Məlum olan qalaktikalar içərisində 3C 273 radiomənbəyi bizdən milyard işıq ilindən artıq məsafədə yerləşir.

Bu günə kimi minlərlə kvazar kəşf edilmişdir. Onların çoxu güclü radiomənbədir. 3C 273 ən yaxın olanıdır. Kvazarların müşahidə etdiyimiz Kainatın sərhədində – bizdən 10-15 milyard işıq ili məsafəsində yerləşir. Bunlar elə obyektlərdir ki, çox böyük məsafədə yerləşmiş və Günəş kimi adi ulduzla müqayisədə milyard dəfədən artıq enerji şüalandırır? Astrofiziklərin bir-birinə oxşar fərziyyələr irəli sürməsinə baxmayaraq, kvazarlar haqqında dolğun nəzəriyyə yoxdur.

Müşahidə xüsusiyyətlərinə görə kvazarların fəallıq səviyyəsi məlum olan qalaktikaların nüvəsinin fəallığından kifayət qədər yüksəkdir ("Fəal nüvəli qalaktikalar" məqaləsinə bax). Onlar

üçün qazın tələtümlü hərəkəti, güclü radioşüalanma və maddə tullantıları xarakterikdir. Kvazarlar da, fəal nüvəli qalaktikalar kimi, dəyişən mənbələr adlanır. Belə bir fərziyyə meydana gəldi ki, bütün kvazarların çox hissəsi qalaktikaların şüalanmasını kölgədə qoya bilən, qeyri-adi yüksək fəallıq mərhələsində olan uzaq qalaktikaların nüvəsidir. Həqiqətən də, çox da uzaqda olmayan kvazarların ətrafında, onları ulduz sistemi əhatə etdiyinə görə zəif işıqlanma aşkar edildi. Bəzən hətta qalaktikalar üçün tipik olan struktur detalları da görünür.

Oxucular, kvazarlarla tanışlıqdan sonra daha mürəkkəb məsələlərlə qarşılaşacaqlarını güman etmirlər. Lakin bu belə deyil. Növbəti hissədə söhbət radioastronomiyanın ən böyük nailiyyəti sayılan, Kainatın Böyük Partlayışının təzahürü olan relikt radioşüalanmanın kəşfindən gedəcəkdir.

KAİNATIN RELİKT ŞÜALANMASI. Müasir təsəvvürlərə görə, keçmişdə genişlənən Kainatın maddəsi çox yüksək temperatura və sıxlığa malik idi. 15 milyard ildən çox bundan əvvəl indi qalaktikaların ibarət olduğu bütün maddə yüksəktemperaturlu sıx plazma idi. Maddənin və şüalanmanın termodinamik tarazlığı vardı. Genişlənmənin başlanmasından təxminən milyon il sonra temperatur o qədər aşağı düşdü ki, elektronlar atomun nüvəsi tərəfindən zəbt olunduğuna görə şüalanma və maddə arasındakı tarazlıq pozuldu. Kvantların enerjisi neytral hidrogeni ionlaşdırmağa kifayət etmirdi. Buna görə, şüalanma şəffaf mühitdəki kimi baş verirdi. Rekombinasiya vaxtı maddənin temperaturu ~ 3000 K-ya bərabər idi. Heç nə ilə qarşılıqlı təsirdə olmayan maddənin şüalanması Kainatın təkamülünün ilk dövrlərindən, necə deyərlər, "yadigar" kimi orada həmişəlik qalmalı idi.

Kainat genişləndikcə şüalanma soyuyurdu. Bu zaman mühitin istilik şüalanması daha alçaq temperatura malik spektrə uyğun olur. Hələ 1948-ci ildə amerikalı astrofizik Georgi Antoniviç Qamovun hesablamasına görə, şüalanmanın indiki temperaturu 5-6 K-ya bərabərdir. Keçən əsrin 60-cı illərinin əvvəllərində astrofizik Robert Dike ABŞ-ın Prinston Universitetindən olan həmkarları ilə birlikdə belə şüalanmanın axtarılması proqramını hazırladı. Həmin vaxt sovet alimləri A.D.Doroşkeviç və İ.D.Novikov gözlənilən şüalanma spektrini müstəqil hesabladılar və onu müəyyən etməyin mümkünlüyü fikrini irəli sürdülər.

Həmin dövrdə amerikalı mühəndislər – Arno Penzias və Robert Uilson televiziya verilişlərini Amerikadan Avropaya 7,3 sm dalğada peyk vasitəsilə ötürmək üçün böyük ruporlu antena sazladılar. (Hər şey Yanski zamanında olduğu kimi idi!) Səmadan yerdəki naqillərdən və gücləndiricilərdən olan küyləri nəzərə aldıqdan sonra hesablamalar göstərdi ki, temperaturu 3,5 K-ya bərabər mənbəyə uyğun parazit siqnal qalır. Mühəndislər bunun səbəbini aydınlaşdırmaq üçün antenanı hissələrə ayırdılar. Aşkar olundu ki, onun içərisində iki göyərçin özünə yuva qurmuşdur. Lakin göyərçinlər yuva ilə birlikdə (temperaturu təqribən 0,5 K) parazit siqnalın yalnız bir qismini yaradırdı. Mifik üç dərəcəni aradan qaldırmaq mümkün olmadı. Bu temperatura malik şüalanma səmanın bütün istiqamətlərindən gəlirdi. 1965-ci ildə Penzias və Uilson "Astrofizika" jurnalında "4080 meqahers tezlikdə antena temperaturu artıqlığının ölçülməsi" məqaləsini çap etdirdilər. 1978-ci ildə onlar öz kəşfinə görə Nobel mükafatı aldılar.

İndi qəti müəyyən edilmişdir ki, səmanın bütün istiqamətlərindən gələn üçdərəcəli radioşüalanma rekombinasiya epoxasından qalmış Kainatın istilik şüalanmasının təzahürüdür. Onun hansı istiqamətdən müşahidə edilməsindən asılı olmayaraq, *relikt* şüalanmanın spektrində enerjinin paylanması 2,7 K temperatura uyğundur. Ona görə də onu üçdərəcəli adlandırırlar. Ancaq bu radioşüalanmanın intensivliyinin yüksək dəqiqliklə ölçülməsi çox zəif qeyri-bircinsliyin aşkar edilməsinə imkan yaratdı. Bu, müşahidəçinin özünün hərəkəti ilə əlaqədardır. Bütövlükdə, Yerin Günəşlə və bizim Qalaktika ilə birlikdə hərəkət etdiyi (saniyədə bir neçə yüz kiolmetr sürətlə) istiqamətdə relikt fonda nəzərəçarpacaq dərəcədə "parıltı" aşkar etmək mümkün oldu. Ümumi elektromaqnit sahəsinin relikt şüalanması, sanki, Kainatda "mütləq" koordinatlar sistemini təşkil edir.



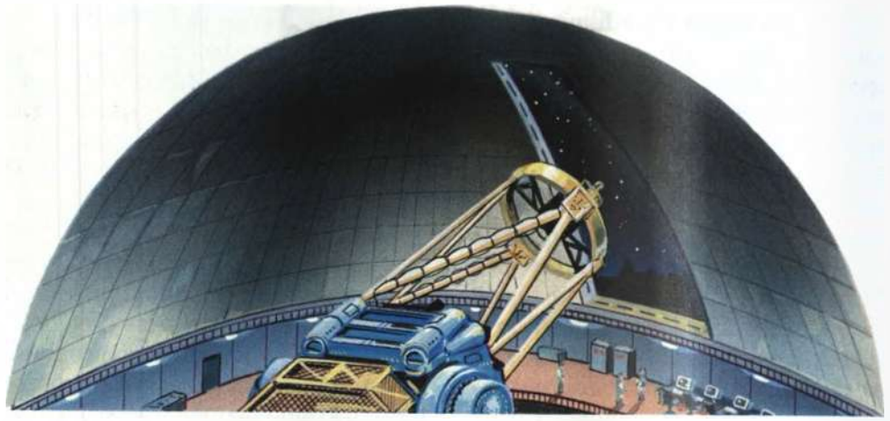
Daha güclü VLA radioteleskoplar sistemi.

* * *

Müasir radioastronomiya radiomənbələrin statistik hesablamalarına əsaslanaraq kosmoloji tədqiqatlarla, radioşüalanmanın yaranmasının plazma mexanizmləri ilə, kosmik radioşüalanmanın polyarlaşması ilə, radioşüalanmanın ulduzlararası mühitdə yayılması xüsusiyyətləri kimi problemlərlə məşğul olur.

Mahiyyətinə görə bu, elmin daha gənc sahəsidir. Çoxlu sirli hadisə və obyekt öz tədqiqatçılarını gözləyir!





YERDƏ VƏ KOSMOSDA ASTRONOMİK ALƏTLƏR

TELESKOPLAR – QALİLEYDƏN BİZİM GÜNLƏRƏDƏK

QALİLEY TƏRƏFİNDƏN TELESKOPUN İXTİRASI

1609-cu ilin yazında İtaliyanın Padui şəhərinin universitetinin riyaziyyat professoru xəbər tutdu ki, hollandiyalı bir nəfər qəribə boru ixtira etmişdir. Uzaqdakı əşyalara ondan baxdıqda, sanki, çox yaxında imiş kimi görünürdü. Professor qurğuşun boru hissəsi götürüb onun hər iki ucuna iki eynək şüşəsi – biri müstəvi qabarıq, digəri isə müstəvi çökük olmaqla – yerləşdirir. Qalileo Qaliley yazırdı: "Mən gözümü müstəvi qabarıq linzaya dayadıqda əşyaları böyüdülmüş və yaxında gördüm, belə ki, sanki, onlar adi gözlə müşahidə olunduğu məsafə ilə müqayisədə onun üçdəbirində yerləşmişdi".

Professor öz alətini venesiyalı dostlarına göstərmək qərarına gəldi. O yazırdı: "Çoxlu tanınmış adam və senator Venesiya kilsələrinin ən hündür zəng qüllələrinə qalxdı ki, yaxınlaşan gəmilərin yelkənlərini görsün. Gəmilər elə uzaqda idi ki, mənim baxış borum olmadan onları adi gözlə görmək üçün gəmilər tam sürətlə hərəkət etməklə yaxınlaşmasından ötrü 2 saat vaxt tələb edilirdi".

Əlbəttə, *teleskopun* (*yun.* "tele" – "uzaq" və "skopeo" – "baxıram") ixtirasında Qalileyin sələfləri olmuşdur. Eynək ustasının uşaqları haqqında əfsanələr yaşamaqdadır. Onlar işığı toplayan və səpən linzalarla oynayarkən birdən müəyyən etmişdilər ki, iki linzanı birbirinə nəzərən müəyyən vəziyyətdə yerləşdirməklə böyüdücü bir sistem almaq olar. 1609-cu ilə qədər Hollandiyada baxış borularının hazırlanması və yayılması haqqında məlumatlar var idi. Qaliley teleskopunun əsas xüsusiyyəti onun yüksək keyfiyyətə malik olması idi. Eynək şüşələrinin keyfiyyətsiz olduğunu



Qaliley doja (orta əsrlərdə Venesiyada və Genuyada Respublika başçısı titulu) teleskopunu göstərir.

bilərək, Qaliley linzaları özü cilalamağa başlamışdı (inandırıcı odur ki, Qaliley keyfiyyətsiz eynək şüşəsini cilalayaraq linza almışdır). Onun linzalarının bir neçəsi müasir dövrümüzə qədər saxlanılmaqdadır və tədqiqi göstərir ki, müasir optika baxımından onlar mükəmməldir. Qaliley 300 linza hazırladığına baxmayaraq, teleskop üçün onlardan yalnız bir neçəsini seçmişdi.

Teleskopun yaradılmasına başlıca maneə heç də elə linzaların hazırlanmasındakı çətinliklər deyildi. O dövrün bir çox alimlərinin fikrincə, Qalileyin teleskopuna şeytan ixtirası kimi baxmaq və onun müəllifini inkvizisiyaya istintaqa göndərmək olar. Onlar düşünürdülər: axı, adamların fikirləşdikləri kimi, onlar ona görə görürlər ki, gözdən bütün ətraf fəzanı "yoxlayan" görmə şüaları çıxır. Bu şüalar əşyaya toxunanda gözdə onun obrazı alınır. Əgər göz önünə linza qoysaq, görmə şüaları əyilər və insan o şeyləri görər ki, onlar həqiqətdə yoxdur.

Beləliklə, Qaliley dövrünün rəsmi elmi adi gözlə görünməyən göy cisimlərinin və uzaqlaşmış əşyaların teleskopla görünməsini tamamilə ağlın oyunu hesab edə bilərdi. Bütün bunları alim yaxşı başa düşürdü və bu fikrə birinci olaraq zərbə endirdi. Uzaqda yerləşən və adi gözlə görünməyən gəmiləri aşkar etməyə kömək göstərən teleskopun nümayiş etdirilməsi bütün şəkkakları inandırdı və Qalileyin teleskopu ildırım sürətilə Avropaya yayıldı.

HEVELİNİN, HÜYGENSİN, KEPLERİN VƏ PARİS RƏSƏDXANASININ TELESKOPLARI

Polşanın Qdansk şəhərinin varlı vətəndaşının oğlu Yan Heveli uşaqlıq illərindən astronomiya ilə məşğul olurdu. 1641-ci ildə o, rəsədxana tikərək, orada arvadı Yelizaveta və köməkçiləri ilə birlikdə işləyirdi. Heveli baxış borusunun mükəmməlləşdirilməsi işində növbəti addım atdı.

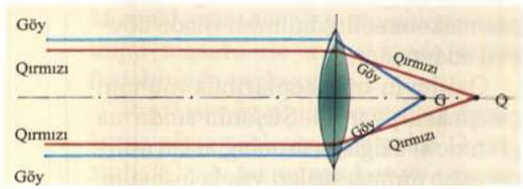
Qalileyin teleskoplarında mühüm çatışmazlıq var idi. Şüşənin sındırma göstəricisi dalğanın uzunluğundan asılıdır: şüşə qırmızı şüaları yaşıla nisbətən,



Yan Heveli və onun kvadrantı.

yaşıl şüaları isə bənövşəyiyə nisbətən zəif meyil etdirir. Buradan aydın olur ki, adi linza nə qədər keyfiyyətli olsa da, bənövşəyi şüalara nisbətən qırmızı şüalar üçün böyük fokus məsafəsinə malikdir. Başqa sözlə, linzanın arxa tərəfində bənövşəyi şüalar daha yaxında, qırmızı şüalar isə daha uzaqda toplanır. Müşahidəçi xəyalı gecə göz üçün daha həssas olan göy-yaşıl şüalara fokuslamalıdır. Nəticədə ulduzlar, ətrafı göy-qırmızı halqa ilə haşiyələnmiş göy-yaşıl nöqtə kimi görünəcəkdir. Bu hadisə *xromatik aberrasiya* adlanır və aydındır ki, o, ulduzların, Ayın və planetlərin müşahidəsinə çox mane olur.

Xromatik aberrasiyanın sxemi.



Nəzəriyyə və təcrübə göstərmişdir ki, obyektiv qismində çox böyük fokus məsafəsinə malik linzalardan istifadə edilsə, xromatik aberrasiyanın təsirini azaltmaq olar. Heveli ilk dəfə olaraq fokus məsafəsi 20 m olan obyektivdən istifadə etdi. Onun ən uzun teleskopu isə 50 m fokus məsafəsinə malik idi. Obyektiv okulyarla dörd ağac çubuqla birləşdirdi, bunun üzərində isə daha möhkəm konstruksiyaya malik və okulyarı kənar işıqdan qoruya bilən çoxlu diafraqm var idi. Bütün bunlar kanatlar sisteminin köməyi ilə hündür dirəkdən asılmışdı. Teleskopu səmanın lazımi nöqtəsinə tuşlamaq üçün bir neçə nəfərin köməyi lazım olurdu. Heveli linzaları özü hazırlamırdı, onları bir varşavalı ustadan alırdı. Bu linzalar elə mükəmməl hazırlanmışdı ki, atmosferin sakit halında ulduzların difraksiya xəyalını (təsvirini) görmək mümkün olurdu. İş ondadır ki, hətta ən mükəmməl obyektiv ulduzun xəyalını nöqtə şəklində qura bilmir. İşığın dalğa xarakterli olmasına görə optikası əla olan teleskoplarda belə, ulduz mərkəzdən kənara doğru parlaqlığı azalan halqalarla əhatə olunmuş kiçik disk şəklində görünür. Belə təsvir *difraksiya təsviri* adlanır. Əgər teleskopun optikası keyfiyyətsizdirsə və ya atmosfer sakit deyilsə, difraksiya mənzərəsi görünmür və ulduz, ölçüsü difraksiya diskinin ölçüsündən böyük olan ləkə kimi görünür. Bu cür xəyal *atmosfer diski* adlanır.

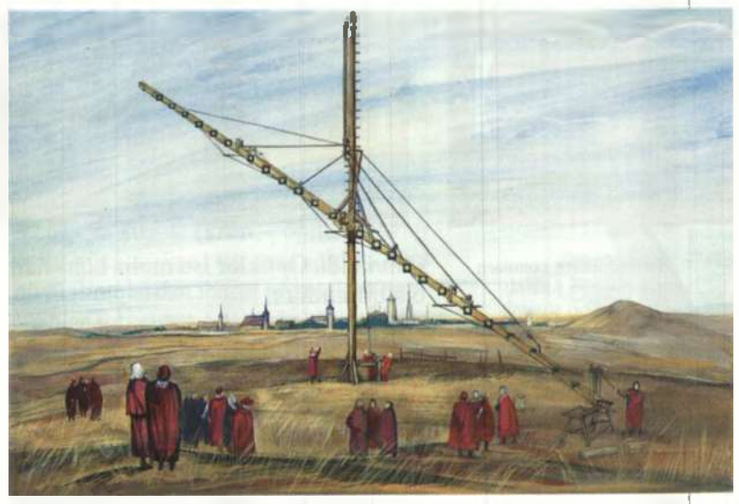
Niderland astronomları Xristian və Konstantin Hüygens qardaşları Qaliley teleskoplarını öz bildikləri kimi qurdular. Obyektiv kürəvi şarnirə bərkidilərək sütun üzərində yerləşdirilib, xüsusi qurğunun köməyi ilə lazımi hündürlüyə qaldırıla bilirdi. Obyektivin optik oxunu müşahidəçinin tədqiq etdiyi cismə yönəltmək və onu möhkəm kəndirlərin köməyi ilə döndərmək olurdu. Okulyar isə üçayaq üzərində quraşdırılırdı.

1655-ci il martın 25-də Xristian Hüygens Saturn planetinin ən parlaq peykini – Titanı kəşf etdi, eyni zamanda planet diskində halqavari kölgələr aşkar etdi və halqaların özünü öyrənməyə başladı, hərçənd həmin vaxtlar onlar tildən müşahidə edilirdi (halqaların tilləri Yerə yönəlmişdir; bu hadisə 14,7 ildən bir baş verir). O yazırdı: "1656-cı ildə mən Orion bürcünün Qılıncını – orta ulduzunu teleskopla görməyə müvəffəq oldum. Bir ulduz əvəzinə mən on ikisini gördüm, onlardan üçü, demək olar ki, bir-birinə toxunurdu, digər dördü isə dumanlıqlar içərisində görünürdü ki, onların da ətraf fəzası səmanın qalan hissəsi ilə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə parlaq idi. Sanki, səmada bir dəlik müşahidə olunurdu ki, ondan daha parlaq bir sahə görünürdü".

Hüygens obyektivi özü cilalayırdı və onun "Hava borusu" Hevelinin "uzun borusu" ilə müqayisədə irəliyə atılmış bir addım idi (hava borusu – asılmış boru kimi başa düşülməlidir). Onun icad etdiyi okulyarın hazırlanması sadədir və ondan bu vaxta qədər istifadə olunur.

Qaliley tərəfindən əsası qoyulmuş yüksək ustalıq İtaliya optika məktəbinin tərəqqisinə kömək etdi. XVII əsrin sonlarında Parisdə rəsədxana tikildi və o, bir neçə Qaliley sistemli teleskopla təchiz olundu. İki belə alət və fokus məsafəsi 40 m olan teleskopla onun birinci direktoru, italiyalı Covanni Domeniko Kassini Saturn planetinin dörd yeni peykini kəşf etmiş və Günəşin fırlanmasını öyrənmişdir.

Dahi alman astronomu İohann Kepler Qaliley teleskopunu onun dostlarının birindən qısa müddətə istifadə üçün aldı. O həmin an başa düşdü ki, okulyarda səpici linzanı toplayıcı linza ilə əvəz etsə, bu cihaza hansı üstünlüklər gətirər. Keplerin teleskopu daha yatımlıdır, çevrilmiş təsvirlərlə Qaliley teleskopundan fərqlənir və hər yerdə bu günə qədər tətbiq olunur.



Hevelinin uzun teleskopu.

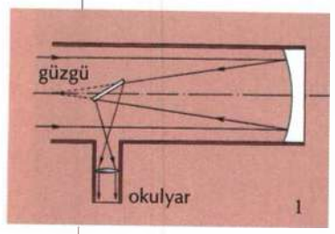
NYUTON–HERŞEL REFLEKTORLARI

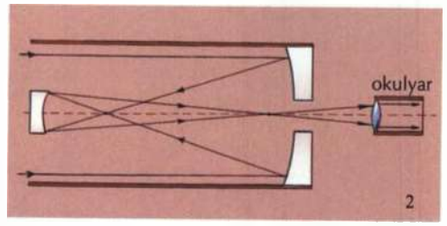
Qaliley borularının əsas çatışmazlığını – xromatik aberrasiyanı İsaak Nyuton aradan qaldırmağa çalışdı. Əvvəlcə obyektiv qismində o, müxtəlif optik gücə malik, lakin əksişarəli xromatik aberrasiyaya malik iki müsbət və mənfi linzadan istifadə etmək istədi. Nyuton əvvəlcə bir neçə variantı sınaqdan keçirdi və belə bir yanlış nəticəyə gəldi ki, axromatik linzalı obyektivin yaradılması mümkün deyil (doğrudur, müasirləri təsdiq edirlər ki, o, bu təcrübəni çox böyük teleskənliklə aparmışdı).

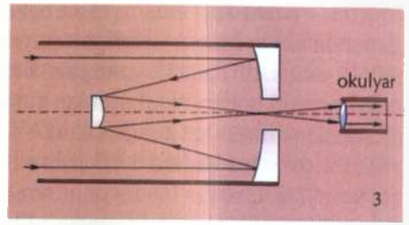
Nyutonun güzgülü teleskopu.



Belə olduqda Nyuton bu problemi qəti həll edib başa çatdırmaq qərarına gəldi. O bilirdi ki, uzaqlaşmış əşyaların axromatik təsvirləri səthi paraboloidin fırlanmasından alınan səth şəklində hazırlanmış çökük güzgünün oxu üzərində qurulur. Əksetdirici teleskoplar düzəltmək cəhdləri o vaxtlar da edilmişdi, ancaq müvəffəqiyyətlə başa çatmamışdı. Səbəb bu idi ki, Nyutona qədər tətbiq olunan ikigüzgülü sxemdə hər iki güzgünün həndəsi xarakteristikası ciddi uyğunlaşdı-







Reflektorların sxemləri:
1 – Nyuton sistemi;
2 – Qreqori sistemi;
3 – Kasseqren sistemi.

rılmalı idi. Optiklər isə məhz buna nail ola bilmirdilər.

Teleskoplarda obyektiv rolunu güzgü yerinə yetirirsə, o, *reflektor* (*lat.* "reflectere" – "əks etdirmək"), linzalı obyektivləri olan teleskoplar isə *refraktor* (*lat.* "refractus" – "sınmış") adlanır. Nyuton özünün birinci reflektorunu bir çökük güzgüdən hazırlamışdı. Digər kiçik müstəvi güzgünü isə əsas güzgünün fokusundan qabaqda yerləşdirərək, qurulan xəyalı yana çıxarırdı. Xəyala isə müşahidəçi teleskopun yan tərəfindən okulyar vasitəsilə baxa bilirdi. Bu aləti alim 1668-ci ildə xüsusi ustalıqla hazırladı. Teleskopun uzunluğu 15 sm-ə yaxın idi. Nyuton yazırdı: "Uzunluğu 120 sm olan yaxşı Qaliley borusu ilə müqayisədə – hərçənd onda təsvirin parlaqlığı daha az idi – mən uzaq məsafəni teleskopumun köməyi ilə daha yaxşı görürdüm".

Güzgülü teleskop, 1742-ci il.



Nyuton nəinki birinci reflektorun güzgüsünü cilaladı, o, həmçinin bürüncdən güzgü tökdü. Adi bürüncə (mis və qalayın xəlitəsi) az miqdarda arsen əlavə etdi. Bu isə işığın əks olunmasını yaxşılaşdırdı; üstəlik, səth daha asan və yaxşı cilalandı.

1672-ci ildə fransız əyalət liseyinin müəllimi (başqa məlumatlara görə, arxitektor) Kasseqren ikigüzgülü sistemin konfiqurasiyasını təklif etdi. Birinci güzgü çökük parabolik, ikincisi isə qabarıq hiperbolik olub, birincinin fokusu qarşısında yerləşirdi. Bu konfiqurasiya çox rahatdır və baş güzgü hiperbolik olmaqla, hazırda geniş tətbiq olunur. Ancaq o vaxtlar güzgülərin lazımi səth formasının alınması çətin olduğundan Kasseqren teleskopunu hazırlamaq mümkün olmadı.

Yığcam, yüngül və yüksəkkeyfiyyətli metal güzgülü reflektorlar XVIII əsrin ortalarında "uzun boruları" sıxışdırıb aradan çıxardı və astronomiyanı bir çox kəşflərlə zənginləşdirdi.

O vaxtlar ingilis taxt-tacına Hannover sülaləsi gətirildi. Yeni hökmdarın həmyerliləri – almanlar ona yaxın oldular. Onlardan biri – Uilyam Herşel musiqiçi və eyni zamanda istedadlı astronom idi.

Qalileyin boruları ilə işləməyin çətinliyini görən Herşel reflektorlarla işləməyə başladı. O, bürüncdən güzgülər hazırlayır, onları özü cilalayır və hamarlayırdı. Onun optik qurğuları bu günlərə qədər saxlanılır. İşlərində ona qardaşı Aleksandr və bacısı Karolina kömək edirdilər. Karolina xatırlayırdı ki, ev bütövlükdə, hətta yataq otağı da emalatxanaya çevrilmişdi. Teleskoplardan birinin köməyi ilə Herşel 1778-ci ildə Günəş sisteminin yeddinci planetini kəşf etdi (sonralar bu planeti Uran adlandırdılar).

Herşel fasiləsiz olaraq yeni-yeni reflektorlar qururdu. Kral ona himayədarlıq edirdi və diametri 120 sm, borusunun uzunluğu isə 12 m olan böyük reflektorun qurulması üçün vəsait ayırdı. Uzun illərdən sonra teleskop qurulub başa çatdırıldı. Lakin, onunla işləmək çətin idi. Keyfiyyətinə görə isə o, kiçikölçülü teleskopdan geri qalırdı. Beləliklə, teleskop quruculuğunda ilk nəsihət yarandı: "Böyük sıçrayışlar etməyin".

* * *

Artıq XVII əsrdə astronomlar mükəmməl uzunborulu təklinzalı refraktorlar hazırlamağa nail olmuşdular. Astronomlar onların obyektivi üçün yüksəkkeyfiyyətli şüşələr seçib hazırlamağı, dəqiq emal etməyi və quraşdırmağı öyrənmişdilər. İşığın optik detallardan keçməsi nəzəriyyəsi inkişaf etdirildi (Dekart, Hüygens).

Mübaliğəsiz demək olar ki, modifikasiyalı böyük reflektorların yaradılmasının təməli artıq XVII-XVIII əsrlərdə möhkəm qoyulmuşdu. Kasseqrenin konfiqurasiyasından müasir gecə teleskoplarında daha geniş istifadə olunmaqdadır. Metal güzgülərlə işləmək məharəti, teleskopun istənilən vəziyyətində yol verilə bilən əyilmə (mikrometrin kiçik qiymətlərini aşmamalıdır), son zamanlar elektron hesablama maşınları (EHM) ilə yüksək dəqiqliklə idarə olunan güzgülü nəhəng teleskopların yaradılmasına gətirib çıxardı. O dövrlərdə istifadə olunan bəzi okulyarların optik sxemindən bu gün də istifadə olunmaqdadır. Nəhayət, yalnız o vaxtlar optik elementlərin səth formalarının elmi metodlarla tədqiqinin rüşeymləri aşkar edilmişdi. Artıq bu günlərdə son elmi nailiyyətlər çox mükəmməl optik texnologiyanın hazırlanmasını reallığa çevirmişdir.

XIX YÜZİLLİYİN REFRAKTORLARI

Nyutonun axromatik obyektivin yaradılmasının mümkünsüzlüyü fərziyyəsinin səhv olduğunu anlamaq üçün bir əsrə yaxın zaman tələb olundu. 1729-cu ildə müxtəlif şüşədən ikilinzalı obyektiv hazırlandı ki, bu da xromatik aberrasiyanı azaltmağa imkan verdi.

1747-ci ildə isə böyük riyaziyyatçı Leonard Eyler Jül Vernin "Sirli ada"sında olduğu kimi, fəzada araları su ilə tam doldurulmuş iki şüşə meniskdən (menisk – bir üzü qabarıq, digər üzü çökük optik şüşə) ibarət obyektiv üçün hesablamalar apardı. O, rəngli haşiyədən azad olan təsvirlər qurmalı idi.

İngilis optiki Con Dollond oğlu Piterlə birlikdə Qaliley dövründə məşhur olan Venesiya şüşəsi (kron – optik cihazlar üçün xüsusi şüşə) və yeni ingilis şüşə növü flintqlasdan ibarət prizmalarla təcrübələr seriyasına təşəbbüs göstərdi. Bu şüşələr güclü parıltıya malik olduğundan bəzək əşyaları və qədəhlərin hazırlanmasında tətbiq olunurdu. Aydın oldu ki, bu iki şüşə növündən xəyal ətrafında rəngli haşiyələr verməyən obyektiv düzəltmək olar. Krondan müsbət linza, flintqlasdan isə bir qədər zəif mənfi linza düzəltmək qərarına gəldilər. Dollond borusunun kütləvi istehsalına başlandı.



XIX əsrin refraktoru (ABŞ).

Axromatik teleskoplarla bütün Avropa məşğul olmağa başladı. Eyler, D'Alamber, Klero və Qauss hesablamaları davam etdirdilər. Bir neçə londonlu optika ustası məhkəmədə axromatik obyektivlər üçün Dollondun aldığı patentə qarşı iddia qaldırdılar, ancaq heç nəyə nail ola bilmədilər. Piter Dollond artıq üçlinzalı axromat hazırladı; astronomların fikrincə, bu çox yaxşı idi. Yezuit professoru Rucer Boşkoviç Padue şəhərində optik şüşələrin sındırma əmsallarının dəqiq təyin edilməsi üçün xüsusi bir cihaz – *vitrometr* (*lat.* vitrum – "şüşə") yaratmaq fikrinə düşdü. 1780-ci ildə Dollondlar seriyalarla bir neçə tip qatlama borulu hərbi teleskoplar buraxdı. Con Dollond qızını ərə verərkən (şəksiz ki, optikə) onun cehizi axromatik obyektivin patentinin bir hissəsi idi.

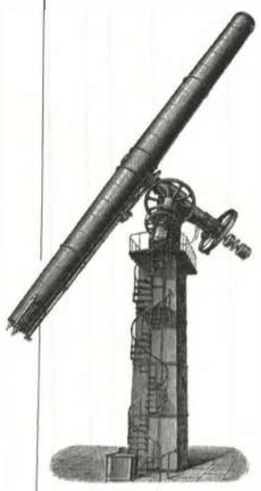
Linzalı obyektivlərin hazırlanmasının elmi metodlarının həyata keçirilməsi alman optiki Yozef Fraunhoferə nəsib oldu. O, linza səthinə nəzarəti təşkil etdi. Nyutonun rəngli halqaları adlanan halqalarla

əlaqədar linzalara nəzarət üçün mexaniki cihazlar (*sferometrlər*) hazırladı və Dollondun hesablamalarını təhlil etdi. O, natrium lampası işığının köməyi ilə sındırma əmsallarını ölçməyə başladı, eyni zamanda Günəşin spektrlərini öyrəndi və onun çoxlu tutqun xəttini (udulma xətlərini) aşkar etdi. Bu vaxta qədər onlar Fraunhofer xətləri adlanır.

Fraunhofer Derpt refraktoru (Derpt – Estoniyada əvvəllər Yuryev, hazırda Tartu şəhəri) üçün xromatik və sferik aberrasiyalardan azad 24 sm-lik obyektiv hazırlamışdı. Bu teleskop uzun müddət dünyada böyük teleskop kimi qaldı. Derpt teleskopunun montaj edilməsi Vasili Struvenin (sonralar Pulkovo rəsədxanasının əsasını qoyan və direktoru) rəhbərliyi ilə həyata keçirildi.

Derpt refraktoru inanılmaz dərəcədə uğurlu cihaz oldu. Onun köməyi ilə Struve göyün şimal yarımkürəsinin ən parlaq ulduzu – Veqaya qədər məsafəni ölçdü. Bu məsafə çox böyük idi – 26 işıq ilinə yaxın. Bu teleskopun konstruksiyasını XIX əsr boyu təkrarladılar. Kiçik teleskoplar indi də onun nümunəsi əsasında hazırlanır.

Yerk rəsədxanasının refraktoru (ABŞ).



BİRİNCİ NƏSİL TELESKOPLARI

XIX əsrin ortalarında Fraunhofer refraktoru astronomiya müşahidəçilərinin əsas alətinə çevrilmişdi. Yüksək optik keyfiyyəti, rahat qurğusu, teleskopun həmişə ulduza tuşlanması (ulduzu izləməsi) üçün saat mexanizmi, sabitlik, müntəzəm qurulmağa və nizamlanmağa ehtiyacı olmadığından ən tələbkar müşahidəçilər belə, bu teleskopun etibarlı işini təsdiq etmişlər. Lakin ən fərasətli və nüfuzlu astronomlar artıq başa düşürdülər ki, bu teleskopun üç qüsuru var: nəzərəçarpan xromatizm, çox böyük diametrli obyektivin hazırlanmasının mümkünsüzlüyü və Kasseqren reflektoru ilə eyni fokus məsafəsinə malik refraktor borusunun xeyli dərəcədə uzun olması.

Xromatizm daha çox diqqəti cəlb edirdi, çünki səma obyektlərinin spektral tədqiqi sahəsi genişlənirdi. Fotoqrafik lövhələr bənövşəyi və ultrabənövşəyi şüalara həssas olduğundan göz üçün daha həssas olan göy-yaşıl oblastı hiss etmirdi. Refraktorun obyektivi isə göy-yaşıl oblast üçün axromatlaşdırılmışdır. Buna görə də, ikiqat teleskoplar qurulmasına tələbat yaranırdı – bir boru fotoqrafik müşahidə üçün, digəri isə vizual (görünən) müşahidə üçün tuşlanmalı idi.

Bundan başqa, refraktorun obyektivinin bütün səthi işləyir, linzanın əyilməsinin qarşısını almaq üçünsə güzgüdən fərqli olaraq onun arxa tərəfində xüsusi linglərin bərkidilməsi mümkün deyil. Güzgülərdə isə əyilmənin qarşısını almaq üçün onların arxasına qabaqcadan xüsusi yüklər bağlanır. Ona görə də refraktorlar 1 m-dək diametrdə dayanmış, reflektorlar isə sonralar 6 m-dək çatmışdır və bu heç də son həddi deyildir.

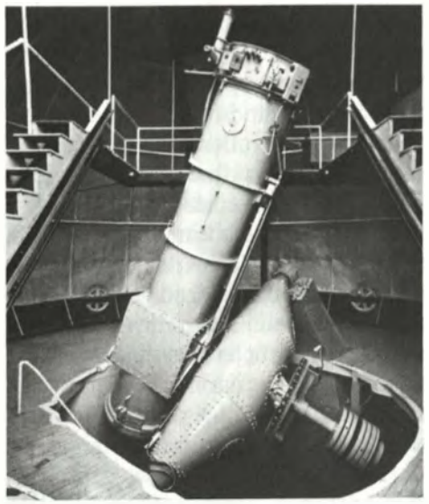
Həmişə olduğu kimi, texnikanın inkişafı yeni reflektorların meydana gəlməsinə kömək etmişdir. XIX əsrin ortalarında alman kimyaçısı Yustus Libix sadə kimyəvi üsulla şüşə səthlərinin gümüşlənməsi üsulunu təklif etdi. Bu, şüşədən güzgü hazırlamağa imkan verdi. O, metala nisbətən daha yaxşı cilalanır və ondan xeyli yüngüldür. Şüşəçilər həm də öz üsullarını təkmilləşdirdilər və hətta diametri 1 m-ə yaxın güzgülər hazırladılar.

Bundan sonra çökük güzgülərin keyfiyyətinə nəzarətin əsaslandırılmış elmi üsullarını işləyib hazırlamaq qalırdı ki, bu vəzifəni də XIX əsrin 50-ci illərinin sonunda fransız fiziki Jan Bernar Leon Fuko – hamıya məlum olan rəqqasın ixtiraçısı – yerinə yetirdi. O, tədqiq olunan sferik güzgünün əyrilik mərkəzinə nöqtəvi işıq mənbəyi yerləşdirdi və onun xəyalının qarşısını bucaqla kəsdi. Bıçağı hansı tərəfdən güzgünün oxuna perpendikulyar hərəkət etdirməklə onun üzərində kölgə alındığını müəyyən edib, bıçağı fokusda dəqiq yerləşdirmək, hərəkətin sonrakı davamında isə güzgünün səthinin qeyri-bircinsliliyini və yanlışlığını çox aydın görmək olar. Belə bir üsulla refraktoru da tədqiq mümkündür: nöqtəvi işıq mənbəyi kimi ulduz götürülür. Həssas və əyani Fuko üsulu həvəskarlar və peşəkarlar tərəfindən indi də ustalıqla tətbiq olunur. Fuko öz üsulu ilə borularının uzunluğu 3,3 m, diametri isə 80 sm olan iki teleskop hazırladı. Aydın oldu ki, Fraunhofer refraktorlarının təhlükəli rəqibi meydana gəlir.

1879-cu ildə İngiltərədə optik Kommon diametri 91 sm olan parabolik çökük şüşə güzgü hazırlamışdı. Onun hazırlanmasında elmi nəzarət üsullarından istifadə olunurdu. Güzgünü varlı astronomiya həvəskarı Krossley aldı və onu teleskopunda quraşdırdı. Ancaq bu alət öz sahibini qane etmədi və 1894-cü ildə Krossley onu satışa qoyduğunu elan etdi. Onu Kaliforniyanın Lik rəsədxanası pulsuz almağa razılıq verdi.

Krossleyin reflektoru yaxşı əllərə keçdi. Astronomlar ondan mümkün olanları maksimum əldə etməyə səy göstərdilər. Yeni teleskop astronomik obyektlərin fotoqrafiyası üçün tətbiq olunurdu. Onun köməyi ilə əvvəllər məlum olmayan qalaktikadankənar Andromeda dumanlığına oxşar, ancaq kiçik bucaq ölçülərinə malik çoxlu dumanlıq aşkarlandı. Birinci nəsil şüşə reflektor öz effektini göstərdi.

Növbəti belə bir teleskop növü artıq Amerika torpağında – əlbəttə, Kaliforniyada – Maunt-Vilson günəş rəsədxanasında quruldu. Diametri 1,5 m olan güzgü Fransada töküldü və onun təkrar emalı rəsədxanada aparıldı. Mexaniki hissələri isə yaxınlıqdakı dəmiryol deposunda hazırlandı.



Lik rəsədxanasının reflektoru.

Sənədlərə əsasən, demək olar ki, yeni teleskopla bağlı cavabdehlik yalnız bir adamın – optik Corc Riçinin üzərinə düşürdü. O, müasir dildə desək, bu cihazın baş konstruktoru idi. Bu teleskopun təkmilləşdirilməsinə çox yaxşı saat mexanizmi, yeni dayaq sistemi, fotokasetin ikiistiqamətli sürətli hərəkəti üçün qurğu və istidən genişlənmə ilə əlaqədar onun formasının təhrif olunmaması üçün baş güzgünün yaxınlığında temperaturun bərabərləşdirilməsi kimi tədbirlər daxil idi. Riçi özü göyün fotoşəklini çəkirdi. Ekspozisiya vaxtı 20 saata çatırdı. Hər gün fotolövhə kasetlərlə birlikdə toplanıb qaranlıqda saxlanılırdı.

Nəticələr tezliklə özünü göstərdi: Riçinin aldığı uğurlu şəkillər indiyə kimi dərsliklərdə və kütləvi nəşrlərdə dərc olunur. Növbəti, artıq 2,5 m-lik reflektor 1918-ci ildə Maunt-Vilsonda işləməyə başladı. O dövr üçün nəhəng alətin qurulmasında sələfinin bütün təkmilləşmələrindən və onun istismarı təcrübəsindən istifadə olunur.

Yeni teleskop özündən əvvəlkilərdən effektli idi. Bu teleskopda müşahidə aparmaq çox asan idi. 1,5 m-lik teleskopda çəkilən zəif ulduzların fotoşə-

killərini burada rekord keyfiyyətlə əldə etmək olurdu. Öz işinin ustası olanların əlində bu teleskop dünya səviyyəsində kəşfləri ilə tanındı.

XX əsrin əvvəllərində yaxın qalaktikaya qədər məsafə astronomlar üçün XVII əsrin əvvəllərindən Yerdən Günəşə qədər olan məsafə kimi bir tapmacaya çevrilmişdi. Andromeda dumanlığının bizim Qalaktikada yerləşdiyini iddia edən işlər də məlumdur. Nəzəriyyəçilər dərindən düşünmək üçün susurdular: o vaxtlar uzaq ulduz sistemlərinə qədər məsafəni təyin etmək üçün dəyişən ulduzlara görə etibarlı metod işlənib hazırlanmışdı.

1923-cü ilin payızında Andromed dumanlığında ilk dəyişkən ulduzun lazım olan növünü – sefeidi kəşf etdilər. Tezliklə müxtəlif qalaktikalarda onların sayı ona qədər artdı. Bu dəyişkənliyin dövrünü, onlara görə isə digər qalaktikalara qədər olan məsafəni təyin etmək mümkün oldu ("Dəyişkən ulduzlar" məqaləsinə bax).

Qalaktikadankənar bir neçə dumanlığa qədər məsafənin ölçülməsi belə fikir söyləməyə imkan verdi ki, qalaktika nə qədər uzaqda yerləşirsə, o qədər də böyük sürətlə bizdən uzaqlaşır ("Genişlənən Kainat" məqaləsinə bax).

1,5 və 2,5 m-lik reflektorlar uzun müddət astronomiya müşahidələrinə etibarlı və düzgün xidmət etdi. Los-Ancelesin səması süni olaraq çox işıqlandırıldığından indi onlar istismardan çıxarılmışdır.

Müasir birinci nəsil teleskoplarının əsas xüsusiyyətlərini sadalayaq.

Birincisi, onların baş güzgüləri ciddi parabolik formaya malikdir. Onlar əhəmiyyətli dərəcədə istilik genişlənməsi əmsalına malik güzgü üçün yararlı şüşədən hazırlanmışdır (müxtəlif hissələrin eyni temperatura malik olmaması onun səth quruluşunun təhrif olunmasına gətirib çıxarır ki, bu da güzgü qüsuru kimi səciyyələndirilir). Həmin parabolik güzgü kənardan bütöv bir silindr şəklində görünür ki, onun da qalınlığının diametrə nisbəti təqribən 1:7 olmalıdır.

İkincisi, onların borusunun konstruksiyası maksimum möhkəmlik prinsipi ilə yerinə yetirilmişdir. Ona bərkidilmiş baş və ikinci güzgülər bir ox üzərində yerləşməlidir. Oxdan yayınma optik hesablamanın xətaları hüdudunda olmalıdır. Əgər bunlar yoxdursa, onda teleskopun keyfiyyəti tədricən azalır. Buna görə də, teleskop borusunun konstruksiyası elə nəzərdə tutulmalıdır ki, istənilən vəziyyətdə borunun əyilməsi optiklər tərəfindən qəbul olunmuş əyilmədən kiçik olsun. Təbiidir ki, belə boru kifayət qədər ağır olur.

Teleskopun dayaqları sürüşkən, yaxud diyircəkli olmalıdır. Birinci iki teleskopda dayaqlara düşən yük teleskopun oxu ilə dayağı arasında civə qatı yerləşdirməklə azaldılır. Teleskop, sanki, civə vannasında üzür.

Teleskopun güzgüsü.



İKİNCİ NƏSİL TELESKOPLARIN YARANMASI

Beləliklə, 2,5 m-lik teleskop gözəl elmi nəticələr verdi. Maunt-Vilson rəsədxanasında toplanmış kollektiv isə gələcəyə cəsarətlə baxaraq, daha böyük alətin yaradılmasının mümkünlüyünü müzakirə etdi. Güzgüsünün diametri 5 m və hətta 7,5 m olan teleskop qurmaq istədilər. Rəsədxananın rəhbəri C.Heylin xidməti ondan ibarətdir ki, o öz əməkdaşlarını daha böyük ölçülərə olan meyillərdən uzaqlaşdırdı və yeni qurğunu 5 m-lik diametrlə məhdudlaşdırdı. Bundan başqa, o, işə başlamaq üçün xeyli maliyyə məbləğinin alınmasına nail oldu. Bu, 1929-1933-cü illərin iqtisadi böhranının başlandığı bir şəraitdə baş verdi.

Güzgünü bütöv etmək olmazdı: onun ağırlığı 40 tona çatardı, bu həddsiz ağırlıq isə borunun və teleskopun digər hissələrinin konstruksiyasını pozardı. Bunu, eyni zamanda, güzgü şüşəsindən də hazırlamaq olmazdı, çünki bu tip güzgülər müşahidəçiləri təngə gətirmişdi. Havanın dəyişməsi, hətta gecə və gündüzün növbələşməsi nəticəsində güzgünün forması təhrif olunurdu və güzgü formasını gec bərpa edirdi. Konstruktorlar istədilər ki, güzgünü kvarsdan hazırlasınlar, belə ki, onun istidən genişlənmə əmsalı şüşəyə nisbətən 15 dəfə kiçikdir. Ancaq buna nail ola bilmədilər.

Nəhayət, müxtəlif növlü, yüksək hərarətə davamlı şüşənin istehsalı üçün şəffaf çuqun boru (yarımsilindrik) və qazan hazırlamaq qərarına gəldilər. Genişlənmə əmsalında uduş 2,5 dəfə idi. 1936-cı ildə ikinci cəhddə güzgünü tökməyə müvəffəq oldular. Arxa tərəfdən tilli (çıxıntılı) quruluşa malik olması kütləni 15 tona qədər yüngülləşdirdi, istilik mübadiləsini yaxşılaşdırdı. Güzgünün təkrar işlənməsi rəsədxanada həyata keçirildi. Ancaq İkinci dünya müharibəsi vaxtı bu iş dayandırıldı və 1947-ci ildə başa çatdırıldı. 1949-cu ildə 5 m-lik teleskop işləməyə başladı.

Birinci nəsil reflektorlarında olduğu kimi, onun baş güzgüsünün forması parabolik idi. Müşahidəni Nyuton, Kasseqren, birbaşa və ya sınıq fokuslarda aparıla bilərdi. Onda hər hansı ağır hərəkətsiz avadanlıq, məsələn, böyük spektroqraf quraşdırmaq mümkündür.

5 m-lik teleskop borusunun konstruksiyasında köklü dəyişikliklər edildi və o daha sərt olmadı. Mühəndislər onu, uclarını mərkəzə rəğmən əyməklə, optik hissələrin bir-birinə nisbi olaraq dəyişməməsi şərtilə həll etdilər.



Maunt-Palomar rəsədxanasının (ABŞ) 5 m-lik reflektoru.

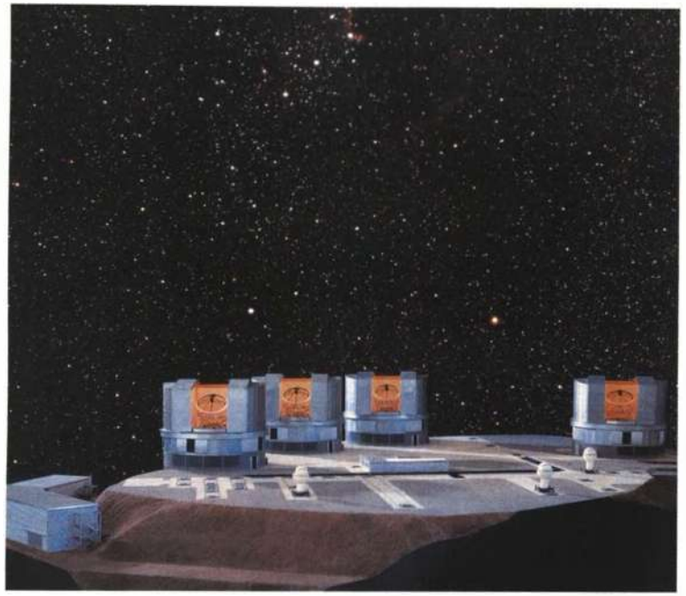
Teleskopun dayaqlarının konstruksiyasında da dəyişiklik etdilər. 5 m-lik teleskop təzyiq edən kompressorun köməyi ilə öz oxu və dayaqları arasında nazik yağ qatında, sanki, "üzür". Belə sistem sükunət sürtünməsinə malik olmur, bu isə teleskopun dəqiq və rəvan fırlanmasını təmin edir.

Maunt-Vilson rəsədxanasının 5 m-lik teleskopunun işinin ən vacib nəticələrindən biri odur ki, ulduzların enerji mənbəyinin onların təkində gedən istilik-nüvə reaksiyalarının nəticəsi olduğu faktını dürüst isbat etdi. Qalaktikaların tədqiqi sahəsində əsl informasiya partlayışı da məhz bu teleskopda aparılan müşahidələr sayəsində mümkün olmuşdur.

Çoxsaylı ikinci nəsil teleskopları hazırlanmışdı. Krım rəsədxanasının diametri 2,6 m olan reflektoru onların xarakterik nümayəndəsidir.

ÜÇÜNCÜ VƏ DÖRDÜNCÜ NƏSİL REFLEKTORLARININ İŞLƏNİB HAZIRLANMASI

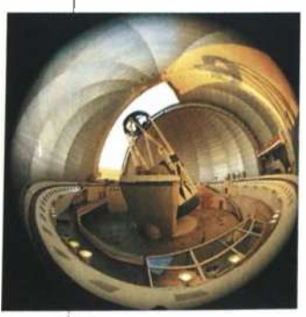
İkinci nəsil reflektorlarının işi göstərdi ki, yüksəkkeyfiyyətli optik göstəricilərə malik olan və sakit atmosferli məntəqədə qurulmuş 3 m-lik teleskop daha pis hava şəraitində işləyən 5 m-lik teleskopa nisbətən daha effektiv ola bilər. Bu, üçüncü nəsil reflektorlarının işlənib hazırlanmasında nəzərə alınmışdır.



Avropa cənub rəsədxanasında (Çili) qurulmaqda olan 8 m-lik teleskopdan ibarət dörd blok.

Yeni teleskopun qurulması texnikanın digər növlərinin yaradılmasından fərqlənir. Müasir təyyarə təcrübi nümunələr kimi uzun illər sınaqdan keçirilir və yalnız sonra kütləvi istehsala buraxılır. Hal-hazırda iri teleskopun qiyməti təyyarənin qiyməti qədərdir, lakin, təəssüf ki, astronomların təcrübi nümunə üçün pulu olmur. Onu mövcud alətlərin diqqətlə öyrənilməsi və layihələrin tez-tez müzakirələri əvəz edir. Adətən, əvvəlcə seriyanın 1-2 aləti qurulur; bu zaman toplanan təcrübə son dərəcə qiymətlidir. Əgər teleskopu əvəz edən alət böyük və qiymətlidirsə, söz yox ki, onun kiçik ölçülü təcrübə nüsxəsi inşa edilir.

XAR-ın (Rusiya) 6 m-lik teleskopu.



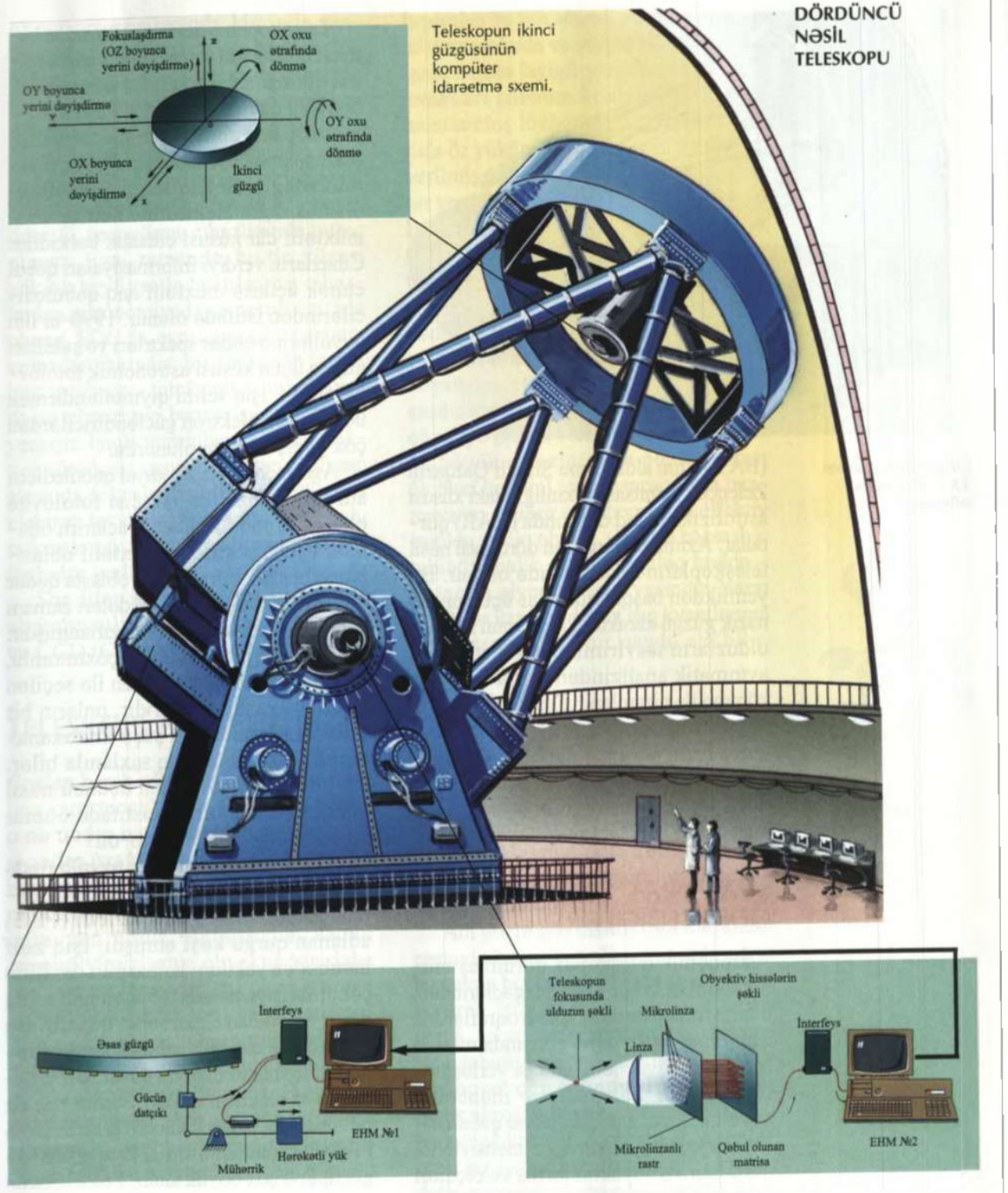
Üçüncü nəsil teleskoplarının əsas xüsusiyyəti diametri 3,5-4 m olmaqla yeni materiallardan hazırlanmış hiperbolik (parabolik yox) formalı baş güzgüdür. Bu materiallar ərgin kvarsdan, yaxud sitallardan – praktik olaraq istilik genişlənməsi sıfıra yaxın olan və XX əsrin 60-cı illərində keçmiş SSRİ-də işlənib hazırlanan şüşə-keramikadan ibarətdir. Kasseqren konfiqurasiyasında əsas hiperbolik güzgü tətbiq edilməsi təhriflərdən uzaq (burada, əsasən, teleskopun fokal müstəvisində qurulan xəyalların hamısının fokusda olması nəzərdə tutulur) olan görüş sahəsini əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirməyə imkan verdi. Belə bir sistemin hesablamaları XX əsrin 20-ci illərində aparılmışdır. Üçüncü nəsil teleskoplarını atmosferi sakit olan xüsusi seçilmiş yerlərdə qurmağa çalışırlar. Buna oxşar teleskoplar hal-hazırda kifayət qədər çoxdur. Hesab etmək olar ki, bu qurğu universitet səviyyəli bir alətdir.

1975-ci ildə istifadəyə verilmiş 6 m-lik teleskop ikinci nəslə mənsub olsa da, onun konstruksiyasında mühüm dəyişikliklər edildi. Əvvəlki nəsillərə mənsub teleskoplar ekvatorial olaraq qurulurdu.

Ekvatorial qurğuda teleskoplar iki ox ətrafında fırlanmaqla müşahidə olunan səma cisminə yönəlir. Oxlardan biri dünya oxuna paralel oxdur və müşahidə olunan obyektin izlənməsi üçün teleskop bu ox ətrafında müşahidə prosesi müddətində Yerin fırlanma sürətinə bərabər sürətlə əks istiqamətdə fırlana bilir. Oxlardan ikincisi meyil oxu adlanır və teleskop bu ox ətrafında yalnız ulduza yönələrkən fırlanır.

İkinci dünya müharibəsinə qədər astronomik cihazların məsul konstruktoru N.Q.Ponomaryov diqqəti ona yönəltdi ki, teleskop borusu və onun konstruksiyası xeyli yüngül olmalıdır. Ekvatorial qurğulardan azimut qurğularına keçilsə, yəni teleskop üç ox ətrafında – azimut oxu, hündürlük oxu və optik ox ətrafında (burada yalnız kasetlər fotolövhə ilə birlikdə fırlana bilər) fırlansa, teleskopun borusu və onun bütün konstruksiyası xeyli yüngül və deməli, xeyli ucuz olar.

Bu ideya 6 m-lik teleskopda həyata keçirildi və Böyük azimut teleskopu



Baş güzgünün formasının idarə olunması.

Aberrasiya analizatorunun sxemi.



Güzgüsünün diametri 3,5 m olan müasir reflektor.

(BAT) adını aldı. Bunu Şimali Qafqazın Zelençuk stanitsası yaxınlığındakı xüsusi astrofizika rəsədxanasında (XAR) qurdular. Azimutal qurğudan dördüncü nəsil teleskoplarında da istifadə olunur. Bu yenilikdən başqa, qurğular üçün ancaq nazik güzgü xarakterikdir. Onun forması ulduzların təsvirinin optik sisteminin avtomatik analizindən sonra EHM-in köməyi ilə nizamlanır. Diametri 8 m-dən böyük olan ondan artıq bu növ alət quraşdırılır və artıq diametri 4 m olan model işləyir. Təsəvvür etmək çətin deyil ki, onlar astronomiyaya nə kimi hansı elmi kəşflər gətirəcəkdir.

ŞÜALANMA VƏ XƏYAL QƏBULEDİCİLƏRİ

Astronomik teleskopda qurulmuş mürəkkəb sistemdən – işıq süzgəclərindən, interferometrlərdən, spektroqraflardan asılı olmayaraq, onun çıxışında mütləq işıq və ya xəyal qəbuledicisi yerləşməlidir. *Xəyal qəbuledicisi* mənbənin xəyalını qeyd edir. *Şüalanma qəbuledicisi* isə yalnız şüalanmanın intensivliyini qeyd edir və obyektin forma və ölçüləri haqqında heç bir məlumat vermir.

Teleskopun əsas vəzifələrindən biri fokal müstəvidə səma cisimlərinin xəyalını qurmaqdır. Tədqiqatın istiqamətindən asılı olaraq, teleskopun fokal müstəvisinə spektri almaq üçün spektroqraflar, şəkli çəkmək üçün kaset qurğuları, müxtəlif rənglərdə işıq selini qiymətləndirmək üçün elektrofotometrlər və s. müxtəlif cür xüsusi cihazlar bərkidilir. Cihazların verdiyi informasiyaları qəbul etmək üçünsə müxtəlif işıq qəbuledicilərindən istifadə olunur. 1990-cı ilin əvvəllərinə qədər spektrləri və şəkilləri almaq üçün xüsusi astronomik fotolövhələrdən, işıq selini qiymətləndirmək üçünsə fotoelektron gücləndiricilərdən çox geniş istifadə olunurdu.

Astronomiyada ilk xəyal qəbuledicisi adi insan gözü idi. İkincisi fotolövhə oldu. Astronomların ehtiyaclarını ödəmək üçün spektrlərin müxtəlif oblastlarına həssas, infraqırmızı oblasta qədər və zəif obyektlərin müşahidələri zamanı yaraya bilən fotolövhələr hazırlanmışdır. Astronomik fotolövhələr – çoxtutumlu, ucuz və uzunömürlü olması ilə seçilən informasiya daşıyıcılarıdır, onların bir çoxu rəsədxanaların şüşə kitabxanalarında yüz ildən artıq saxlanıla bilər. Ən böyük fotolövhədən üçüncü nəsil teleskoplarının birində istifadə olunur və onun ölçüsü 53×53 sm-dir!

XX əsrin 30-cu illərinin əvvəllərində Leninqrad fiziki Leonid Kubetski sonralar *fotoelektron gücləndiricisi* (FEG) adlanan qurğu kəşf etmişdi. İşıq zəif mənbədən vakuum kolbasının daxilinə çəkilmiş işığa həssas təbəqənin üzərinə düşür və oradan elektronları qoparır. Bu elektronlar elektrik sahəsində sürətlənərək, lövhənin üzərinə düşür. Bir elektron 3-5 elektron qoparır, onlar da, öz növbəsində, digər lövhələrdə artır. Belə lövhələr ona qədərdir, ona görə də güclənmə çox böyük alınır. Fotoelektron gücləndiriciləri sənaye üsulu ilə istehsal olunur, nüvə fizikasında, kimyada, biologiyada və astronomiyada geniş tətbiq olunur. Ulduz enerji mənbələrinin tədqiqi işlərində FEG-nin rolu mühümdür, bu cihaz çox sadə, dəqiq və sabitdir.

Müxtəlif ölkələrin ixtiraçıları, eyni zamanda, bir-birindən asılı olmayaraq, *elektron-optik çeviricilər* (EOÇ) yaratdılar. O, gecəgörmə cihazlarında tətbiq olunur. Eyni zamanda, bu tip xüsusi yüksək keyfiyyətlə hazırlanmış cihazlardan astronomiyada səmərəli istifadə olunur. EOÇ da, eyni zamanda, vakuum kolbadan ibarədir: bir tərəfində işığahəssas təbəqə – fotokatod, o biri tərəfində isə televiziyaya bənzər işıqlanan ekran yerləşir. İşıqla vurulub çıxarılmış elektron sürətlənir, onun təsirindən işıqlanan ekranda fokuslanır. Müasir EOÇ-lara elektron təsvirini gücləndirən və çoxlu mikroskopik fotogücləndiricidən ibarət lövhələr yerləşdirilir.

Son illər astronomik tədqiqatlarda əhəmiyyətli dərəcədə geniş yayılmış və CCD (Charge Coupled Device) adlandırılan bu *yük əlaqəli cihazlar* ötürücü telekameralarda və səyyar videokameralarda özünə layiqli yer tutmuşdur. İşıq kvantları silisium kristalından xüsusi hazırlanmış lövhəni tərk etmədən burada öz yükünü boşaldır, eyni zamanda, verilmiş gərginliyin təsiri ilə müəyyən bir yerdə – xəyal elementində toplanır. Bu gərginliyi manipulyasiya etməklə (artırıb-azaltmaqla) yüklü zərrəcikləri toplusunu hərəkətə gətirmək, onları ardıcıllıqla emaledici bir komplekse yönəltmək olur. Təsvirin yenidən emalı və təkrar işlənməsi EHM-in köməyi ilə həyata keçirilir. CCD sistemi çox həssasdır və işığı çox yüksək dəqiqliklə ölçməyə imkan verir. Bu qəbildən olan ən böyük cihazlar belə poçt markası ölçüləri həddini aşmır, ancaq buna baxmayaraq, müasir astronomiyada effektiv şəkildə tətbiq olunur. Onların həssaslığı təbiətin malik olduğu mütləq həddə – ən yuxarı qiymətə – çox yaxındır. Yaxşı CCD-lər üzərinə düşən işıq kvantlarının çox hissəsini bir-bir qeydə ala bilir.



TELESKOPUN OPTİK XARAKTERİSTİKALARI

Çoxları hesab edirlər ki, teleskopun başlıca xarakteristikası onun böyütməsidir, o nə qədər böyükdürsə, teleskopla bir o qədər uzağı görmək olar. Ancaq bu heç də belə deyil. Alətin qiyməti, ilk növbədə, onun obyektivinin ölçüləri ilə müəyyən edilir. Hamısından vacibi öyrəndiyimiz səma obyektindən daha çox işıq toplamaqdır.

Bütün əşyalar işığı ya şüalandırır, ya da əks etdirir. Onun müəyyən bir hissəsi göz bəbəyinə düşür, daxilə keçir, gözdə duyğu hissi yaradır. Əgər işıq zəifdirsə, əşya ya pis görünür, ya da heç görünmür. Əgər hər hansı bir yolla gözə düşən işığı kəmiyyətcə artırsaq, görüntü yaxşılaşa bilər.

Teleskopun obyektivinin diametri göz bəbəyindən böyükdür, ona görə də çox işıq toplayır. Bu, çox zəif ulduzları və digər 100 mln dəfə zəif, adi gözlə görünməyən səma cisimlərini qeydə almağa imkan verir.

Adi gözlə göy cisimlərini müşahidə etməyin başqa çətinliyi də vardır. Aya baxarkən biz onun səthində tünd ləkələr görürük. İstərdik ki, daha kiçik detalları görək, ancaq xarici görünüşünə görə onların təbiəti haqqında hər hansı bir fikir söyləmək çox çətindir. İşığın kifayət qədər olmasına baxmayaraq, adi göz üçün bu mümkün deyil. Aydındır ki, Ayın ölçüsü bir qədər böyük olsa idi, biz onu daha yaxşı müşahidə edə bilərdik. Elmi

terminologiyadan istifadə edərək, deyə bilərik: Ayın görünmə bucağı olduqca kiçikdir. Əşyanı görməkdən ötrü bucağı böyütməyin ən asan yolu əşyanı yaxınlaşdırmaqdır.

Beləliklə, teleskop ona görə lazımdır ki, birincisi, göy cismindən gələn işıq miqdarını artırır (toplayır), ikincisi, müşahidə olunan obyektin kiçik detallarını öyrənməyə imkan verir. Teleskopun zəif ulduzları göstərmək (yaxud cihazın köməyi ilə qeydə almaq) qabiliyyəti *nüfuzetmə qüvvəsi* adlanır. Kiçik hissələri fərqləndirmək qabiliyyəti isə *ayırdetmə qüvvəsi* adlanır. Görək teleskopun bu xarakteristikaları nələrdən asılıdır.

İlk baxışda elə gəlir ki, nüfuzetmə qüvvəsi obyektivin sahəsi ilə düz mütənasibdir. Sahə nə qədər böyükdürsə, cihaz daha çox işıq toplayır və daha zəif obyektlər görünən olur. Əslində isə, zəif işıq siqnallarını qeyd etmək imkanı həmin siqnalların əmələ gəldiyi fonun səviyyəsindən asılıdır. Bu səbəbdən ulduzlar gündüzlər görünmür, halbuki gecələr onlar nə qədər şüalandırırsa, gündüzlər də o qədər işıq şüalandırır. Gündüz səmanın parlaq fonunda ulduzların işığı itir. İşıq fonu az da olsa, gecə də var. Buna görə teleskopun həqiqi nüfuz qüvvəsi nəzəri qiymətindən aşağıdır. Ulduzların teleskopla alınan xəyalı müəyyən ölçüyə malik olur. Əgər iki ulduzun xəyalı arasındakı məsafə xəyalın ölçülərindən kiçikdirsə, həmin ulduzlar, sanki, qovuşur və onları ayrılıqda görmək mümkün deyil. Ayırdetmə qabiliyyəti işıqlanan nöqtələrin ölçüləri ilə də təyin olunur. Beləliklə, obyektivin keyfiyyət göstəricisi işıqlanan nöqtələrin xəyallarının ölçüləridir, onlar (xəyalın ölçüləri) nə qədər kiçikdirsə, obyektiv bir o qədər keyfiyyətli hesab olunur. Astronomlar xəyalın ölçülərini obyektivin mərkəzindən görünmə bucağının qiyməti ilə xarakterizə edirlər. Xəyalın ölçüsü yalnız optikanın keyfiyyətindən deyil, həm də atmosferin şəffaflığından asılıdır.

İşıqlanan nöqtənin obyektivdə qurulan xəyalının minimal ölçüsünü nəzəri olaraq qiymətləndirmək olar. Onun qövs saniyələri ilə ifadəsi belədir:

$$\alpha \approx \frac{206265 \cdot \lambda}{D},$$

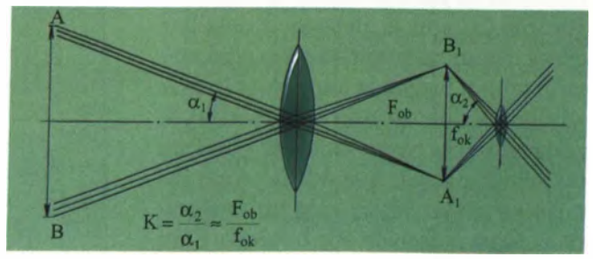
burada λ – işığın dalğa uzunluğu, D – obyektivin diametridir. Bu kəmiyyətə teleskopun ayırdetmə qabiliyyətinin göstəricisi kimi baxmaq olar. Gözə daha həssas işığın dalğa uzunluğu 550 nm-dir. Bu ədədi düsturda yerinə qoysaq və diametri 13 sm qəbul etsək, ayırdetmə üçün 0,9″ alarıq. Deməli, diametri 13 sm olan teleskopla səmada 0,9″ bucaq məsafəsində yerləşmiş eyni parlaqlıqda olan iki ulduzu müşahidə etsək, onları birbirindən ayrı görərik.

Nüfuzetmə və ayırdetmə qüvvələrindən başqa, teleskopun digər vacib xarakteristikaları da vardır. İndi də teleskopun fokus məsafəsi, böyütməsi, görüş sahəsi və işıq gücü barəsində danışaq.

Teleskop obyektiv və okulyardan ibarətdir. Ulduzlardan gələn işıq obyektivə düşərək, onun fokal müstəvisində toplanır. Obyektivdən bu müstəviyə qədər məsafə obyektivin *fokus məsafəsi* adlanır. Sonra işıq okulyardan keçərək, müşahidəçinin gözünə düşür.

Teleskopda xəyalın bucaq ölçüsü obyektin səmadakı bucaq ölçüsündən böyükdür. Bu bucaqların nisbəti *teleskopun böyütməsi* adlanır. O, F/f-ə bərabərdir, burada F – obyektivin fokus məsafəsi, f – isə okulyarın fokus məsafəsidir.

Teleskopun böyütməsinin optik sxemi.



Okulyardan istifadə etmək vacib deyil. Teleskopun fokusuna işıqqəbuledici, məsələn, fotolövhə qoymaq olar. Bu halda da obyektivin fokus məsafəsi nə qədər böyükdürsə, təsvir də o qədər böyük alınacaq. Fərqli fokus məsafəli eyni diametrli iki obyektiv götürüb, eyni bir göy cisminin iki müxtəlif ölçülü xəyalın ala bilərik, hərçənd ki, obyektivlərin hər birinin üzərinə düşən işıq miqdarı eynidir.

Məlum olub ki, xəyalı böyük olan göy cisminin işıqlanması kiçik olmuşdur. Əgər işıqlanmanı saxlamaqla xəyalın ölçülərini böyütmək istəsək, onda, eyni zamanda, obyektivin fokus məsafəsini və diametrini böyütmək lazımdır. D/F nisbəti (diametrin fokus məsafəsinə olan nisbəti) *obyektivin işıq gücü* adlanır. Əgər iki obyektivin işıq gücü eynidirsə, onda göy cisminin xəyallarının işıqlanmaları (parlaqlığı) eyni olacaq.

Teleskopun hansı məsələlərin həllində istifadəsindən asılı olaraq, onun layihələndirilməsi zamanı işıq gücü hesablanmaqla nəzərə alınır. Məsələn, böyük işıq gücünə malik teleskoplar zəif işıqlıqlı dumanlıqları öyrənmək üçündür. Mövcud teleskopların ən böyük işıq gücü 1/2-ə bərabərdir.

Nəhayət, teleskopun ən vacib xarakteristikalarından biri də onun görüş sahəsidir. Teleskopun görüş sahəsi böyük olarsa, bir fotoşəkildə çoxlu göy cismi görünə bilər. Ancaq etiraf olunmalıdır ki, görüş sahəsinin mərkəzində və onun kənarlarında ulduzların xəyalı müxtəlifdir.

Buna görə xüsusi teleskoplar qurmaq lazım gəlir ki, onların da obyektivi linza və güzgüdən ibarət olur. Belə teleskoplar Şmidt və Maksutov teleskopları adlanır. Onlar səmanın fotoqrafiyası üçün tətbiq olunur. Bu alətlərin görüş sahəsinin ölçüləri xəyalın yaxşı keyfiyyətində 5-6°-dir. Böyük teleskop-reflektor üçün görüş sahəsi, bir qayda olaraq, 1°-dən çox olmur. Müqayisə üçün qeyd etmək olar ki, Ayın görünən diametri təqribən 0,5°-dir.

TELESKOP QURĞULARI

Qurğu – teleskopun qurulma üsuludur, belə ki, o, qarşılıqlı perpendikulyar iki ox ətrafında fırlana bilər. Bu teleskopu səmanın istənilən oblastına tuşlamaq və onunla cismin sutkalıq hərəkətini izləmək olur.

1) Altazimutal quraşdırma.

Bir ox zenitə tuşlanır, digəri üfüqi müstəvi üzərində yerləşir. Belə quraşdırma ilə çox vaxt yüngül və daşınan teleskoplar təchiz edilir.

2) Parallaktik (alman quraşdırması).

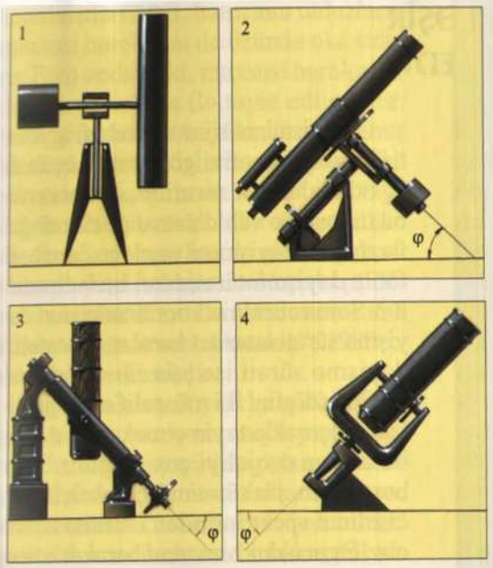
Əsas ox dünyanın qütbünə yönəlir. Boru sütunun bir tərəfində olur, digər tərəfdə isə tarazlaşdırıcı yük yerləşir. Üstünlüyü ondadır ki, ulduzların sutkalıq hərəkətinin izlənməsi üçün teleskopun yalnız birbaşa oxun ətrafında döndərilməsi kifayətdir. Bu ən çox orta ölçülü teleskopların qurulmasında yayılmış üsuldur.

3) Parallaktik (ingilis quraşdırması).

Qütb oxu iki sütuna söykənir. Onları çərçivə də əvəz edə bilər. Bu qurğuya böyük dayanıqlıq verir. Bu çox iri və nəhəng teleskoplar üçün vacibdir. Bu konstruksiyanın çatışmayan cəhəti teleskopu göyün qütb oblastına tuşlamağa imkan verməməsidir.

4) Çəngəl (Amerika quraşdırması).

Çəngəlin oxu dünya qütbünə yönəlir. Teleskop bir sütunda qurulur, lakin əks ağırlıq tələb etmir.



CİSİMLƏR HARADA YERLƏŞİR VƏ HARAYA HƏRƏKƏT EDİR

Göy cisimlərinin öyrənilməsi uzun müddət astronomların qarşısında duran başlıca məsələ olmuşdur, çünki onların fiziki təbiətini öyrənmək üçün heç bir başqa vasitə yox idi. Astronomlar həm səma cisimlərinin hərəkətlərinin öyrənilməsində, həm də bu hərəkətlərin səbəblərinin aydınlaşdırılmasında böyük uğurlara nail oldular. Məsələn, fizikanın əsas qanunlarından biri – ümumdünya cazibə qanunu – planetlərin hərəkəti haqqında məlumatlar əsasında kəşf edildi.

Hər hansı səma cisminin hərəkətinin öyrənilməsi üçün, ilk növbədə, müəyyən zaman kəsiyində onun vəziyyəti (fəzada yeri), ikincisi isə, hansı sürətlə və hansı istiqamətdə hərəkət etməsi bilinməlidir. Ancaq bununla məsələ heç də bitmir. Hər bir hərəkət nisbidir. Buna görə də səma cisminin vəziyyəti və sürəti haqqında danışdıqda biz digər səma cismini də bilməli, bu hərəkətin hansı cismə nəzərən olması və ölçülməsini – koordinat sisteminin dəqiq göstərilməsini də unutmamalıyıq. Astronomiyanın bir bölməsi koordinat sistemlərinin qurulması, fəza cisimlərinin vəziyyəti və sürətinin təyini üsulu ilə məşğul olur və bu bölmə *astrometriya* adlanır.

Göy cisminin fəzada vəziyyətini astronomlar üç ədədlə xarakterizə edirlər. Bunlar göy sferasında koordinatlar (məsələn, düz doğuş və meyil) və səma cisminə qədər olan məsafədir. Məsafə yerinə bir çox hallarda parallaks göstərilir. Parallaks elə kiçik bucağa deyilir ki, həmin bucaq altında göy cismindən Yer orbitinin orta radiusu görünsün. Yer orbitinin radiusu yüksək dəqiqliklə məlumdur, onda parallaksı da bilib, məsafəni hesablamaq olar. Göy cisminin vəziyyətini təyin edən hər üç kəmiyyət bucaqdır.

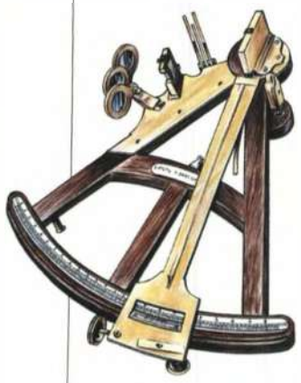
Göy cisminin sürətinin ədədi qiymətini və istiqamətini göstərmək üçün də üç ədədi bilmək zəruridir. Astronomlar bu məqsədlə vahid zamanda düz doğuş və meylin dəyişməsi və eləcə də məsafənin dəyişmə sürətindən istifadə edirlər. Səma cisminin koordinatlarının dəyişmə sürəti *məxsusi hərəkət*, məsafənin dəyişmə sürəti isə *şüa sürəti* adlanır.

Şüa sürətini iki müxtəlif anda paralaksı ölçməklə təyin etmək olar. Ancaq bu üsulun dəqiqliyi çox aşağıdır. Xoşbəxtlikdən, şüa sürətini ölçmək üçün göy cisminin spektrlərindən istifadə etmək olar. Əgər ulduz bizə tərəf hərəkət edirsə, hərəkətsiz qəbul edilmiş hər hansı bir cismə nəzərən onun şüalandırdığı dalğanın uzunluğu bir qədər azalacaq. Bizdən uzaqlaşdıqda isə bir az artacaq, yəni dalğa uzunluğu uzanacaq. Bu hadisə *Dopler effekti* adlanır. Sükunətdəki atomlardan işığın şüalanmasının dalğa uzunluğu yaxşı məlumdur. Ulduz spektrlərində işığın dalğa uzunluğunu sükunətdəki atomlara görə işığın dalğa uzunluğu ilə müqayisə edərək, ulduzların bizə tərəf və ya bizdən uzaqlaşma sürətini hesablaya bilərik.

İndi əsas göy cisimlərini göstərək ki, digər cisimlərin onlara nəzərən vəziyyətini və sürətini təyin etmək mümkün olar. Son vaxtlara qədər belə əsas cisimlər olaraq koordinatları xüsusilə yüksək dəqiqliklə təyin edilmiş 1535 ulduz seçilmişdir. Astronomlar bu ulduzları *fundamental* ulduzlar, onların siyahısını isə fundamental kataloq adlandırmışlar. Bunlar parlaqdır, deməli, nisbətən yaxın ulduzlardır. Beləliklə, yaxınlıqdakı ulduzların həmin ulduza nisbətən qarşılıqlı vəziyyətinin hissediləcək dərəcədə dəyişməsini qeyd etmək mümkündür. Əlbəttə ki, fundamental kataloq yalnız koordinatları deyil, həmçinin ulduzların məxsusi hərəkətini də özündə əks etdirir. Fərq ondadır ki, məxsusi hərəkətlər də müəyyən xəta ilə təyin edilmişdir. Buna görə də vaxt keçdikcə hesablanmış kataloqa görə ulduzların vəziyyəti kifayət qədər dəqiq olmur. Kataloqun "faydalı ömrünün" müddəti bir neçə onillikdir. Bundan sonra həmin ulduzlar daxil olmaqla yeni fundamental kataloq (FK) tərtib etmək lazımdır. Sonuncu FK 5 ("Beşinci fundamental kataloq") 1988-ci ildə tərtib edilmişdir.

Əgər elə əsas obyektlər götürsək ki, onlar bizdən çox-çox uzaqda yerləşir və əslində, səmada yerini dəyişmir, onda nə olar? Məlum səma cisimlərindən ən uzaqda olanı kvazarlardır. Onlar 1535 əsas ulduzun hər hansı birindən milyon dəfələrlə uzaqdadır. Buna görə də, onların səmada qarşılıqlı vəziyyəti, əslində, dəyişmir. Kvazarlar çox zəifdir, onları müşahidə etmək çətindir. Lakin onlar nəinki görünən işıq, hətta radiodalğalar şüalandırır. Radioteleskoplar vasitəsilə kvazarların qarşılıqlı vəziyyətini adi teleskoplarla müqayisədə çox dəqiqliklə ölçmək olar. Əlbəttə, sual oluna bilər ki, hərəkəti bizi maraqlandıran, lakin radiodalğalarda şüalanmayan ulduzlar üçün belə bir dəqiqlik nəyə lazımdır? Lakin zəif şüalanmanın varlığından istifadə etməklə kvazarların vəziyyəti ilə ulduzların vəziyyətini əlaqələndirmək imkanı olmuşdur. Hazırda bir çox astronomlar bu əlaqənin daha da dəqiqləşdirilməsi üzərində işləyirlər.

Hələlik isə, fundamental ulduz kimi, kvazarlardan deyil, hər hansı parlaq və kifayət qədər asan müşahidə olunan ulduzlardan istifadə etmək daha münasibdir. Ancaq yaxşı olardı ki, onların sayı 1535 yox, daha çox olsun. Bu məsələni həll etmək üçün Avropa Kosmik Agentliyinin astronom və mühəndisləri Yerin "Hipparkos" adlandırılan xüsusi süni peykini konstruksiya edib, kosmosa buraxdılar (HIPPARCOS ingilis sözlərinin birinci hərflərindən yaranaraq əmələ gəlib: "yüksək dəqiqliklə parallaksları toplayan peyk"). Bu ad bizə qədim yunan astronomu Hipparxın (səmadakı ulduzların vəziyyətinin geniş siyahısını ilk dəfə o vermişdir) da adını xatırladır.



Göy sferasında cisimlərin vəziyyətini təyin etmək üçün istifadə edilən güzgülü sekstant.



"Hipparkos" astrometrik peyki.

Nə üçün çox baha başa gələn və mürəkkəb süni peyk buraxmaq lazım gəldi? İş ondadır ki, Yerdən müşahidə olunan şüalar atmosferin içindən keçir, atmosfer isə heç vaxt sakit olmur. Biz ulduzların hərəkətini ölçmək üçün çox dəqiq teleskoplar qura bilərik, ancaq atmosferin şıltaqlığı bizim bütün cəhdlərimizi heçə endirir. Peyklə müşahidənin başqa

üstünlükləri də var. O, çəkisizlik halında olduğundan, teleskopun obyektivi və onun digər hissələri ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə öz formasını dəyişmir. Peyk Yer ətrafında hərəkət edir və ulduzları istər şimal, istərsə də cənub göy yarımkürəsindən müşahidə edə bilər. Nəhayət, peyklə müşahidə, Yerdə olduğu kimi, gündüz, yaxud buludlu havada dayanmır.

"Hipparkos" peyki 1989-cu ilin avqustundan 1993-cü ilin martına qədər işlədi. Peykdə yalnız güzgülərdən ibarət teleskop qoyulmuşdu. Linza tətbiq edilməsi işığın linzada sınaraq spektrlərə ayrılması ilə bağlı xətalara gətirib çıxara bilərdi. Görüş sahəsi böyük deyildi – səmadakı iki Ay ölçüsü qədər idi. Buna baxmayaraq, peyk, sanki, çox sadə müşahidələri yerinə yetirə bildi: ulduzlar arasında görünən qarşılıqlı məsafələri (bucaqları) ölçdü. O, yavaş-yavaş fırlanaraq, tədricən fırlanma oxunun istiqamətini dəyişirdi. Sevindirici hal budur ki, peyk bütün səmaya bir neçə dəfə belə "baxış" keçirmişdir. Ötən beş il ərzində peyklə alınan bütün məlumatlar ən güclü hesablama maşınlarının tətbiqi ilə yenidən işlənmişdir. Nəticədə 118218 ulduzun koordinatları, məxsusi hərəkətləri, parallaksları təyin edilmişdir. Onların əksəriyyəti 9-cu ulduz ölçüsündən parlaqdır. Ən zəifinin ulduz ölçüsü isə 12,4-dür. Dəqiqlik çox yüksək – 0,001″-yə yaxındır.

Peykin işinin başqa nəticələri də olmuşdur. Milyondan çox ulduzun ulduz ölçüsü, rəngi ölçülmüş, minlərlə qoşa ulduz kəşf edilmişdir. Təəssüf ki, peyk şüa sürətini təyin edə bilməmişdir.

* * *

Ulduzların səmada qarşılıqlı yerdəyişməsini müşahidə edərək, yalnız onların hərəkəti haqqında deyil, Günəşin hərəkəti haqqında da çox şey öyrənmək olar. Bunu necə başa düşməli? Adam meşə ilə gedərkən, ona elə gəlir ki, qarşıdakı ağaclar o tərəf-bu tərəfə ayrılır. Eləcə də, əgər Günəş hansısa bir istiqamətdə hərəkət edirsə, bizə elə gələcək ki, ulduzlar bu istiqamət boyu ayrılır. Ulduzların belə ayrılması sonralar, doğrudan da, aşkar edilmişdir. Yaxınlıqdakı ulduzlara nəzərən hərəkət edən bizim göy cismimizin (Günəş nəzərdə tutulur) hərəkəti müəyyən bir nöqtəyə yönəlmişdir. Bu nöqtə Herkules bürcündə yerləşir və Günəşin *apeksi* adlanır. Bu hərəkətin sürəti təqribən 20 km/san-dir. Maraqlıdır ki, Günəşin müxtəlif spektral sinifli ulduzlara nəzərən hərəkət sürəti və istiqaməti bir qədər fərqlənir.

Astrometristlərin işlərinin nəticələrindən planetlərarası avtomatik stansiyaların uçuşlarının təşkilində istifadə olunur. Beləliklə, kosmik aparatların hazırlanmasında (məsələn, Halley kometasına istiqamətlənmiş) ulduzların vəziyyətinin xüsusi kataloqu tərtib olunur və onlara nəzərən kometaların vəziyyəti ölçülür. Əgər fundamental və digər çoxlu ulduzun vəziyyəti məlum olmazsa, kosmik aparatla kometanın qarşılaşmasının təşkili uğurlu olmaya bilər.

Astronometriya müxtəlif spektral diapazonlarda astronomik müşahidələrin nəticələri arasında "körpü salmağa" kömək edir. Tutaq ki, biz hər hansı bir rentgen şüalanma mənbəyini müşahidə edirik və bilmək istəyirik ki, o, görünən işıq da şüalandırırmı? Bunu bilməyin yalnız bir yolu var: müəyyən bir rentgen diapazonunda müşahidə olunan mənbənin koordinatlarını görünən işıqda müşahidə olunan bütün göy cisimlərinin koordinatları ilə müqayisə etmək. Xətalar sərhədi daxilində koordinatlar üst-üstə düşərsə, onda böyük ehtimalla deyirlər ki, baxılan cismin rentgen şüaları və görünən işıq hər hansı bir eyni səma cismi tərəfindən buraxılır.

Qədim dövrlərdə astrometriyanın başlıca praktik tətbiqlərindən biri naviqasiya (yönəldicilik, bələdçilik) idi. Müasir dövrdə isə peyk naviqasiya sistemi yaradılmışdır. Yerdə öz koordinatlarını bilmək üçün peyk naviqasiya sistemini əldə etmək kifayətdir. Onu təyyarədə, avtomobillərdə qurmaq olar. Hətta özünlə belə götürə bilərsən. Onun köməyi ilə hətta ev tikmək üçün müəyyən sahəni yoxlamaq, nişanlamaq məsələsini həll etmək olar. Yerin naviqasiya peykləri lazımi naviqasiya kodları üzrə radioşüalar göndərir. O, öz işini o vaxt yerinə yetirə bilər ki, onların Yerə nəzərən koordinatları məlum olsun. Bunun üçün xüsusi xidmətlə (daimi izləməklə) vaxtaşırı onların koordinatlarını təyin etmək lazımdır.

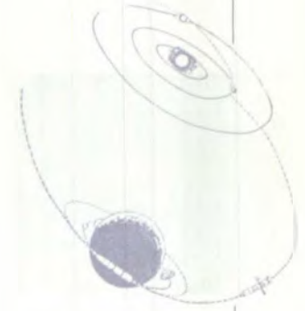
Sonda qravitasiya sahəsində işığın əyilməsi haqqında bir hadisəni xatırladaq. Əgər ulduzdan və ya kvazardan gələn işıq böyük kütləli bir cismin yaxınlığından keçərsə, müşahidəçiyə elə gələcəkdir ki, cismin parlaqlığı və vəziyyəti dəyişir. O, sanki, səmada hərəkətə gələcək – tərpənəcəkdir. Dəqiq məlum deyil ki, işıq hansı cisimlərin yanından keçəndə və onların kütləsi nə qədər olanda bu hal baş verir, buna görə də bu "titrəyişi" əvvəlcədən söyləmək və nəzərə almaq mümkün deyil. Lakin hesablamalar göstərir ki, belə "titrəyişlər" çox azdır. Eyni zamanda, onun baş verməsi ortaya çıxarsa, biz səma cisimləri üçün bizimlə kvazarlar arasında hər hansı başqa üsulla tapılması mümkün olmayan yeni astrometrik üsul almış olarıq ("Qravitasiya linzaları" məqaləsinə bax).

KOSMİK RƏSƏDXANALAR

Kosmos haqqında informasiyanın böyük həcmi bütünlüklə Yer atmosferinin hüdudlarından kənarda qalır. İnfraqırmızı və ultrabənövşəyi diapazon, eyni zamanda, kosmik mənşəli rentgen və qamma-şüaların Yer səthindən müşahidəsi xeyli çətindir. Bu şüalara əsasən Kainatı öyrənmək üçün müşahidə cihazlarının kosmosa çıxarılması zəruridir. Yaxın vaxtlaradək atmosferdənkənar astronomiya haqqında ancaq xəyallarda düşünmək olardı. İndi o, elmin sürətlə inkişaf edən bir sahəsinə çevrilmişdir. Kosmik teleskoplarla alınan nəticələr bizim Kainat haqqında əksər biliklərimizi dəyişdirmişdir.

İlk kosmik rəsədxana orbitdə çox qalmırdı. Onun müşahidə proqramı bir neçə bənd ilə məhdudlaşırdı. Müasir kosmik teleskop uzun illər ərzində bir neçə ölkədə təkmilləşdirilmiş və istismar edilmiş nadir cihazlar kompleksindən ibarətdir. Müasir orbital rəsədxanalarda aparılan müşahidələrdə dünyanın minlərlə astronomu iştirak edir.

Kosmik rəsədxanaların müvəffəqiyyətli işi üçün ən müxtəlif mütəxəssislərin birgə səyi tələb olunur. Kosmik



"GÖY XƏRİTƏSİ"

Astrometriya sahəsində olan maraqlı beynəlxalq tədbirlərin birindən danışaq. XIX əsrin sonunda astronomlar çoxsaylı ulduzların vəziyyətlərini qeyd etməyi qərara aldılar ki, müəyyən müddətdən sonra bu müşahidələri yenidən təkrar edib, ulduzların hərəkətini, səmada baş verən digər dəyişmələri müəyyənləşdirmək mümkün olsun. Bu iş "Göy xəritəsi" adını aldı. Bu işdə dünyanın müxtəlif guşələrində yerləşən 19 rəsədxana da iştirak etdi. Göyün fotoşəkillərinin çəkilməsi üçün xüsusi teleskoplar (normal astroqraflar) qurulmuşdu. Onların köməyi ilə bütün səma 22 min fotolövhənin üzərində həkk olunmuşdur. Lövhələrdə 5 milyona yaxın ulduzun vəziyyəti ölçülmüşdür. Müşahidə və lövhələrin ölçülməsi işləri XX əsrin birinci yarısında yekunlaşdı. Belə bir həcmdə işi yalnız hesablama maşınının gücü ilə yenidən işləyib təkmilləşdirmək olardı. Belə maşınlar isə o vaxt hələ yox idi. Nəticələr "natamam" şəkildə 252 cilddə nəşr olundu; yalnız bizim dövrümüzdə müasir kompüterlərin köməyi ilə lazımi hesablamalar aparmağa nail olmaq mümkündür. Bizim sələflərimizin nailiyyətləri heç də göydəndüşmə hədiyyə deyil, olduqca böyük, onların gözlədiklərindən daha çox əhəmiyyətə malik nailiyyətlərdir.



İRAS infraqırmızı peyki.

mühəndislər teleskopu hazırlayıb orbitə çıxarır, bütün cihazların enerji təminatını həyata keçirir və onların öz funksiyalarını yerinə yetirməsinə nəzarət edirlər. Hər bir obyekt bir neçə saat ərzində müşahidə oluna bildiyindən peykin səmtini gözləmək xüsusilə vacibdir, çünki o, Yer ətrafında eyni istiqamətdə fırlanır, teleskopun özü isə obyektə tuşlanmış qalır.

Astronomlar müşahidələr aparmaq üçün sifarişlər toplayır, onlardan ən vaciblərini seçir, müşahidə proqramlarını hazırlayır, müşahidə zamanı alınan nəticələrə və onların təhlilinə nəzarət edirlər. Kosmik teleskoplarla alınan məlumatların əldə edilməsi müəyyən müddət üçün yalnız müşahidə proqramının müəllifinə məxsusdur. Sonra onlar kompüter şəbəkəsinə daxil edilir və hər bir astronom ondan istifadə edə bilər.

İNFRAQIRMIZI RƏSƏDXANALAR

Kosmosda infraqırmızı (İQ) oblastda müşahidələr aparmaq üçün kifayət qədər böyük yükü: teleskopun özünü, onun işləmə və informasiya ötürmə qurğularını, nəhayət, soyuducu sistemi kosmosa göndərmək lazımdır. Soyuducu sistem, İQ qəbuledicini, teleskopun özünün buraxdığı infraqırmızı kvantların küy şüalanmasından qorumaq üçün lazımdır. Buna görə də bütün kosmik uçuşlar tarixində kosmosda çox az infraqırmızı teleskoplar işləmişdir. Birinci infraqırmızı rəsədxana 1983-cü ilin yanvarında Amerika – Avropa birgə İRAS layihəsi çərçivəsində buraxılmışdır.

İRAS kompleksinin tərkibinə güzgüsünün diametri 57 sm olan teleskop-reflektor daxil idi. Detektorlar dalğa uzunluqları 12, 25, 60 və 100 mkm olan İQ şüalanmanı qeydə alırdı. Küy şüalanmasının təsirini azaltmaq üçün alət 2,4 K temperaturlu maye heliumla soyudulurdu. Peyk orbitdə 10 ay işlədi və ehtiyat soyuducu tükəndikdən sonra dayandı. Orbitinin xüsusiyyətinə görə İRAS, hər bir müşahidənin nəticəsini gündə iki dəfə Yerə ötürürdü. Bu əlaqə seansları zamanı o, yeni tapşırıqlar alır və əlaqə yenidən yarımgünlük dayanırdı.

İRAS teleskopunun başlıca vəzifəsi uzundalğalı İQ şüalanmasının mənbəyini tapmaq və infraqırmızı diapazonda göy xəritəsini tərtib etmək idi. Müşahidə vaxtının 60%-i məhz buna sərf olundu. Uçuş vaxtı 250 minə yaxın infraqırmızı şüalanma mənbəyinin müşahidəsi həyata keçirildi. Dəyişən mənbəli obyektləri aşkar etmək üçün İRAS bütün göyü altı dəfə "gözdən keçirdi".

İRAS teleskopu ilə minlərlə güclü infraqırmızı qalaktika kəşf edildi, o cümlədən İQ diapazonda spektrin qalan oblastlarına nisbətən daha çox enerji şüalandıran obyektlər aşkar edildi. Bu şüalanma, əsasən, yeni ulduzlar tərəfindən qızdırılan ulduzlararası tozla əlaqədardır. İRAS bizim Qalaktikadakı toz zərrəciklərinin xassələrini də öyrənməyə imkan yaratdı. Qaz-toz buludlarında infraqırmızı mənbələrə olan maraq onunla əlaqədardır ki, yalnız bu buludlar müasir yanaşmalarda "ulduz bağçası" kimi başa düşülür. Belə ki, yeni yaranmış ulduz qaz buludunun əhatəsində olub, Yerdən görünmür, çünki onun şüalanması toz buludu tərəfindən tam udulur. Buna görə də, toz qızır və özü işıqlanmağa başlayır, ulduzlardan fərqli olaraq görünən oblastda deyil, ancaq infraqırmızı diapazonda şüalanma verir. Tozun şüalanma xarakterinə görə toz buludunun nüvəsində gizlənən ulduzun xüsusiyyətləri haqqında danışmaq olar. İRAS çoxlu belə protoulduz (tam formalaşmamış ulduz) aşkar etdi. Onun köməyi ilə bir çox məlum ulduzların ətrafında toz buludları aşkar edildi. Məsələn, səmanın ən parlaq ulduzlarından Veqada toz diskini, ehtimal ki, tam formalaşmamış planet sistemini aşkar etdi.

Bu teleskopun çoxlu kəşfi Günəş sistemi ilə əlaqədardır. Altıaylıq müşahidə müddətində o altı yeni asteroid kəşf etmişdir. Mars və Yupiter planetlərinin orbitlərarası toz zolaqlarının təbiətini aydınlaşdırmağa imkan verdi. Onun köməyi ilə kometalarda tozların olması müşahidə edildi. İRAS teleskopu ilə alınmış nəticələr hələ də baxılıb təhlil edilir. Bu teleskopun çatışmazlığı onun həssaslığının az və ayırdetmə qabiliyyətinin aşağı olması idi. Beləliklə, o, çoxlu İQ şüalanma mənbəyinin yaranması və təbiəti haqqında suallara cavab vermədi. 1989-cu ildə xüsusi təyinatlı və COBE adlandırılan İQ teleskop orbitə çıxarıldı. Onun təyinatı Böyük Partlayışlar dövründən qalan 2,7 K temperatura malik relikt şüalanmaları tədqiq etmək idi. Bu şüalanmaların tədqiqi Kainatın başlanğıcı, ilk qalaktika və ulduzlar haqqında informasiyalar almağa imkan verdi.

1995-ci ilin noyabrında Avropa Kosmik Agentliyi yerətrafı orbitə infraqırmızı İSO rəsədxanasının çıxarılmasını həyata keçirdi. Onda da, İRAS-da olduğu kimi, həmin diametrli, güzgülü teleskop quraşdırılmışdı, lakin şüalanmanı qeyd etmək üçün daha həssas detektor qoyulmuşdu. İSO daha geniş diapazonda infraqırmızı spektri müşahidə etmək imkanına malikdir. Hazırkı vaxtda daha bir neçə infraqırmızı kosmik teleskopun layihəsi işlənib hazırlanır və onlar yaxın illərdə kosmosa buraxılacaqdır.

İQ aparatlarsız və planetlərarası stansiyalarsız keçinmək olmur. Belə ki, 1989-cu il oktyabrın 19-da Yupiterə göndərilən Amerika aparatı "Qalileo", 1994-cü ilin iyulunda planetin səthinə düşən "Şumeyker-Levi-9" kometasının fraqmentləri haqqında informasiya ötürdü. Bunun üçün gəminin kartoqrafik İQ spektrometrindən istifadə olunmuşdu. Veneranın atmosferi və Marsın səthi haqqında informasiyaları bu planetlərə göndərilən avtomat planetlərarası stansiyalarda quraşdırılan İQ spektrometrləri ötürmüşdü.



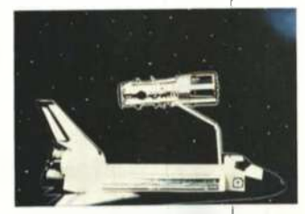
COBE kosmik rəsədxanası.

HABBL KOSMİK TELESKOPU

1990-cı ilin aprel ayının sonunda Amerika kosmik gəmisi "Diskaveri"dən orbitə çox böyük ölçülü yerətrafı rəsədxana çıxarıldı. Spektrin optik diapazonunda müşahidələr üçün nəzərdə tutulmuş Habbl kosmik teleskopunun (NASA və Avropa Kosmik Agentliyinin birgə layihəsi) çəkisi 12 tondan artıq idi. Ona böyük ümidlər bəslənirdi, lakin uçuşdan sonra tezliklə məlum oldu ki, teleskopun 2,4 m-lik baş güzgüsü sferik aberrasiyaya malikdir, bu isə nadir alətin xarakteristikalarını xeyli dərəcədə azaldırdı. Buna baxmayaraq, 18 aylıq uçuş ərzində müşahidələr zamanı çox gözəl nəticələr alındı.

1993-cü il dekabrın 2-də teleskopa xidmət missiyasını yerinə yetirən "İndevor" gəmisi göndərildi. Astronavtlar həftəlik iş ərzində elektron bloklarının çox hissəsini dəyişdilər, əyilmiş Günəş batareyasını düzəltdilər, baş güzgünün xətalarını aradan qaldıran təshihedici optika blokunu quraşdırdılar. Təmirdən sonra teleskopun imkanları əhəmiyyətli dərəcədə artdı.

1997-ci ilin fevralında "Diskaveri" kosmik gəmisi yenidən Habbl teleskopuna doğru start götürdü. Bu vaxt yenidən



Habbl teleskopunun kosmosa çıxarılması.



Habbl teleskopunun güzgüsü.



Habbl teleskopuna xidmət missiyası.

bir neçə elektron blok dəyişdirildi, yüksək ayırdetmə qabiliyyətinə malik spektroqraf və yeni İQ kamera quruldu. Onun köməyi ilə yaxın ulduzların həndəvərində yeni planetlərin axtarışına başlamaq planlaşdırılır.

NASA mütəxəssisləri təklif edirlər ki, orta hesabla üç ildə bir dəfə təkrar "xidmət" uçuşları keçirməklə teleskopun xidmət müddətini planlaşdırıldığından 15 il artırmaq olar.

Habbl teleskopu inanılmaz dərəcədə baha başa gəlsə də, səmərəli işləyən astronomik bir alət oldu. Teleskopun bucaq ayırdetməsi 0,1″-dən də yaxşıdır, bu isə yerüstü optik alətlərlə müqayisədə bir tərtib yüksək nəticə deməkdir (belə bir bucaq altında, məsələn, milçəyi 20 km-ə qədər məsafədən görmək olar). Bu teleskopun köməyi ilə müxtəlif astronomik obyektlərə məxsus ən kiçik detalları görmək mümkündür. Əvvəllər teleskoplar belə imkanlara malik deyildi. Onun nailiyyətlərindən bir neçəsini xatırladaq.

Bu teleskopun köməyi ilə Günəş sistemi planetlərinin dəqiq təsvirləri alındı; əvvəllər bunu yalnız planetlərarası stansiyaların köməyi ilə etmək olardı. Beləliklə, Marsın qütbündə və bütün səthində mövsümi dəyişiklikləri, Yupiterin İo peykindəki vulkan püskürmələrini, Yupiterin səthinə kometaların düşməsini izləmək mümkün oldu. İlk dəfə olaraq alimlər Plutonun səthindəki detalları görə bildilər. Parlaq Heyl-Bopp kometasından çox qiymətli materiallar əldə edildi. Kometa Günəşə yaxınlaşdıqca astronomlar onun quyruğunun necə formalaşdığını və nüvəsinin səthindən partlayışaoxşar toz atımlarının necə baş verdiyini izləyə bildilər. Bu müşahidələr kometaların təbiəti və tərkibi haqqında çox qiymətli məlumat verdi.

Alimlər ulduzlararası qaz dumanlıqlarının ən kiçik detallarını gördülər, cavan ulduzları əhatə edən protoplanet disklərini, formalaşan ulduzların qaz şımaqlarını, mürəkkəb quruluşlu qaz lifləri olan planetar dumanlıqların yeni tiplərini aşkar etdilər. Qalaktikaların və kürəvi ulduz topalarının ən sıx mərkəzi hissəsinə baxmağa nail olunmuş, çoxlu qalaktikanın mərkəzlərində kütləsi yüz milyonlarla, eləcə də milyardlarla Günəş kütləsinə bərabər görünməyən obyektlərin (ehtimal ki, qara çuxurların) varlığı haqqında tutarlı məlumatlar əldə olunmuşdur.

Döyünən ulduzları – sefeidləri – uzaq qalaktikalarda tapmaq və onlara görə bu ulduzlar sisteminə qədər məsafəni qiymətləndirmək və bununla qalaktikalararası məsafələr şkalasını dəqiqləşdirmək mümkün olmuşdur.

Daxilində kvazarlar olan bəzi qalaktikaların bütün detallarını görmək imkanı reallaşmışdır: kvazarların parlaq işığı yerüstü müşahidələrdə ulduzlar sisteminin yaratdığı zəif şüalanmanı ayırd etməyə imkan vermir. Bəzi qalaktikalarda ölçüsü min işıq ili tərtibində olan nüvəətrafı ulduz – qaz disklərini dəqiq tədqiq etmək imkanı yarandı və onlarda ayrı-ayrı cavan ulduz topalarını müşahidə etmək mümkün oldu.

Xüsusi işlənib hazırlanmış "Dərin sahə" proqramı çərçivəsində xüsusilə uzaq qalaktikaların tədqiqinə yönəlmiş teleskopda parlaqlığı 30-cu ulduz ölçüsünə qədər olan həddən artıq zəif obyektlərin təsvirləri alınmışdır. Onların da əksəriyyəti qalaktikalardır və biz isə



▸ Habbl kosmik teleskopu Yer üzərində.

həmin qalaktikaların erkən cavanlıq dövrünü müşahidə edirik (işıq sonlu sürətlə yayıldığına görə). Onların müasir qalaktikalarla müqayisəsi milyard illər əvvəl ulduz sistemlərinin necə formalaşması barədə anlayışlarımızı daha da irəli apardı. Kosmik teleskopun işi uzun müddət üçün nəzərdə tutulur. Müxtəlif müşahidə proqramlarının köməyi ilə alınan məlumatları müəyyən müddətdən sonra əldə etmək mümkün olur və istənilən ölkənin alimləri üçün qlobal elektron şəbəkəsi olan İnternet vasitəsi ilə pulsuz istifadəyə verilir.

ULTRABƏNÖVŞƏYİ RƏSƏDXANALAR

Ulduzlardan və Günəşdən gələn ultrabənövşəyi (UB) şüalar bizim atmosferin ozon təbəqəsi tərəfindən əslində tam udulur, buna görə də UB şüalanma kvantları atmosferin ancaq yuxarı qatlarında, yaxud atmosferdən kənarda qeydə alına bilər. Astronomların UB şüalanmaya çox böyük marağı onunla bağlıdır ki, Kainatda ən geniş yayılmış hidrogen molekulları ancaq bu diapazonda şüalanaraq, hidrogen atomunun ən parlaq xəttini – Layman – alfa xəttini əmələ gətirir.

İlk dəfə diametri 80 sm olan güzgülü ultrabənövşəyi teleskop – reflektor və xüsusi ultrabənövşəyi spektrometr Amerika və Avropanın birgə kosmik gəmisi olan "Kopernik"lə 1972-ci ilin avqustunda kosmosa çıxarıldı. 1981-ci ilə kimi onunla müşahidələr aparıldı.

Daha çox digər ultrabənövşəyi peyk – İUE məşhurlaşdı, tərəddüd etmədən demək olar ki, bu, kosmik layihələndirmənin ən yaxşı uğurlarından idi. İUE peyki 1978-ci ildə orbitə çıxarıldı. Onda güzgüsünün diametri 45 sm olan güzgülü teleskop və iki spektroqraf quraşdırılmışdı. İUE peyki ən müxtəlif obyektlərin: kometaların, planetlərin və ən uzaq qalaktikaların müşahidələrini aparmışdır. Bu müşahidələr haqqında neçə-neçə kitab yazılıb, elmi jurnallarda 3 minə qədər məqalə çap olunub, onlarca böyük elmi konfrans keçirilib.

Kosmik rəsədxanada iş müddətinə görə rekordu ultrabənövşəyi teleskop vurdu. "Astron" peyki Yeri 1983-cü ilin martında tərk etdi. Nəzərdə tutulurdu ki, o, orbitdə bir il qalacaqdır. UB-müşahidələr güzgüsünün diametri 80 sm olan "SPİKA" teleskop-reflektoru və ultrabənövşəyi spektrometri ilə həyata keçirilirdi. Lakin gözlənilən iş müddətini çox ötüb keçmiş teleskop yalnız 1989-cu ilin iyununda öz müşahidələrini dayandırdı.

Ultrabənövşəyi "Astron" rəsədxanası ulduzların tədqiqini aparırdı, o cümlədən, qeyri-adi kimyəvi tərkibə malik, yeni və ən yeni ulduzları, xüsusi olaraq, Böyük Magellan Buludunda 1987-ci ilin məşhur ifratyeni ulduzunu, digər qalaktikaları, qaz dumanlıqlarını və kometaları öyrənirdi. Hal-hazırda Rusiyada "Spektr-UF" ultrabənövşəyi teleskopunun hazırlanıb buraxılması üçün iş gedir. Onun güzgüsünün diametri 170 sm-dir.

RENTGEN RƏSƏDXANALARI

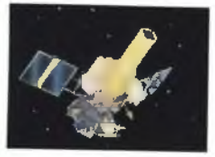
Rentgen şüaları ekstremal fiziki şəraitlə bağlı güclü kosmik proseslər haqqında məlumatları bizə çatdırır. Yüksək enerjili rentgen və qamma-kvantlar imkan verir ki, qeydiyyat vaxtını dəqiq göstərməklə, onları "tək-tək" qeydə almaq mümkün olsun. Rentgen şüalanma detektorunun hazırlanması nisbətən asandır və böyük çəkiyə malik deyil. Buna görə də atmosferin yuxarı qatlarında və onun hüdudlarından kənarda Yerin birinci süni peykinin buraxılmasına qədər müxtəlif raketlərin köməyindən istifadə olunmaqla müşahidələr aparılmışdır. Ancaq bu, yerətrafı fəzada olan yüzə yaxın cihazlardan biridir.



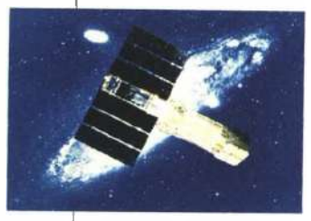
İUE-nin ultrabənövşəyi rəsədxanası.

"Eynşteyn" rentgen rəsədxanası laboratoriyada stapel üzərində.

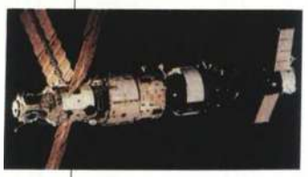




QRANAT Sovet rentgen rəsədxanası.



Yaponiyanın ASCA rentgen rəsədxanası.



"KVANT" rentgen rəsədxanası "MİR" stansiyası və "Proqress" yük gəmisi ilə birləşir.

İkinci dünya müharibəsi qurtaran kimi Amerika Birləşmiş Ştatlarında kosmik rentgen şüalanmasının müşahidəsi başlandı. Həmin vaxtlarda rentgen kvantların qeyd edilməsi üçün adi Heyger sayğacından istifadə olunurdu. Bu sayğac qənimət kimi əldə olunmuş "Fau-2" alman raketlərində qurulurdu. 1949-cu ildə bu raket birinci olaraq bizə yaxın olan mənbədə – Günəşdə rentgen şüalanmasını qeydə aldı. 1962-ci ildə isə Günəş sisteminin hüdudlarından kənarda ilk belə mənbə tapıldı. Raketlərdəki cihazların dəqiqliyi o qədər də yüksək deyildi. Ancaq o vaxt alimləri kosmik rentgen mənbələrinin xarakteristikasından çox onların bir fakt kimi varlığı maraqlandırırdı. Daha mürəkkəb avadanlığı qurmaq xeyir verməzdi. Çünki, necə olur olsun, uçuşun sonunda o, raketlə birlikdə dağılırdı. Həmin illər səmaya rentgen teleskopları hətta hava şarlarında və aerostatlarda qaldırılırdı.

1970-ci ildə "Uxuru" peyki ABŞ yerətrafı orbitə çıxarıldı. Onun təyinatı bütün səmada rentgen mənbələrini aşkar etmək idi. Həmin vaxtdan etibarən rentgen astronomiyası Kainat haqqında elmin tamhüquqlu bir qoluna çevrildi. Rentgen şüalanma selinin ölçülməsi dəqiqliyi spektrin digər diapazonlarında müşahidə dəqiqliyinə yaxınlaşdı. Raket müşahidələrinin həssaslıq həddi Yengəcəbənzər dumanlığın rentgen şüalanmasının intensivliyindən cüzi olaraq böyük idi. Kosmik müşahidə gəmisi "Uxuru" min dəfələrlə kiçik intensivliyə malik şüaları qeydə almağa imkan verdi.

"Uxuru" çoxlu müxtəlif təbiətə malik rentgen mənbələrini qeydə almışdı. Onlar bəzi kəşflərin əsasını qoydu. Məsələn, Herkules X-1 qoşa ulduzunda sərt qısadalğalı şüalanma aşkar edildi. Bu, şüalanmanın heç olmazsa bir hissəsinin sıx qoşa sistemlərdə maddənin ulduzdan ulduza axması hadisəsi ilə bağlı olduğu fərziyyəsini irəli sürməyə imkan verdi. Bundan başqa, peyk qalaktik topaların qalaktikalararası fəzadan keçib gələn rentgen şüalanmasını qeydə aldı. Bu onu sübut edirdi ki, qalaktikalar seyrəlmiş və çox isti qaza "qərq olmuşdur". Nəhayət, Qu X-1 ulduzunun görünməyən mənbəyinin "Uxuru" tərəfindən aşkar olunması onun çox böyük kütləyə malik olan neytron ulduzu ilə bağlı olduğunu müəyyən etdi. Bu, obyekti qara çuxurlara ilk namizəd hesab etməyə imkan verdi.

Texnikanın mükəmməlliyi baxımından orbitə daha çox mürəkkəb və müxtəlif cihazlar çıxarmaq mümkün oldu. Onların köməyi ilə "Uxuru"nun aşkar etdiyi obyektlər öyrənildi və yeni kəşflər edildi. 1975-ci ildə Amerikanın məxfi "Vela" peyki və Niderland Astronomik Peyki NAP *rentgen bürclərini* (*ing.* "burst" – "püskürmə") sərt (qısa dalğalarda) şüalanma alışmalarını qeydə aldı. NAP, eyni zamanda, Kapella və Siriusun ulduz taclarında yayılan rentgen şüalanmasını ölçə bilmişdir.

1978-ci ilin noyabrında "Atlas" daşıyıcı raketi kosmosa həssaslığı "Uxuru" teleskopunun həssaslığından on min dəfə böyük "Eynşteyn" rentgen rəsədxanasını çıxardı. Bu rəsədxanadan aparılan müşahidələr göstərdi ki, əksər ulduzlar qaynar qaz tacına malik olduğundan, rentgen şüalanma mənbəyidir. Günəşdə də belədir. İlk dəfə bu diapazonda ifratyeni ulduzların qalıqları – ulduz tərəfindən atılmış qaynar qazla dolmuş örtük – müşahidə edilmişdir. "Eynşteyn" çoxsaylı ulduz topalarından, qalaktika və kvazarlardan sərt (qısadalğalı və ya yüksək tezlikli) şüalanmaları qeydə almışdır. Aydın oldu ki, bütün Kainatda rentgen şüalanması optik diapazonda olan şüalanma kimi adi bir hadisədir.

XX əsrin 80-ci illərində yeni rentgen teleskopları Yaponiyanın "Tenma" və



"Ginqa", sovetlərə məxsus olan "Astron", "Kvant" və "Qranata" peyklərində, Avropa peyki EXOSAT-da start götürdü. 1990-cı illərdə Amerika-Avropa birgə rəsədxanası ROSAT və Yaponiya peyki ASCA onunla birləşdirildi. Haqqında danışdığımız obyektlərdən asılı olmayaraq, hazırda əsas diqqət sıx-qoşa ulduz cütlüyünə daxil olan neytron ulduzlar və ya qara çuxurlar ətrafında olan qaynar qaz disklərinin (onları akkresiya diskləri də adlandırırlar), fəal qalaktikaların nüvələrinin və əhatə olunduğu qaz disklərinin, qalaktika topalarında isti qazın rentgen şüalanmasının öyrənilməsinə yönəlib. Bu qazın kimyəvi tərkibinin temperaturunun və sıxlığının tədqiqi Kainatın inkişafının ən erkən mərhələlərində qalaktikaların əmələ gəlməsi və təkamülü haqqında çox qiymətli informasiya verir.

QAMMA-RƏSƏDXANALAR

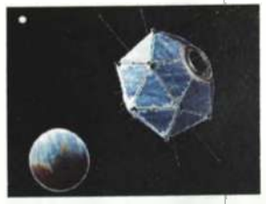
Qamma-şüalanma rentgenə yaxın olduğu üçün onun qeydə alınmasında oxşar üsullardan istifadə olunur. Bir çox hallarda yerətrafı orbitə buraxılmış teleskoplar vasitəsilə eyni zamanda rentgen və qamma-mənbələri tədqiq olunur. Ancaq qamma-şüalanmanı yaradan proses rentgen kvantlarını yaradan prosesdən çox fərqlidir. Qamma-şüalar atomun nüvəsi daxilində gedən proseslər və kosmosda elementar zərrəciklərin çevrilməsi haqqında bizə informasiya çatdırır.

Kosmik qamma-mənbələrin ilk müşahidələri gizli olmuşdur. 1960-cı illərin sonu, 1970-ci illərin əvvəllərində ABŞ "Vela" seriyasından dörd hərbi peyk buraxdı. Bu gəmilərdəki aparatlar nüvə partlayışı zamanı yaranan sərt rentgen və qamma-şüalanmasını aşkar etmək üçün işlənib hazırlanmışdı. Ancaq aydın oldu ki, qeydə alınan püskürmələrin əksəriyyəti hərbi sınaqlarla əlaqədar deyil və onların mənbələri Yerdə yox, kosmosdadır. Kainatda vaxtında edilmiş kəşflərdən biri – *qamma-alışmalar* özünü rentgen şüalanmasının birqat güclü alışması kimi göstərdi. İlk kosmik qamma-şüalanmanın 1969-cu ildə qeydə alındığına baxmayaraq, onun haqqında məlumatlar yalnız 4 il sonra çap olunmuşdur. Özünün 10 illik fəaliyyəti müddətində "Vela" peyki 73 alışma haqqında xəbər vermişdir. Digər kosmik aparatlarla müşahidələr bu rəqəmi xeyli artırmağa imkan verdi. Yalnız 1997-ci ildə qamma-alışmaların ilk optik eyniləşdirilməsini apara bildilər. Onların təbiəti isə axıra qədər izah olunmamışdır.



"Cos-B" qamma-rəsədxanası.

◄ EXOSAT rentgen rəsədxanası.



"Vela" hərbi peyki.



"HEAO-1, -2, -3" rəsədxanaları.



"Uliss" kosmik gəmisi.



Kompton qamma-rəsədxanası.

Kosmik rəsədxanalarda digər ifrat-sərt şüalanma mənbələri də müşahidə olunur. 1975-ci ilin avqustunda "Cos-B" qamma-teleskopu yerətrafı orbitə çıxarılmışdır. Onun işi daim fəaliyyətdə olan qalaktika və qalaktikadankənar mənbələri müşahidə etmək idi. Bu teleskopla bəzi pulsarlardan saçılan qamma-şüalanma müşahidə olunmuşdu. 1979-cu ilin sentyabrında kosmosa buraxılmış HEAO-3 rəsədxanasında qamma-xətlərin əmələ gələn yeni və ifratyeni ulduzların alışmaları baş verdikdə, nüvə reaksiyaları zamanı enerjilərin məhdud diapazonunda qamma-kvant sellərinin müşahidələri aparıldı.

Qamma-teleskoplar bir çox planetlərarası gəmilərdə də qurulurdu. "Venera-11" və "Venera-12" sovet stansiyalarında 85 qamma-coşmanın uğurlu müşahidələri aparıldı. "Fobos-1" və "Fobos-2" sovet zondlarında və Günəşin qütb sahələrini öyrənmək üçün nəzərdə tutulmuş "Uliss" Amerika kosmik gəmisində sərt şüalanmanın qeydə alınması üçün avadanlıqdan istifadə olunmuşdur. Bu aparatların köməyi ilə Günəş alışmaları zamanı əmələ gələn qamma-şüalanma öyrənilmişdi.

Çəkisi 17 ton olan, bu günə qədər fəaliyyət göstərən nəhəng qamma-rəsədxana 1991-ci il aprelin 5-də yerətrafı fəzaya çıxarılmışdır. Onda çox geniş enerji diapazonunda – 30 min elektronvoltdan 30 mlrd elektronvolta qədər şüalanmanı qeydə alan dörd teleskop quraşdırılmışdır. Bu rəsədxana amerikalı fizik Artur Komptonun adını daşıyır. O, yüksək enerjili elektromaqnit şüalanmasının tədqiqinə görə Nobel mükafatı almışdır.

Kompton rəsədxanasının teleskopları Günəş alışmaları, fəal nüvəli qalaktikaların və uzaq kvazarların qamma-şüalanması neytron ulduzları və qara çuxurlara namizədlər haqqında, sirli qamma-alışmaları haqqında, müəyyən enerjili qamma-kvantların yaranmasına imkan verən elektron və pozitronlar annihilyasiyası haqqında, enerjili kosmik şüaların ulduzlararası qaz atomları ilə qarşılıqlı təsiri haqqında və yeni və ifratyeni ulduzlarda nüvə reaksiyaları haqqında yeni informasiya almağa kömək göstərdi.

* * *

Kosmik rəsədxanaların ümumi sayı artıq onlarcadır. Aydındır ki, qısa bir məqalədə onlardan ancaq bir neçəsi haqqında danışmaq olardı. Bununla belə, daha bir çox uğurlu layihəni də xatırlatmamaq olmaz. Atmosferdənkənar astrometrik müşahidələr aparmaq məqsədilə 1989-cu ilin avqustunda xüsusi "Hipparkos" peyki buraxıldı. Müşahidə vaxtı o, qısa bir zamanda 118 min ulduzun koordinatlarını yüksək dəqiqliklə – bucaq saniyəsinin mindəbiri qədər dəqiqliklə ölçdü, milyona yaxın ulduzun vəziyyətlərini və rəng xarakteristikalarını təyin etdi. (Bu barədə "Cisimlər harada yerləşir və haraya hərəkət edir" məqaləsində daha ətraflı oxumaq olar.)

GÜNƏŞ SİSTEMİNƏ KOSMİK EKSPEDİSİYALAR

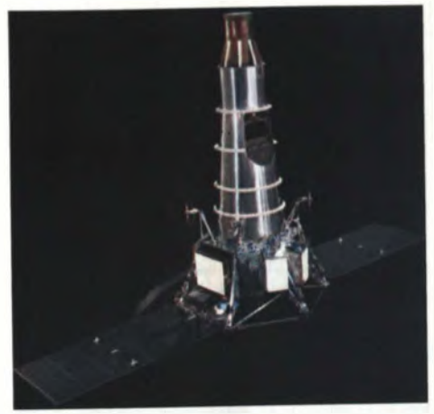
Öz qəhrəmanlarını başqa aləmlərə səyahətə göndərən fantast yazıçılar heç ağıllarına da gətirmirdilər ki, bu arzular belə tezliklə reallığa çevriləcək. Yerdən bir neçə on metrə qədər yüksələ bilən ilk kiçik raketlərdən tutmuş Yerin ilk süni peykinə kimi cəmi 30 il keçmişdi. Bu gün çoxsaylı kosmik aparatlar vasitəsilə uzaq planetlər və onların peyklərinin üst qatlarının şəklini çəkmək, Yerə məlumat

çatdıraraq, tədqiqatlar aparmaq mümkündür. Müəyyən vaxtdan sonra geniş koloniyalar yaranacaq. Ekspertlərin rəyinə görə, 2030-cu ildə Yer atmosferindən kənarda 1000-dən artıq insan işləyəcək.

AYIN TƏDQİQİ

Tamamilə təbiidir ki, Yerə ən yaxın göy cismi olan Ay kosmik aparatların göndərildiyi ilk obyekt olmuşdur. "Luna-1, -2, -3" ilkin nəslin avtomat sovet planetlərarası stansiyalarında nə Yer-Ay trayektoriyasında istiqamətin korreksiyasından, nə də yaxınlaşma zamanı tormozlamadan istifadə edildi. Onlar uçuşları birbaşa həyata keçirirdi. Çəkisi 361 kq olub, 1959-cu il yanvar 2-də Yerdən start götürən "Luna-1" stansiyası ilk dəfə olaraq 2-ci kosmik sürətə çatmışdı (göy cisminin cazibə qüvvəsini dəf etmək üçün həmin göy cismindən start götürən obyektə lazım olan minimal sürət; Yer üçün bu, 11,19 km/san-yə bərabərdir) və Ay səthinin üzərindən 6000 km-dək məsafədə keçmişdir.

"Luna-2" Ay səthinə 1959-cu il sentyabrın 14-də onun mərkəzi meridianı yaxınlığında enmişdir (həmin stansiyanın enmə yeri indi Lunnik körfəzi adlanır). Onun cihazları göstərdi ki, Ayın öz maqnit sahəsi yoxdur. "Luna-3" stansiyasında fototeleviziya aparatları yerləşdirilmişdi. Həmin aparatlar vasitəsilə Ayın görünən tərəfinin bir hissəsinin və görünməyən tərəfinin 2/3 hissəsinin şəkillərini Yerə göndərmişdi. Onların üzərində çoxlu qüsur var idi, lakin buna baxmayaraq, alimlərə Ayın əks tərəfinin bir çox detallarını aşkar etmək nəsib oldu. "Luna-3"ün aşkar etdiyi kraterlərə Siolkovski, Kurçatov, Cordano Bruno, Jül Vern və b. adlar verilmişdi. Görünən yarımkürənin ayrı-ayrı hissələrinin irimiqyaslı fotoşəkilləri isə 1964-1965-ci illərdə "Reyncer-7, -8, -9" Amerika

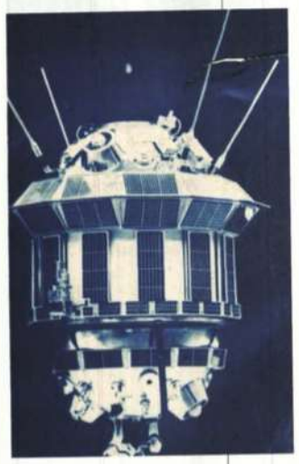


"Reyncer" kosmik aparatı.

kosmik aparatları vasitəsilə çəkilmişdi. "Zond-3" sovet stansiyası isə görünməyən yarımkürənin qalan hissələrinin təsvirlərini çəkmişdi. Ay səthinə ilk ehmalca enmə 1966-cı ilin fevralında "Luna-9" sovet avtomat stansiyası tərəfindən həyata keçirildi. Telekameralar bir neçə mm dəqiqliklə ətraf landşaftın mənzərəsini Yerə göndərdi. 1966-cı ildə Ayətrafı orbitə "Luna-10, -11, -12" süni peykləri buraxıldı. Həmin peyklərdə Ay səthinin infraqırmızı və qamma-şüalanmasının spektral tərkibinin tədqiqi üçün cihazlar, meteor hissəcikləri və s. qeydiyyatı üçün avadanlıq quraşdırılmışdı. Elə həmin il "Serveyor-1" Amerika aparatı Aya ehmalca endi və altı həftə ərzində Ayın üst qatlarının təsvirlərini Yerə göndərdi. 1966-cı ilin sonunda "Luna-3" stansiyası ehmalca Ay səthinə endi. Onun cihazları Ay süxurlarının xassələrini tədqiq etdi, telekameraları isə ətraf sahələrin fotoşəkillərini çəkdi.



"Lunar orbiter" kosmik aparatı.



"Luna-3" planetlərarası avtomat stansiyası.



"Serveyor" kosmik aparatı.



"Apollon-11" Ay ekspedisiyası. İlk insan yad göy cisminin səthinə ayaq basır.

"Serveyor-3, -5, -6, -7" Amerika kosmik aparatları (1967-1968-ci illər) Ayın müxtəlif yerlərində ehmalca enmişdi. Həmin aparatlar Ay səthini tədqiq etməli və "Apollon" seriyalı kosmik gəmilərin enməsi üçün yer seçməli idi. Beş "Lunar orbiter" Amerika süni peyki 1966-1967-ci illərdə Ayın şəkillərini çəkdi və onun qravitasiya sahəsini tədqiq etdi. Ay ekvatoru rayonunda Ay səthinin tədqiqi, gələcəkdə astronavtları olan kosmik gəmilərin süni peyklər vasitəsilə uğurlu enməsi üçün gərək idi. Aya uçuş proqramının elementləri üzərində iş əvvəlcə "Apollon" seriyalı pilotsuz gəmilərlə aparılırdı, sonra isə bu iş pilotlu gəmilərlə ("Apollon-8, -9, -10") həyata keçirildi. "Apollon"un çəkisi 44 ton idi. O, əsas blokdan, enmə və uçuş pillələri olan Ay kabinəsindən ibarət idi. Aya pilotlu uçuşlar SSRİ-də də planlaşdırılmışdı. Orbitdə manevrləri təkmilləşdirmək üçün "Zond-4, -5, -6, -7, -8" kosmik aparatlarından istifadə edilirdi. Lakin Amerika astronavtlarının uçuşlarından sonra bu planlardan imtina edildi.

"Apollon-11" kosmik gəmisinin Ay kabinəsi üçün enmə rayonu bundan əvvəl "Reyncer-8" və "Serveyor-5" aparatlarının ayaq basdığı Sakitlik Dənizində seçilmişdi. Astronavtlar Nil Armstronq və Edvin Oldrin 1969-cu il iyulun 20-də Aya endilər. Kabinədən birinci Armstronq çıxdı və tarixi ifadəyə çevrilən bir cümlə işlətdi: "Bu, insan üçün kiçik bir addımdır, lakin bəşəriyyət üçün böyük bir sıçrayışdır". Astronavtlar kosmik radiorabitədən istifadə edərək, ABŞ prezidenti ilə danışdılar; lazer şüalanmasının əksetdiricisini, seysmometr quraşdırdılar, çəkilişlər apardılar, 22 kq-lıq Ay süxurunun nümunələrini topladılar. Bütün bu işlərə onlar 2 saat 30 dəq vaxt sərf etdilər. Bu müddət ərzində astronavtlar enmə modulundan 100 m-dək uzaqlaşdılar. Orbitdəki əsas blokda elmi tədqiqat işləri aparan Maykl Kollinz qalmışdı.

1969-cu il noyabrın 14-də buraxılan "Apollon-12" kosmik gəmisinin astronavtları Çarlz Konrad və Alan Bin Ay ekvatoruna yaxın olan Fırtınalar Okeanı rayonunda Ay səthinə endilər. Ayətrafı orbitdə əsas blokda Riçard Qordon qalmışdı. Konrad və Bin iki dəfə Ay səthinə düşdülər, Ayın seysmik fəallığı və Günəş küləyi zərrəciklərinin tərkibinin tədqiqi üçün cihazları quraşdırdılar. Enmə yeri iki il yeddi ay öncə Aya enmiş "Serveyor-3" stansiyasına yaxın olduğu üçün astronavtların başlıca vəzifəsi onu tədqiq etmək olmuşdur. Həmin stansiya zədələnməmişdi; yalnız qırmızı-qəhvəyi toz qatı ilə örtülmüşdü. Bu dəfə Ay süxurundan 34 kq nümunə toplanmışdı.

"Apollon-13" kosmik gəmisinin ekipajı əsas blokun mühərrik bölməsində partlayışa görə enməni həyata keçirə bilmədi. Onlar Ay ətrafında dövr edərək, yeddi gün sonra Yerə qayıtdılar.

"Luna-16" sovet avtomat stansiyası 1970-ci ilin sentyabrında Bolluq Dənizinə ehmalca endi və xüsusi süxuryığan qurğu ilə 105 q süxur götürülüb, qayıdan aparatda yerləşdirildi və Yerə çatdırıldı.

"Apollon-17" Ay ekspedisiyası.
1. Geoloq Ayda.
2. Yerdən gələnlər qeyri-adi mənzərə önündə.
3. Ay avtomobili.







Elə həmin il "Luna-17" stansiyası ilə ilk dəfə özü hərəkət edən "Lunoxod-1" aparatı Ay səthinə çatdırıldı. Həmin aparat 10,5 km uzunluğunda məsafə qət etdi və Yerə çoxlu şəkil göndərdi. "Lunoxod-1"də quraşdırılan bucaqlı lazer əksetdiricisi vasitəsilə Yerdən Aya qədər məsafəni dəqiq ölçmək mümkün oldu.

"Apollon-14"ün ekspedisiyası 1971-ci il yanvarın 31-dən fevralın 9-dək davam etdirildi. Ay kabinəsinin Fra Mauro krateri rayonundakı enmə yerindən aparılan reportaj Yerə ötürülürdü. Astronavtlar Alan Şepard və Edqar Mitçell Ayın səthində 9 saat qalaraq 44,5 kq süxur topladılar. 1971-ci ilin avqustunda Ayın Apennin dağları ətəklərində "Apollon-15" gəmisinin ekipajı Aya endi. Astronavtlar Devid Skott və Ceyms İrvin ilk dəfə yürüş üçün Ayda gəzən qurğu quraşdırdılar və onunla 10 km-lik məsafə qət edərək, müxtəlif tədqiqatlar apardılar. Onlar, həmçinin, Hedli Şırımı adını daşıyan dərin dərənin tədqiqinə başladılar, lakin xüsusi təchizat olmadığından dərəyə enməyə cəsarət etmədilər.

1972-ci ilin aprelində "Apollon-16" kosmik gəmisinin Ay kabinəsinin ekipajı materik rayonunda, Dekart kraterinin yaxınlığında Ay səthinə endi. Həmin ilin dekabrında "Apollon-17" gəmisində sonuncu-altıncı ekspedisiya uğurla həyata keçirildi.

1973-cü ilin yanvarında "Luna-21" stansiyası ilə Ay səthinə çatdırılan ikinci özüyeriyən "Lunoxod-2" aparatı Ayın dənizdən materikə keçid olan çətin yerlərində tədqiqatları davam etdirdi, aparatdakı televiziya qurğuları vasitəsilə müxtəlif mənzərələrin və ətraf sahələrin fotoşəkillərini çəkdi, süxurun xassələri və onun kimyəvi tərkibi barədə məlumatlar toplanaraq Yerə ötürüldü. Cəmi 37 km məsafə qət olunmuşdu. 1974-cü ildə "Luna-22" aparatı Ayın süni peykinin orbitindən relyef və qravitasiya



"Luna-16" avtomat stansiyası.

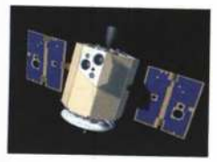
sahəsinin tədqiqini aparmışdı. Elə həmin il "Luna-23" kosmik gəmisinə Böhranlar Dənizi ərazisində Ay səthinə enmək müyəssər olmuşdu. Ayın sovet avtomat stansiyaları tərəfindən tədqiqi "Luna-24" kosmik aparatı ilə başa çatdırıldı. Həmin aparat Böhranlar Dənizində Ay süxurlarını 2 m dərinliyində qazmış və 1976-cı il avqustun 22-də Yerə 170 q süxur çatdırmışdı.

Bundan sonra uzun müddət nə SSRİ-də, nə də ABŞ-da Aya heç bir uçuş həyata keçirilmədi. Maraqlısı budur ki, yalnız 14 il sonra, 1990-cı ilin martında Yaponiya Ay səthinin kənardan tədqiqi üçün "Nisan" raketi vasitəsilə Ayətrafı orbitə "Muses-A" avtomat aparatını çıxarmışdı.

Yüngül materiallardan istifadə edilməklə yaradılan yeni nəsil aparatlarına 1994-cü ilin yanvarında buraxılan



"Lunoxod" – Ay səthini tədqiq etmək üçün özüyeriyən aparat.



"Klementina" stansiyası.

"Klementina" stansiyası da aid edilir. Ay səthinin tədqiqindən başqa, onun tərəfindən relyefin hündürlükləri ölçüldü. Həmçinin, Ay qabığının qalınlığı, qravitasiya sahəsinin modeli və digər parametrlər ölçüldü.

Yaxın gələcəkdə Ayın öyrənilməsinə başlanılacaq. Artıq bizim dövrdə Ayın səthində daim fəaliyyətdə olan məskun bazanın yaradılması layihələri işlənib hazırlanır. Bu cür bazanın növbəli ekipajlarının Ayda uzunmüddətli və daimi fəaliyyəti daha çətin elmi və tətbiqi məsələləri həll etməyə imkan verəcəkdir.

MERKURİNİN TƏDQİQİ

Günəşə ən yaxın olan planetin səthi haqqında 1973-cü il noyabrın 3-də buraxılan "Mariner-10" kosmik aparatının uçuşunadək heç nə məlum deyildi. Elmi aparatların çəkisi 80 kq təşkil edirdi. Əvvəlcə aparat Veneraya göndərilmişdi. Veneranın cazibə sahəsində o, qravitasiya təcillənməsinə məruz qalmış və trayektoriyasını dəyişdirərək, 1974-cü il martın 29-da Merkuriyə doğru səmt götürmüşdü. "Mariner-10"un 6 aylıq fasilələrlə üç uçuşu zamanı Merkuri səthinin alınmış çəkilişləri Merkuri relyefinin Yerin ən yaxın qonşusu olan Ay ilə böyük oxşarlıq təşkil etdiyini aşkar etmişdir. Müəyyən olundu ki, onun səthi müxtəlif ölçülü kraterlərlə doludur.

Merkuridə atmosferin mövcud olması alimləri bir qədər məyus etdi. Arqon, neon, helium və hidrogenin izləri aşkar edilmişdi, lakin həmin izlər çox zəif idi. Belə olan halda yalnız Yerdə alınması hələ mümkün olmayan bu dərəcədə seyrəkliyə malik vakuumdan danışmaq olar.

"Mariner-10" kosmik aparatı.



705 km hündürlüyündə keçirilən birinci uçuş zamanı Merkuri yaxınlığında plazmanın zərbə dalğası və maqnit sahəsi müəyyən olunmuşdur. Planetin radiusunun (2439 km) və kütləsinin qiymətini dəqiqləşdirmək mümkün olmuşdur.

1974-cü il sentyabrın 21-də kifayət qədər böyük məsafədə (48 000 km-dən artıq) Merkuri ətrafına ikinci uçuş keçirildi. Temperatur ötürücüləri vasitəsilə müəyyən etmək mümkün oldu ki, 88 Yer sutkasına bərabər gün ərzində planetin səthinin temperaturu qalxaraq 510°C-yə çatır, gecə isə -210°C-yə düşür. Radiometr vasitəsilə səth tərəfindən şüalandırıcı istilik seli müəyyən edilmiş, boş süxurlardan ibarət qızan sahələr fonunda qaya süxurlarına bənzər daha soyuqları aşkar olunmuşdu.

1975-ci il martın 16-da Merkuri yaxınlığında üçüncü uçuş zamanı (kiçik məsafədə – 318 km) təsdiq olunmuşdur ki, aşkar edilmiş maqnit sahəsi həqiqətən planetin özünə məxsusdur. Onun gərginliyi Yerin maqnit sahəsi gərginliyinin təqribən 1%-ni təşkil edir. Şəkilçəkmənin üç seansı planetin qərb hissəsini əhatə etdiyindən, şərq hissəsini tədqiq etmək mümkün olmamışdı. Həmin seansda alınan 3 min şəkil 50 m-dək ayırdetmə ilə çəkilmişdi. Hazırda Merkurinin şərq hissəsinin də tədqiqi üçün kosmik stansiyaların yeni uçuşlarına həsr olunmuş layihələr işlənib hazırlanır.

VENERANIN TƏDQİQİ

Veneranın səthi qatı buludla tam örtülüdür, bu səbəbdən yalnız radiolokatorlar vasitəsilə onun relyefini "görmək" mümkündür. İstilik keçirməyən örtüyə malik sfera şəklində olub, diametri 0,9 m olan ilk endirilən aparatı Veneraya "Venera-3" kosmik aparatı vasitəsilə 1966-cı ilin martında çatdırıldı. "Venera-4, -5, -6" stansiyalarının endirilən aparatları enmə zamanı təzyiq, temperatur və atmosferin tərkibi haqqında məlumatları Yerə çatdırırdı. Lakin planetin səthinə çatmadılar, çünki Veneranın 90 atmosferə bərabər atmosfer təzyiqinin mövcudluğu nəzərə alınmamışdı! Və yalnız "Venera-7" aparatı 1970-ci ilin dekabrında Veneraya endi və atmosferin tərkibi, müxtəlif qatlarının və səthinin temperaturu, həmçinin təzyiqin dəyişməsi barədə Yerə məlumatlar verdi.

1972-ci ilin iyulunda "Venera-8"in endirilən aparatı ilk dəfə planetin gündüz tərəfinə enmişdi və göstərdi ki, onun səthindəki işıqlıq Yerdəki yağmurlu günə bənzəyir. Aparatın keçdiyi 70-80 km hündürlükdə Venera buludlarının çox da sıx olmayan laylı quruluşu görünürdü.

1975-ci ilin oktyabrında yeni nəsil aparatları "Venera-9, -10" bir-birindən 2 min km məsafədə planetin işıqlı tərəfinə enib, ilk dəfə onları əhatə edən ərazinin mənzərəsini Yerə ötürdü. Diametri 2,4 m olan aparatların hər birinin kütləsi 1560 kq təşkil edirdi. Orbitdə qalan kosmik aparatlar bir saat ərzində planetin səthindən Yerə elmi məlumatlar göndərirdi.

Venera səthinin çox hissəsində relyefin qlobal xüsusiyyətlərini insanlar "Pioner-Venera-1" Amerika avtomat stansiyasından radiolokasiya zondlanması vasitəsilə görə bildilər (1978). Venera səthindəki yüksəkliklərin ölçülməsi nəticələrinə əsasən tərtib olunmuş xəritələrdə geniş yüksəklikləri, ayrı-ayrı dağ massivlərini və ovalıqları aydın görmək olur.

"Pioner-Venera-2" stansiyasında maraqlı bir eksperiment aparılmışdır: onun köməyi ilə Venera atmosferinə bir böyük (diametri 1,5 m, kütləsi 316 kq) və üç kiçik (diametri 0,7 m və kütləsi 96,6 kq) aparat gecə və gündüz tərəflərinə, o cümlədən planetin şimal qütbü rayonuna atılmışdı. Aparatlar düşmə prosesində məlumat verirdi, ən kiçik aparat isə zərbədən yayınaraq, planetin səthindən bir saat ərzində məlumatlar göndərdi. Bu eksperimentlərin nəticələri təsdiq etdi ki, planetin atmosferi 96 % karbon qazından, 4%-dək azot və su buxarlarından ibarətdir. Planetin səthində nazik toz qatı aşkar edilmişdi. 1978-ci ilin dekabrında "Venera-11, -12" sovet aparatları da bir-birindən 800 km məsafədə enərək, tədqiqatlar aparmışdı. Planetin atmosferində elektrik boşalmasının qeydə alınması haqqında məlumatlar daha böyük maraq kəsb etmişdi. Aparatlardan biri saniyədə 25, digəri isə 1000-dək şimşək zərbəsini aşkar etdi, özü də göy gurultularından biri 15 dəqiqə davam etmişdi. Görünür, bu boşalmaların yaranmasına səbəb bulud örtüyündə yüksək miqdarda sulfat turşusunun mövcudluğudur.

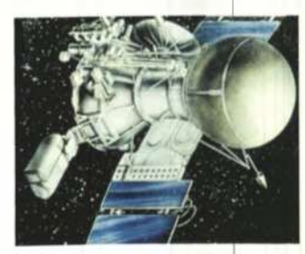
"Venera-13, -14" aparatlarının endiyi yerdə süxurların kimyəvi tərkibi haqqında məlumatlar 1982-ci ilin martında alınmışdı. Avtomatlarla aparılan analizlər haqqında Yerə məlumatlar göndərilmişdi. Alimlər isə bu süxurları Yer okeanlarının dərin qatlarında aşkar olunan bazalt ilə müqayisə edə bilmişdilər. Veneranın süni peyklərinin orbitlərindən radiolokasiya sistemləri ilə təchiz edilmiş "Venera-15, -16" aparatları planetin şimal yarımkürəsi səthinin bir hissəsinin təsvirini və relyef hündürlüklərinin ölçülməsi haqqında məlumatları Yerə çatdırmışdı. Güclü dartılmış qütbətrafı orbit boyunca hər bir uçuş zamanı ərazinin 160 km enində və 8 min km uzunluğunda şəkilləri çəkilmişdi. Bu şəkillər əsasında relyef xəritələri, geoloji və digər xüsusi xəritələrin də daxil olduğu Venera səthinin atlası tərtib olunmuşdur.

Enmə aparatından və aerostat zondundan ibarət yeni tipli endirilən aparatları 1985-ci ildə Veneranın və Halley kometasının tədqiqi üçün nəzərdə tutulmuş "Veqa-1, -2" sovet stansiyalarından buraxılmışdı. Aerostat zondları 54 km-dək hündürlükdə meyilli hərəkətlər edərək, iki sutka ərzində Yerə məlumatlar



"Venera-9" kosmik aparatı.

"Veqa" stansiyası.





"Magellan" kosmik aparatı.

çatdırdı, enmə aparatları isə planetin atmosferi və səthinin tədqiqini həyata keçirdi.

Veneranın bütün səthinin daha aydın çəkilişləri 1989-cu ilin may ayında "Atlantis" kosmik gəmisinin astronavtları tərəfindən buraxılan "Magellan" Amerika aparatlarının köməyi ilə əldə edilmişdir. Bir neçə il ərzində aparılan müntəzəm radiolokasiya çəkilişləri vasitəsilə Venera səthinin relyefini 300 m-dən də az ayırdetmə ilə çəkmək mümkün olmuşdu. Kosmik aparatların köməyi ilə aparılan bütün eksperimentlər nəticəsində Venera, təbii ki, digər planetlərdən daha yaxşı tədqiq olunmuşdur.

MARSIN VƏ ONUN PEYKLƏRİNİN TƏDQİQİ

Marsa doğru uçuş altı-səkkiz ay vaxt aparır. Yerlə Marsın qarşılıqlı mövqeyi həmişə dəyişdiyindən və onlar arasında ən az məsafə (qarşıdurma) yalnız iki ildə bir dəfə olduğundan, start anı elə seçilir ki, Mars artıq onun orbitinə çatmış kosmik aparatın trayektoriyası ilə kəsişmə nöqtəsində olsun.

Marsa doğru ilk uçuş 1962-ci il noyabrın əvvəllərində həyata keçirilmişdir. "Mars-1" adlı sovet kosmik aparatı qırmızı planetin 197 min km-dən keçmişdir. Onun səthinin şəkilləri "Mariner-4" Amerika aparatı tərəfindən çəkilmişdir. Qeyd edək ki, həmin aparat "Mars-1"dən iki il sonra, 1965-ci il iyulun 15-də buraxılmış və planetin səthindən 10 min km aralı keçmişdir. Məlum oldu ki, Mars da kraterlərlə örtülüdür. Planetin kütləsi və atmosferinin tərkibi dəqiqləşdirildi. 1969-cu ildə "Mariner-6, -7" aparatları 3400 km məsafədən Marsın onlarca şəklini çəkmişdi, bundan əlavə, həmin aparatlar tərəfindən cənub qütb papağının temperaturu da ölçüldü, onun çox aşağı (-125°C) olması müəyyənləşdirildi.

"Mars-3" kosmik aparatı.



1971-ci ilin mayında "Mars-2, -3" və "Mariner-9" aparatları buraxıldı. Kütləsi 4,65 ton olan "Mars-2, -3" aparatlarının hər birinin orbital sahəsi və endirilən aparatı var idi. Yalnız "Mars-3" aparatı ehmalca enməyə müvəffəq oldu.

"Mars-2, -3" kosmik aparatları tədqiqatları süni peyklərin orbitindən aparır, spektrin görünən, infraqırmızı və ultrabənövşəyi diapazonunda, həmçinin radiodalğalar diapazonunda şüalanmanın xarakterinə əsasən Mars atmosferi və səthinin xassələri haqqında Yerə məlumatlar göndərirdi. Şimal qütb papağının temperaturu (-110°C-dən aşağı) ölçülmüş, atmosferin qalınlığı, tərkibi və temperaturu, planet səthinin temperaturu müəyyənləşdirilmiş, toz buludlarının hündürlüyü və zəif maqnit sahəsi haqqında məlumatlar, eləcə də Marsın rəngli təsvirləri alınmışdı.

"Mariner-9" kosmik aparatı da 12 saata yaxın periodla süni peyklərin Marsətrafı orbitinə çıxarılmış, 100 m-ə yaxın ayırdetmə ilə Marsın 7329 ədəd şəklini çəkərək, Yerə göndərmişdi. Bundan əlavə, onun peykləri Fobos və Deymosun da şəkilləri çəkilərək, Yerə göndərilmişdi. Mars səthinin şəkillərində iri, sönmüş vulkanlar, qurumuş çaylara bənzər çoxsaylı kiçik və iri kanyonlar və dərələr görünür. Mars kraterləri Ay kraterlərindən öz tullantıları ilə fərqlənir, bu, onun səthaltı qatında buzlaqların, bundan əlavə, su eroziyası və külək fəallığı izlərinin mövcudluğundan bir daha xəbər verir.

1973-cü ildə buraxılan dörd "Mars-4, -5, -6, -7" kosmik aparatından ibarət bütöv bir donanma 1974-cü ilin əvvəlində Mars hüdudlarına çatmışdı. Aparatdakı tormozlama sistemi nasaz olduğu üçün "Mars-4" planetin səthindən 2200 km aralı keçdi və yalnız onun şəkillərini çəkməklə kifayətləndi. "Mars-5" süni peykin orbitindən planetin səthini və atmosferini məsafədən tədqiq etdi. "Mars-6" aparatı cənub yarımkürəsində planetin səthinə ehmalca endi, Yerə planet atmosferinin kimyəvi tərkibi, təzyiqi və temperaturu haqqında məlumatlar göndərdi. "Mars-7" planetin səthindən 1300 km məsafədən keçdi, lakin proqramı yerinə yetirmədi.

1975-ci ildə buraxılan iki Amerika "Vikinq"ini nəticə etibarilə daha məhsuldar hesab etmək olar. Aparatlarda telekameralar, atmosferdə su buxarlarının qeydiyyatını aparmaq üçün infraqırmızı spektrometrlər və temperatur göstəricilərini əldə etmək üçün radiometrlər yerləşdirilmişdi. "Vikinq-1"in enmə bloku 1976-cı il iyulun 20-də Xris Ovalığında, "Vikinq-2" isə 1976-cı il sentyabrın 3-də Utopiya Ovalığında enmişdi. Enmə yerlərində Mars süxurlarında həyat əlamətlərini aşkar etmək üçün eksperimentlər aparılmışdı. Xüsusi qurğu süxuru götürüb içində su ehtiyatı və yaqida məhsulları olan konteynerlərin birində yerləşdirdi. Bütün canlı orqanizmlər öz yaşayış mühitini dəyişdikləri zaman cihazlar bunu qeydə almalı idi. Mühitin bəzi dəyişiklikləri kip bağlı konteynerdə müşahidə olunsa da, belə nəticələri süxurda güclü oksidləşdiricinin mövcudluğu ilə də izah etmək olardı. Məhz buna görə alimlər bu dəyişikliklərin bakteriyaların hesabına olduğunu əminliklə deyə bilmədilər. Orbital stansiyalardan Mars səthinin və onun peyklərinin müfəssəl şəkilləri çəkilmişdi. Əldə edilən məlumatlara əsasən planetin səthinin geoloji, istilik və digər xüsusi xəritələri tərtib olundu.

13 illik fasilədən sonra buraxılan "Fobos-1, -2" sovet stansiyalarının məqsədi Marsın və onun peyklərinin tədqiqi olmuşdu. Yerdən verilən komanda düzgün olmadığından "Fobos-1" öz səmtini itirdi və onunla əlaqəni bərpa etmək mümkün olmadı. "Fobos-2" isə Marsın



"Mariner-4" kosmik aparatı.

süni peykinin orbitinə 1989-cu ilin yanvarında çıxdı. Məsafədən idarə olunma metodları ilə Mars səthində temperaturun dəyişməsi və Fobosu təşkil edən süxurların xassələri haqqında məlumatlar alınmışdı. 40 m ayırdetmə ilə 38 təsvir alınmış, onun səthinin temperaturu ölçülmüş, məlum olmuşdu ki, ən isti nöqtələrdə temperatur 30°C-yə çatır. Təəssüflər olsun ki, Fobosun tədqiqi üçün əsas proqramı həyata keçirmək mümkün olmadı. 1989-cu il martın 27-də aparatla rabitə itirildi.

Uğursuzluqlar silsiləsi bununla qurtarmadı. 1992-ci ildə buraxılan "Mars-Observer" Amerika kosmik aparatı da öz missiyasını yerinə yetirmədi. 1993-cü il avqustun 21-də onunla rabitə itirildi. Rusiya stansiyası "Mars-96" kosmik aparatını da Mars istiqamətində uçuş trayektoriyasına çıxarmaq mümkün olmadı. 1997-ci ilin iyulunda "Mars-Pasfaynder" planetə Marsda gəzən ilk avtomat aparatı çatdırdı və həmin aparat planet səthinin kimyəvi tərkibini və meteoroloji şəraiti uğurla tədqiq edə bilmişdi.

1998-ci ildə Yaponiya "Planet-B" orbital aparatının Marsa tərəf buraxılma-



"Fobos" stansiyası.



"Vikinq" kosmik aparatı.



"Mars-Observer" kosmik aparatı.

sını planlaşdırdı. Avropa Kosmik Agentliyi ABŞ və Rusiya ilə birgə Marsda xüsusi stansiyalar şəbəkəsi yaratmağı planlaşdırmışdı. Marsa astronavtların uçuşu proqramı tərtib olundu. Belə ekspedisiya üçün iki ildən artıq vaxt tələb olunurdu, çünki qayıtmaqdan ötrü onlar Yerin Marsla münasib qarşılıqlı mövqeyini gözləməli idi.

YUPİTERİN TƏDQİQİ

Kosmik texnika vasitəsilə nəhəng planetlərin tədqiqinə Yer qrupuna daxil olan planetlərdən on il gec başlamışlar. 1972-ci il martın 3-də Amerikanın "Pioner-10" kosmik aparatı Yerdən start götürdü. Uçuşdan altı ay sonra aparat asteroidlər qurşağından uğurla ötüşə bildi və 15 aydan sonra, 1973-cü ilin dekabrında "planetlər şahı"nın hüdudlarına çatdı. Bu zaman planetin özünə hələ 130 300 km məsafə qalırdı.

Orijinal fotopolyarimetr vasitəsilə Yupiterin bulud qatının və dörd ən iri peyki olan İo, Avropa, Qanimed və Kallistonun səthlərinin 340 şəkli alındı. Ölçüləri bizim planetin diametrindən böyük olan Böyük Qırmızı Ləkədən başqa, diametri 10 min km-dən artıq olan ağ ləkə də aşkar olundu. İnfraqırmızı radiometr göstərdi ki, xarici bulud qatının temperaturu 133 K-dir. Aşkar olundu ki, Yupiter Günəşdən aldığından 1,6 dəfə artıq istilik şüalandırır. Planetin və İo peykinin kütləsi dəqiqləşdirildi.

"Pioner-10" kosmik aparatı.



Tədqiqatlar göstərdi ki, Yupiter güclü maqnit sahəsinə malikdir; bundan əlavə, planetin 177 min km-də yerətrafı radiasiya qurşağından 10 min dəfə güclü olan intensiv radiasiyalı sahə qeydə alındı. Yupiterin cazibəsi aparatın uçuş trayektoriyasını çox dəyişdirmişdi. "Pioner-10" Yerdən, demək olar ki, düz istiqamətdə uzaqlaşaraq, Yupiterin orbitinə toxunan istiqamətdə hərəkət etməyə başladı. Maraqlıdır ki, Yupiterin maqnitosferinin uzantıları Saturn orbitinin hüdudlarının kənarında aşkar olundu. 1987-ci ildə "Pioner-10" Günəş sisteminin hüdudlarını tərk etdi.

1974-cü ilin dekabrında Yupiterin 43 min kilometrliyinə qədər uçan "Pioner-11" aparatının istiqaməti başqa cür hesablanmışdı. O, radiasiya qurşaqları və planetin özünün arasından keçərək, təhlükəli radiasiya dozası almaqdan yayına bilmişdi. Həmin aparatda da əvvəlkində quraşdırılan cihazlardan qoyulmuşdu. Bulud qatının fotopolyarimetrlə alınan rəngli təsvirlərinin analizi, buludların xüsusiyyətlərini və strukturunu aşkar etməyə imkan vermişdi. Onların hündürlükləri zolaqlarda və onlar arasındakı sahələrdə müxtəlif olmuşdu. "Pioner-11"in tədqiqatlarına əsasən işıqlı sahələr və Böyük Qırmızı Ləkə atmosferdə yüksələn axınlarla xarakterizə olunur. Onlardakı buludlar zolaqların qonşu sahələrindəkindən daha yüksəkdə yerləşir və bura nisbətən daha soyuqdur.

Yupiterin cazibəsi "Pioner-11"in istiqamətini, demək olar ki, 180° çevirdi. Uçuş trayektoriyasının təkrar düzəlişlərindən sonra o, planetin özü yaxınlığında Saturnun orbitini kəsmişdi.

Yerin və nəhəng planetlərin nadir əlverişli qarşılıqlı mövqeyindən 1976-cı ildən 1978-ci ilə kimi həmin planetlərin müntəzəm tədqiqi üçün istifadə edilmişdir. Cazibə sahələrinin təsiri altında kosmik aparatlar uçuş zolağından Yupiterdən Saturna, sonra isə Urana və Neptuna keçə bilmişdi. Aralıq planetlərin qravitasiya sahələrindən istifadə etmək mümkün olmasaydı, Urana uçuş 9 il əvəzinə 16 il, Neptuna isə 12 il əvəzinə 20 il çəkərdi. 1977-ci ildə "Voyacer-1, -2" aparatları uzunmüddətli uçuşa yola düşdü. Özü də "Voyacer-2" daha tez, 1977-ci il avqustun 20-də "yavaş" trayektoriya üzrə, "Voyacer-1" isə 1977-ci il sentyabrın 5-də "sürətli" trayektoriya üzrə buraxılmışdı.

"Voyacer-1" 1979-cu ilin martında Yupiterin yaxınlığında uçuşu həyata keçirdi, "Voyacer-2" isə dörd ay sonra nəhəng planetin yanından ötdü. Onlar tərəfindən Yerə Yupiterin bulud örtüyünün və yaxın peyklərinin ətraflı təsvirləri çatdırıldı. Qırmızı, narıncı, sarı, qəhvəyi və göy rəngli atmosfer kütlələri daim yerlərini dəyişir, çovğun axınlarının zolaqları nazikləşib enliləşərək, bir-birinə qarışırdı. Buludların yerdəyişmə sürəti 11 km/san-yə bərabər idi. Böyük Qırmızı Ləkə saat əqrəbinin əksi istiqamətində fırlanırdı və 6 sutka ərzində bir tam dövr edirdi. "Voyacer-1" ilk dəfə olaraq göstərdi ki, Yupiterin solğun halqalar sistemi mövcuddur və onlar planetin bulud örtüyündən 57 min km məsafədə yerləşir, İo peykində isə səkkiz vulkan fəaliyyətdədir. "Voyacer-2" bir neçə ay sonra məlumat verdi ki, onlardan altısı hələ də fəal hərəkət etməkdədir. Digər Qaliley peykləri – Avropa, Qanimed və Kallistonun şəkilləri əsasında məlum oldu ki, onların səthləri bir-birindən kəskin fərqlənir.

Çoxdəfəli istifadəyə yarayan "Atlantis" yük gəmisinin bölməsində yerətrafı orbitə çıxarılmış Amerikanın "Qalileo" kosmik aparatı Yupiterin kimyəvi tərkibi və fiziki xüsusiyyətlərinin tədqiqi, onun peyklərinin müfəssəl təsvirlərinin çəkilməsi üçün yeni nəsil aparatı idi. Aparat uzunmüddətli müşahidələr üçün nəzərdə tutulub, orbital moduldan və planetin atmosferinə daxil olacaq xüsusi zonddan ibarət idi. "Qalileo"nun trayektoriyası çox mürəkkəb idi. Əvvəlcə aparat 1990-cı ilin fevralında yanından keçdiyi Veneraya doğru səmt aldı. Sonra yeni trayektoriya üzrə dekabrda Yerə döndü. Venera, Yer və Ayın çoxsaylı şəkilləri alınmışdı. 1991-ci ilin oktyabrında aparat asteroidlərdən yan keçərək, kiçik planet Qaspranın şəkillərini çəkdi. 1992-ci ilin dekabrında ikinci dəfə Yerə qayıdıb və yeni təcil alaraq, öz səyahətinin əsas hədəfi Yupiterə doğru şütüdü. 1993-cü ilin avqustunda yenidən asteroidlər qurşağına daxil olub, daha bir kiçik planetin – İdanın şəklini çəkdi.

"Qalileo" iki il sonra Yupiterin hüdudlarına çatdı. Yerdən verilən komandaya əsasən eniş zondu ondan ayrılaraq, 5 ay ərzində 45 km/san sürətlə Yupiter atmosferinin hüdudlarına doğru müstəqil uçuşu həyata keçirdi. Atmosferin üst qatlarının müqaviməti hesabına 2 dəqiqə ərzində sürət saniyədə bir neçə yüz metrədək endi. Bununla belə, yüklənmə Yerdəki ağırlıq qüvvəsindən 230 dəfə artıq idi. Aparat 156 km-dək atmosfer dərinliyinə daxil oldu və 57 dəqiqə ərzində fəaliyyət göstərdi. Atmosfer barədə məlumatlar "Qalileo"nun əsas bloku vasitəsilə retranslyasiya olunurdu.



"Qalileo" kosmik aparatı.

SATURNUN TƏDQİQİ

Saturnun hüdudlarına çatan ilk kosmik aparat "Pioner-11" olmuşdu. Həmin aparat 1979-cu il sentyabrın 1-də planetin bulud qatından 21400 km məsafədən keçmişdi. Saturnun maqnit sahəsinin Yerinkindən daha güclü, Yupiterinkinə nisbətən zəif olduğu müəyyənləşdirildi. Saturnun kütləsi dəqiqləşdirildi. Cazibə sahəsinin xarakteri belə bir nəticə çıxarılmasına imkan verdi ki, Saturnun daxili quruluşu Yupiterinkinə oxşayır. İnfraqırmızı şüalanmanın ölçmələrinin nəticələrinə əsasən alimlər Saturnun görünən üst qatının temperaturunu müəyyənləşdirdilər. O, 100 K-yə bərabər idi. Bu fakt bir daha sübut edir ki, planet Günəşdən aldığından təxminən 2 dəfə artıq istilik şüalandırır. Saturnun yuxarı en dairələrində qütb parıltılarının mövcudluğu təxmin edilirdi. Saturn peykləri ailəsinin ən böyüyü olan Titanın təsvirləri əldə edilmişdi, lakin, əfsuslar olsun ki, ayırd-



"Voyacer" kosmik aparatı.

etmə çox zəif idi. Halqaların təsvirləri qeyri-adi idi. Aparata halqaların Günəş tərəfindən işıqlandırılmayan tərəfləri yönəldiyindən cihazlar halqalardan əks olunan işığı deyil, içərilərindən keçən işığı qeydə almışdı.

"Pioner-11" Günəş sistemini tərk etdi, lakin onun zəif siqnalları Yer antenaları tərəfindən hələ də tutulmaqdadır.

Daha keyfiyyətli təsvirlər Yupiterin cazibəsinin təsiri altında öz trayektoriyalarını dəyişdirib, Saturna doğru istiqamət götürmüş iki "Voyacer"in uçuşu zamanı əldə olunmuşdu. Planetin buludlu üst qatının təsvirləri üzərində burulğanlanan zolaqlar, qasırğalar, oreollar və Yupiterin törəmələrinə bənzər sarıdan tutmuş qəhvəyi rəngədək müxtəlif rəngli ləkələr görünür. Diametri 1250 km olan qırmızı ləkə və yoxa çıxan tünd oval törəmələr də aşkar olundu. "Voyacer-1" ilk dəfə göstərdi ki, Saturnun halqalar sistemi 1000-dək ayrı-ayrı nazik halqalardan ibarətdir. O, Saturnun altı yeni peykini aşkar etdi və Titanın 4030 km-dən keçərək, müəyyən etdi ki, onun atmosferinin əsas komponentini, əvvəl düşünüldüyü kimi, metan yox, azot təşkil edir. Saturnun digər peykləri: Tefiya, Mimas, Dion, Reya və Enselada barədə maraqlı məlumatlar əldə edildi. "Voyacer-1" qarşısına qoyulmuş əsas tapşırıqları yerinə yetirib, Günəş sisteminin hüdudlarını tərk etdi.

Saturna ən çox yaxınlaşan aparat "Voyacer-2" oldu. Onun halqalar sistemində irili-xırdalı qırıntılardan, saysız-hesabsız buz zərrəciklərindən ibarət olan daha çox ayrı-ayrı halqaların olduğu müəyyənləşdirildi. Tefiya peykində "Voyacer-2" Saturn sistemində ən iri krater aşkar etdi. Onun diametri 400 km, dərinliyi isə 16 km idi. Saturnla görüşdən sonra "Voyacer-2"-nin uçuş trayektoriyası elə dəyişdirildi ki, 1986-cı ilin yanvarında o, Uranın yaxınlığından keçdi.

Saturnun, onun halqalarının və peyklərinin yeni tədqiqatları "Kassini" adlı bir layihədə nəzərdə tutulmuşdu. Aparatın buraxılması 1997-ci ilin oktyabrında həyata keçirildi. Mürəkkəb trayektoriya üzrə hərəkət edən aparat Saturnun hüdudlarına 2004-cü ilin iyununda çatdı və dörd il ərzində tədqiqatlar aparıldı. Layihədə ən maraqlı məqam Titan atmosferinə xüsusi zondun buraxılması oldu.

URANIN TƏDQİQİ

Uran hüdudlarına çatmış yalnız bir aparat – planet buludlarının xarici örtüyündən 81200 km məsafədə keçmiş "Voyacer-2" kosmik aparatı olmuşdur. Aparatın trayektoriyası peyklərin yerləşdiyi müstəviyə perpendikulyar idi, buna görə də yaxın məsafədən yalnız bu vaxta kimi ən kiçik peyk hesab olunan Mirandanın şəklini çəkmək mümkün olmuşdu. Uranın maqnit sahəsinin gərginliyi Saturndakından daha çox idi, radiasiya qurşaqlarının intensivliyi isə Yerinki kimi idi. Spektrin ultrabənövşəyi tərəfində planetdən 50 min km məsafəyə qədər uzanan Uran atmosferinin işıqlanması qeydə alınmışdı.

Digər nəhəng planetlərdəki kimi, Uran atmosferində burulğanlar, dalğalanan axınlar, ləkələr (nisbətən daha az), atmosferin dərin qatlarında isə metan buludları aşkar olunmuşdu. Burada helium əvvəl düşünüldüyündən üç dəfə az olub, cəmi 15% təşkil edir. Atmosferin dövranı ekvatordan fərqli olaraq yüksək en dairələrində daha böyük sürətlə baş verir. Hələ Yerüstü müşahidələrə əsasən Uranın doqquz halqası məlum idi. "Voyacer-2" eni 3 km olan onuncu halqa və bir neçə tünd rəngli natamam halqalar aşkar etmişdi. Halqanı təşkil edən zərrəciklərin diametri eninə 1 m təşkil edirdi.

Uranın əvvəlcə məlum olan beş və ölçüləri çox da böyük olmayan on yeni peykinin şəkilləri çəkilmişdi. Oberon peykində bir neçə böyük krater və 6000 m hündürlüyündə dağ aşkar edilmişdi. Titaniya peykində isə çoxsaylı krater və dərələr aşkar edilmişdi. Umbriel peykinin səthi hamardır və onun üzərində kraterlər və işıqlı ləkələr görünür. Səthində çoxsaylı kraterlərin və başqa müxtəlif geoloji proseslərin izləri olan Ariel peyki Saturnun Enselad peykini xatırladır. Miranda peykinin səthi daha mürəkkəbdir. Səthində dərinliyi bir neçə km olan çatlar, yüksəkliklər və salxımşəkilli mağaralar var. Diametri 500 km-dən az olan peykdə belə fəal tektonik fəaliyyət gözlənilməzdir.

Uranın cazibə sahəsinin təsiri nəticəsində "Voyacer-2"nin trayektoriyası yenidən dəyişdirilmiş, Neptun planetinə tərəf yönəldilmişdir.

NEPTUNUN TƏDQİQİ

1989-cu il avqustun 25-dək Neptunla görüşənə qədər "Voyacer-2" kosmik gəmisi 4,5 milyard km məsafə qət etmişdir. 12 il müddətində uzun bir yol keçdiyinə, Yupiterdən Saturn və Urana qədər uçduqda trayektoriyasına çoxlu sayda düzəlişlər edilməsinə baxmayaraq, "Voyacer-2", Yerdən dəqiq hesablanmış vaxta görə, Neptundan ən minimal 5 min km məsafədə olmuşdur.

"Voyacer"dən alınan zəif siqnalların sintezinə əsasən Neptunun səthi, üzərində ağ və tünd ləkələr olan zəif mavi rəngli zolaqlı bulud qatı kimi təsvir olunur. Güclü burulğanlı, bizim Yer kürəsi ölçüsündə olan güclü burulğanlı fırtına saat əqrəbinin əks istiqamətində fırlanır. Neptunun fırlanma oxuna 50° meyilli qütbləri olan maqnit sahəsi aşkar edilmişdir. "Voyacer-2" Neptunda beş zəif halqanın olduğunu da aşkar etdi.

Yerüstü tədqiqatlara, əsasən, onun ətrafına tərsinə fırlanan yalnız iki peyki – Triton və Nereid məlum idi. "Voyacer" Neptunun ölçüləri 200-dən 50 km-ə qədər olan və tərsinə fırlanan daha altı peykini aşkar etdi. Triton və Nereidin spektrinin UB oblastında yerdə müşahidə edilən qütb parıltılarına oxşar hadisələr aşkar edildi.

Tritonun çox nazik qaz örtüyü var, onun yuxarı qatı azotdan ibarətdir. Örtüyün aşağı qatlarında metan və azot birləşmələrinin bərk zərrəcikləri aşkar edilmişdir. Neptunun səthində mövcud olan kraterlərdən başqa, fəaliyyətdə olan vulkanlar, kanyonlar və dağlar aşkar edildi.

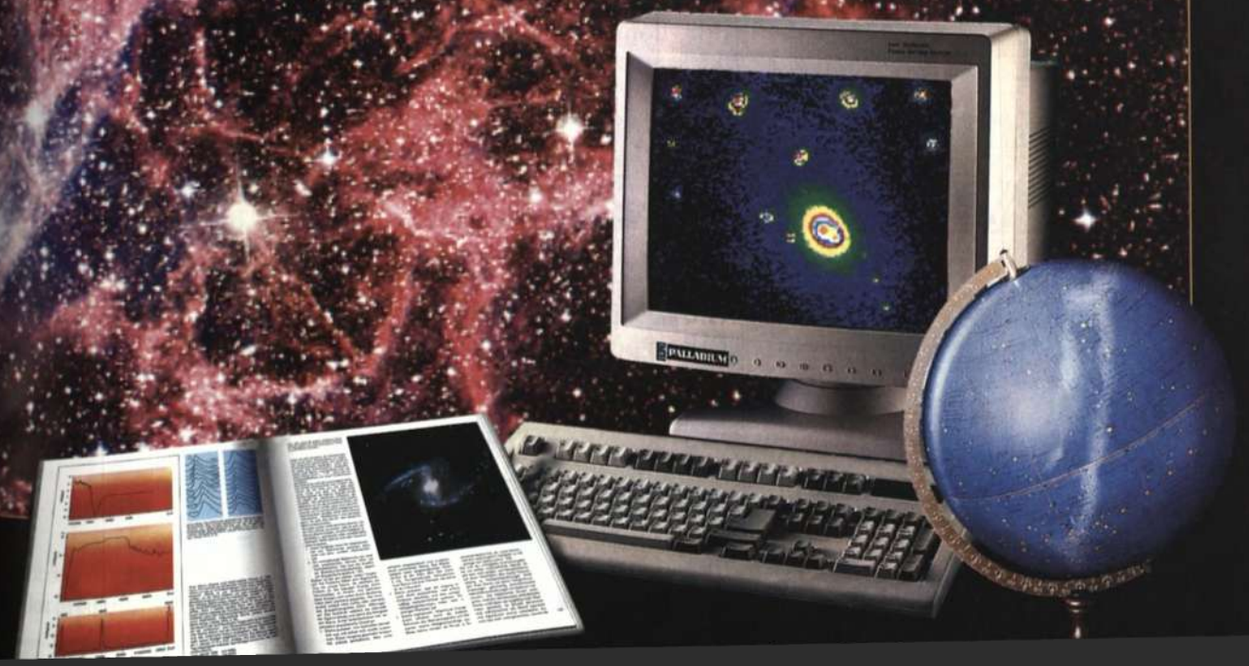
"Voyacer-2" Günəş sistemindən kənarda kosmik fəzanı tədqiq etməkdə davam edir. Alimlər 2013-cü ilədək bu kosmik aparatdan məlumatlar alacaqlarına ümidvardırlar.



ULDUZLAR VƏ QALAKTİKALAR ALƏMİNDƏ









ULDUZLAR: ƏSAS İŞTİRAKÇILAR

ULDUZ NƏDİR?

Ulduzlar dinozavrların, Böyük Buzlaşmanın və tikilməkdə olan Misir ehramlarının başı üzərində işıq saçmışdır. Eyni ulduzlar finikiyalı dənizçilərə və Kolumbun dörddorlu gəmilərinə yol göstərmişdir. Onlar yüksəklikdən Yüzillik müharibəni və Xirosimada atom bombasının partlayışını seyr etmişdir. Bəzi adamlar ulduzları allahların gözləri və allahların özləri hesab etmişlər. Başqaları isə ulduzları göyün büllur günbəzinə vurulmuş gümüş mismarlar hesab etmişlər. Bir başqaları isə onları göy işığının şırnaq kimi püskürülməsi üçün açılan deşiklər hesab etmişlər.

Bizim ulu babalarımız ulduzların sabitliyini, dayanıqlığını və dərkedilməzliyini dünyanın mövcudluğunun danılmaz şərti, şəraiti hesab etmişlər. Qədim misirlilər belə hesab edirdilər ki, insanlar ulduzların təbiətini nə vaxt dərk etsələr, elə o zamanda da dünyanın sonu çatacaqdır. Başqa xalqlar isə inanırdılar ki, Tazılar bürcü Böyük Ayı bürcünə çatanda Yer üzündə həyat dayanacaqdır. Ola bilsin, onlar üçün dərk etmək vacib idi ki, bu qeyri-səlis və dəyişən aləmdə zamana tabe olmayan nəsə qalacaqdır.

Təəccüblü deyil ki, hələ ta qədimdən ulduzlar aləmində hər hansı dəyişkənlik mühüm hadisələrin qabaqcadan xəbər verilməsi kimi başa düşülürdü. Bibliyaya görə, qəflətən alışan ulduz bütün dünyaya İsa Peyğəmbərin (Məsihin) doğulmasını xəbər verdi. Başqa bir ulduz – Yovşan isə bizə dünyanın sonu barədə xəbər verəcəkdir.

Bir çox minilliklər ərzində astroloqlar ayrı-ayrı adamların və bütün dövlətlərin həyatlarını ulduzlara görə tutuşdurub yoxlayır, hərçənd bununla bərabər xəbərdarlıq da edirlər. Taleyin qabaqcadan təyin edilməsində ulduzların rolu

böyük olsa da, mütləq deyildir. Onlar deyirdilər ki, ulduzlar əmr etmir, yalnız məsləhət verir.

Lakin zaman keçdikcə, insanlar da ulduzlara getdikcə daha tez-tez deyil, daha az romantik nöqteyi-nəzərdən baxmağa başladılar. Antuan de Sent-Ekzüperi belə demişdir: "Ey yazıq tədqiqatçılar, siz ulduzun orbitini təsvir edib aydınlaşdırdınız, artıq ulduz sizin üçün canlı göy cismi deyildir". Həqiqətən də, ulduzlara fiziki obyektlər kimi baxmağa başladılar; onların təsviri üçün təbiətin məlum qanunları kifayətdir.

Ancaq bu təsvirin yolunda alimləri çoxsaylı çətinliklər gözləyirdi. Ulduzların üzərindən sirr örtükləri həvəssiz düşürdü və həll olunan hər tapmaca, hər şeylə maraqlanan alimlər qarşısında onlarca yeni məsələ qoyurdu. Buna baxmayaraq, zaman-zaman köhnə təsəvvürlərdən əl çəkmək lazım gəlirdi. Bəzi ulduzların öz parlaqlığını dəyişməsini hələ qədim yunanlar bilirdilər. Yeni zamanın elmi göstərdi ki, bu xassə olduqca çoxsaylı ulduzlara da bu və ya digər dərəcədə məxsusdur. Əsrlər boyu



Yura dağları üzərində (İsveçrə) göyün bir hissəsi. Orada parlaq ulduzlarla zəngin qış bürcləri görünür. Mərkəzdə görünən Oriondur. Orionun qurşağı (üç bir-birinə yaxın, parlaq ulduz) sol qurtaracağı ilə göyün ən parlaq ulduzu Siriusu, sağ qurtaracağı ilə Əldebaranı (Buğanın α-sı) göstərir.

ulduzlar hərəkətsiz hesab olunurdu. Yalnız 1718-ci ildə ingilis astronomu Edmund Halley aşkar etdi ki, üç parlaq ulduz: Sirius, Prosion və Arktur başqa ulduzlara nisbətən yavaş-yavaş hərəkət edir. Sonrakı müşahidələr təsdiq etdi ki, ulduzların bu xassəsi istisna deyil, qaydadır. Başqa ingilis astronomu Uilyam Herşel XVIII əsrin sonunda güman edirdi ki, bütün ulduzlar eyni miqdarda işıq şüalandırır, görünən parlaqlıqda fərqlər isə yalnız onların Yerdən müxtəlif uzaqlıqda olması ilə bağlıdır. 1837-ci ildə yaxın ulduzlara qədər məsafə ölçüldükdən sonra aydın



Qustav Dore. Beytləhm ulduzu.



Konstantin Boqayevski. Yovşan ulduzu.

Hamı üçün eyni olan bu kosmosu allahlardan heç biri, insanlardan heç biri yaratmamışdır, lakin o həmişə olmuş, vardır və aramla alışan aramla sönən əbədi canlı od olaraq qalacaqdır.

Efesli Heraklit.

Özünün ölçüyəgəlməz əzəmətli, hər yerdə parıldayan sonsuz müxtəlifliyi və gözəlliyi ilə Kainat bizi sükut içində heyrətə gətirir. Lakin, bir tərəfdən bütün bu kamillik haqqında təsəvvürümüz bizim təxəyyülümüzü heyran edirsə, digər tərəfdən əbədi və ciddi nizama uyğun olaraq, ümumi bir qanundan nə qədər əzəmətin, nə qədər möhtəşəmliyin irəli gəldiyini gördükdə ağıl başqa cür vəcdə gəlir.

İmmanuil Kant.
"Ümumi təbiət tarixi və səma nəzəriyyəsi". 1775-ci il.



Əldebaran, zodiak bürclərindən birinin – Buğanın ən parlaq ulduzu. Bu ulduzun adı ərəb dilindən tərcümədə "ardınca gedən" mənasını verir, belə ki, Əldebaran göydə Ülkər-Yeddi qardaş ulduz topasının ardınca hərəkət edir.

oldu ki, bu təəssürat da həqiqətə uyğun deyildir.

Bizim bəxtimiz gətirmişdir, ona görə ki, Kainatın nisbətən sakit oblastında yaşayırıq. Ola bilsin ki, elə buna görə də Yerdə həyat əmələ gəlmişdir və o, belə böyük insani meyarlara görə vaxt intervalı ərzində mövcuddur. Lakin ulduzların tədqiqi baxımından bu fakt təəssüf hissi doğurur. Ətrafda bir çox parsek məsafədə bizim Günəşə oxşar və o qədər də parlaq olmayan göy cisimləri yerləşir. Parsek ulduzlara qədər məsafəni ölçmək üçün istifadə edilən vahiddir. Bu, 3,26 işıq ilinə bərabərdir və ya 30 trilyon km-dir. Nadir rast gəlinən ulduz növləri çox uzaqda yerləşir. Görünür, elə ona görə də ulduzlar aləminin müxtəlif olması uzun müddət insan gözündən gizli qalmışdır.

Yalnız yeni astronomiya cihazlarının ixtira edilməsi ulduzların nə qədər müxtəlif olduğunu başa düşməyə imkan verdi. Yəqin, məhz onda alimlərin qarşısında belə bir sual bütün kəskinliyi ilə durdu: "Ulduz nədir?" İlk öncə isə, bu sual bizə öz yaxınlığı sayəsində başqa ulduzlara nisbətən ən çox müşahidə edilən ulduza – Günəşə yönəldilmişdi.

Hələ qədim yunanlar Günəşi əbədi alovla əlaqələndirirdilər. Müasir dövrün alimləri başa düşməyə çalışırdılar ki, bu alov üçün yanacağın mənbəyi nədir?

XIX əsrin ortalarınadək hesab olunurdu ki, Günəşin xarici təbəqəsi istidir, onun altında isə soyuq səth vardır və bu, arabir közərmiş Günəş buludlarındakı ləkələri – işıq zolaqları arasından görünür. Bu buludların yüksək temperaturunun izahı üçün arasıkəsilmədən Günəşin səthinə düşən, öz kinetik enerjisini ona verən kometalar və meteoritlər haqqında hipotez təklif olunurdu. Sonralar bu hipotezdən imtina etmək lazım gəldi. Günəşdə enerjinin ayrılmasını sadə, adət olunmuş Yer odu – kimyəvi reaksiyalar zamanı ayrılan istilik ilə izah etməyi sınadılar. Ancaq bu hipotez də əsassız oldu. Günəş "odunlarının" bütün ehtiyatı bir neçə min il ərzində yanıb qurtarardı. Geologiyanın məlumatına görə isə, artıq o vaxt – XIX əsrin ortalarında məlum idi ki, Yer lap çoxdan mövcuddur və bütün bu müddət ərzində Günəş onu işıqlandırmışdır. Deməli, Günəşin enerjisi təsəvvür edildiyindən qat-qat çoxdur.

1853-cü ildə alman fiziki German Helmholts güman edirdi ki, Günəşin və başqa ulduzların enerji mənbəyi onların sıxılmasıdır (heç olmazsa, bircə dəfə əl nasosu ilə velosipedin təkərinə hava vurmuş hər kəs qazın qızdığını bilir). Bu vaxt ayrılan enerjinin heç də hamısı qazın qızmasına sərf olunmur. Enerjinin bir hissəsi şüalanmaya sərf edilir. Maddənin sadəcə yanması ilə müqayisədə sıxılma xeyli dərəcədə daha güclü enerji mənbəyidir. Sıxılan Günəş, on milyonlarla illər müddətində işıq saça bilərdi. Ancaq bu da az oldu. Günəşin enerji mənbəyi fasiləsiz olaraq artıq bir neçə milyard ildir ki, fəaliyyətdədir. Alimlər bu çətin vəziyyətdən çıxmağa nə qədər cəhd etmişlər!

Ulduzlar öz xassələrinin bütün rəngarəngliyi ilə tədqiqatçılar qarşısında peyda olduqdan sonra məsələ xeyli dərəcədə mürəkkəbləşdi.

Ulduzun müşahidələrdən bu və ya digər üsulla təyin edilə bilən əsas xarakteristikaları onun şüalanmasının gücü (bu, astronomiyada işıqlıq adlanır), kütləsi, radiusu, temperaturu və atmosferinin kimyəvi tərkibidir. Göstərilən parametrləri bilməklə ulduzun yaşını hesablamaq olar. Çox maraqlıdır ki, bütün bu xarakteristikalara görə başqa ulduzlar arasında o qədər də fərqlənməyən Günəş orta bir mövqe tutur. Yuxarıda sadalanan parametrlər çox geniş həddə dəyişir. Bundan başqa, onlar bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədədir. Ən yüksək işıqlıqlı ulduzlar, bir qayda olaraq, ən böyük kütləyə malikdir, əksinə, kiçikkütləli ulduzlar çox zəif işıq saçır. Ulduzun bütün parametrləri onun yaşından, kütləsindən və kimyəvi tərkibindən asılıdır.

Astronomlar bir ulduzun həyatını əvvəldən axıra kimi izləmək iqtidarında deyillər. Hətta ən az yaşayan ulduzların "ömrü" milyonlarla illərdir, bu isə nəinki bir adamın, hətta bütün bəşəriyyətin ömründən uzundur. Ancaq alimlər öz inkişafının ən müxtəlif mərhələlərində olan yeni yaranmış və ölməkdə olan çoxlu ulduzu müşahidə edə bilirlər.





◂ Sirius (Böyük Köpəyin α-sı).

▲ Rigel (Orionun β-sı).

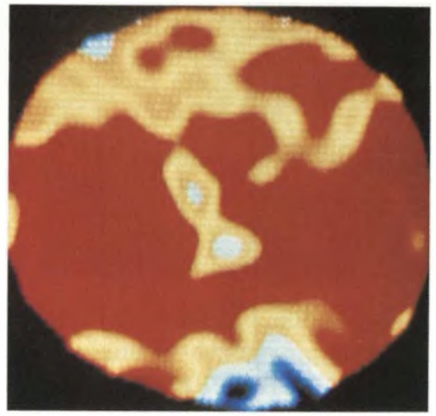
Çoxsaylı ulduz portretlərinə əsasən onlar hər bir ulduzun təkamül yolunu bərpa etməyə və bioqrafiyasını yazmağa çalışırlar.

Ulduzun həyat yolu kifayət qədər mürəkkəbdir. O, öz tarixi ərzində çox yüksək temperatura qədər qızır və sonra o dərəcədə soyuyur ki, onun atmosferində toz dənəcikləri əmələ gəlməyə başlayır. Ulduz Mars orbitinin ölçüləri ilə müqayisə edilə bilən nəhəng ölçülərə qədər genişlənir və bir neçə on kilometrədək sıxılır. Onun işıqlığı çox böyük qiymətlərə qədər artır və demək olar, sıfıra enir.

Ulduzun həyatı heç də həmişə sakit keçmir. Onun təkamülünün mənzərəsi



Günəş bizə ən yaxın ulduzdur.



Bətəlgeyze ulduzunun diski (Orionun α-sı).

fırlanması ilə, bəzən çox tez sürətlə, dayanıqlıq həddinə fırlanması ilə mürəkkəbləşir (yüksək sürətlə fırlanma zamanı mərkəzdənqaçma qüvvələri ulduzu dağıtmağa cəhd edir). Bəzi ulduzların səthində fırlanma sürəti 500–600 km/san-yə çatır. Günəş isə 2 km/san sürətlə fırlanır. Nisbətən sakit ulduz olan Günəş müxtəlif periodlu rəqslərə məruz qalır, onun səthində partlayışlar və maddə atımları baş verir. Bəzi başqa ulduzların fəallığı müqayisəedilməz dərəcədə yüksəkdir. Ulduz öz təkamülünün müxtəlif mərhələlərində dəyişən ola bilər, öz parlaqlığını müntəzəm olaraq dəyişməyə başlayar, sıxılar və yenidən genişlənər. Bəzən isə ulduzlarda güclü partlayışlar baş verir. Ən böyük kütləli ulduzlar partlayanda onların parlaqlıqları qısa müddət ərzində Qalaktikanın qalan ulduzlarının birgə parlaqlıqlarından çox ola bilər.

XX əsrin əvvəlində, əsasən, ingilis astrofiziki Artur Eddinqtonun əsərləri sayəsində öz təkində enerji mənbəyi – hidrogen nüvələrindən helium nüvələrinin istilik-nüvə sintezi olan közərmiş qaz kürələri kimi ulduzlar haqqında təsəvvür qəti olaraq formalaşdı. Sonrakı araşdırmalardan aydın oldu ki, ulduzlarda ən ağır kimyəvi elementlər də sintez edilə bilər.

Müasir təsəvvürlərə görə, tək ulduzun həyat yolu onun ilkin kütləsi və kimyəvi tərkibi ilə təyin edilir. Ulduzun mümkün ola biləcək minimum kütləsinin nəyə bərabər olduğunu dəqiq deyə bilmərik. İş burasındadır ki, kiçikkütləli ulduzlar çox zəif obyektlər olduğundan onları müşahidə etmək son dərəcə çətindir. Ulduzların təkamülü nəzəriyyəsi təsdiq edir ki, kütləsi Günəş kütləsinin 1/700–1/800 hissəsini təşkil edən ulduzlarda istilik-nüvə reaksiyaları uzun müddət gedə bilməz. Bu kəmiyyət müşahidə edilən ulduzların minimum kütləsinə yaxındır. Onların işıqlığı Günəşinkindən on min dəfələrlə azdır. Belə ulduzların səthində temperatur 2000–3000°-dən artıq olmur. Belə tutqun tünd-qırmızı rəngli cırtdan ulduzlardan biri Günəşə yaxın olan Sentavr bürcündəki Proksimadır.

Böyük kütləli ulduzlarda, əksinə, bu reaksiyalar çox sürətlə cərəyan edir. Əgər yeni əmələ gələn ulduzun kütləsi Günəşin kütləsindən 50–70 dəfə çox olarsa, istilik-nüvə yanacağı yandıqdan sonra son dərəcə intensiv şüalanma öz təzyiqi ilə artıq kütləni sadəcə tullaya bilər. Məsələn, kütləsi limitə yaxın olan ulduzlar bizimlə qonşu Böyük Magellan Buludu qalaktikasında Tarantul dumanlığında aşkar edilmişdir. Belə ulduzlar bizim Qalaktikada da var. Bir neçə milyon ildən sonra (ola bilsin ki, bundan da tez) bu ulduzlar ifratyeni ulduzlar kimi partlaya bilər (böyük alışma enerjisinə malik partlayan ulduzlar belə adlanır).

Ulduzların kimyəvi tərkibinin öyrənilməsi tarixi XIX əsrin ortalarından başlanır. Hələ 1835-ci ildə fransız filosofu Oqüst Kont yazırdı ki, ulduzların kimyəvi tərkibi bizim üçün həmişə sirr olaraq qalacaqdır. Lakin çox keçmədən spektral analiz metodu tətbiq edildi ki, indi o nəinki Günəşin və bizə yaxın ulduzların, eyni zamanda, ən uzaq qalaktikaların və kvazarların nədən ibarət olduğunu aydınlaşdırmağa imkan verir. Spektral analiz dünyanın fiziki vəhdətini sözsüz təsdiq etdi. Ulduzlarda heç bir naməlum kimyəvi element aşkar edilmədi. Yalnız yeganə element – helium – ilk dəfə Günəşdə, sonra isə Yerdə aşkar edildi. Ancaq maddənin Yerdə məlum olmayan fiziki vəziyyətləri (güclü ionlaşma, cırlaşma) yalnız ulduzların atmosferlərində və təkində müşahidə edilir.

Ulduzlarda miqdarca ən çox olan element hidrogendir. Onların tərkibində heliumun miqdarı təxminən üç dəfə azdır. Qalan elementlərin miqdarı isə 3%-dir. Adətən, ulduzların kimyəvi tərkibindən danışanda heliumdan ağır elementlərin miqdarı nəzərdə tutulur. Ağır elementlərin miqdarı çox deyil (2%). Ancaq Amerika astrofiziki Devid Qreyin ifadəsi ilə desək, onlar, bir boşqab şorbada bir çimdik duz kimi, ulduzların tədqiqatçısının işinə xüsusi "dad" verir. Ulduzların ölçüsü, temperaturu və işıqlığı ağır elementlərin miqdarından çox asılıdır.

Hidrogen və heliumdan sonra ulduzlarda ən çox yayılmış elementlər Yerin kimyəvi tərkibində üstünlük təşkil edən eyni elementlərdir: oksigen, karbon, azot, dəmir və s. Müxtəlif yaşlı ulduzların kimyəvi tərkibi müxtəlifdir. Ən qoca ulduzlarda heliumdan ağır elementlərin miqdarı Günəşdə olduğundan xeyli dərəcədə azdır. Bəzi ulduzlarda dəmirin miqdarı Günəşdəkindən müqayisədə yüz və min dəfələrlə azdır. Bu elementlərin miqdarı Günəşdəkindən çox olan ulduzların sayı nisbətən azdır. Bu ulduzların əksəriyyəti qoşadır və bir qayda olaraq, başqa parametrlərə – temperatura, maqnit sahəsinin gərginliyinə və fırlanma sürətlərinə görə də qeyri-adi hesab olunur. Bəzi ulduzlar hər hansı bir elementin və ya elementlər qrupunun miqdarına görə də başqalarından fərqlənir. Belə ulduzlara misal olaraq bariumlu və ya civə-marqanlı ulduzları göstərmək olar. Belə anomaliyaların səbəbi hələ tam aydın deyildir.

İlk baxışda elə görünə bilər ki, elementlərin bu kiçik "qarışığının" araşdırılması ulduzların təkamülünü başa



Ən böyük müasir teleskoplardan birinin – altımetrlik BTA reflektorunun qülləsi (Zelençuk, Şimali Qafqaz, Rusiya).



Gecə göyü. Orion, Böyük Köpək (solda) və Arabaçı (sağda) bürclərinin ulduzları.

düşməyə az imkan verir. Əslində isə, bu belə deyildir. Heliumdan ağır elementlər, ağır kütləli ulduzların təkində gedən istilik-nüvə və nüvə reaksiyaları, əvvəlki nəsillərin yeni və ifratyeni ulduzlarında baş verən alışmalar zamanı əmələ gəlmişdir. Ulduzların kimyəvi tərkibinin yaşdan asılılığının öyrənilməsi müxtəlif dövrlərdə onların əmələ gəlməsi tarixinə, bütövlükdə Kainatın təkamülünə işıq salmağa imkan verir.

Ulduzun həyatında onun maqnit sahəsi mühüm rol oynayır. Əslində, Günəş fəallığının bütün təzahürləri ləkələr, alışmalar, məşəllər və s. maqnit sahəsi ilə əlaqədardır. Maqnit sahəsi Günəşinkindən güclü olan ulduzlarda bu proseslər daha böyük intensivliklə cərəyan edir. Məsələn, bəzi belə ulduzların parlaqlığının dəyişməsi, Günəşdəki kimi, onun səthinin 10%-dən çoxunu örtən ləkələrin əmələ gəlməsi ilə izah olunur. Ancaq ulduzların fəallığını şərtləndirən fiziki mexanizmlər hələ axıra qədər öyrənilməmişdir. Maqnit sahəsinin ən böyük intensivliyi yığcam ulduz qalıqlarında: ağ cırtdanlarda və xüsusilə neytron ulduzlarındadır.

* * *

İki yüz ildən bir qədər artıq dövr ərzində ulduzlar haqqında təsəvvür köklü surətdə dəyişdi. Göydə əlçatmaz uzaq və laqeyd işıqsaçan nöqtələrdən onlar hərtərəfli fiziki tədqiqat mövzusuna çevrilmişdir. Sanki, Sent-Ekzüperinin astronomlara etdiyi tənəyə cavab olaraq, alimlərin bu problemə baxışını Amerika fiziki Riçard Feynman belə ifadə etmişdir: "Şairlər iddia edirlər ki, elm ulduzları gözəllikdən məhrum edir. Onlar üçün ulduz, sadəcə, qaz kürələridir. Mən də ulduzları seyrə dalır və onların gözəlliyini hiss edirəm. Bəs onda hansımız daha çox şey görür?"

Müşahidə texnologiyalarının inkişafı sayəsində astronomlar ulduzları nəinki gözə görünən, hətta görünməyən şüalanması belə tədqiq etmək imkanı əldə etdilər. İndi onların quruluşu və təkamülü haqqında çox şey məlumdur, ancaq məlum olmayan şeylər də çoxdur. Ulduzlar haqqında müasir elmin yaradıcısı Artur Eddinqtonun, nəhayət, "ulduz kimi adi bir şeyi başa düşmək" arzusunun həyata keçəcəyi vaxt hələ qabaqdadır.

ULDUZLARDAN ÖLÇÜ GÖTÜRÜLMƏSİ

Ulduzlu göy sferasını seyrə dalmaq, onunla maraqlanmaq üçün heç də vacib deyil ki, bütün ulduzlar təsvir edilsin və onların fiziki xarakteristikaları aydınlaşdırılsın. Onlar özlüyündə gözəldir. Əgər ulduzlara təbii obyekt kimi baxsaq, onların dərk edilməsinin təbii yolu bu səma cisimlərinin fiziki xassələrinin ölçülməsindən və müqayisəsindən keçir.

PARLAQLIQ

Gecə göyünü müşahidə edən hər bir kəs, ilk növbədə, müxtəlif parlaqlıqlı ulduzların olduğunu görür. Ulduzların görünən parlaqlıqlarını ulduz ölçüsü ilə qiymətləndirirlər ("Ulduz ölçüləri" məqaləsinə bax). Ulduz ölçülərinin tarixən yaranmış sistemində ən parlaq ulduza birinci ölçülü, adi gözlə görünən ən zəif ulduza isə altıncı ölçülü ulduz demək qəbul olunub. Sonralar isə ulduz ölçülərini daha dəqiq obyektiv qiymətləndirmək üçün bu sistemi təkmilləşdirdilər. Qəbul olunmuşdur ki, beş ulduz ölçüsü fərqi onların görünən parlaqlığında düz 100 dəfə fərqinə uyğun gəlir. Deməli, bir ulduz ölçüsündə fərq o deməkdir ki, bir ulduz digərindən $\sqrt[5]{100} \approx 2{,}512$ dəfə parlaqdır. Daha dəqiq ölçmələr üçün yalnız tam ədədlərlə ifadə olunan ədədlər çox kobud olduğundan, kəsir qiymətləri də daxil edilmişdir. Ulduz ölçüləri *m* indeksi ilə göstərilir (*lat.* magnitudo – "kəmiyyət" sözünün baş hərfidir) və ulduz ölçüsünü göstərən ədədin üstündə yazılır. Məsələn, Qütb ulduzunun parlaqlığı $2{,}3^m$-dir.

Parlaq səma cisimlərinin ulduz ölçülərini qiymətləndirmək üçün altı pillə kifayət etmədi. Sıfır və mənfi ulduz ölçüləri də işlədildi. Məsələn, tam Ayın ulduz ölçüsü -11^m-dir. Bu isə ən parlaq ulduz olan Siriusun parlaqlığından 10 min dəfə çoxdur. Veneranın ulduz ölçüsü isə -4^m-dir. Teleskoplar kəşf edildikdən sonra astronomlar 6^m-dən zəif ulduzlarla tanış olmuşlar. Hətta binokl ilə 10^m ölçülü ulduzlar, AMEA ŞAR-ın ikimetrlik teleskopu ilə 19^m ölçülü, nəhəng 6-10 metrlik teleskoplarla isə 27-29^m ölçülü ulduzları müşahidə etmək olur.

Ulduzun görünən parlaqlığı asan ölçülən, mühüm xüsusiyyət olsa da, hələ onun tam xarakteristikası deyildir. Ulduzların şüalanmasının gücünü – *işıqlığını* müəyyən etmək üçün onlara qədər olan məsafəni bilmək lazımdır.

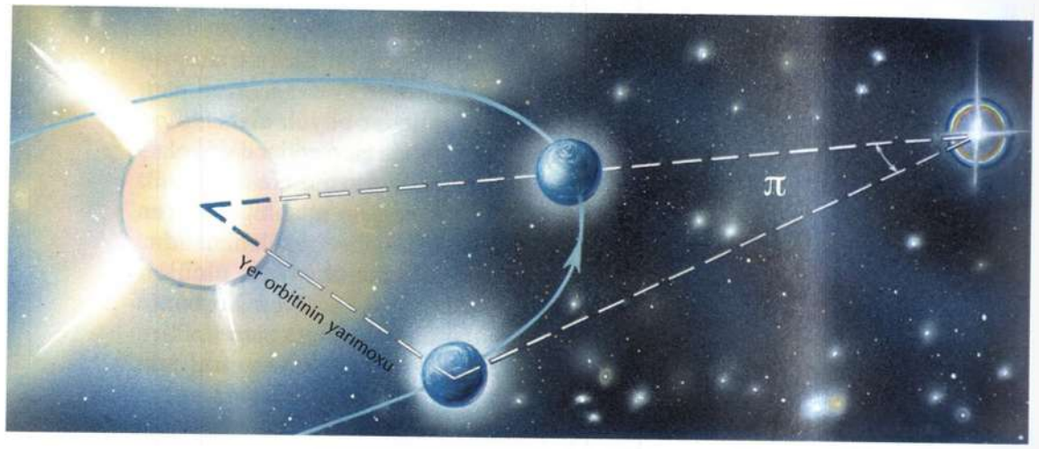
ULDUZLARA QƏDƏR MƏSAFƏ

Uzaqda yerləşən hər hansı əşyaya qədər məsafəni onun yanına fiziki olaraq getmədən də ölçmək mümkündür. Bunun üçün məlum uzunluqda parçanın (bazisin) iki uc nöqtəsindən bu əşyaya tərəf bucağı (istiqaməti) ölçmək lazımdır. Sonra parçanın uclarının və uzaqda yerləşən əşyanın əmələ gətirdiyi üçbucağın ölçülərini hesablamaq lazımdır. Bunu ona görə etmək mümkündür ki, bu üçbucağın bir tərəfi (bazis) və iki bitişik bucağı məlumdur. Yer səthində aparılan bu ölçmələr üsulu trianqulyasiya adlanır.

Bazis nə qədər böyük olarsa, ölçmənin nəticəsi də bir o qədər dəqiq olar. Ulduzlara qədər olan məsafə çox böyük olduğundan, bazisin uzunluğu da Yer küresinin ölçüsündən böyük olmalıdır, əks halda ölçmənin xətası ölçülən kəmiyyətdən çox olacaqdır. Xoşbəxtlikdən, müşahidəçi bizim planetlə birlikdə bir il ərzində Günəş ətrafında səyahət edir. Əgər o, bir ulduzun bir neçə ay intervalında iki müşahidəsini aparsa, deməli, o, ulduzu Yer orbitinin iki nöqtəsindən müşahidə edir. Bu isə kifayət qədər böyük bazisdir. Ulduza doğru istiqamət dəyişir: o, uzaq ulduz və qalaktika fonunda bir qədər dəyişir. Bu *parallaktik* dəyişmə adlanır. Ulduzun göy sferasında dəyişmə bucağı isə *parallaks* adlanır. Həndəsi mülahizələrdən aydındır ki, bu bucaq dəqiq olaraq, ulduzdan Yer orbitinin bu iki nöqtəsi arasındakı məsafənin görünmə bucağına bərabərdir. Bu bucaq həm nöqtələr arasındakı məsafədən, həm də onların fəzada səmtlənməsindən asılıdır.

Ulduza perpendikulyar istiqamətdə, Yer orbitinin orta radiusunun, ulduzdan göründüyü bucaq ulduzun *illik parallaksı* adlanır. Hətta ən yaxın ulduzların parallaksları həddən artıq az olub, 1″-dən də kiçikdir. Burada çox dəqiq cihazlar lazımdır, ona görə də, təəccüblü deyil ki, uzun müddət XIX əsrin ortalarına qədər ulduzların parallaksını ölçmək mümkün olmamışdır. Təbiidir ki, bu, Kopernikin vaxtında, əsla mümkün deyildi, hərçənd o, ilk dəfə təklif etdiyi parallaks üsulunu özünün heliosentrik sisteminin birbaşa nəticəsi hesab edirdi. Geosentrik sistemdə isə parallaktik yerdəyişmə ola bilməz.

Parallaks anlayışı ilə astronomiyada məsafənin əsas vahidlərindən olan *parsek*



İllik parallaksın sxemi.



əlaqəlidir ("parallaks" və "sekund" (*ing.* saniyə) sözlərinin ilk hərflərindən götürülüb). Bu illik parallaksı 1″ olan xəyali ulduza qədər məsafədir. Başqa sözlə, bir astronomik vahidə (1 a.v.) bərabər olan Yer orbiti radiusunun həmin ulduzdan görünmə bucağı 1″-dir. İstənilən ulduzun illik parallaksı, ona olan məsafə ilə

$$r = \frac{1}{\pi}$$

sadə düstur ilə ifadə olunur. Burada r – parseklərlə məsafə, π – saniyələrlə illik parallaksdır.

Parallaktik üçbucaqdan asanlıqla hesablamaq olar ki, 1 parsek 206265 a.v. və ya təxminən 30 trilyon km-dir. Bu, çox böyük məsafədir, belə ki, işıq bu yolu 3,26 ilə başa vurur.

Hazırda parallaks üsulu ilə minlərlə ulduza qədər məsafə hesablanmışdır. Təəssüflər olsun ki, ancaq ən yaxın ulduzlar üçün bunu böyük dəqiqliklə yerinə yetirmək olur. Ancaq elə başqa üsullar da var ki, onların köməyi ilə ulduzlara qədər məsafəni dolayı yol ilə, müxtəlif astrofizik və ya statistik nisbətlərdən istifadə ilə təyin etmək olur. Belə ki, dəyişən ulduz olan sefeidlərin işıqlığının dəyişməsi parlaqlığının dövri dəyişməsi ilə bağlıdır. Uzaq dəyişən ulduzun periodunu və görünən ulduz ölçüsünü bilməklə ulduzlara qədər məsafəni asan tapmaq olur. Qoşa ulduzları öyrənmək üsulu da müəyyən ulduzlara qədər məsafəni təyin etməyə imkan verir. Ulduzlara və ulduz sistemlərinə qədər məsafəni təyin etməyin başqa üsulları da var.

İŞIQLIQ

Parlaq ulduzlara qədər məsafə ölçüldükdən sonra aydın oldu ki, onların əksəriyyətinin işıqlığı Günəşinkindən çoxdur. Günəşin işıqlığı $L_\odot \approx 4 \cdot 10^{26}$ Vt vahid qəbul edilir. Dörd parlaq ulduzun parlaqlığı Günəşlə müqayisədə aşağıdakı kimidir:

Sirius	$22\ L_\odot$	Arktur	$107\ L_\odot$
Kanopus	$4700\ L_\odot$	Veqa	$50\ L_\odot$

Bu o demək deyildir ki, Günəş başqa ulduzlara nisbətən çox "solğundur". Onun işıqlığı ulduzlar aləmində orta qiymətdən böyükdür. Bizdən 15 işıq ilindən çox olmayan məsafədə yerləşən bir neçə on ulduzdan yalnız ikisinin – Sirius və Prosionun işıqlığı Günəşinkindən çox və Sentavr α-sının işıqlığı isə ondan bir qədər azdır. Qalan ulduzların işıqlığı daha azdır. İşıqlığı Günəşdən on

min dəfə az olan ulduzlar da var. Müşahidə edilən ulduzların işıqlıq intervalı ağlasığmaz dərəcədə genişdir: onlar birbirindən milyard dəfə fərqlənə bilər!

RƏNG VƏ TEMPERATUR

Ulduzun ən asan ölçülən xarakteristikalarından biri də onun rəngidir. Közərmiş metalın qızma dərəcəsindən asılı olaraq, rəngi dəyişdiyi kimi, ulduzun rəngi həmişə onun temperaturunun göstəricisidir. Astronomiyada mütləq temperatur şkalasından istifadə olunur. Onun addımı Selsi şkalasındakı addımla eynidir. Bir kelvin (1 K) bizə tanış olan Selsi (1 °C) dərəcəsi ilə eynidir. Ancaq mütləq temperatur şkalasının başlanğıc nöqtəsi -273 (0 K = -273 °C) sürüşmüşdür.

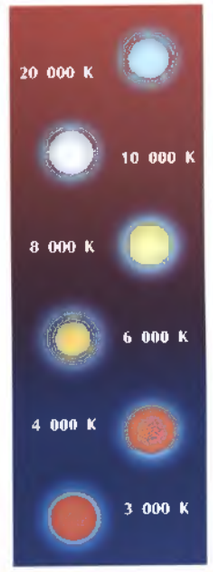
Ən isti ulduzlar həmişə mavi və ağ, bir az soyuq olanlar sarı, daha soyuq ulduzlar isə qırmızı rəngdə olur. Ən soyuq ulduzların temperaturu 2-3 min Kelvin olsa da, istənilən ərimiş metaldan istidir.

İnsan gözü ulduzların rəngini kobud təyin edir. Ulduzların rəngini daha dəqiq təyin etmək üçün, spektrin görünən və ya görünməyən hissələrinə həssas olan fotoqrafik və fotoelektrik işıqqəbuledicilərindən istifadə olunur. Ulduzun rəngi, şüalanmanın spektrin hansı hissəsinə daha çox düşməsindən asılıdır. Spektrin müxtəlif hissələrində ulduz ölçülərini müqayisə etmək ulduzun rəngini kəmiyyətcə müəyyən etməyə və onun temperaturunu qiymətləndirməyə imkan verir.

ULDUZLARIN SPEKTRAL TƏSNİFATI

Ulduzların şüalanmasının təbiəti haqqında tam informasiyanı onların spektri verir. Teleskopa qoşulan spektral cihaz, xüsusi optik qurğu – difraksiya qəfəsinin köməyi ilə ulduzun işığını dalğa uzunluğuna görə, göy qurşağı kimi ayırır. Görünən ən qısadalğalı şüalanma bənövşəyi, uzundalğalılar isə qırmızı rəngə uyğun gəlir. Elə ona görə də ulduzdan müxtəlif dalğa uzunluqlarına nə qədər enerji düşdüyünü müəyyən edib, temperaturu rəngə görə daha dəqiq təyin etmək olur.

Spektral zolaqları kəsən çoxsaylı qara xətlər, ulduz atmosferində olan müxtəlif element atomlarının işığı udması ilə bağlıdır. Hər kimyəvi elementin öz xətlər toplusu olduğundan spektr bizə ulduzun kimyəvi tərkibini aşkar etməyə imkan verir. Digər tərəfdən, aydın olmuşdur ki, Yerdə məlum olan elementlərdən ulduz atmosferlərində ən çox yayılanı hidrogen və helium kimi yüngül elementlərdir. Hətta eyni bir elementin xətlər toplusu və həmin xətlər tərəfindən udulan enerjinin miqdarı atmosferin temperatur və sıxlığından asılıdır. Ulduzun spektrinin analizinə əsasən onun fiziki halını müəyyən edən xüsusi üsullar işlənib hazırlanmışdır.



Ulduzların temperaturu və rəngi.

Temperaturu 10-15 min dərəcə kelvindən çox olan isti mavi ulduz atmosferlərində atomların əksəriyyəti elektronlarını itirib, yəni ionlaşıb. Tamamilə ionlaşmış atomların spektral xətti yoxdur, ona görə də belə ulduzların spektrlərində xətt az olur. Bunlardan ən gözə dəyən element heliumdur. 5-10 min dərəcə kelvin temperaturu olan ulduzlarda (Günəş elə bu növ ulduzlara aiddir), hidrogen, kalsium, dəmir, maqnium və başqa metalların xətləri üstünlük təşkil edir. Nəhayət, daha soyuq ulduzlarda metal və yüksək temperatur tələb olunmayan titan oksidi kimi molekulların xətləri üstünlük təşkil edir.

XX əsrin əvvəllərində ABŞ-ın Harvard rəsədxanasında ulduzların spektral təsnifatı işlənib hazırlandı. Burada əsas spektral siniflər latın hərfləri (O, B, A,

F, G, K, M) ilə işarə edilmişdir. Bu spektral siniflər bir-birindən müşahidə edilən xətlər toplusu ilə fərqlənir və tədricən birindən o birinə keçir. Bu ardıcıllıqda ulduzların temperaturu azalır və onların rəngi də mavidən qırmızıya doğru dəyişir. 1998-ci ildə ulduzların spektral təsnifatı W, O, B, A, F, G, K, M, R, N, S kimi qəbul edildi. Harvard Universitetinin astronom tələbələri bu spektral ardıcıllıq yaddan çıxmasın deyə, "Wow! Oh, Be, A, Fine Girl, Guy Kiss, Me Right, Now Sweety!" kimi ritmik mahnı oxuyarlarmış.

O, B və A siniflərə aid olan ulduzlar *isti* və ya *ilkin*, F və G – *Günəş növlü*, K və S növlü ulduzlar isə *soyuq* və ya *sonrakı* ulduzlar adlanır. Daha dəqiq olsun deyə, hər spektral sinif 0-9 rəqəmləri ilə daha on yarımsinfə bölünür və spektral sinfi göstərən hərfdən sonra yazılır. Beləliklə, yarımsiniflərin ardıcıllığı alınır. Məsələn, G9 yarımsinfindən sonra K0 və s. gəlir. Bəzi ulduzların "spektral pasport"u aşağıdakı kimidir:

Günəş G2	Deneb A2
Sirius A1	Əltair A7
Kanopus F0	Bətəlgeyze M2
Arktur K2	Qütb ulduzu F8
Veqa A0	Prosion F5
Rigel B8	

ULDUZLARIN ÖLÇÜLƏRİ

Ulduzlar o qədər uzaqda yerləşir ki, hətta ən böyük teleskopda nöqtə kimi görünür. Bəs ulduzların həndəsi ölçülərini necə öyrənmək olar?

Ay bu sahədə astronomların köməyinə gəlir. O, yavaş hərəkət edərək, tədricən ulduzlardan gələn işığın qabağını kəsir. Ulduzun bucaq ölçüsünün çox kiçik olmasına baxmayaraq, Ay onları saniyənin yüzdə və ya mində bir hissəsində örtür. Ay ulduzun üzünü örtdükdə onun parlaqlığının tədricən azalması prosesi zamanı bucaq ölçüsü təyin edilir. Ulduza qədər məsafəni bilməklə, bucaq ölçüsündən onun həqiqi xətti ölçüsü asanlıqla tapılır.



▸ Bəzi ulduzların Günəşin və Yerin ölçüləri ilə müqayisəli görünüşü.

Lakin, ancaq ulduzların az bir hissəsi müşahidəçilər üçün göydə elə münasib yerləşib ki, Ay onları örtə bilir. Ona görə də ulduzun xətti ölçülərini qiymətləndirmək üçün, adətən, başqa üsullardan istifadə olunur. Çox da uzaq olmayan parlaq ulduzların bucaq diametri xüsusi cihaz – optik interferometr ilə təyin edilir. Həqiqətən, belə ölçmələrin aparılması kifayət qədər çətindir. Əksər hallarda ulduzun radiusu (R), bütün optik diapazonda qiymətləndirilən tam işıqlılığı (L) və temperaturu (T) məlum olduqda, nəzəri olaraq təyin edilir. Qızdırılmış cismin şüalanma qanununa görə, ulduzun işıqlığı R^2T^4 kəmiyyəti ilə mütənasibdir. İstənilən ulduzu Günəşlə müqayisə etdikdə, ulduzun temperatur və işıqlığına görə onun radiusunu təyin etməyə imkan verən münasib

$$\frac{R}{R_\odot} = \sqrt{\frac{L}{L_\odot}} \cdot \left(\frac{6000}{T}\right)^2$$

düsturunu alırıq. $R_\odot$, $L_\odot$ və $T_\odot$=6000 K kəmiyyətləri məlumdur.

Aparılan ölçmələr göstərir ki, spektrin optik oblastında müşahidə olunan, ən kiçik ulduzlar *ağ cırtdanlardır*. Onların diametri bir neçə min kilometrdir. Ən böyük *qırmızı ifratnəhənglərin* ölçüləri o qədər böyükdür ki, belə ulduzu Günəşin yerinə qoysaq, Günəş sistemi planetlərinin böyük hissəsi onun daxilində yerləşər.

ULDUZUN KÜTLƏSİ

Kütlə ulduzun ən mühüm xarakteristikasıdır. Ulduzda maddə nə qədər çox toplanırsa, onun mərkəzində təzyiq və temperatur bir o qədər yüksək olur, bu isə əslində ulduzun bütün qalan xarakteristikalarını, habelə onun həyat yolunun xüsusiyyətlərini müəyyən edir.

Kütlə yalnız ümumdünya cazibə qanununa əsasən birbaşa qiymətləndirilə bilər. Qoşa sistemlərə daxil olan çoxsaylı ulduzlar üçün bu cür qiymətləri kütlələrin ümumi mərkəzi ətrafında hərəkətinin sürətlərini ölçməklə əldə etmək mümkün olmuşdur. Kütlənin hesablanmasının bütün başqa üsulları dolayı üsullar sayılır, çünki onlar cazibə qanununa deyil, kütlə ilə bu və ya başqa cür əlaqədar olan ulduz xarakteristikalarının təhlilinə əsaslanır. Çox vaxt bu, işıqlıdır. Bir çox ulduzlar üçün sadə bir qayda mövcuddur: işıqlıq yüksək olduqca kütlə də çox olur. Bu asılılıq xətti deyildir: məsələn, kütlə iki dəfə artıqda işıqlıq 10 dəfədən çox artır.

Ulduzların kütlələri onlarca Günəş kütləsi ilə 0,1 Günəş kütləsi arasındadır. (Kütlə kiçik olduqda cismin mərkəzində temperatur o qədər yüksək olmur ki, istilik-nüvə enerjisi hasil etməyə kifayət etsin. Belə obyektlər o qədər soyuqdur ki, onları ulduz hesab etmək olmaz.) Beləliklə, ulduzlar xətti ölçülərinə görə bir-birindən 100 min dəfələrlə və ya işıqlığına görə milyard dəfədən çox fərqləndiyi halda, kütlələrinə görə həddən artıq az – bir neçə yüz dəfə fərqlənir.

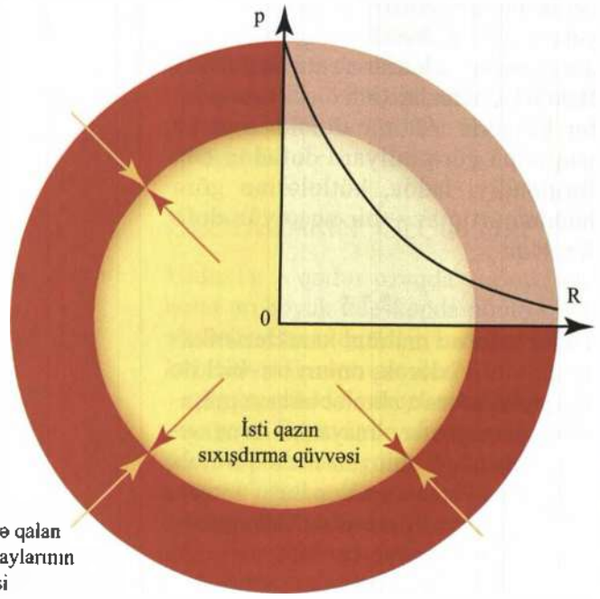
* * *

Ulduzların ən mühüm xarakteristikalarını təhlil edərək, onları bir-biri ilə müqayisə edərək, alimlər birbaşa müşahidələrə müyəssər olmayanları da müəyyənləşdirirlər: ulduzlar necə qurulub, onlar necə yaranır, mövcudluğu ərzində necə dəyişir və öz enerji ehtiyatlarını sərf edəndən sonra nəyə çevrilir.

ULDUZUN QURULUŞU NECƏDİR VƏ O NECƏ YAŞAYIR

Ulduzlar, biz onları indi gördüyümüz kimi, əbədi qalmayacaq. Kainatda daim yeni ulduzlar doğulur, qocaları isə "ölür". Ulduzun necə təkamül etdiyini başa düşmək üçün onun xarici parametrlərini – xətti ölçüsünü, işıqlığını, kütləsinin zamandan asılı olaraq necə dəyişdiyini və ulduzun təkində baş verən prosesləri təhlil etmək lazımdır. Bunun üçünsə ulduz təkinin quruluşunu, kimyəvi tərkibini, temperaturunu, sıxlığını və təzyiqini bilmək lazımdır. Amma ulduzun yalnız xarici qatlarını – atmosferlərini müşahidə etmək olur. Biz ən yaxın ulduz olan Günəşin belə dərinliklərinə nüfuz edə bilmirik. Dolayı üsullara hesablamalara və kompüterlə modellər qurmağa əl atırıq. Bu zaman isə xarici qatların məlumatlarından, Yer və ulduzlar aləmi üçün ümumi olan məlum fizika və mexanika qanunlarından istifadə olunur.

Ulduzda tarazlıq. Yuxarı qatların ağırlıq qüvvəsi xarici qatlardan mərkəzə doğru artan qazın təzyiqi ilə tarazlaşır. Qrafikdə təzyiqin (p) mərkəzə qədər olan məsafədən (R) asılılığı göstərilmişdir.



Elementar zərrəciklərin: elektron, proton və neytronların Yerdəki kimi olduqlarına baxmayaraq, ulduzların nüvələrində fiziki şərait yer laboratoriyalarındakı fiziki şəraitdən tamamilə fərqlənir. Ulduzlar da bizim planetdəki kimyəvi elementlərdən təşkil olunub. Buna görə laboratoriyalarda alınmış bilikləri onlara da tətbiq etmək olur.

Müşahidələr göstərir ki, ulduzların əksəriyyəti dayanıqlıdır, başqa sözlə, onlar az genişlənir və uzun zaman ərzində sıxılmır. Ulduz tam dayanıqlı bir cisim kimi o vaxt mövcud olur ki, onun maddəsinə təsir edən bütün daxili qüvvələr bir-biri ilə tarazlaşır. Bu qüvvələr hansılardır?

Ulduz közərmiş qaz kürəsidir. Qazın əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, o genişlənməyə cəhd edir və istənilən bir həcmi doldura bilir. Qazın bu xassəsi onun təzyiqi ilə bağlıdır, temperaturu və sıxlığı ilə təyin edilir. Bu baxımdan ulduzun daxilindəki hər bir nöqtəyə onu genişləndirməyə cəhd edən təzyiq qüvvəsi təsir edir. Eyni zamanda, hər bir nöqtəyə üst qatlarda yerləşən maddənin onu sıxmağa çalışan ağırlıq qüvvəsi təsir edir. Lakin ulduzda nə sıxılma, nə də genişlənmə baş verir, ulduz dayanıqlı olur. Bu isə o deməkdir ki, hər iki qüvvə bir-birini tarazlaşdırır. Digər tərəfdən, daha dərin qatlara getdikcə üst qatların çəkisi artır, eyni zamanda təzyiq və buna uyğun olaraq temperatur ulduzun mərkəzinə doğru artır.

Ulduz onun nüvəsində istehsal olunan enerjini şüalandırır. Ulduzda temperatur elə paylanmışdır ki, istənilən qatda hər an aşağı qatlardan alınan enerji, yuxarı qatlara ötürülən enerjiyə bərabər olur. Ulduzun nüvəsində nə qədər enerji yaranırsa, onun səthindən də o qədər enerji şüalanmalıdır. Əks halda tarazlıq pozular.

Ulduz tərəfindən buraxılan şüalar öz enerjisini mərkəzdə yerləşən mənbədən alır və ulduzun bütün qalınlığı boyu xaricə doğru hərəkət edərək, yuxarıdakı qatlara təzyiq göstərir. Ulduzun maddəsi şəffaf olsaydı, onda bu hərəkət işıq sürəti ilə, ani baş verərdi. Lakin o qeyri-şəffaf olduğundan şüalanmanın keçməsini ləngidir. İşıq şüaları atomlar tərəfindən udulur və başqa istiqamətlərdə yenidən şüalanır. Hər şüanın yolu mürəkkəbdir. O, dolaşıq, ziqzaqşəkilli əyrini xatırladır. Bəzən o, bir çox minilliklər boyunca "azır", sonra ulduzun səthinə çıxır və onu tərk edir.

Ulduzun səthini tərk edən şüalanma keyfiyyətcə (lakin kəmiyyətcə yox), ulduzun enerji mənbəyində yaranan şüalanmadan fərqlənir. Xaricə doğru hərəkət etdikcə, işıq dalğasının uzunluğu artır. Məsələn, Günəşin səthi, əsasən, görünən işıq və infraqırmızı şüaları buraxır, onun nüvəsində isə qısa dalğa uzunluqlu rentgen və qamma şüaları da yaranır. Günəş və ona oxşar ulduzlarda şüalanma təzyiqi qazın təzyiqinin az bir hissəsini təşkil edir və nəhəng ulduzlarda bu, daha çoxdur.

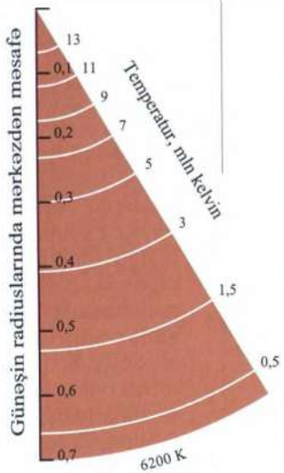
Ulduzun kütləsini və şüalanmanın gücünü bilməklə fizikanın məlum qaz qanunlarına və ümumdünya cazibə qanununa əsasən ulduzun nüvəsində temperaturu və sıxlığı nəzəri cəhətdən təyin etmək olur. Bu üsulla Günəşdən yüngül ulduzların mərkəzi oblastlarında temperaturun 10 mln dərəcə, nəhəng ulduzlarda isə 30 mln dərəcə olduğu tapılmışdır. Günəşin mərkəzində temperatur 15 mln dərəcəyədəkdir.

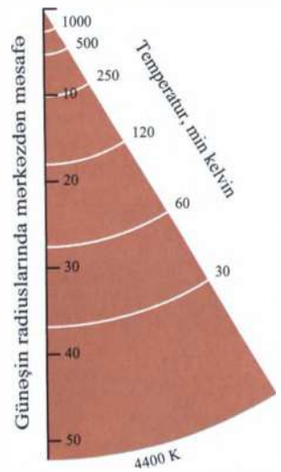
Belə temperaturlarda ulduzların nüvələrində maddə tamamilə ionlaşır. Kimyəvi elementlərin atomları öz elektron örtüklərini itirir. Maddə yalnız atom nüvələrindən və sərbəst elektronlardan ibarət olur. Atom nüvəsinin en kəsiyi atomun en kəsiyindən 10 min dəfə kiçik olduğundan onlarca tam atomun yerləşdiyi həcmdə milyardlarla atom nüvəsi və sərbəst elektronlar asanlıqla yerləşə bilər. Bu halda yüksək sıxlıq olmasına baxmayaraq, zərrəciklər arasındakı məsafə onların ölçüləri ilə müqayisədə yenə də böyük olaraq qalır. İndi aydın olur ki, niyə Günəşin mərkəzində maddənin sıxlığı suyun sıxlığından 100 dəfə çox, yerdə olan istənilən bərk cismin sıxlığından daha çoxdur. Ancaq o, ideal qazın bütün fiziki xassələrinə malikdir.

Ulduzun daxilində temperatur nə qədər az olarsa, qazda zərrəciklərin sayı bir o qədər çox, orta molekulyar çəkisi bir o qədər az olar. Əgər qaz hidrogen atomlarından ibarət olarsa, qazın orta molekulyar çəkisi – 1, helium atomlarından ibarət olarsa – 4, natrium atomlarından – 23, dəmir atomlarından – 56 olar. İonlaşmış qazda zərrəciklərin sayı elektronların sayı hesabına artır, ancaq maddənin ümumi çəkisi dəyişmir. Ona görə də ionlaşmış hidrogenin molekulyar kütləsi 1/2 (iki zərrəcik: proton və elektron), ionlaşmış helium 4/3, natrium 23/12 = 1,92, dəmir 56/27 = 2,07 olacaqdır. Göründüyü kimi, ulduz maddəsində hidrogen və heliumdan başqa, bütün kimyəvi elementlərin orta molekulyar çəkisi təxminən 2-dir.

Hidrogen və heliumun miqdarı ağır elementlərə nisbətən nə qədər çox olarsa, ulduzun mərkəzində temperatur o qədər az olar. Əgər Günəş yalnız hidrogendən ibarət olarsa, onun mərkəzində temperatur 10 mln dərəcə, helium olarsa, 26 mln dərəcə, tamamilə ağır elementlərdən ibarət olarsa, 40 mln dərəcə olar.

Ulduzun quruluşu haqqında təsəvvür əldə etmək üçün ardıcıl yanaşma üsulundan istifadə edirlər. Ulduzun kütləsini





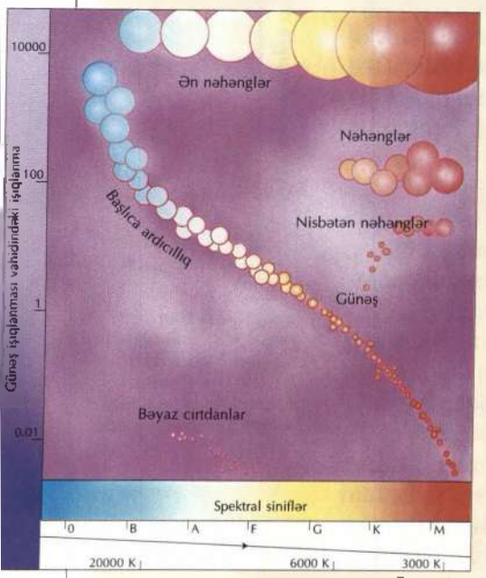
Mərkəzdən olan məsafədən asılı olaraq baş ardıcıllıq ulduzu (yuxarıda) və qırmızı nəhəng üçün (aşağıda) temperaturun dəyişməsi.

HERSŞPRUNQ-RESSELL DİAQRAMI

XIX əsrin sonunda və XX əsrin əvvəllərində astronomiyaya, ulduzların görünən parlaqlıqlarını (ulduz ölçülərini) və onların rəng xarakteristikalarını (rəng göstəricilərini) kəmiyyət baxımından qiymətləndirmək üçün fotoqrafik üsullardan istifadə olunmağa başlandı. Bu parametrlərin təhlili tezliklə ulduzların müşahidə edilən xüsusiyyətlərinin fiziki qanunauyğunluqlarının kəşf edilməsinə səbəb oldu.

İlk addım 1905-1907-ci illərdə Danimarka alimi Eynar Hersşprunq tərəfindən atıldı. O, göydə nisbətən yaxın yerləşən iki Ülkər – Yeddi Qardaş və Hiad ulduz topalarında olan parlaq ulduzların fotometrik ölçülərini apardı. O aşkar etdi ki, mavi ulduzlar hər bir topada ən yüksək parlaqlı, qırmızılar isə nisbətən zəif və nisbətən az parlaqlıdır. Başqa sözlə desək, ulduz ölçülərini və rənglərin asılılığını göstərən diaqramda ulduzlar müxtəlif qruplarda düzülür. Hər topanın ulduzları bizdən eyni məsafədə yerləşdiyindən, ulduz ölçüləri tapılan parlaqlığını, ulduzun işıqlığını xarakterizə edir. Təbiidir ki, ulduzların rəngi və işıqlığı nə iləsə bir-birindən asılıdır.

Lakin ulduzun rəngi onun temperaturundan asılıdır (ulduz isti olduqca mavi olur) və o, öz növbəsində, ulduz spektrinin görünüşü və ya birbaşa müşahidədən təyin edilən spektral sinfi ilə sıx bağlıdır. 1913-cü ildə Amerika astronomu Henri Ressell müxtəlif ulduzların işıqlığını onların spektral sinifləri ilə tutuşdurdu. O, spektr-işıqlıq diaqramında o zaman məsafələri məlum olan bütün ulduzları yerləşdirdi. Məsafəsi məlum olmayan ulduzun işıqlığını təyin etmək mümkün deyil. İndiyə kimi öz mənalarına görə oxşar olan rəng – işıqlıq, temperatur – işıqlıq diaqramına Hersşprunq-Ressell diaqramı deyilir. Hersşprunq-Ressell diaqramında ulduzlar ayrı-ayrı qruplar əmələ gətirir ki, bunlara *ardıcıllıq* deyilir. Müşahidə edilən ulduzların 90%-i, o cümlədən bizim Günəş baş ardıcıllıqda toplanıb. Bu ardıcıllıq diaqramın yüksək işıqlıqlı isti mavi ulduzlar yerləşən sol yuxarı tərəfindən zəif qırmızı ulduzların yerləşdiyi aşağı sağa tərəf uzanır. Sağda baş ardıcıllığın aşağı tərəfindən yuxarıda, əsasən, böyük xətti ölçülü və işıqlığı Günəşdən on və yüz dəfə çox olan qırmızı ulduzlar yerləşir. Bu parlaq ulduzların nəhənglər qanadında Arktur, Əldebaran, Dubha (Böyük Ayının α-sı) yerləşir. Diaqramın ən yuxarı hissəsində, demək olar ki, üfüqi olaraq bütün spektral siniflər boyunca, ifratnəhəng ulduzlar ardıcıllığı yerləşir. Bu ardıcıllığa Qütb ulduzu, Rigel, Bətəlgeyze kimi ulduzlar daxildir. Qırmızı nəhənglər öz xətti ölçülərinə görə ən böyük ulduzlardır.



Hersşprunq-Ressell diaqramı. Ulduzların əmələ gətirdiyi əsas ardıcıllıqlar göstərilmişdir.

Baş ardıcıllıqdan aşağı yüksək temperatur və az işıqlığı olan kiçik ağ cırtdan ulduzlar yerləşir. Ulduzların sayı az olan başqa ardıcıllıqlar da var.

Ulduz ardıcıllıqlarının olması aşkar olunan kimi onları fiziki şərh etmək cəhdləri göstərildi. Əvvəlcə baş ardıcıllıq ulduzlarına müxtəlif yaşlı ulduzlar toplusu kimi baxıldı. Belə ki, bu əksər ulduzların öz yaşı (həyatı) ərzində, ehtiyat enerjilərini yavaş-yavaş sərf edərək və temperaturlarını, işıqlıqlarını azaldaraq getdiyi yoldur. Ancaq, həqiqətən, hər şey çox mürəkkəbdir. Baş ardıcıllıq boyunca müxtəlif kütləli ulduzlar qərarlaşıb, onların enerjiləri hidrogenin heliuma çevrilməsindən ayrılır. Kütləsi çox olan ulduzlar baş ardıcıllıqda da yuxarıda yerləşir.

İstənilən ulduz öz həyatının çox hissəsini baş ardıcıllıqda keçirir, ona görə də burada ulduzların sayı daha çoxdur. Ulduz təkamülü nəzəriyyəsinə əsasən ulduzların nüvəsində hidrogenin ehtiyatı qurtardıqda, o, baş ardıcıllığı tərk edib, sağa doğru daim yerini dəyişir. Həm də onun temperaturu aşağı düşür, xətti ölçüsü isə sürətlə artır. Ulduzun diaqram boyunca mürəkkəb, getdikcə sürətlənən hərəkəti başlanır.

Hersşprunq-Ressell diaqramından astronomlar ulduzların təkamül dəyişmələrinin təsvir və ulduzların təkamülü nəzəriyyələrinin müşahidələrlə müqayisəsi üçün istifadə edirlər. Bu diaqram ulduz topaları yaşının təyin edilməsi (təkamül nəzəriyyəsi əsasında) üçün çox münasibdir. Belə ki, müxtəlif ardıcıllıqlarda ulduzların sayı yaşla bağlı olaraq dəyişir. Cavan topalarda baş ardıcıllıqda və ifratnəhəng ardıcıllıqda yüksək işıqlıqlı ulduzlar çoxdur. Qoca topalarda isə baş ardıcıllığın yuxarı hissəsi "itir" (ulduzlar onu vaxtında tərk edə bilir), ancaq yarandığı gündən 10 milyard il keçdikdən sonra Günəş növlü ulduzların düşdüyü nəhənglər qolu çoxsaylıdır. Hersşprunq-Ressell asılılığından çox vaxt ulduz topalarına qədər olan nisbi məsafələri dəqiqləşdirmək üçün istifadə olunur.

bilməklə, hidrogen, helium və ağır elementlərin müəyyən nisbətdə miqdarını verməklə onun işıqlığını hesablayırlar. Bu proseduranı o vaxta kimi davam etdirirlər ki, müəyyən qarışıq üçün hesablanmış və müşahidədən alınmış işıqlıqlar üst-üstə düşür. Həmin tərkib real tərkibə yaxın hesab olunur. Aydın olmuşdur ki, əksər ulduzlarda kimyəvi tərkibin 98%-ni hidrogen və helium təşkil edir.

Ulduzların mərkəzi oblastlarında kimyəvi tərkibin və fiziki şəraitin təyin edilməsi ulduz enerjisinin mənbəyi məsələsini həll etməyə imkan verdi. 10-30 mln dərəcə temperatur və çoxsaylı hidrogen nüvələrinin olması şəraitində istilik-nüvə reaksiyaları baş verir və nəticədə müxtəlif kimyəvi elementlərin nüvələri yaranır. Mümkün olan nüvə reaksiyalarından yalnız kifayət qədər böyük enerji ayıranı və ulduzun bir neçə milyard il davam edən həyatını enerji ilə təmin edə biləni yarayır.

Uzunmüddətli axtarışlardan sonra müəyyən edildi ki, ulduzlar öz həyatının çox hissəsində dörd hidrogen nüvəsindən (protondan) bir helium nüvəsinin əmələ gəlməsi nəticəsində ayrılan enerjinin hesabına işıq saçır. 4 protonun kütləsi heliumun nüvəsindən çoxdur. Elə bu kütlə artıqlığı istilik-nüvə reaksiyalarında enerjiyə çevrilir. Belə reaksiya çox yavaş gedir və ulduzun işıqlanmasını milyard illər ərzində təmin edir.

Ulduzlar qaz-toz buludundan əmələ gəlir. Cazibənin təsiri nəticəsində qaz yığıntısının daxili hissələri tədricən qızmağa başlayır. Mərkəzdə temperatur təxminən milyard dərəcəyə çatdıqda nüvə reaksiyaları başlanır və ulduz əmələ gəlir.

Ulduzların quruluşu kütlədən asılıdır. Əgər ulduz Günəşdən bir neçə dəfə ağır olarsa, onun nüvəsinin dərinliklərində maddənin qaynayan suya oxşar intensiv yerdəyişməsi baş verir. Bu oblasta ulduzun *konvektiv nüvəsi* deyilir. Ulduzun qalan oblastları bu zaman tarazlığı saxlayır. Enerjinin mənbəyi konvektiv zonada yerləşir. Hidrogen heliuma çevrildikcə nüvə maddəsinin molekulyar çəkisi artır, həcmi isə azalır. Bu vaxt isə ulduzun kənar oblastları genişlənir, xətti ölçüləri artır, səth temperaturu aşağı düşür. İsti mavi nəhəng ulduz tədricən qırmızı nəhəngə çevrilir.

Qırmızı nəhəngin quruluşu isə başqa cürdür. Konvektiv nüvənin sıxılması prosesində hidrogenin hamısı heliuma çevriləndən sonra mərkəzdə temperatur 50-100 mln dərəcəyə qədər artır və heliumun yanması başlanır. Helium nüvə reaksiyaları nəticəsində karbona çevrilir. Yanan heliumun nüvəsi ulduzun xarici örtüyündən gələn yanar hidrogenin nazik qatı ilə əhatə olunub. Beləliklə, qırmızı nəhəngin iki enerji mənbəyi, yanar nüvənin üstündə isə geniş örtük var.

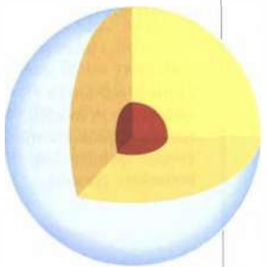
Nüvə reaksiyaları daha sonra ağırkütləli ulduzun mərkəzində dəmirə qədər olan ağır elementləri əmələ gətirir. Dəmirdən ağır olan elementlərin sintezi enerjinin ayrılmasına gətirib çıxarmır. Enerji mənbəyindən məhrum edilən ulduzun nüvəsi sürətlə sıxılır. Bu isə partlayıb ifratyeni ulduzların alışmasına səbəb ola bilər. Bəzən partlayışdan sonra ulduz tamamilə dağılır və yerində yığcam obyekt olan neytron ulduzunun və ya qara çuxurun qalması güman edilir.

Partlayış örtüklə birlikdə ulduzun həyatı ərzində onun təkində əmələ gəlmiş müxtəlif kimyəvi elementləri ulduzlararası mühitə aparır. Ulduzlararası qazdan əmələ gələn ulduzların yeni nəslinin tərkibində artıq daha çox ağır kimyəvi elementlər olacaqdır.

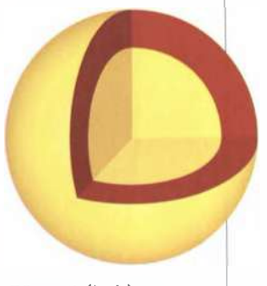
Ulduzun yaşama müddəti birbaşa onun kütləsindən asılıdır. Kütləsi Günəşinkindən 100 dəfə böyük olan ulduz-



Baş ardıcıllığın aşağı hissəsindəki ulduzun quruluşunun modeli (qırmızı cırtdan). Sarı rəng şüaköçürmə zonası, qırmızı rəng konvektiv zonadır.



Baş ardıcıllığın yuxarı hissəsindəki ulduzun quruluşunun modeli (mavi nəhəng). Sarı rəng şüaköçürmə zonası, qırmızı rəng konvektiv zonadır.



Günəş tipli ulduzun quruluşunun modeli. Sarı rəng şüaköçürmə zonası, qırmızı rəng konvektiv zonadır.

SEFEY BÜRCÜNÜN VV QIRMIZI İFRATNƏHƏNGİ

Bu ulduzun diametri Günəşin diametrindən 2 min dəfə böyükdür (onun diametri Saturnun orbitinin diametri qədərdir), lakin onu yalnız binokl ilə görmək olar. Parlaqlığı 6,5 ulduz ölçüsü qədərdir. Ulduz qoşadır: M spektral sinifli qırmızı ifratnəhəngin B9 spektral sinifli ağ nəhəng peyki var.

1936-cı ildə Amerika astronomu Din Mak-Laflin aşkar etdi ki, bu ulduz tutulan-dəyişəndir. Ağ nəhəng 20 ildə bir dəfə qırmızı ifratnəhəng ulduz tərəfindən tutulur. Bu tutulma 16 ay davam edir. Lakin hələ də bu kəşfdən əvvəl aydınlaşdırılmışdır ki, qırmızı ifratnəhəng fiziki dəyişən ulduzdur. Başqa sözlə desək, onun parlaqlığı öz-özünə, daha doğrusu, ulduz radiusunun dövri rəqsləri hesabına dəyişir.

Bundan başqa, M spektral sinifli ulduzun geniş atmosferi var. Ağ nəhəngin tutulmasından əvvəl B ulduzu işığının M ulduzu atmosferində udulması hesabına onun spektrində xromosfer xətlər görünür.

1936-cı ildən sonra B ulduzunun tutulması hər 20 ildən bir müşahidə olunurdu. 1956 və 1976-cı illərdəki tutulmalar arasında və 1976-1977-ci illər tutulmasında da bu qoşa sistemin əsas parametrləri dəqiqləşdirilmişdir.

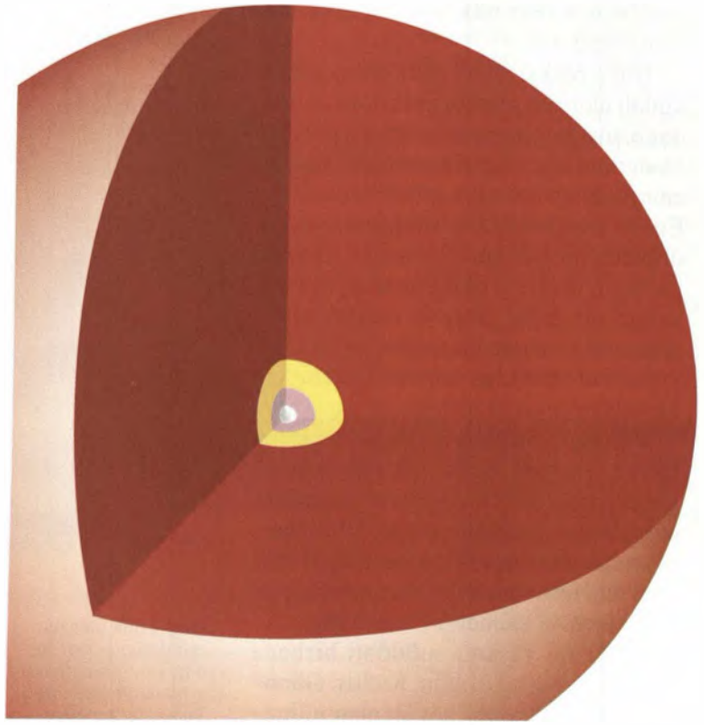
Şüa sürətlərinin dəyişməsinə görə ulduzların mərkəzləri arasındakı məsafənin Günəşdən Urana qədər 19 a.v. olduğu təyin edilmişdir. Hər bir ulduzun kütləsi təxminən 20 Günəş kütləsi qədərdir. M ulduzunun pulsasiyası 150 sutka periodla baş verir.

Optik spektral xətlərin dəqiq təhlili göstərdi ki, M ulduzundan B ulduzuna tərəf istiqamətlənən və onun ətrafına dolanan qaz axınları atılır. Bu qaz axınlarının sürəti 200 km/san-yə çatır.

VV Sefey sistemi – geniş atmosferə malik və nisbətən parlaq olan az-az ulduzlardan biri və tanınmış ən iri ulduzlardan biri – böyük elmi maraq kəsb edir.

lar cəmi bir neçə milyon il yaşayır. Kütləsi Günəşinkindən 2-3 dəfə böyük olan ulduzların yaşı milyard ilə qədər olur.

Qırmızı nəhəngin quruluşunun modeli. Sarı rəng şüaköçürmə zonası, qırmızı rəng konvektiv zonadır.



Kütləsi Günəşin kütləsindən kiçik olan cırtdan ulduzlarda konvektiv zona yoxdur. Bunlarda hidrogen heliuma çevrilərək mərkəzi oblastlarda, ulduzun konvektiv hərəkətlərinin mövcud olduğu qalan hissəsindən ayrılmayaraq yanır.

Cırtdan ulduzlarda bu proses çox yavaş gedir və onlar əslində milyard illər ərzində dəyişmir. Hidrogen tamam yandıqdan sonra onlar yavaş-yavaş sıxılır və sıxılma enerjisinin hesabına uzun müddət mövcud olur.

Günəş və ona oxşar ulduzlar aralıq hal təşkil edir. Günəşdə qalan hissədən kəskin fərqlənməyən kiçik konvektiv nüvə var. Hidrogenin yanmasının nüvə reaksiyası həm nüvədə, həm də onun ətrafında baş verir. Günəşin təxminən 4,5-5 mlrd yaşı var və bu müddətdə o, xətti ölçüsünü və parlaqlığını dəyişməmişdir. Hidrogenin yanması başa çatdıqdan sonra Günəş tədricən qırmızı nəhəng ulduza çevrilə bilər. Genişlənmiş örtüyünü atdıqdan sonra isə ağ cırtdan ulduza çevrilərək, həyatını başa vura bilər. Bu isə 5 mlrd ildən tez baş verə bilməyəcəkdir.

ULDUZ CÜTLƏRİ (QOŞA ULDUZLAR)

"Qeyri-adi dəqiq müşahidələr aparmaq məharətinə yiyələnmiş kim isə ulduzların peyklərini kəşf etməyincə onların məsələsi həll edilməmiş qalacaqdır".

I.Kepler, 1610-cu il.

Bəzi ulduzlar göy sferasında, demək olar, bir-birinin yanında görünür. Bu hələ o demək deyildir ki, onlar həqiqətən fəzada qonşudur. Onlar müxtəlif məsafələrdə və bizdən eyni istiqamətdə yerləşə bilər. Bunlara *optik qoşa ulduzlar* deyirlər. Ulduzlar aləmində, bir-birinə yaxın yerləşib, qarşılıqlı cazibənin təsiri ilə hərəkət edən həqiqi qonşu ulduzlar da mövcuddur. Bunlar *fiziki qoşa* və *misilli çoxqat sistemlərdir*.

Ulduzların görünən yaxınlığının həqiqi və ya zahiri olması məsələsi müşahidənin köməyi ilə həll edilə bilər. Hər hansı ulduz cütünü (qoşa ulduzu) uzun illər müşahidə etməklə, bəzən onların ümumi ağırlıq mərkəzi ətrafında fırlanması ilə bağlı olan qarşılıqlı vəziyyətlərinin dəyişməsini görmək olur.

Belə dəyişmələr həddən artıq yavaş olanda başqa üsuldan istifadə edilir: ulduz cütünün məxsusi hərəkətini, başqa sözlə desək, onların fəzada hərəkətinin nəticəsində ulduzların göydə qarşılıqlı vəziyyətlərinin dəyişməsini ölçürlər. Bu dəyişmələrin çox kiçik olmasına baxmayaraq, müasir cihazlar astronomlara bunları ölçməyə imkan verir. Əgər iki yaxın ulduzun məxsusi hərəkətləri üst-üstə düşürsə, belə hesab edirlər ki, ulduzlar fiziki sistem əmələ gətirir.

Məhz elə bu üsulla göstərmək mümkün olmuşdur ki, Böyük Ayı bürcünün Sapılcası dəstəyində yerləşən Mıtsar və Alkor (bunlara At və Atlı da deyilir) fiziki qoşa sistemdir. Bu, adi gözlə görünən nadir qoşa sistemdir. Hələ bu harasıdır, teleskopda görmək olur ki, Mıtsarın özü iki ulduzcuqdan ibarətdir. Spektral tədqiqatlar isə göstərir ki, onlardan hər biri də tək deyildir.

Sahə binoklu, baxış borusu və kiçik teleskop göydə yüzlərcə gözəl ulduz cütünü seyr etməyə imkan verir: Qu bürcünün β-sı (Albireo) – böyük narıncı və kiçik parlaq mavi ulduzcuq; Tazılar bürcünün α-sı (Antares) – qırmızı və firuzəyi... Bizim Günəşə oxşar tək ulduzlar Qalaktikada azlıq təşkil edir. Günəşin ətrafında planetlər var, ancaq peyk ulduzu yoxdur. Ümumiyyətlə, Kainatda hər hansı tək bir obyektin mövcud olması nadir hadisədir.

Kepler uzaqgörənlik edərək qoşa ulduzların mövcudluğunu əvvəlcədən söyləmiş, onları ilk kəşf edən isə Uilyam Herşel olmuşdur. O, minlərlə ulduz cütünü aşkar etdi və 1803-cü ildə sübut etdi ki, bunlar cazibənin təsiri ilə bağlı olan yaxın ulduzlardır. XIX əsrdə Pulkovo rəsədxanasının əsasını qoyan Vasili Yakovleviç Struve 3100 ulduz cütünü aşkar edib kataloqlara salmışdır. Hazırda qoşa ulduzların sayı 70 mindən çoxdur.

Göydə ən parlaq ulduz Sirius da qoşadır. Bizim Günəşin ən yaxın qonşusu olan α Sentavr ulduzu – üçqat, qızılı rəngli Kapella – dörd sarı və qırmızımtıl ulduzdan ibarətdir, Əkizlər bürcündəki Kastor isə altıqat ulduzdur.

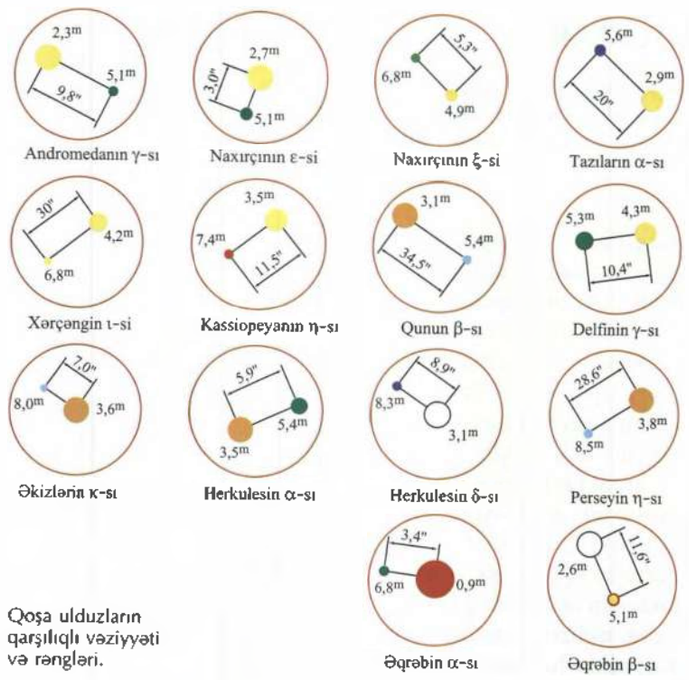
İstənilən ulduz cütü əkiz bacılardır. Belə ki, tənha günəşlər, qoşa və çoxqat (misilli) ulduzlar da ulduzlararası qaz və toz topalarından əmələ gəlmişdir. Əgər qaz buludu sakit və "küləksiz" olarsa, o, cazibə qüvvəsinin təsiri altında



Böyük Ayı bürcü. Mitsar – Sapılcanın dəstəyindəki ikinci ulduz. Onun yanında kiçik ulduz Alkor görünür. Bu, adi gözlə görünən azsaylı ulduz cütlərindən biridir.



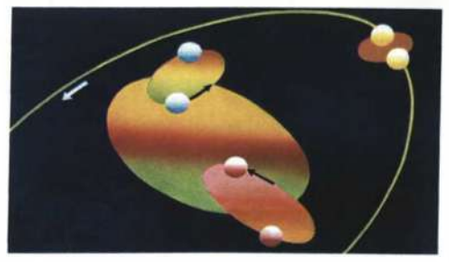
Sirius ulduzunun hərəkət trayektoriyası. Onun görünüşü ulduzun çox iri peykinin olduğundan xəbər verir.



Qoşa ulduzların qarşılıqlı vəziyyəti və rəngləri.

sıxılaraq, özü öz üzərinə düşüb bir ulduz yaradır. Adətən, başqa göy cisimləri kimi, bulud Yerdə, Yupiterdə olan bulud kimi fırlanır və burulub qalxır. Fırlanma hərəkəti ulduzun birbaşa sıxılmasına maneçilik göstərir və ikiqat, üçqat qaz dolaqları yaranır. Qoşa və üçqat ulduzlar belə yaranır.

Yeni yaranan ulduz cütü cazibə qüvvəsi ilə bir-birinə möhkəm bağlı olduğundan, buz üzərində rəqs cütlüyü kimi, ümumi ağırlıq mərkəzi ətrafında fırlanır. Cütlər arasındakı məsafə çox müxtəlif ola bilər. Məsələn, Mitsar və Alkor arasındakı məsafə Yerlə Günəş arasındakı məsafədən ən azı 20 min dəfə böyükdür. Bu ulduzların dövretmə müddəti bir neçə milyon Yer ilinə bərabərdir. Bir neçə ulduz bir-birinə yaxın fırlanaraq, bir ili bir neçə dəqiqəyə başa vurur. Lap yaxın ulduz cütləri böyük teleskopla belə bir nöqtə kimi görünür. Ulduzun qoşa olmasını bəzən başqa üsulla – spektral analizlə müəyyən etmək olur. Ulduz cütlərinin dolanma dövrləri yalnız məsafədən deyil, onların kütləsindən də asılıdır. Kütlə nə qədər böyük olarsa, dolanma da bir o qədər sürətli olar. Yeri gəlmişkən, ulduz cütləri hərəkətinin müşahidəsi ulduzların "çəkisini" tapmaq üçün hələlik yeganə birbaşa üsuldur.



Kastor (Əkizlərin α-sı) – altıqat ulduz. Ulduzların orbitlərinin yerləşdiyi müstəvilər göstərilmişdir.

Qoşa sistemdə ulduzların fırlanması ən dayanıqlıdır. Əgər onların yaxınlığında üçüncü ulduz olarsa, cütlük birgə qravitasiya təsiri ilə yadı həmişəlik rədd edər, tək-tək hallarda daha uzaq orbitə atar. "Üçüncü mütləq getməlidir". Ona görə də üçqat ulduzlarda üçüncü ulduz həmişə cütlükdən uzaqda yerləşir. Əgər üçdən çox ulduz bir sistemə daxil olarsa, bir qayda olaraq, onlar cüt-cüt birləşir. Məsələn, bir-birindən uzaqda yerləşən iki cütlük dördlük Lira sistemini əmələ gətirir. Əgər belə dördlüyü uzaq məsafədən hansısa başqa bir cütlük dolanıb keçərsə, onda Kastor kimi altıqat sistem formalaşır.

"Əkizlər kimi oxşayırlar" ifadəsi, demək olar ki, qoşa və çoxqat ulduzlara o qədər də uyğun gəlmir. Çox vaxt əkizlər rənginə (deməli, temperaturuna), həm də xətti ölçülərinə görə bir-birindən fərqlənir. Məsələn, tünd-qırmızı, diametri Günəşin diametrindən 500 dəfə böyük olan nəhəng Antares ətrafında Günəşdən üç dəfə kiçik, 20 dəfə parlaq, gözqamaşdırıcı mavi ulduz dolanır. Ən maraqlısı budur ki, qırmızı nəhəng ulduz qocalıq mərhələsində, mavi ulduz isə cavanlıq mərhələsindədir. Buna baxmayaraq, Antares A və Antares B ulduzları, həqiqətən, əkiz bacılardır. Lakin yarananda onlara müxtəlif kütlələr nəsib olmuşdur. Antares A Günəşdən 18 dəfə, Antares B isə 6 dəfə ağırdır. Hər iki ulduz eyni zamanda alışmış, öz hidrogen istilik-nüvə sobalarını işə salmışdır. Ancaq massiv ulduz daha güclü yanır, çünki onun nüvəsində temperatur və təzyiq daha yüksəkdir. Onun ehtiyat yanacağının üç dəfə çox olmasına baxmayaraq, Antares A ulduzu əslində yanıb qurtarıb. Tezliklə onun axırı çatacaq: o, neytron ulduza və ya hətta qara çuxura çevriləcəkdir. Antares B isə öz nüvə yanacağını qənaətlə işlətdiyindən hələ yüz min illər işıq saçacaqdır.

Qalaktikada belə cüt ulduzlar çoxdur, ulduzlardan biri artıq qocalıb, o birinin isə gücü hələ kifayət qədərdir. Məsələn, Böyük Köpək bürcünün Sirius ulduzu. Sirius A normal ağ ulduzdur. Günəşdən 2 dəfə böyük və 20 dəfə parlaqdır. Onun peyki Sirius B yanıb qurtarmış ulduzdur. Bu ulduz Sirius A-dan 10 min dəfə zəif olduğundan astronomlar ona Küçük ləqəbi vermişlər. Əvvəllər, Sirius B-də hidrogen yananda o da normal və Sirius A-ya nisbətən daha massiv ulduz olub. O, heyranedici dərəcədə parlaq olub. Məlum deyil ki, o vaxtlar insanlar Yerdə yaşamış olsaydılar, onların hansını Küçük adlandırardılar!

Sıx qoşa ulduzlar çox maraqlı və həddən artıq sirlidir. Hər şeydən əvvəl, ona görə ki, onların qoşalığı heç bir teleskopla görünmür. Persey bürcünün β ulduzuna lap qədimdən təəccüblü Əlqul adını vermişlər (ərəb dilində Əlqol "Şeytan ulduz" deməkdir). Dəyişən olduğuna görəmi bu adı vermişlər? İki sutka yarım Əlqulun işığı dəyişməz qalır, sonra ulduzun parlaqlığı sürətlə zəifləyir. İki saatdan sonra ulduzun parlaqlığı yenidən sürətlə artır. Hər 68 saat 49 dəqiqədən bir parlaqlığın dəyişməsi hər dəfə yenidən təkrar olunur. Əlqulun parlaqlığının dəyişməsinin səbəbi indi aydındır. Əlqul qoşa sistemdir. İşıqlığı Günəşinkindən 250 dəfə çox olan böyük mavi ulduzun ətrafında nəhəng ölçüyə malik olan, nisbətən tutqun narıncı ulduz fırlanır. Narıncı ulduzun orbiti elə yerləşib ki, o, dövri olaraq əsas ulduzla Yerdən onu müşahidə edənlərin arasında hərəkət edərək, mavi ulduzu örtür və Alqolun parlaqlığı zəifləyir. Belə çoxsaylı tutulan-dəyişən ulduzlar aşkar edilmişdir, ancaq onların arasında Əlqul ən gözə çarpanıdır.

İndi bu ulduz cütünə daha çox diqqət yetirək. Hansı ulduz daha massivdir? Əlbəttə, mavi, çünki onun ətrafında narıncı nəhəng ulduz fırlanır. Bu ulduzlardan hansının yaşı çoxdur? Əlbəttə, narıncı nəhəngin, çünki onda qocalıq

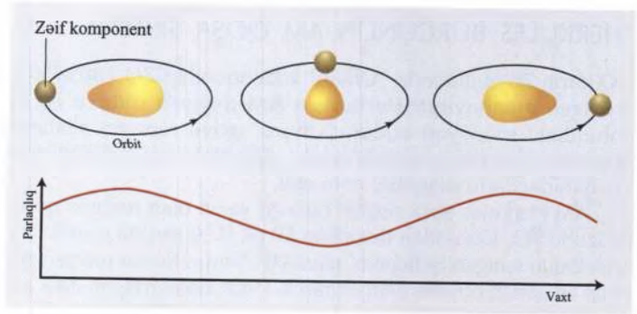
HERKULES BÜRCÜNÜN AM QOŞA SİSTEMİ

XX əsrin 70-ci illərində "Uhuru" kataloqundan ZU 1809+50 zəif rentgen mənbəyinin Herkulesin AM dəyişən ulduzu ilə eyni olunduğu müəyyən edildi. "Uhuru" göyü rentgen şüalarında öyrənən Amerika peykinin adıdır. Obyektin qeyri-adiliyi o saat müşahidəçilərin diqqətini cəlb etdi.

AM Herkules qoşa sistemi bizə ən yaxın olan rentgen qoşa ulduzudur. O, Günəşdən təxminən 50 pk (160 işıq ili) məsafəsindədir. Onun rentgen işıqlığının gücü 10^{25} Vt-dır. Bu isə rentgen göyünün ən parlaq obyekti olan Əqrəb X-1-dəkindən milyon dəfə azdır.

Bu sistemin komponentlərindən biri kütləsi Günəşinkindən çox olmayan soyuq spektral sinfə aid ulduzdur. O birisi isə neytron ulduzu və ya ağ cırtdandır. Optik şüalanma sistemi təşkil edən ulduzlardan deyil, normal ulduzdan yığcam peykə axan isti qaz axınlarından gəlir; bu sellər sonra ola bilsin ki, axan qazın bir hissəsi yığcam ulduzun ətrafında yaranan diski dolanıb keçir və ulduzlararası fəzaya gedir. Beləliklə, AM Herkules, öz maddəsinin xeyli hissəsini itirməyə qabildir.

Amerika alimi Vasili Predqorski AM Herkules sistemində qaz şırnaqlarının hərəkətini öyrənərək müəyyən etdi ki, bu sistemin fırlanma dövrü 3 saat 6 dəqiqədir. Bu dövr məlum qoşa rentgen ulduzları arasında ən qısasıdır. Santyaqo Tapia (ABŞ) polyarlaşma müşahidələrinə əsasən ulduzun maqnit sahəsi ölçüsünün təqribən 10^8 Qs olduğunu tapdı. Əgər sistemə neytron ulduzu daxildirsə, bu çox deyil, əgər ağ cırtdandırsa, olduqca çoxdur. AM Herkulesin tədqiqi davam edir.



Qeyri-sferik olmayan dəyişən ulduzun parlaqlığının dəyişməsi.

sönmə prosesi gedir. Əlqul cütlüyü Antaresə oxşayır, ancaq burada hər şey "insanlarda olduğu kimi deyil". Necə olur ki, yüngül ulduz massiv ulduzdan əvvəl qocalır? Buna başqa cütlük – tutulan qoşa ulduz Şeliak (β Lira ulduzu) cavab verir. Şeliakın ulduzları küreşəkilli deyil. Qarşılıqlı cazibə qüvvəsi ilə onlar bir-birinə doğru dartılıb. Miniatür sarımtıl "yemiş" şəkilli ulduz, böyük mavi "armud" şəkilli ulduzun ətrafında fırlanır. Ancaq, ən təəccüblüsü odur ki, "armuddan" "yemişə" tərəf fasiləsiz güclü qaz şırnağı axır. Doğma bacıdan başqa, Qalaktika səhrasında, öz ulduz ərzağını səninlə kim bölə bilər? Heyif ki, şırnağın çox hissəsi "yemiş"in yanından ötərək, ulduz cütünün ətrafında qapanıb nəhəng halqa əmələ gətirir. Qaz "bubliki"ni yeni-yeni qaz axınları təmin etməsə, o, sürətlə dağılıb səpələnə bilər.

Ulduz maddəsinin atılması, qazanda qaynayan südün daşması kimi, qısamüddətli hadisədir. Massiv ulduz qoca vaxtında qaynayır, süd köpüyü kimi şişir, yanındakı bacısı isə öz cazibəsi ilə nəyisə əldə edir. Beləliklə, Əlqul cütündə hər şey artıq "qaynayıb" qurtarıb, "əmən" baş ulduza, "əmizdirən" isə peykə çevrilib. Əlbəttə, kütləni atmaq olar, ancaq qocalığı atmaq olarmı? Sirius A bir qədər qoca, Küçük isə ona bir qədər yaxın olsaydı, insan ömründə heç olmazsa bir dəfə heyranedici göy hadisəsini – yaxınlıqda baş verən yeni ulduz alışmasını seyr edə bilərdi. Təsəvvür edin ki, iki-üç gecə ərzində Sirius bizim gözlərimiz qarşısında 100 min dəfə parlaqlığını artırır və on dolu ay kimi işıq saçır, gecəni ulduzsuz alaqaranlığa çevirir, gündüz isə Günəş işığında görünür. İl yarım – iki ildən sonra yavaş-yavaş normal vəziyyətinə qayıdır. "Yeni ulduz" təbii hidrogen bombasının şərti adıdır. Əgər normal ulduzdan uzun illər közərmiş ağ cırtdana hidrogen tökülürsə, bu yalnız müəyyən vaxta qədər nəticəsiz qalır. 50-100 və ya 200 il sonra hazır atom bombası partlayır, qazın bir hissəsi ətrafa atılır. Bundan sonra çoxdəfəlik nüvə qurğusu yenidən hidrogen ehtiyatı toplamağa başlayır. Bizim bəxtimiz gətirib ki, yaxın ulduzlar arasında (Siriusa qədər məsafə 9 işıq ilidir), belə "atəşfəşanlıq" edən ulduz yoxdur. Yalnız yüz ildə 10 dəfə Yer sakinləri hətta adi gözlə uzaq yeni ulduzların alışmasını müşahidə edirlər. Axırıncı dəfə belə yeni ulduz 1975-ci ildə Qu bürcündə aşkar edilmişdir.

Six qoşa ulduz sistemlərinin ən maraqlı nümunələrindən biri adi ulduz və qara çuxurdur. Belə təsəvvür edin ki, massiv ulduz işıq saçıb qurtarmışdır, həyatının sonunda isə sıxılmağa başlayır; lakin o, Yer boyda olan (Küçük kimi) ağ cırtdana və ya 10 km radiuslu neytron ulduzuna çevrilməyib, sıxılaraq ölçüsü cəmi bir neçə kilometr olub. Yalnız ulduz maddəsi sıxılmayıb, onun cazibə qüvvəsi də gərilib. Onun cazibəsi o qədər böyükdür ki, hətta Kainatın ən sürətli zərrəcikləri fotonlar (işıq zərrəcikləri və ya başqa şüalanma) qara çuxuru tərk etmək gücündə deyil. Ona görə də çuxur işıq saçmır və heç nə şüalandırmır. Elə bil ki, o yoxdur, tamamilə gizlənmişdir.

Qara çuxurdan kənarda onun çox güclü cazibə sahəsi uzanır. Əgər qara çuxur başqa ulduzla cütlük (qoşalıq)

təşkil etmişdisə, axırıncı öz hərəkəti ilə çuxurun mövcudluğunu göstərəcək, elə bil, boşluq ətrafında fırlanacaq. İkinci ulduz yaşına görə bir zaman şişməyə başlayacaq və qaz itkisinə məruz qalacaq. Bu zaman çuxur qazı özünə cəzb edəcək və onun ətrafında rentgen mənbəyi yaranacaq. Qaz işıq sürətinə yaxın sürətlə spiral (ziqzaq) boyunca çuxura tökülür. Tökülən qaz onun ətrafında fırlanan disk əmələ gətirir. Disk sürtünmə nəticəsində o qədər qızır ki, rentgen şüalarını şüalandırmağa başlayır. Təbiidir ki, qara çuxurun özü yox, onun yaxınlığındakı qaz işıq saçır. Çuxurun bətni doymazdır, ancaq "qara almanın" girişi o qədər kiçikdir ki, yalnız diskin maddəsinin bir hissəsi çuxura daxil ola

NADİR SS 433 OBYEKTİ

Qartal bürcünə aid olan bu obyekt bir çox ulduz kataloqlarına daxil edilmişdir. Rusiya astronomları tərəfindən tərtib olunmuş "Dəyişən ulduzların ümumi kataloqu"nda o, Qartal bürcünün V1343 obyekti kimi qeyd edilmişdir; Amerika peyki "Uhuru" tərəfindən aşkar edilmiş rentgen mənbələri kataloqunda isə 1908 + 05-dir; lakin o ən çox SS 433 adı ilə məşhurdur.

Amerika astronomları K.Stefenson və N.Sandyulik tərəfindən tərtib edilmiş parlaq emissiya xətti ulduzların kataloquna bu nömrə ilə daxil edilmişdir (SS astronomların soyadlarının baş hərfləridir).

1978-ci ilə kimi bu obyekt özünə diqqəti cəlb etmirdi. Adi, zəif (ulduz ölçüsü 14^m), dəyişən ulduz idi. Sensasiya xarakterli kəşflər ardıcıl olaraq 1979-1980-ci illərdə baş verdi və indi də davam edir.

Amerika və İtaliya astronomları SS 433-ü hər gecə müşahidə edərək, onun spektrində, hidrogen və heliuma aid üçsistemli emissiya xətlərini aşkar etdilər. Əsas parlaq və tərpənməz xətlərdən əlavə, onlara spektr boyunca 163 günlük dövrlə "gəzən", peyk-xətlərin iki sistemi daxil idi. Xətlərin yerdəyişməsi, sürəti 78 000 km/san (işıq sürətinin 1/4-nə bərabər) çatan, iki əksistiqamətdə hərəkət edən maddənin olmasından xəbər verirdi.

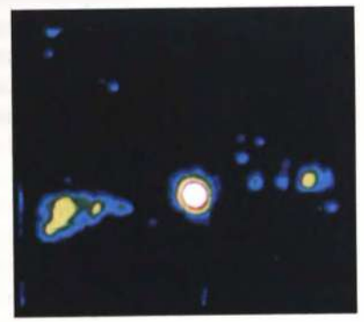
Dəqiq müşahidələr SS 433 obyektinin 13,1 sutkalıq dövrlə fırlanan qoşa sistem olduğunu göstərdi. Onun komponentlərindən biri, temperaturu 30 min Kelvin və işıqlığı Günəşin işıqlığından milyon dəfə çox olan massiv ulduzdur.

Baş (əsas) ulduz o qədər böyükdür ki, öz bütövlüyünü ikinci yığcam ulduzun cazibə sahəsində saxlaya bilmir. Onun maddəsi cazibəsiz olaraq qonşu ulduza axır. Spektral xətlərin olmaması onun yığcam ulduz olduğunu göstərir. Ancaq onun ətrafında axıb gələn maddənin hesabına akkresiya diski formalaşır (akkresiya – hər hansı bir cismin üstünə maddənin çökməsidir).

SS 433 obyektində rentgen şüalanmasının kəşf edilməsi yığcam obyektin olması haqqında fərziyyəni qəti təsdiq etdi. Yalnız neytron ulduzunun və ya qara çuxurun üstünə maddə akkresiya etdikdə, rentgen şüaları əmələ gəlir. Yığcam mənbə temperaturu 100 min dərəcədən yüksək olan qeyri-şəffaf və parlaq buludla əhatə olunub. Yerin süni peyklərində "Ekzosat" (Avropa Kosmik Agentliyi) və "Ginqa" (Yaponiya) qurulmuş cihazlar vasitəsi ilə alınan rentgen spektrlərində dəmirin yüksək ionlaşmış, helium – hidrogenə bənzər halı aşkar edilmişdir. Bu isə o deməkdir ki, dəmirin atomunda 26 elektron əvəzinə yalnız iki və ya bir elektron qalır. Qalan elektronlar isə yüksək sürətli, sürəti işıq sürəti ilə müqayisə edilə bilən, necə deyərlər, relyativist elektron və ya rentgen kvantlarının zərbəsi ilə öz orbitlərindən çıxarılır.

Əldə olan məlumatlara əsasən SS 433 sisteminin "portretini" tərtib etmək olar. Sistemə yüksək temperaturu və işıqlığı olan nəhəng ulduz və onun peyki – yığcam ulduz daxildir. Optik ulduzdan daim yığcam ulduza akkresiya diskini əmələ gətirən maddə axır. Bu disk 13 sutkadan bir baş ulduzu örtür. Diskə perpendikulyar istiqamətdə, 163 sutkalıq periodla dövrə vuran, iki çox güclü şırnaq (maddə axını) özünü büruzə verir. Bütün sistem özünəməxsus tac, plazma buluduna qərq olur. Şırnaqlarda (maddə axınlarında), çox yüksək enerjili elektronlar ayrılır və onlar dəmir atomlarının 24-25 elektronunu vurub çıxararaq bunları ionlaşdırır.

SS 433 obyekti bizim qalaktikada nadir hadisədir. Astronomlara buna oxşar obyektləri aşkar etmək hələ qismət olmamışdır. Qonşu qalaktikalarda belə obyektlərin axtarışı davam edir.



Qeyri-adi SS 433 obyektinin rentgen şüalarında təsviri.

bilir, maddənin qalan hissəsi isə diskin diametri boyunca bir-birinə əks istiqamətdə iki axın şəklində "çuxurətrafı" fəzaya atılır. Axın "almadan" onlarca işıq ili məsafəsinə qədər uzaqlaşır!

Qartal bürcündə V1343 (məşhur SS 433) obyekti yerləşir. Bu ulduz belə təsvir olunur: rentgen şüalandıran qaz şırnaqlı qaz diski, 10 Günəş kütləsindən kiçik olmayan nəhəng mavi "donor-ulduz" rentgen mənbəyi yanında fırlanır.

Cüt (qoşa) ulduzlar aləmi, onların "ailə münasibətləri", yalnız indi bizim üçün aydınlaşır. Astronomlar üçün onun şüalanması böyük maraq doğurur. Onların tədqiqi bir sıra fundamental elmi problemlərə işıq saça bilər.

Ulduz təkamülünün müxtəlif fazasında olan qoşa ulduzların müşahidəsi onların əmələ gəlməsi və inkişafına aid nəzəri modellərin yoxlanılması üçün ciddi imtahandır. Bu günə kimi, məlum olan on minlərlə qoşa ulduz, onları təşkil edən obyektlərin fiziki xassələrindən asılı olaraq, onlarca adda əsas növlərə ayrılır: ağ cırtdan qırmızı nəhənglə; güclü maqnit sahəsi olan neytron ulduzu Günəş tipli adi ulduzla; sürətlə fırlanan qara çuxur güclü ulduz küləyinə malik mavi ifratnəhənglə qonşu olaraq qoşa sistem əmələ gətirir. Bütün bu növ kombinasiyaları saymaq mümkün deyil! Hər növ qoşa sistemin daxilində, komponentlər arasındakı məsafələr, onların kütlələri, kimyəvi tərkibi də fərqli ola bilirlər.

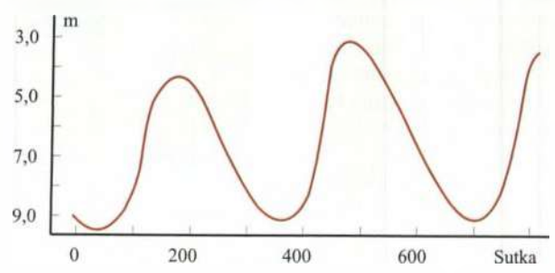
Qalaktika nəhəng laboratoriya, ondakı qoşa ulduzlar isə zəngin ölçü cihazları və təcrübi qurğular toplusudur. Hətta məkan – zamanın fundamental xassələrini bir neçə qoşa ulduzun müşahidəsinə əsaslanaraq son dərəcə dəqiq öyrənmək olar. Bundan başqa, plazma fizikası, qazodinamika və göy mexanikası problemlərinin həllində bu tədqiqatlar böyük imkanlar yaradır.

Bu yaxın illərdə astronomlar qoşa sistemə daxil olan bir neytron ulduzunun kütləsini yüksək dəqiqliklə ölçməyə nail olmuşlar. Qara çuxurların mövcudluğunun eksperimental təsdiqi o qədər də uzaqda deyildir. Gələcəkdə bizi qoşa ulduzların tədqiqatı ilə bağlı çoxsaylı maraqlı kəşflər gözləyir.

DƏYİŞƏN ULDUZLAR

Hələ qədimdə insanlar ulduzların qarşılıqlı vəziyyətləri və parlaqlıqlarının əslində dəyişmədiyini qeyd edib, belə bir fəlsəfi nəticəyə gəlmişlər ki, ayaltı aləmin əksinə ayüstü aləm dəyişmir. Çoxdan məlum olan, ancaq tez-tez müşahidə edilməyən bəzi hadisələr bu nəticəyə zidd idi. Nadir hallarda göydə yeni ulduzlar görünürdü. Onlar alışır, bəzən qeyri-adi parlaqlığa (hətta Siriusdan da parlaq!) malik olur, sonra bir neçə həftə və ay müddətində tamamilə sönür. Belə fikirləşmək olar ki, bu "pozucuların" yox olması qədim filosofları sakitləşdirir və bu ulduzların həqiqi olmadığını hesab etməyə imkan verirdi.

Beləliklə, qədimdə yeni ulduz adlandırılan bu obyektlər hal-hazırda dəyişən ulduzların iki müxtəlif tipindən birinə – yeni və ya ifratyeni ulduzlara aid edilir. XVI əsrə qədər alimlərin heç bir başqa dəyişən ulduzlar barədə məlumatları yox idi. Doğrudur, belə bir əfsanə var ki, guya β Persey ulduzunun – Əlqulun (*ərəbcə* "Şeytan ulduzu") adı qədim ərəblər tərəfindən onun müşahidə edilmiş dəyişkənliyi nəticəsində meydana gəlmişdir.



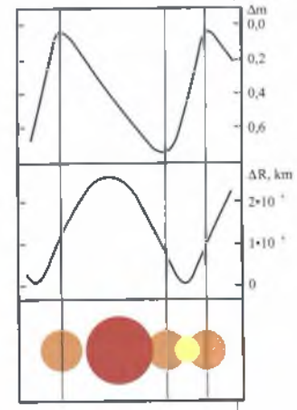
Balina bürcünün Mira ulduzunun parlaqlığının (m) dəyişməsi. Böyük dəyişkənlik amplitudası və dövrün uzun sürməsi diqqəti özünə cəlb edir.

1596-cı ildə alman astronomu David Fabritsius, Balina bürcündə ulduz ölçüsü 2^m olan yeni bir ulduz kəşf etdi. O, bir müddət onu izləndi, yeni ulduz həmişə olduğu kimi, izsiz yoxa çıxdı. Lakin 1609-cu ildə Fabritsius gözlənilmədən onu yenidən göydə tapdı! Beləliklə, ilk dəfə olaraq dəyişən ulduz aşkar edildi. O, öz parlaqlığını çox güclü dəyişir, hətta bəzən adi gözlə görünmürdü. Bəzən yenidən alışma verir, ancaq həmişəlik yox olmurdu. Maraqlıdır ki, Fabritsiusun iki kəşfi arasında, 1603-cü ildə başqa alman alimi, ulduzlu göyün ilk tam atlasının müəllifi İohann Bayer bu ulduzu müşahidə etdi. O dəyişməni qeyd etməyib, ancaq ulduzu öz atlasının xəritəsində Balinanın Omikronu adı ilə göstərdi. Onun başqa adı Balinanın Mirası və ya sadəcə Miradır (*lat.* "qəribə").

Beləliklə, parlaqlıqları *dəyişən ulduzlar* dəyişən ulduzlar adlanır. Astronomlar indiyə kimi müəyyən bir fikrə gəlməmişlər ki, parlaqlığın dəyişməsinin hansı minimal qiymətinə görə ulduzu hansısa dəyişənlər sinfinə aid etmək olar. Ona görə də dəyişən ulduz kataloqlarına parlaqlığın dəyişməsi kifayət qədər, az da olsa, dəyişən ulduzlar daxil edilir. İndi bizim Qalaktikada bir neçə on minlərlə dəyişən ulduz məlumdur. Maraqlıdır ki, bunların on minini yalnız alman astronomu Kuno Hofmeyster aşkar etmişdir. Bu ulduzların sayı müasir dəqiq müşahidə üsullarının tətbiqi nəticəsində sürətlə artır. Başqa qalaktikalarda aşkar olunan dəyişən ulduzların sayı on minlərə çatır.

DƏYİŞƏN ULDUZLARIN ƏSAS TİPLƏRİ

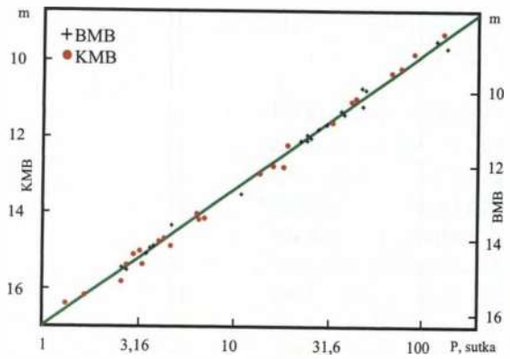
Dəyişən ulduzlar kütləsinə, xətti ölçüsünə, yaşına və dəyişmə səbəblərinə görə bir-birindən fərqlənir və bir neçə böyük qrupa bölünür. Bunlardan biri *döyünən* ulduzlardır. Bu ulduzların parlaqlığı onların xətti ölçülərinin rəqsi olaraq dəyişməsi hesabına olur. Bu növ ulduzlara *Mira tipli* ulduzlar və ya *Miridlər* daxildir. Bunlar parlaqlığı bir neçə ulduz ölçüsü qədər dəyişən, dəyişmə dövrləri orta hesabla bir neçə aydan il yarıma qədər olan qırmızı nəhəng ulduzlardır.



Döyünmə nəticəsində sefeidlərin parlaqlığının (Δm) və radiusunun (ΔR) dəyişməsi.

Döyünən ulduzlardan ən maraqlıları *sefeidlərdir*; bunlar ilk dəfə kəşf edilən belə tipli dəyişən ulduzlardan birinin – δ Sefey ulduzunun adı ilə adlandırılmışdır. Sefeidlər yüksək işıqlıqlı və orta temperaturlu sarı ifratnəhənglərdir. Təkamül gedişində onlar xüsusi quruluş kəsb etmişdir: müəyyən dərinlikdə nüvədən gələn enerjini toplayan və yenidən onu geri qaytaran qat əmələ gəlir. Ulduz dövri olaraq sıxılır, qızır və genişlənərək soyuyur. Buna görə də şüalanma enerjisi ulduz qazı tərəfindən udularaq ionlaşdırılır, qaz soyuduqda ionlar yenidən elektronları zəbt edir və enerji ayrılmağa başlayır. Bu vaxt qaz işıq kvantlarını şüalandırır. Nəticədə sefeidlərin parlaqlığı, bir qayda olaraq, bir neçə sutkalıq periodla bir neçə ulduz ölçüsü qədər dəyişir. Sefeidlərin pulsasiyası fizikasının uğurlu izahını ilk dəfə keçən əsrin 50-ci illərində S.A.Jevakin vermişdir.

Sefeid adlanan ulduzlar astronomiyada xüsusi rol oynayır. 1908-ci ildə ən yaxın qalaktikalardan birində – Kiçik Magellan Buludunda sefeidləri tədqiq edən amerikalı qadın astronom Henriyetta Livitt fikir vermişdir ki, ulduz nə qədər parlaqdırsa, dəyişmə periodu da

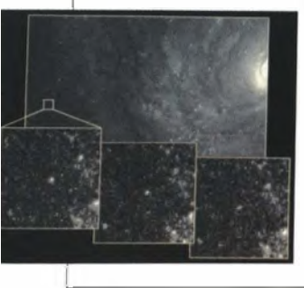


Böyük və Kiçik Magellan buludlarında (BMB və KMB) sefeidlərin orta parlaqlıqlarının (m) dəyişmə periodundan (P) asılılığı. Ulduzlara qədər məsafəni təyin etmək üçün istifadə edilir.

bir o qədər uzundur. Kiçik Magellan Buludunun ölçüləri, ona qədərki məsafədən kiçikdir. Odur ki, sefeidlərin görünən parlaqlıq fərqi onların işıqlığındakı fərqi göstərir. Livittin tapmış olduğu period – işıqlıq asılılığı sayəsində hər sefeidin orta parlaqlığını və dəyişmə periodunu ölçməklə ona qədər məsafəni çox asanlıqla təyin etmək mümkündür. Sefeidlər ifratnəhəng ulduz olduğundan tez nəzərə çarpır, odur ki, onların müşahidə olunduğu hətta ən uzaq qalaktikalara qədər məsafələri ölçmək olur.

Sefeidlərin xüsusi rol oynamasının ikinci səbəbi var. Keçən əsrin 60-cı illərində rus astronomu Y.N.Yefremov müəyyən etdi ki, sefeidlərin periodu nə qədər uzundursa, həmin ulduz bir o qədər cavandır. Period – yaş asılılığından istifadə edərək, hər sefeidin yaşını tapmaq mümkündür. Maksimal periodlu ulduzları seçməklə və onların daxil olduğu qruplaşmaları öyrənməklə, astronomlar Qalaktikanın ən gənc strukturlarını tədqiq edirlər.

M100 Qalaktikasında sefeidin parlaqlığının dəyişməsi. Üç böyük kvadrat zamanın üç anına uyğundur, sefeid onlardan hər birinin mərkəzindədir. Çəkiliş Habbl kosmik teleskopu ilə aparılıb.



Başqa döyünən ulduzlarla müqayisədə sefeidlərə periodik dəyişənlər demək daha məqsədəuyğundur. Parlaqlığın dəyişməsi dövrünün hər növbəti tsikli çox böyük dəqiqliklə əvvəlkini təkrar edir. Ancaq məşhur Qütb ulduzu kimi müstəsna olanlar da var. Artıq çoxdan məlumdur ki, parlaqlığı o qədər çox dəyişməsə də, o, sefeidlərə aiddir. Keçən əsrin axırıncı onilliyində onun parlaqlığının dəyişməsi azalmağa başlamış, 1990-cı illərin ortalarından isə Qütb ulduzu, demək olar ki, artıq pulsasiya etmir. Bunun həmişəlikmi belə olacağını gələcək göstərər.

Sefeid və miridlərdən başqa, digər növ döyünən ulduzlar da var. Onlardan bəziləri, sefeidlərdən fərqli olaraq, ən qoca ulduzlar nəslinə aiddir. Məsələn, *RR Lira tipli* dəyişən ulduzlara kütləvi olaraq yaşı 12 mlrd ildən çox olan kürəşəkilli ulduz topalarında rast gəlinir.

Pulsasiya edən ulduz müəyyən mənada rəqs edən yaylı rəqqasa oxşayır. Yayın sərtliyi isə bu zaman ulduz maddəsinin orta sıxlığına analojidir. Onların ölçüləri dəyişir, təbii olaraq orta sıxlığı da dəyişir. Bütün bunların hamısı "ulduz yayında" özünü əks etdirir. Döyünən ulduzun parlaqlığını ardıcıl olaraq ölçməklə rəqs periodunu çox böyük dəqiqliklə təyin etmək çətin olmur. Periodun dəyişməsinə əsasən başa düşmək olur ki, ulduz yaşının hansı mərhələsindədir.

Astrofiziklərin diqqətini yalnız pulsasiya edən dəyişənlər deyil, *partlayan* və ya *kataklizmik* adlanan ulduzlar da cəlb edir. Bu qoşa sistemlərdə mürəkkəb proseslər baş verir. Komponentlər arasında olan məsafə xətti ölçülərindən bir qədər artıqdır. Komponentlərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində sıxlığı az olan komponentlərin yuxarı qatlarındakı səthlərdən maddə o biri ulduza axmağa başlayır. Partlayan dəyişən ulduzların əksəriyyəti, üzərinə qaz axan ağ cırtdandır. Əgər onun səthinə çoxlu miqdarda maddə yığılarsa, kəskin istiliknüvə reaksiyaları başlanır və onda *yeni* ulduzun alışması müşahidə olunur. Bu vaxt spektrin görünən oblastında parlaqlıq azı 6^m, bəzən daha çox artır. Məsələn, 1975-ci ildə Qu bürcündə partlayan yeni V1500 ulduzunun parlaqlığı təxminən 19^m qədər artdı! Yeni

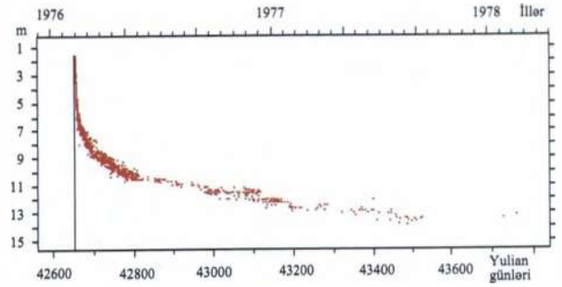
ulduz alışması bir il və daha artıq davam edir.

Lakin belə coşqun proseslərsiz də sıx qoşa ulduzlar sistemi maraqlı dəyişən ulduz ola bilər. Axan maddə elə o saat ağ cırtdanın səthinə düşmür. Əgər onun güclü maqnit sahəsi yoxdursa, qaz ağ cırtdan ətrafında disk əmələ gətirir. Bu disk sabit olmadığından, ulduzda yenilərə nisbətən az miqyasda və uzun çəkməyən alışmalar baş verə bilər. Adətən, bu alışmaların yaranıb sönməsi bir neçə sutka davam edir. Belə dəyişənlərə *cırtdan yenilər* və ya *U Əkizlər tipli* dəyişən ulduzlar deyilir. Əgər ağ cırtdanın güclü maqnit sahəsi olarsa, maddə maqnit xətləri boyunca ulduzun qütb oblastlarına tökülür və dəyişmənin xarakteri daha da mürəkkəb olur.

Alışmaya zahiri oxşarlığı ilə bərabər, *ifratyeni ulduzun* yeni hadisəsi tamamilə başqa təbiətə malikdir. Ehtimal ki, bu ulduzun həyatının axırıncı mərhələlərindən biridir. Bu zaman o, istilik-nüvə enerjisinin əsas mənbələrindən məhrum olub, fəlakətli dərəcədə sıxılır.

Əgər yeni və cırtdan yeni ulduzlara oxşar qoşa sistemdə, ağ cırtdanın əvəzinə neytron ulduzu və ya qara çuxur olarsa, sistem də dəyişən ulduz kimi müşahidə edilə bilər. Bu zaman o güclü rentgen şüalanması mənbəyi olar. Astronomlar yeni rentgen mənbələrini aşkar etdikdə göyün həmin oblastında hərdən optik diapazonda dəyişən ulduz müşahidə edir və sonra təsdiq edirlər ki, rentgen şüalarını məhz elə həmin ulduz buraxır. Dəyişən ulduzlar sistemində astrofiziklər ağ cırtdanları, neytron ulduzlarını və qara çuxurları öyrənməklə maddənin fizika laboratoriyalarında yaratmaq mümkün olmayan vəziyyətlərini tədqiq etmiş olurlar.

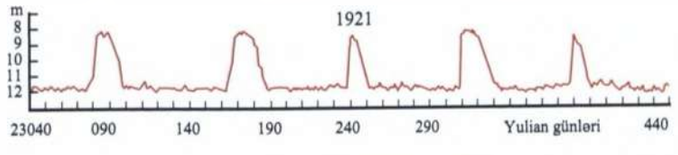
Xüsusi növ dəyişən ulduzlar qrupu – ən cavan ulduzlar nisbətən bu yaxınlarda (kosmik miqyaslara görə) ulduz-



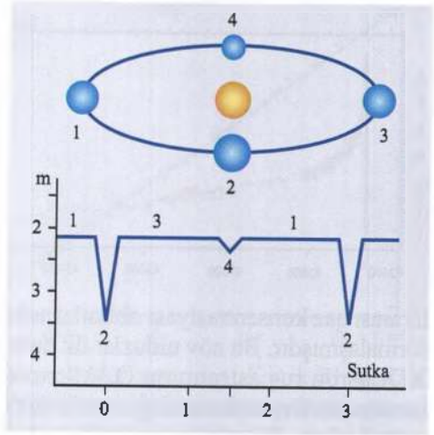
Qu bürcünün V1500 yeni ulduzunun parlaqlığının dəyişməsi.

lararası qaz konsentrasiyası oblastlarında formalaşmışdır. Bu növ ulduzlar ilk dəfə XIX əsrdə rus astronomu O.V.Struve tərəfindən Orion dumanlığı ətrafındakı nəhəng kompleksdə aşkar edilmişdir. Ona görə də bu növ ulduzlara *Orion dəyişənləri* adlandırmağa başladılar. Onlara çox vaxt məlum cavan ulduz – T Buğa ulduzunun adı ilə *T Buğa tipli* dəyişən ulduzlar da deyirlər. Orion dəyişən ulduzları parlaqlığını tez-tez qeyri-dövri dəyişir, lakin bəzən onlarda ulduzun öz oxu ətrafında fırlanması ilə bağlı dövriliyin əlamətlərdə müşahidə edilir.

Maraqlı *R Şimal Tacı tipli* ulduzlar sırasına 20-30-a qədər ulduz daxildir. Bu ulduzların səciyyəvi əlaməti, obrazla desək, "tərsinə alışmalar"dır. Bu tip dəyişən ulduzlarda bəzən parlaqlıq gözlənilmədən 8^m ulduz ölçüsünə qədər düşür, sonra həftələr, hətta aylar müddətində yavaş-yavaş parlaqlıq bərpa olunur. Bu ulduzların atmosferinin qeyri-adi kimyəvi tərkibi var. Onlarda, əslində, Kainatda ən çox yayılmış hidrogen yoxdur, helium və karbon çoxdur. Belə fərz olunur ki, karbon şüalanmanı udan, ulduzun səthindən axan maddə selində toplanıb, qurum əmələ gətirir. R Şimal Tacı tipli



Əkizlər bürcünün U ulduzunun parlaqlığının dəyişməsi.



Tutulan dəyişən ulduzun parlaqlığının (m) bir komponentin o biri komponenti periodik örtməsi nəticəsində dəyişməsi. Şəkildəki rəqəmlər komponentlərin orbit üzərindəki vəziyyətinə uyğundur.

bəzi ulduzlarda onlarca sutkalıq periodlu pulsasiya aşkar olunub.

Yuxarıda təsvir olunan dəyişən ulduzların parlaqlığının dəyişməsi, nüvələrində gedən mürəkkəb fiziki proseslər və ya sıx qoşa ulduzların səthində qarşılıqlı təsir nəticəsində baş verir. Bunlar *fiziki dəyişən* ulduzlardır. Dəyişkənliyi yalnız həndəsi effektlərlə izah oluna bilən ulduzlar da aşkar edilmişdir.

Qoşa sistemlərdə minlərlə *tutulan dəyişən* ulduzlar məlumdur. Belə sistemlərin komponentləri orbit boyunca hərəkət edərək, biri digərinin qarşısına keçir. Ən məşhur tutulan dəyişən ulduz Əlquldur. Bu sistemdə komponentlər bir-birinə çox yaxın olmadığından, qarşılıqlı təsir nəticəsində formaları az dəyişilib, demək olar ki, onlar kürə şəklindədir. Əlqul növlü dəyişənlər demək olar ki, tutulma başlamayana qədər parlaqlıqlarını dəyişmir. Belə dəyişkənliyi aşkar etmək o qədər də asan deyil, belə ki, tutulmanın davam etməsi, ulduzun parlaqlığının sabit qalması intervalı ilə müqayisədə çox kiçikdir. Tutulan dəyişən ulduzların başqa tipləri də var. Onların komponentləri, bir-birini güclü cəzb etdiyindən, uzanmış ellipsoid formasındadır. Belə cisimlərin orbital fırlanması zamanı parlaqlıqları fasiləsiz dəyişdiyindən, tutulmanın hansı andan başlanmasını təyin etmək artıq çətindir.

Ulduzun səthində tünd və ya işıqlı ləkələr olması nəticəsində də parlaqlıq dəyişə bilər. Ulduz öz oxu ətrafında fırlanaraq, yerdəki müşahidəçiyə gah işıqlı, gah da tünd tərəfi ilə görünür. Bir neçə soyuq cırtdan ulduzda Günəş ləkələrinə oxşar ləkə olduğundan və onlar diskin çox hissəsini tutduğundan dəyişkənlik ox ətrafında fırlanma nəticəsində dəqiq müşahidə edilir.

Günəşdə ləkələrin ölçüləri kiçikdir. Əgər uzaqdan Günəşi ulduz kimi müşahidə etsək, onun dəyişkənliyi çətin ki müşahidə edilsin. Yer səthindən Günəş çox parlaq göründüyündən, onun dəyişkənliyini aşkar etmək daha çətindir. Ancaq Günəş insanlara ən lazım olan ulduzdur, bizim planetdə həyat tamamilə ondan asılıdır, buna görə də ona xüsusi diqqət yetirilir. Xüsusi kosmik cihazlarla tədqiq edilmişdir ki, Günəşin diski boyunca böyük ləkələr keçdikdə Yerə nisbətən az işıq düşür. Deməli, Günəşi də zəif *ləkəli dəyişən* ulduz hesab etmək olar. Günəşin çox da böyük olmayan dəyişkənliyinin təzahürü, onda on bir illik günəş aktivliyi tsiklinin müşahidə olunmasıdır. Ulduzların parlaqlığının həndəsi və fiziki dəyişkənlikləri çox tez-tez üst-üstə düşür, birləşir. Belə ki, çoxsaylı ləkəli dəyişən – qırmızı cırtdanlar, eyni zamanda ən çox yayılmış fiziki dəyişənlərə *alışan* ulduzlara aid edilir. Belə ulduzların alışmaları Günəş alışmalarına oxşayır, ancaq hədsən artıq güclüdür. Bəzən bir neçə dəqiqə müddətində baş verən alışma zamanı ulduzun parlaqlığı bir neçə ulduz ölçüsü qədər artır. Təsəvvür edin ki, Günəş alışmaları zamanı Yerə iki dəfə çox işıq gələrsə, nə baş verər?!

Parlaqlığı mikrolinzalaşma ("Qravitasiya linzaları" məqaləsinə bax) nəticəsində dəyişənlər və ya Günəş sistemi kiçik planetləri tərəfindən tutulmaya məruz qalan ulduzlar (ulduzda gedən proseslərlə bağlı olmayan) dəyişən ulduz hesab edilmir.

DƏYİŞƏN ULDUZLARIN HƏVƏSKAR ASTRONOMLAR TƏRƏFİNDƏN MÜŞAHİDƏSİ

Müasir elmi tədqiqat üsulları çox mürəkkəb olduğundan, onlardan istifadə etmək çoxillik xüsusi hazırlıq tələb edir. Bunsuz isə yeni fiziki nəzəriyyə yaratmaq və savadlı təcrübə qoymaq olmaz. Elm, demək olar ki, yüz faiz peşəkarlıq tələb edir. Ancaq dəyişən ulduzlar, indi XXI əsrin əvvəlində, astronomiya həvəskarları üçün geniş fəaliyyət sahəsi kimi mövcuddur. On minlərlə dəyişən hər bir ulduzu peşəkar astronomların izləmək imkanları yoxdur. Belə imkan, ehtimal ki, yalnız ulduzlu göyün avtomatik izlənib operativ informasiyanın güclü kompüterlərlə işlənməsindən sonra yaranacaqdır. İndi isə həvəskar astronomlar çoxsaylı dəyişən ulduzları, xüsusilə parlaqları müşahidə edib, astronomiya institutlarına onların dəyişməsi haqqında qiymətli məlumatlar verirlər. Həvəskar astronomlar assosiasiyalarda birləşirlər.

Həvəskar astronomiya təşkilatları içərisində ən məşhuru Amerika dəyişən ulduz müşahidəçiləri təşkilatıdır. Onun üzvləri yalnız ABŞ-da deyil, Kanadada, başqa ölkələrdə, o cümlədən Avropa ölkələrində yaşayırlar. Assosiasiyanın arxivlərində dəyişən ulduzların milyonlarla müşahidə məlumatı saxlanır. Həvəskarlar dəyişən ulduzları, adətən, binokl və ya kiçik teleskoplarla, onların parlaqlıqlarını qonşu ulduzların parlaqlıqları ilə müqayisə edərək müşahidə edirlər. Ancaq son vaxtlar parlaqlığı ölçmək üçün tez-tez müasir cihazlardan istifadə edilir, alınan informasiya isə o saat kompütərə verilir.

Assosiasiyalar peşəkar astronomlarla səmərəli qarşılıqlı əlaqə saxlayırlar. Məsələn, astronomlar assosiasiyanın üzvlərinə həvalə edirlər ki, müəyyən cırtdan ulduzları izləsinlər və alışma baş verən kimi böyük teleskoplarda onu müşahidəyə başlamağı xəbər versinlər. Astronomiya həvəskarlarının Balinanın Mirası tipli dəyişənlər üzərində on illər müddətində apardıqları müşahidələr çox qiymətlidir. Alınan nəticələr Amerika dəyişən ulduzlar müşahidəçilərinin və başqa birliklərin jurnallarında nəşr olunur. Bəzən astronomiya həvəskarlarına ilk dəfə yeni ulduz alışmalarını qeyd etmək qismət olur. Bu sahədə

Həvəskar astronomun müşahidələr jurnalının səhifəsində dəyişən X Cygnus (X Qu), DM Delphinus (DM Delfin), S Sagitta (S Oxatan), U Cygnus (U Qu) ulduzları üzərində vizual müşahidələr barədə məlumat.

78-ci müşahidə — 18 may 1996-cı il

Göy qaranlıqdır. Göyün cənub hissəsində üfüqdə bulud görünür. Yüngül meh əsir. Xəyalın keyfiyyəti: 5 (α Boo, böyütmə 169 dəfə). Limit ulduz ölçüsü $10{,}9^m$ (χ Cyg oblastı, böyütmə 32 dəfə). Saatın düzəlişi: +1,5 dəqiqə. Müşahidə "Mitsar" teleskopunda aparılır.

Vaxt	Ulduz	Parlaqlığın qiymətləndirilməsi	Böyütmə	Xəritə	Qeyd
0 saat 33 dəq.	χ Cyg	d2v2d	32	Seseviç	
0 saat 36 dəq.	DM Del	A2v3B	32		Qeyd 1
0 saat 39 dəq.	S Sge	c3v1d	32	Seseviç	
0 saat 47 dəq.	U Cyg	v = 8,8	32	AAVSO	Qeyd 2
1 saat 04 dəq.	DM Del	A2v1B	32		Qeyd 3

"Seseviç" adı ilə qeyd olunmuş dəyişən ulduzların ətrafının ulduz xəritəsi V.P.Seseviçin "Dəyişən ulduzlar və onların tədqiqi üsulları" (M.: Pedaqogika, 1970) kitabından götürülüb.
"AAVSO" adı ilə qeyd olunmuş xəritələr AAVSO dəyişən ulduzlar atlasından götürülmüşdür.

Qeydlər:
1. Teleskopun borusu kolonnadan qərbə yönəlib.
2. Qiymətləndirmə şübhəlidir. Müşahidə olunan dəyişən ulduz çox qırmızı, müqayisə ulduzunun rəngi isə ağdır.
3. Teleskopun borusu kolonnadan şərqə yönəlib.

Yaponiya assosiasiyalarının üzərinə daha çox yük düşür.

Onlar elektron poçtundan istifadə edərək, bir-biri ilə daim əlaqə saxlayır, edilə biləcək kəşfi yoxlamaqda bir-birinə kömək edir və peşəkarlara operativ məlumatlar verirlər. Avstraliyalı protestant din xadimi R.Evans, bir həvəskar astronom kimi, çoxsaylı yaxın qalaktikaların ətrafındakı görünüşü yadında saxlayaraq, teleskopu, ulduz xəritəsi olmadan belə, oraya tuşlayaraq, həmin qalaktikalarda ifratyeni ulduzların partlamasını yoxlayırdı. Bu yolla o, onlarca ifratyeni ulduzu aşkar etmişdir.

PARTLAYAN ULDUZLAR

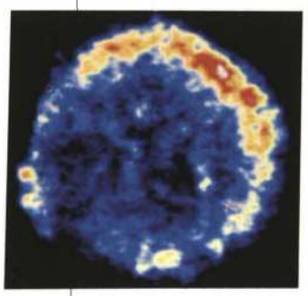
Kim hər gecə diqqətlə ulduzlu göyü izləyirsə, onun həyatında yeni ulduz aşkar etmək şansı var. Belə ulduzun parlaqlığı tədricən artaraq maksimum qiymətə çatır və bir neçə aydan sonra o qədər zəifləyir ki, hətta cihazlar vasitəsilə belə onu görmək mümkün olmur.

İfratyeni ulduz adını alan daha möhtəşəm və nadir göy hadisəsi müxtəlif xalqların salnamələrində qeyd edilmişdir. Sanki, boş yerdə partlayan, ifratyeninin parlaqlığı o qədər artır ki, onu hətta gündüz adi gözlə belə görmək olur.

Yeni ulduz hadisəsi, ən uzaq keçmişdə belə aşkar edilmişdir. XX əsrdə astronomiya müşahidələri müntəzəm hal aldıqdan, ulduzlu göyün görünməsi fotolövhələrdə "protokollaşdırıldıqdan" sonra aydın oldu ki, "yeni" ulduzun yerində həqiqətdə zəif ulduz yerləşir. Sadəcə olaraq, qəflətən onun parlaqlığı öz maksimumuna qədər artır və sonra yenidən sakit səviyyəsinə qədər azalır. Bundan başqa, bəzən yeni ulduz hadisəsi həmin yerdə az və ya çox dərəcədə təkrar olunur. Eyni bir ulduz hansısa səbəbdən yüz ildə bir dəfə, ya da ondan tez öz işıqlığını kəskin artırır.

İfratyenilərdə hadisə başqa cürdür. Əgər alışmadan əvvəl onların yerində ulduz var idisə (məsələn, Böyük Magellan Buludunda 1987-ci ildə alışan parlaq ifratyenidə olduğu kimi), alışmadan sonra o, həqiqətən, yox olur və ondan ətrafa atılan örtük uzun illər işıqlı dumanlıq kimi müşahidə edilir.

Bizim Qalaktikada partlayan ifratyenilərin tədqiqi çox çətindir. Ona görə ki, bu səma obyektləri nadir hallarda müşahidə olunur. Bütün elm tarixində bunları bir neçə dəfə görmək mümkün olmuşdur. Ancaq çoxsaylı başqa qalaktikaları müntəzəm müşahidə etdikdə, il ərzində uzaq ulduz sistemlərində onlarca ifratyeni ulduz aşkar olunur. Müəyyən edilmişdir ki, hər qalaktikada orta hesabla bir neçə on ildən bir ifratyeninin alışması baş verir. Öz maksimum parlaqlığında ifratyeni ulduzun parlaqlığı, qalaktikanın qalan yüz milyardlarla ulduzunun birlikdə götürülən parlaqlığı qədər olur. İndi məlum olan ən uzaq ifratyenilər Günəşdən yüzlərlə meqaparsekdə yerləşən qalaktikalardadır.



1572-ci ildə partlayan İfratyeni Tihonun qalıqlarının rentgen xəyalı. "Eynşteyn" (ABŞ) kosmik rəsədxanasında alınmışdır.





◂◂ M 51 qalaktikası (Burulğan) ifratyeninin partlamasından əvvəl.

◂ SN 19941 ifratyeni M 51 qalaktikasında (oxla göstərilib).

XX əsrin 30-cu illərində Valter Baade və Frits Svikki ilk dəfə olaraq belə fikir irəli sürdülər ki, ifratyeninin partlamasından sonra ifratsıx neytron ulduzu əmələ gələ bilər. Bu fərziyyə, 33 millisaniyə periodla tez fırlanan neytron ulduzu kəşf edildikdən sonra təsdiq olundu. Bu neytron ulduzu Buğa bürcündəki Yengəcəbənzər dumanlığın mərkəzində 1054-cü ildə alışan ifratyeni ulduzun yerində yaranmışdır.

Göründüyü kimi, yeni və ifratyeni ulduz hadisələri tamamilə fərqli təbiətə malikdir.

YENİ ULDUZLAR

Alışma zamanı yeni ulduzun parlaqlığı 12-13 ulduz ölçüsü qədər artır. Bu zaman 10^{39} Coul enerji ayrılır. Bu qədər enerjini Günəş yüz min il müddətində şüalandırır. 1950-ci illərin ortalarına qədər yeni ulduzların alışmasının təbiəti aydın deyildi. Ancaq 1954-cü ildə aşkar oldu ki, yeni DQ Herkules ulduzu orbital dəyişmə periodu bir neçə saat olan sıx qoşa sistemə daxildir. Sonradan aydın oldu ki, bütün yeni ulduzlar sıx qoşa sistemlərin komponentləridir. Bir qayda olaraq, bir ulduz baş ardıcıllığa aid Günəş tipli, ikinci isə radiusu Günəş radiusunun yüzdə birinə bərabər yığcam ağ cırtdan ulduzdur.

Belə qoşa sistemin orbiti o qədər dardır ki, normal ulduz yığcam qonşusunun təsiri nəticəsində güclü deformasiyaya uğrayır. Bu ulduzun atmosferindən, plazma ağ cırtdanın üzərinə sərbəst düşərək, onun ətrafında akkresiya diski əmələ gətirir. Diskdəki maddə qatı sürtünmə nəticəsində tormozlanır, qızır və işıq saçmağa başlayır (ulduzun sakit halında məhz bu işıq müşahidə olunur) və nəhayət, ağ cırtdanın səthinə çatır.

Maddə ağ cırtdanın səthinə töküldükcə, nazik sıx qaz təbəqəsi əmələ gəlir və onun temperaturu tədricən artır. Nəticədə bir neçə ildən 100 ilə qədər müddət ərzində bu səth qatının temperatur və sıxlığı o qədər yüksək qiy-

GİMNAZİST YENİ ULDUZ KƏŞF EDİR

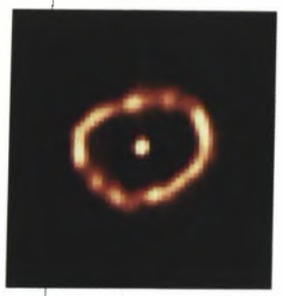
1901-ci il fevralın 8-də (köhnə stillə) axşam, 5-ci Kiyev gimnaziyasının gimnazisti Andrey Borisyak yoldaşları ilə birlikdə dərsdən sonra evə qayıdırdı. Andrey astronomiya həvəskarı idi və müntəzəm olaraq "Rusiya astronomiya təqvimi"nə abunə yazılırdı. Təbii ki, bu dəfə də o, göyə nəzər saldı.

Onun diqqətini Persey bürcündəki, heç bir ulduz xəritəsində rast gəlmədiyi, parlaq bir ulduz cəlb etdi. Andrey başa düşdü ki, bu yeni ulduzdur. Dostlar tələsik teleqraf şöbəsinə gəldilər. Andrey Peterburqa, professor Sergey Pavloviç Qlazenapa teleqram vurdu. Bu zaman artıq ulduzun parlaqlığı sıfırıncı ulduz ölçüsünə çatırdı (Veqa, Kapella, Arktur kimi). Bu ulduzun görünməsi barədə çoxlu sayda peşəkar astronom və astronomiya həvəskarları məlumat verdilər. Andrey Borisyak isə birinci oldu (bunu teleqrafın vaxtı ilə müəyyən etdilər) və beləliklə, yeni Persey ulduzunun kəşfi şərəfi ona məxsusdur.

1901-ci il martın 22-də professor Qlazenap Rusiya Astronomiya Cəmiyyətinin yığıncağında bu kəşf haqqında məlumat verdi. Tezliklə Andrey bu cəmiyyətin həqiqi üzvü seçildi. Çar II Nikolay isə (o, bu cəmiyyətin fəxri üzvü idi) gimnazistə teleskop bağışladı. Borisyakın kəşfi barədə "Rusiya Astronomiya Cəmiyyətinin xəbərləri"ndə məqalə dərc olundu.

Yeni Persey ulduzu haqqında məlumatlara çoxlu sayda astronomiya kitablarında rast gəlmək olar. Bəs, görəsən, onu kəşf edənin gələcək taleyi necə oldu? Andrey Alekseyeviç Borisyak məşhur musiqiçi və musiqi müəllimi oldu, əvvəl Xarkovda, sonralar isə Moskvada musiqidən dərs deyirdi.

Teleskopda Qu bürcündəki yeni ulduzun görünüşü.



mətə çatır ki, sürətli protonların toqquşması, heliumun sintezi istilik-nüvə reaksiyasının başlanmasına səbəb olur. Günəşin və başqa ulduzların mərkəzi hissələrində nisbətən yavaş gedən reaksiyalardan fərqli olaraq, ağ cırtdanın səthində maddənin sıxlığının çox olması hesabına bu, partlayış xarakteri daşıyır.

Məhz ağ cırtdanın səthində baş verən bu istilik-nüvə reaksiyası 0,01 Günəş kütləsi qədər yığılmış olan işıqsaçan örtüyü atır. Bu elə yeni ulduzun alışması kimi müşahidə olunur. Ayrılan enerjinin çox olmasına baxmayaraq, uzaqlaşan örtük qonşu ulduza heç bir ciddi təsir göstərə bilmir. Bu ulduz da növbəti partlayış üçün yanacaq göndərməkdə davam edir.

Hesablamalar göstərir ki, bizim Qalaktikada hər il təxminən yüzə qədər yeni ulduz alışır. Ulduzlararası fəzada udulma bu obyektləri müşahidə etməyə imkan vermir. Ancaq ən parlaq yeni ulduzlar tez-tez adi gözlə görünür. Məsələn, Qu bürcündəki yeni ulduz 1975-ci ildə, demək olar ki, yarım il, onun xaçşəkilli görünüşünü təhrif etdi.

Rentgen astronomiyasının başlanması erası (1960-cı illər) ilə aydın oldu ki, yeni ulduzlar heç də təkcə optik diapazonda müşahidə edilmir. Artıq 1970-ci illərdə müntəzəm alışan rentgen şüalanması mənbəyi – *rentgen barsterləri* kəşf edildi. Buradakı alışmanın mexanizmi klassik yeni ulduzlarda olduğu kimidir. Fərq ondadır ki, sıx qoşa sistemin ikinci komponenti ağ cırtdan deyil, daha yığcam, radiusu bir neçə 10 km olan neytron ulduzudur.

Günəş tipli normal ulduzun və ya qırmızı cırtdanın maddəsi neytron ulduzunun dartıcı qüvvəsi tərəfindən qoparılır və akkresiya diski yaranır. Qaz neytron ulduzunun səthinə düşür, əgər güclü maqnit sahəsi yoxdursa, qaz qızır, bu isə təkrar istilik-nüvə partlamasına gətirib çıxarır. Neytron ulduzunun çox yığcam olması hesabına onun səthinə çatan maddənin sıxlığı ağlasığmaz dərəcədə böyük olur. İstilik-nüvə partlayışı ilə qızmış qaz, əsasən, yüksək enerjili rentgen kvantları şüalandırır.

Nəhayət, yeni ulduzların daha bir tipini – *yeni rentgen* ulduzlarını yada salmamaq olmaz. Onlar bir neçə ay spektrin rentgen diapazonunda partlayır və sonra tamam yox olur. İndiyədək 10-a qədər belə rentgen yenisi məlumdur. Axırıncı illərin ən həyəcanlandırıcı hadisəsi – Rusiya, Ukrayna və xarici astronomların birgə səyləri ilə edilmiş kəşf ondan ibarət idi ki, bütün rentgen yenilərində yığcam ulduzların – kütləsi 10 Günəş kütləsinə bərabər qara çuxurların olması güman edilir. Bu, Eynşteynin ÜNN-də ulduz sistemlərində qara çuxurların kütləsinin 3-5 Günəş kütləsindən az olmaması ehtimalına çox uyğun gəlir.

Qara çuxurların akkresiya maddəsinin yığıla bilməsinə imkan verən səthi olmadığından, burada alışmanın təbiəti klassik yeni ulduzlar və rentgen barsterlərindən fərqli olmalıdır. Belə güman edilir ki, rentgen ulduzlarının alışması qara çuxurun akkresiya diskində qəflətən külli miqdarda enerjinin ayrılması ilə bağlıdır. Dayanıqsız diskin özünü belə aparması səbəbinin öyrənilməsi müasir astrofizikanın ən aktual məsələlərindən biridir.

İFRATYENİ ULDUZLAR

İfratyeni ulduzlar ən möhtəşəm kosmik hadisələrdən biridir. Qısa demiş olsaq, ifratyeni ulduz hadisəsi ulduzun, həqiqətən, partlamasıdır. Belə ki, onun əsas kütləsi bəzən isə bütün kütləsi 10000 km/san sürətlə dağılır, qalıq isə sıxılaraq (kollaps edərək) ifratsıx neytron ulduzuna və ya qara çuxura çevrilir.

İfratyenilər ulduzların təkamülündə əsas rol oynayır. Onlar kütləsi 8-10 Günəş kütləsindən böyük ulduzların həyatının finalı olub, neytron ulduzlarını və qara çuxurları yaradır və ulduzlararası mühiti ağır kimyəvi elementlərlə zənginləşdirir. Dəmirdən ağır olan bütün elementlər massiv ulduzların partlaması zamanı nisbətən yüngül elementlərin nüvəsi ilə elementar zərrəciklərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində əmələ gəlmişdir. İnsanların ulduzlara daimi meylinin sirri buradan irəli gəlmirmi? Axı, canlı materiyanın ən kiçik hüceyrəsində hansısa massiv bir ulduzun ölümü zamanı sintez edilmiş dəmir atomları vardır. Bu mənada insanlar Andersenin nağılındakı qar adamla qohumdurlar. O, isti sobaya qəribə bir sevgi bəsləyirdi, çünki ateşkeş onun gövdəsi idi...

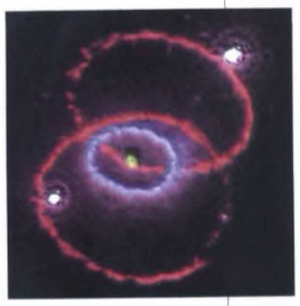


Böyük Magellan Buludunda ifratyeni SN 1987A (oxla göstərilmişdir).

Müşahidə edilən xarakteristikalarına görə ifratyenilər adətən iki böyük qrupa – 1-ci və 2-ci tip ifratyenilərə bölünür. 1-ci tip ifratyenilərdə hidrogen xətləri yoxdur; onların parlaqlığının zamandan asılılığı (buna parlaqlıq əyrisi deyilir) bütün ulduzlar üçün təqribən eynidir. 2-ci tip ifratyenilərdə, əksinə, spektrin optik oblastı hidrogenin xətləri ilə zəngindir. Parlaqlıq əyrilərinin formaları çox müxtəlifdir. Maksimumda müxtəlif ifratyenilərin parlaqlığı müxtəlifdir.

Alimlər aşkar etmişlər ki, elliptik (spiral quruluşu olmayan) qalaktikalarda, yalnız 1-ci tip ifratyenilər alışır. Bizim Qalaktikanın – Ağ Yolun mənsub olduğu spiral qalaktikalarda hər iki tip ifratyenilərə rast gəlinir. 2-ci tip ifratyenilər fəal ulduzəmələgəlmə prosesi gedən və çoxlu massiv ulduz olan spiral qollarda konsentrasiya etmişdir. Bu xüsusiyyətlər belə fikir doğurur ki, ifratyenilərin bu iki tipi müxtəlif təbiətə malikdir.

İndi dəqiq müəyyənləşdirilmişdir ki, istənilən ifratyeni partlayarkən 10^{46} Coul miqdarında güclü enerji ayrılır. Ayrılan enerjinin əsas hissəsi fotonlara deyil, kiçik və ya sıfır sükunət kütləli neytrino ilə daşınır. Neytrino maddə ilə zəif qarşılıqlı



Böyük Magellan Buludunda 1987-ci il ifratyeni alışmasından dörd il sonra. Ulduz partlamazdan əvvəl və partlayış zamanı əmələ gələn örtüklərin qarşılıqlı təsirindən yaranan halqalar. Şəkil Habbl kosmik teleskopu ilə alınmışdır.

təsirdə olduğundan, onlar üçün ulduzlar tamamilə şəffafdır, yəni udulmur.

Yığcam qalığın və xarici örtüyün formalaşması kimi hesab edilən ifratyeni ulduzların partlaması haqqında tamamlanmış, öz görünüşünə görə çox mürəkkəb olan bütün fiziki prosesləri nəzərə alan bitmiş bir nəzəriyyə yaranmamışdır. Ancaq bütün məlumatlar onu deməyə imkan verir ki, 2-ci tip ifratyenilər massiv ulduzun nüvəsinin kollaps etməsi nəticəsində partlayır. Ulduzun yaranmasının müxtəlif mərhələlərində əvvəlcə hidrogen heliuma, sonra helium karbona çevrilmiş, daha sonra "dəmir pik" elementləri – dəmir, kobalt və nikel əmələ gələnə qədər istilik-nüvə reaksiyaları baş vermişdir. Bu elementlərin nüvələrinin bir zərrəciyə hesablanan maksimal əlaqə enerjisi var. Aydındır ki, yeni zərrəciklərin atomun nüvəsinə birləşməsi üçün, məsələn, dəmirin çox böyük enerjisinin sərf olunmasını tələb edir. Odur ki, istilik-nüvə yanması dəmir piki elementlərində "dayanır".

Dəmirin təşkil etdiyi ulduz nüvəsinin kütləsi 1,5 Günəş kütləsinə bərabər olan kimi, ulduzun mərkəzi hissələrinin dayanıqlığının itməsi və kollaps etməsinə təsir edən nədir? Hal-hazırda dayanıqlığın itməsinə və kollapsa səbəb olan iki əsas amil məlumdur. Birinci, fotonların udulması ilə dəmir nüvəsinin 13 alfa-zərrəciyə (helium nüvəsi) dağılıb-sökülməsi. Bu, dəmirin fotodissosiasiyası adlanır. İkinci, protonların elektronları tutması nəticəsində neytronların əmələ gəlməsi – maddənin neytronlaşması. Hər iki prosesin protoulduzun nüvəsində yaranmış 1 t/sm^3-dən böyük sıxlıqlarda baş verməsi mümkün olur. Bunun hər ikisi əslində cazibə qüvvəsinin təsirinə əks olan maddənin elastikliyini xeyli azaldır. Bunun nəticəsində nüvə dayanıqlığını itirir və sıxılır.

Nəzəri olaraq kifayət qədər dəqiqliklə işlənib hazırlanmış nüvənin fəlakətli kollaps prosesindən fərqli olaraq, ulduz örtüyünün atılmasını, daha doğrusu, partlayışını izah etmək o qədər də asan deyil. Bu proseslərdə, çox ehtimal, neytrino mühüm rol oynayır.

Kompüter hesablamalarının təsdiq etdiyi kimi, nüvənin yaxınlığında sıxlıq o qədər yüksək olur ki, hətta maddə ilə az qarşılıqlı təsirdə olan neytrino belə müəyyən anda ulduzun xarici qatları ilə örtülmüş olur. Ancaq qravitasiya qüvvələri örtüyü nüvəyə tərəf çəkir ki, bu zaman sıx bir mayeni nisbətən az sıxlığı olan mayenin səthinə, məsələn, neft və ya yağın səthinə su töküldükdə alınan vəziyyət yaranır. Təcrübədən yaxşı məlumdur ki, yüngül maddə həmişə ağır maddənin təzyiqi altından üzə çıxmağa çalışır. Bu vaxt Reley-Teylor dayanıqsızlığı meydana çıxır. Bu mexanizm nəhəng konvektiv hərəkət yaradır. Nəhayət, neytrinonun impulsu xarici örtüyə verildikdə o, ətraf fəzaya atılır.

Ola bilsin ki, məhz elə neytrino konvektiv hərəkətləri nəticəsində ifratyeninin partlamasının sferik simmetriyası pozulur. Başqa sözlə desək, əsasən, atılan maddə istiqamətində qalıq maddə əks impuls alır və fəzada öz ətaləti ilə 1000 km/san sürətlə hərəkət edir. Belə böyük sürətlər cavan neytron ulduzları olan radiopulsarlarda qeyd edilmişdir.

İkinci tip ifratyeni ulduzların partlamasının sxematik fəza təsviri bu hadisənin əsas müşahidə edilən xüsusiyyətlərini başa düşməyə imkan verir. Verilən modelə, xüsusilə tam enerjiyə və neytrino alışmasına əsasən irəli sürülmüş nəzəri fikir və hesablamalar Böyük Magellan Buludunda 1987-ci il fevralın 23-də qeyd edilmiş ifratyenidən gələn neytrino impulsu ilə tam uzlaşır.

İndi də bir neçə söz 1-ci tip ifratyenilər haqqında deyək. Onların spektrlərində hidrogenin şüalanmasının olmaması, belə deməyə imkan verir ki, alışma hidrogen olmayan örtükdə gedir. İndi belə hesab edilir ki, bu ağ cırtdanın partlamasının və ya *Volf-Raye tipli* ulduzların (bu ulduzların massiv növləri əslində helium, karbon və oksigenlə zəngindir) kollapsının nəticəsidir.

Ağ cırtdan necə partlaya bilər? Axı, çox sıx olan bu ulduzda nüvə reaksiyaları getmir. Qravitasiyanın cazibə qüvvəsinə elektron və ionlardan ibarət olan cırlaşmış sıx qazın təzyiqi təsir edir. Burada da səbəb – massiv ulduzların nüvələrinin kollapsındakı kimidir. Belə ki, maddənin sıxlığı artdıqda onun elastikliyi azalır. Bu yenə də neytronların əmələ gəlməsi zamanı elektronların protonlara təsiri və eyni zamanda başqa relyativist effektlər ilə bağlıdır.

Bəs ağ cırtdanın sıxlığı niyə artır? Əgər ağ cırtdan təkdirsə, bu, mümkün deyil. Ancaq ağ cırtdan, kifayət qədər sıx qoşa sistemə daxildirsə, onda qravitasiya qüvvəsinin təsiri altında qonşu ulduzdan ağ cırtdana tərəf maddə axacaq (yeni ulduzlarda olduğu kimi). Bu zaman onun kütləsi və sıxlığı tədricən artacaq, bu isə sonda kollapsa və partlamaya səbəb olacaq.

Başqa mümkün varianta – iki ağ cırtdanın toqquşması kimi azehtimallı, ekzotik bir varianta da baxılır. Diqqətli oxucu soruşa bilər: axı, bu necə ola bilər? İki ağ cırtdanın fəzada toqquşması ehtimalı çox azdır. Belə ki, vahid həcmdə olan ulduzların sayı da çox







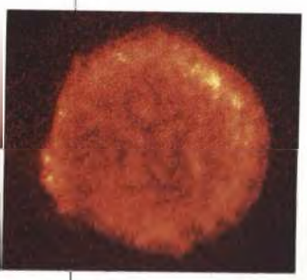
Qu bürcündəki Vual dumanlığı.

▸▸
Qu İlgəyinin detalları. Şəkil Habbl kosmik teleskopunundur.

▾
Qu bürcündə İlgək dumanlığı. Bu, ifratyeninin partlamasından yaranan dalğaların ulduzlararası mühitlə qarşılıqlı təsirindən əmələ gəlmişdir.



Əkizlər bürcündə partlayan ifratyeninin qalıqları.



Tiho ifratyenisinin qalıqları rentgen şüalarında. Şəkil ROSAT peykinindir.

azdır. 100 pk^3-də bir neçə ulduz var. Burada yenə də iki ağ cırtdandan ibarət olan qoşa ulduzlar "günahkardır".

Eynteşteynin ÜNN-dən irəli gəlir ki, orbit boyunca bir-birinin ətrafına dolanan iki kütlə qravitasiya cazibəsi və ya qravitasiya dalğaları vasitəsi ilə, az da olsa, enerjinin daim itməsi nəticəsində gec və ya tez toqquşmalıdır. Məsələn, qoşa yaşayan Yer və Günəş, bu effektin təsiri nəticəsində Kainatın yaşından bir neçə tərtib çox olan uzun sürən zamandan sonra toqquşa bilər. Hesablanmışdır ki, kütləsi Günəş kütləsinə ($2 \cdot 10^{30}$ kq) yaxın olan sıx qoşa ulduz sistemində, ulduzların birləşməsi Kainatın yaşından az – 10 mlrd illik bir müddətdə baş verə bilər. Hesablamalar göstərir ki, tipik qalaktikalarda belə hadisələr bir neçə yüz ildə bir dəfə baş verir. Belə fəlakətli proseslərdə ayrılan nəhəng enerjilər ifratyeni hadisəsini izah etməyə imkan verir.

Yeri gəlmişkən, ağ cırtdanların kütlələrinin təxmini bərabərliyi, onların toqquşmasını bir-birinə oxşar edir. Deməli, birinci tip ifratyenilər alışmanın hansı qalaktikada və harada baş verməsindən asılı olmayaraq, eyni görünür. Ona görə də ifratyenilərin görünən parlaqlığı, müşahidə edildikləri qalaktikaya qədər olan məsafəni əks etdirir. 1-ci tip ifratyenilərin bu xassəsi hazırkı zamanda alimlər tərəfindən başlıca kosmoloji parametr olan Habbl sabitini qiymətləndirib, Kainatın genişlənmə sürətini ölçməyə xidmət edir.

Biz yalnız Kainatda baş verən və optik oblastda müşahidə edilən nisbətən güclü ulduz partlayışlarından danışdıq. İfratyeni ulduzlar halında enerji işıq şüaları ilə deyil, neytrino vasitəsi ilə ötürülür, ona görə də göyün neytrino astronomiyası üsulu ilə tədqiqinin çox maraqlı gələcəyi var. O, gələcəkdə ifratyeninin ən qaynar nöqtəsinə, işıq üçün qeyri-şəffaf nəhəng qalığı olan maddəsinə, baxmağa imkan verəcəkdir. Daha bir maraqlı kəşfi qravitasiya-dalğa astronomiyası vəd edir. Yaxın gələcəkdə qoşa ağ cırtdanların, neytron ulduzların və qara çuxurların qovuşub-qarışması hadisəsini aşkarlayıb izah edəcək.

QEYRİ-ADİ OBYEKTLƏR: NEYTRON ULDUZLAR VƏ QARA ÇUXURLAR

1967-ci ilin yayında Böyük Britaniyanın Kembric Universitetində pulsasiya edən radioşüalanma mənbələri – pulsarlar kəşf olundu. Astronomlar göyün müəyyən oblastını tədqiq etdikdə işıqqəbuledicilərı, saniyədən bir az kiçik interval ilə təkrar olunan radio impulslarını qeydə aldılar. Kainatda indiyə qədər belə şüalanma mənbəyi müşahidə edilməmişdi. Əvvəlcə müşahidəçilər bunun Yerdən göndərilən hansısa bir siqnal olduğunu fərz etdilər. Sonradan onlar inandılar ki, bu impulslar Günəş sisteminin sərhədlərindən kənarda olan mənbədən gəlir. Hətta belə fərziyyə irəli sürüldü ki, bu siqnalı başqa sivilizasiya göndərir. Ona görə də onları, LGM kimi işarə etdilər. Bu ingilis dilində "*little green men*" – "balaca yaşıl adamlar" deməkdir. Ancaq sonradan göyün tamamilə bir başqa oblastında da buna oxşar mənbə aşkar edildi. İndi heç kim şübhə etmir ki, pulsarlar təbii kainat mənşəlidir. Buna baxmayaraq, o, sirr olaraq qalır (pulsarların kəşf olunması tarixi haqqında "Radioastronomiya" məqaləsində oxumaq olar).

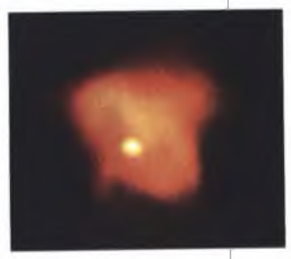
Aydınlaşdırılmamış ən çətin məsələ bu mənbələrin sürətlə fırlanmasıdır. İndiyədək məlum olan ən sürətli dəyişən ulduzun impulsları arasındakı interval 70 san-dir. Eyni zamanda elə pulsarlar var ki, onların dəyişmə periodu saniyənin bir neçə mində biri qədərdir.

Şüalanmanın xarakterinə görə fəzanın maksimal ölçüsünü təxmini təyin etmək o qədər də çətin deyil. Bu oblastdan uzaqda yerləşən oblastlardan siqnallar yerdəki müşahidəçiyə gec çatır. Ona görə də şüalanmanın adi impulsu müşahidəçiyə zamana görə uzun görünür. Pulsarların şüalanmasındakı dəyişkənliyin tədqiqi göstərdi ki, şüalanan oblastların ölçüləri, indiki halda, bir neçə 10 km-dən çox deyil. Bu, hətta, Yer ölçüləri miqyasında da çox azdır. Kainatda isə həmişə nəhəng ölçülü məsafələrlə rastlaşırıq. Əgər bizdən uzaqda yerləşən həddən artıq yığcam obyektlərin şüalanması Yerdə qeyd olunursa, deməli, həmin şüalanma intensivdir.

Alimlər göy sferasında pulsarların paylanmasını öyrənərək, müəyyən etdilər ki, onların çoxu Ağ Yol müstəvisinin yaxınlığındadır. Deməli, onlar bizim Qalaktikanın üzvləridir. Kifayət qədər pulsar aşkar olunduqdan sonra aydın oldu ki, onlardan bir neçəsi ifratyeni ulduz alışmalarının qalıqlarında yerləşir. Pulsarların ən məşhuru periodu 0,033 san olub, Yengəcəbənzər dumanlıqda 1054-cü ildə partlayan ifrat Yeni ulduzun genişlənən qaz örtüyündə olan pulsardır. 1969-cu ildə bu radioşüalanma mənbəyinin həmin periodla dəyişən zəif bir ulduzla eyni olduğu aydınlaşdırıldı. 1977-ci ildə daha bir pulsar, bu dəfə Yelkən bürcündəki ifratyeninin qalığında kiçik bir ulduzla eyniləşdirildi. Bu mənbələrdə rentgen və qamma-impulslar qeyd olundu. Pulsarların əksəriyyəti isə, radioimpulslardan başqa, heç bir şüalanma göndərmədi.

Bütün bunlar alimlərə belə fikir söyləməyə əsas verdi: pulsarların hansı təbiətə malik olmasından asılı olmayaraq, hamısı ifratyenilərin alışması ilə bağlıdır. Cavan pulsarlar kiçik periodlu olub, əsasən, rentgen və qamma diapazonunda şüalandırır. Radiodalğalar bütün şüalanan enerjinin yüz mində bir hissəsindən azını təşkil edir. Bundan başqa, cavan pulsarların ətrafında partlayan ulduzun atılan qalıqları saxlanılır. Pulsar qocaldıqca impulslar arasındakı zaman müddəti artır, şüalanma zəifləyir və bu zaman şüalanmanın maksimumu radio diapazona doğru sürüşür. Müəyyən yaşdan başlayaraq pulsarlar enerji şüalandırmır, ona görə də periodu bir neçə saniyədən böyük olan mənbələr aşkar edilməyib.

Müşahidə məlumatlarının izahı yuxarıdakı kimidir. İfratyeninin alışması ilə pulsarın əlaqəsini və fəzanın çox da böyük olmayan oblastından gələn, bu qədər güclü və düzgün dəyişən radiodalğaların şüalanması prosesini izah edə biləcək təklifin – nəzəri modelin olması mütləq və zəruridir.



Yengəcəbənzər dumanlığın mərkəzi rentgen şüalarında. Pulsar və qazın işıqlanması görünür. Şəkil ROSAT peykinindir.

PULSAR – NEYTRON ULDUZ

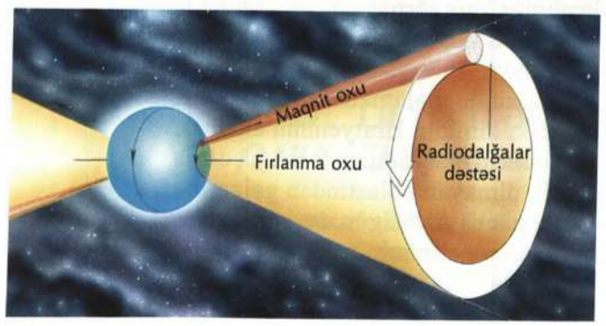
Pulsarların kəşfi ərəfəsində artıq məlum idi ki, ulduzların təkamülünün son məhsulu, sıxlığı adi ulduzların sıxlığından dəfələrlə böyük olan yığcam massiv obyektlərdir.

Ulduz öz enerji mənbəyini sərf edib qurtardıqdan sonra soyuyur və sıxılır. Bu zaman qazın təzyiqi artır və fiziki xassələri köklü surətdə dəyişir. Əgər ulduzun kütləsi azdırsa, deməli, qravitasiya qüvvəsi nisbətən azalır və ulduzun sıxılması və ya qravitasiya kollapsı dayanır. O, ağ cırtdanın dayanıqlı halına keçir. Əgər ulduzun kütləsi hər hansı kritik qiymətdən çoxdursa, onda sıxılma davam edir. Çox yüksək sıxlıqlarda elektronlar protonlarla birləşərək, neytral zərrəciyi – neytronu əmələ gətirir. Tezliklə bütün ulduz yalnız çox sıx yerləşmiş olan neytronlardan ibarət olur və böyük ulduzun kütləsi, radiusu bir neçə kilometr olan kiçik bir kürədə toplanır və sıxılma dayanır. Bu kürənin – *neytron ulduzun* sıxlığını ağ cırtdanın sıxlığı ilə müqayisə etdikdə, ağlasığmaz dərəcədə böyük, 10 mln t/sm³ olur.

Yengəcəbənzər dumanlıq – ifratyeninin partlamasının qalığı. Pulsar dumanlığın mərkəzindədir.

Pulsarın sxemi.





Neytron ulduzların mövcudluğunu 1932-ci ildə, əslən Bakı şəhərindən olan fizik L.D.Landau söyləmişdir. 1934-cü ildə isə ABŞ-da yaşayan V.Baade və F.Svikki bu ulduzların ifratyenilərin qalığı olduğu fikrini irəli sürdülər. Təbii olaraq, pulsarların ifratyenilərin alışması ilə bağlı olması aşkar olduqdan sonra belə bir fikir söylənildi ki, pulsarlar və neytron ulduzlar eyni obyektlərdir.

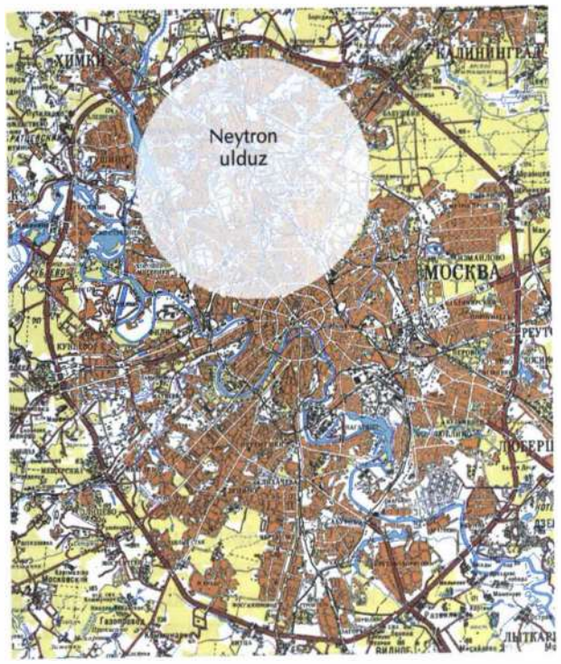
Pulsarlar elektromaqnit dalğalarını necə şüalandırır? Sıxılma zamanı yalnız onun sıxlığı artmır, hərəkət miqdarı momentinin saxlanması qanununa görə, ulduzun radiusu azaldıqca, onun fırlanma sürəti artır. Nəhəng kütləli, massiv və bir neçə 10 km-lik radiusu olan ulduzun kollapsı zamanı fırlanma periodu 0,01 və 0,001 san, daha doğrusu, pulsarlar üçün səciyyəvi olan qiymətə qədər azalır. Bununla yanaşı, ulduzun maqnit sahəsi də xeyli güclənir.

Neytron ulduzun səthində belə yüksək təzyiq olmadığından neytronlar yenə proton və elektronlara parçalana bilir. Güclü maqnit sahəsi isə yüngül elektronları işıq sürətinə yaxın sürətlə uzaqlaşdırır və ulduzətrafı fəzaya atır. Yüklənmiş zərrəciklər yalnız maqnit xətləri boyunca hərəkət etdiyindən, elektronlar qüvvə xətlərinin xaricə çıxdığı qütblər boyunca ulduzu tərk edir. Qüvvə xətləri boyunca hərəkət edən elektronlar öz hərəkətləri istiqamətində enerji şüalandırır. Bu şüalanma iki nazik elektromaqnit dalğaları dəstəsindən ibarətdir. Əgər ulduzun maqnit oxu, yerdə olduğu kimi, fırlanma oxu ilə üst-üstə düşmürsə, onda şüalanma dəstəsi, ulduzun fırlanma periodu ilə bərabər periodla fırlanacaqdır. Biz bu şüalanmanı o vaxt müşahidə edirik ki, şüalar dəstəsi, fəzada bir çevrə cızaraq, yer səthi boyunca yayılır. Göründüyü kimi, "pulsar" adı bu obyektlərə çox da dəqiq uyğun gəlmir, onlar pulsasiya etmir, fırlanır.

Neytron ulduzunun xarici qatlarında başqa qeyri-adi hadisələr baş verir. Belə ki, maddənin sıxlığı nüvənin dağılmasına kifayət etmirsə, onlar bərk kristal struktur əmələ gətirir. Bu zaman ulduz, yerin közərmiş, qartmaq bağlamış qabığına bənzəyir, ancaq təsəvvüredilməz dərəcədə sıx bir qabıqla örtülür. Pulsarın fırlanması zəiflədikcə bu bərk qabıqda gərginliklər yaranır. Onlar müəyyən qiymətə çatdıqda qabıq dağılır. Bu hadisə ulduz silkələnməsi adlanır. O, Yerdə baş verən tektonik hadisəyə oxşayır. Ola bilsin ki, bəzi pulsarların periodunun sıçrayışlı dəyişməsi elə bu ulduz titrəyişləri ilə izah edilir.

Hələ dəqiq müəyyən deyil ki, ifratyeninin alışması neytron ulduzların əmələ gəlməsinin yeganə mənbəyidirmi? Onlar daha sakit baş verən proseslərin də nəticəsində əmələ gələ bilər.

Pulsarların kəşf olunması heç də təkcə astronomiya üçün böyük əhəmiyyətə malik deyil. O, fizikanın başqa sahələrinin də inkişafına təkan verdi. Pulsarların öyrənilməsi yer şəraitində yaradılması heç vaxtı mümkün olmayan güclü qravitasiya və maqnit sahələrinin xassələrini öyrənməyə imkan verir. Pulsarların periodlarının yüksək dəqiqliklə sabit olması, eyni zamanda Yerin fırlanmasının böyük dəqiqliklə ölçülməsinə imkan verdi. Ulduzlararası qazdan keçərkən dəyişən pulsarların şüalanması ulduzlararası mühitin tərkibi və fiziki xassələri haqqında mühüm informasiya verir.

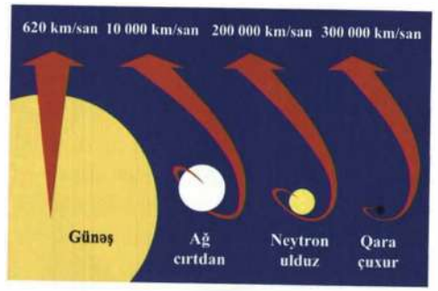


Neytron ulduzun ölçüsü Moskva şəhərinin ölçüsü ilə müqayisəli verilmişdir.

QARA ÇUXUR NƏDİR?

Kainatda neytron ulduzdan da sirli obyektlərin olması ehtimal olunur. Əgər ulduzun kütləsi həddən artıq böyük olarsa, yaranan neytron ulduz qravitasiya kollapsını saxlaya bilmirsə, nə baş verər? Hələ XVIII əsrdə alimlər Kainatda öz işığını belə onu tərk etməyə qoymayan daha güclü qravitasiyaya malik obyektlərin mümkün olması fərziyyəsini irəli sürdülər. Eynşteyn ÜNN-ni yaratdıqdan sonra *qara çuxur* adlanan belə obyektlərin ətraflı fiziki və həndəsi təsviri quruldu.

Qara çuxurlar, kütləsi üç Günəş kütləsi tərtibində olan nəhəng ulduzların kollapsı nəticəsində yaranır. Sıxılma zamanı onların qravitasiya sahəsi daha da sıxlaşır. Nəhayət, ulduz o dərəcədə sıxılır ki, artıq işıq onun cazibəsini tərk edə bilmir. Yəni işıq ondan uzaqlaşmamış qravitasiya onu geri cəzb edir, öz



Öz cazibəsi ilə zərrəcikləri özündə saxlayan müxtəlif tip ulduzların limit sürətləri.



Qu X-1 rentgen mənbəyi. Optik fotoqrafiya (neqativ). Parlaq ulduzların ətrafında halələr fotoqrafik effektdir.

işığını kənara çıxmağa qoymur. Ulduzun qara çuxura çevrilən radiusuna *qravitasiya radiusu* deyilir.

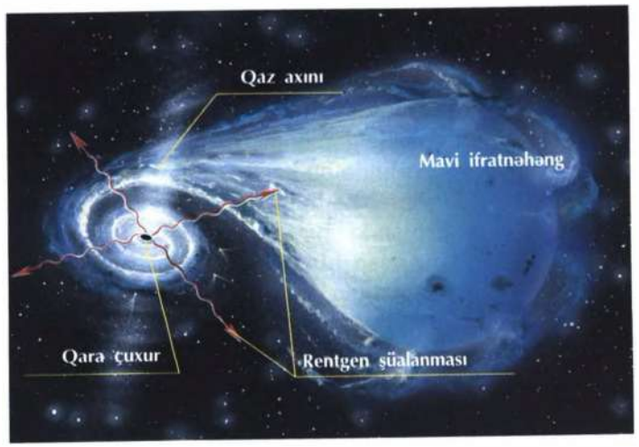
Belə səma cismi ulduz kimi işıq saça bilmir. Belə səma cismi artıq ulduz deyil. Beləliklə, hələlik bizə məlum olmayan fiziki proseslər nəticəsində çox kiçik bir həcmdə sıxlığı böyük olan (10^{93} qr/sm^3) çox böyük kütlə toplanır. Belə kütlənin yaratdığı böyük qravitasiya işığı onu tərk etməyə qoymur. Onlar görünməz olur. Bu mənada o qaradır. Həmin böyük cazibə qüvvəsi məkanı (fəzanı) əyir və onu yığır, quyuya – çuxura bənzəyir. Bu quyu – çuxura düşən hər bir cisim oranı tərk edə bilmir. Bu mənada isə o çuxurdur. Bu dibsiz bir quyuya bənzəyir. Dibi olan quyu isə nə vaxtsa dolmalıdır. Qara çuxur isə dibsiz olduğundan dolmaq nə olduğunu bilmir və nə gəldi udur. El arasında ən qədimdən işlədilən göydəki "dibsiz qaranlıqlar" ifadəsi indi də müasir qara çuxur mənasında işlədilir.

Belə bir sual doğur: ümumiyyətlə işıq saçmayan obyekti necə tapmaq olar? Bu, qaranlıq otaqda qara pişiyi axtarmağa bənzəyir. Ancaq qara çuxurları aşkar etmək üçün bir üsul var. Qara çuxurlar onlara yaxın obyektlərə qravitasiya təsiri göstərir. Elə ona görə də, son elmi məlumatlara görə, belə deyirlər ki, qara çuxurlar o qədər də qara deyil. Onlar da enerji şüalandırır, ancaq başqa oblastda.

Müşahidələr göstərir ki, ulduzların əksəriyyəti qoşadır. Onların çoxu geniş ulduzlar qrupuna daxildir. İki ulduzun qoşa olduğunu bilmək üçün onların birgə hərəkətini öyrənmək lazımdır. Belə olur ki, qoşa ulduzun yalnız bir komponentini müşahidə etmək olur. Əlbəttə, bu zaman inkar etmək olmaz ki, ikinci komponent ya kiçikölçülü tünd ulduz, ya da ağ cırtdandır. Ancaq bəzi qoşalarda görünməyən ulduzun kütləsi belə obyektlər üçün çox böyükdür. Belə halda isə fərz etmək olar ki, o ya neytron ulduz, ya da qara çuxurdur. Elə onda qeyri-müəyyənliklər çox olur.

Daha inandırıcı nəticələr çıxarmaq üçün komponentlərin arasındakı məsafə az olan, hətta az qala bir-birinə toxunan sıx qoşa ulduzları öyrənmək lazımdır. Əgər iki qoşa ulduzdan biri "ölü" yığcam massiv ulduz olarsa, onda nə baş verər? Onun qravitasiya sahəsi kifayət qədər güclü olar. Bu isə qonşu normal ulduzdan maddəni özünə çəkməyə gətirib çıxarır. Bu halda qaz görünən ulduzun xarici qatlarından ayrılaraq görünməyən ulduzun səthinə tökülür. Ancaq bu qaz müşahidə edilir. Bundan başqa, neytron ulduzun və qara çuxurun yanında qaz güclü qızır və elektromaqnit şüalanmanın rentgen və qamma-diapazonunda yüksək şüalanma mənbəyi olur. Belə şüalanmanı Yer atmosferi buraxmır, ancaq onu kosmik teleskoplarla müşahidə edirlər. Atmosferdənkənar işıqqəbuledicilərı buraxıldıqdan sonra rentgen, qamma-şüalanma və oxşar mənbələr sıx qoşa ulduzlarda aşkar edildi.

Rentgen şüalanma mənbəyi olan qoşa sistemlərin əksəriyyətində görünməyən komponentin kütləsi iki Günəş kütləsindən artıq olmur, təbii ki, bu neytron ulduzdur. Ancaq belə tipli bir neçə obyektin kütləsi neytron ulduz üçün həddən artıq çoxdur. Belə halda güman edilir ki, qravitasiya sahəsini qara çuxur yaradır. Qara çuxura ən çox ehtimallı namizəd, parlaq rentgen şüaları mənbəyi Qu bürcündəki Qu X-1 obyektidir.



Qara çuxurun sxemi.

Qara çuxuru neytron ulduzdan, əgər axırıncının şüalanması müşahidə edilmirsə, fərqləndirmək çox çətindir. Ona görə də qara çuxurların mövcudluğuna üstünlük verilir. Həqiqətən, işıq saçmayan massiv cisimlərin aşkar edilməsi onların mövcud olmasının ciddi arqumentidir.

ÖZ YAXININI ACGÖZLÜKLƏ "YEYƏN" PULSAR

1990-cı ildə bir qrup astronom Endro Laynonun (Böyük Britaniya) rəhbərliyi ilə Ağ Yolun mərkəzi yaxınlığında beşinci kürəvi ulduz topasında sürətlə fırlanan neytron ulduzunu aşkar etdilər. Onun pulsasiya edən radioşüalanması maksimumda saniyədə 86 dəfəyə çatır. Bu pulsarı PSR-1744-24A kimi işarə etdilər. Həftədə bir neçə dəfə bu mənbənin siqnalı altı saat müddətində itir.

Bir neçə il bundan əvvəl aşkar edilmiş belə bir pulsar bizdən təxminən 3 min işıq ili məsafəsindədir. Onun periodu 1,6 millisaniyə ətrafındadır. Bu iki pulsar onunla fərqlənir ki, onların bizə görünməyən öz peyklərini "acgözlüklə" yeməsi güman edilir.

Aydındır ki, pulsarların şüalandırdıqları enerjinin miqdarı, peyk ulduzun səthini qızdırmağa kifayətdir. Bu vaxtı maddə səthdən buxarlanır və pulsarın radioşüalanmasının qarşısını tutur. Peykin kütləsi isə yavaş-yavaş azalır.

Təkrar aşkar edilmiş pulsarın şüalanmasının rəqs periodu onu göstərir ki, o, öz inkişafının birinci oxşar obyektə nisbətən ilk mərhələsindədir. Onun peyki kifayət qədər böyük olduğundan pulsar zaman-zaman ondan böyük miqdarda qazı dartıb sorur, sonra həmin qaz asılı olmayan bulud kimi pulsarın ətrafında dolanır və vaxtaşırı pulsarın şüalanmasının qabağını örtür. Belə qaz buludu pulsara yaxınlaşaraq, onun maqnit sahəsinə daxil olur; bu isə rentgen şüalanmasını yaradır.

AĞ CIRTDANLAR

Alman astronomu F.V.Bessel bir neçə il ərzində göydə iki parlaq ulduzun Sirius və Prosionun məxsusi hərəkətlərini müşahidə edərək, 1844-cü ildə müəyyən etdi ki, onların hər ikisi düz xətt boyunca deyil, səciyyəvi dalğavari trayektoriya üzrə hərəkət edir. Bu kəşf alimə belə fikir söyləməyə əsas verdi ki, hər iki ulduzun bizə görünməyən peyki var. Yəni onlar qoşa ulduz sistemləridir.

Besselin bu gümanı tezliklə təsdiq olundu. Amerika alimi, optik cilalayıcı A.Klark 1862-ci il yanvarın 31-də yenicə hazırlanmış diametri 46 sm olan obyektiv sınaqdan keçirdikdə Siriusun peykini aşkar etdi. 1896-cı ildə isə Prosionun peyki aşkar edildi. Müəyyən vaxtdan sonra bu ulduzların və peyklərinin qarşılıqlı fırlanmalarının teleskopik müşahidəsinə əsasən, ümumdünya cazibə qanununun köməyi ilə astronomlar hər iki göy cisminin kütləsini təyin etdilər. Sirius A və Prosion A adlandırılan əsas ulduzların kütləsi uyğun olaraq Günəşdən 2,3 və 1,8 dəfə çox, onların peykləri Sirius B və Prosion B-nin kütləsi isə uyğun olaraq 0,98 və 0,65 Günəş kütləsi tərtibindədir.

Kütləsi əslində Sirius B-yə bərabər olan Günəş həmin məsafədən Qütb ulduzu kimi parlayardı. Nə üçün Sirius B 18 il ərzində "görünməyən peyk" hesab edilirdi? Bəlkə, onların arasındakı bucaq

məsafəsi və Sirius A-nın isə kiçik olmasıdır? Yalnız bu deyil. Sonralar aydın oldu ki, onun işıqlığı Günəşin işıqlığından 400 dəfə az olduğundan adi gözlə görünmür. Düzdür, XX əsrin əvvəlində bu kəşf o qədər də təəccüblü hesab edilmirdi, ona görə ki, işıqlığı az olan kifayət qədər ulduz məlum idi. Ancaq ulduzların kütləsi və işıqlığı arasında olan asılılıq hələ müəyyən edilməmişdi. Yalnız Sirius B və Prosion B-nin şüalanma spektri alınıb və onların temperaturları ölçüldükdən sonra bu ulduzların "anomal" olması aydın oldu.

ULDUZLARIN EFFEKTİV TEMPERATURU NƏDƏN SÖHBƏT AÇIR

Məlum olduğu kimi, fizikada *mütləq qara cisim* anlayışı var. Bu, qara çuxurun sinonimi deyil. Ondan fərqli olaraq, mütləq qara cisim gözqamaşdırıcı parıltı da verə bilər. Bu ona görə mütləq qara cisim adlanır ki, üzərinə düşən bütün elektromaqnit şüalanmasını udur. Nəzəriyyə təsdiq edir ki, mütləq qara cismin vahid səthindəki tam işıq seli (dalğalar uzunluqlarının bütün diapazonunda) nə onun quruluşu, nə də kimyəvi tərkibi ilə deyil, yalnız onun temperaturu ilə təyin edilir. Stefan-Boltsman qanununa əsasən onun işıqlığı temperaturun 4-cü dərəcəsinə mütənasibdir. Mütləq qara cisim, ideal qaz kimi, təcrübədə heç vaxt ciddi realizə olunmayan, yalnız nəzəri fiziki modeldir. Ancaq görünən oblastda ulduzların spektri "qara cismə" kifayət qədər yaxındır. Ona görə də belə hesab etmək olar ki, mütləq qara cisim modeli real ulduzun şüalanmasını bütövlükdə düzgün təsvir edir.

Ulduzun *effektiv temperaturu* elə mütləq qara cismin temperaturuna deyilir ki, vahid səthdən şüalandırdığı enerjinin miqdarı onunla eyni olsun. Ümumiyyətlə desək, o, ulduzun fotosferinin temperaturuna bərabər deyil. Hər şeydən əvvəl, bu obyektiv xarakteristikadan ulduzun başqa xarakteristikalarını: işıqlığını, ölçüsünü və s. təyin etmək üçün istifadə etmək olar.

XX əsrin 10-cu illərində Amerika astronomu Uolter Adams Sirius B ulduzunun effektiv temperaturunu təyin etməyə cəhd edib. O, effektiv temperaturu 8000 K kimi qiymətləndirdi. Sonralar astronomun səhv etdiyi aydın oldu; əslində o, daha yüksək idi (10000 K-ə yaxın). Nəticə etibarilə, əgər Günəş ölçüsündə olsaydı, bu ulduzun işıqlığı gün işığını minimum 10 dəfə üstələmiş olardı. Sirius B-nin müşahidə edilən işıqlığı isə 400 dəfə gün işığındakından azdır, belə ki, o gözləniləndən 4 min dəfə azdır! Bu təzaddan yeganə çıxış yolu Sirius B-nin görünən üst hissəsinin sahəsinin dəfələrlə az olduğunu, beləliklə, diametrinin də kiçik olduğunu hesab etməkdir.

Hesablamalar göstərdi ki, Sirius B ölçüsünə görə Yerdən cəmi 2,5 dəfə böyükdür. Amma o, Günəş kütləsi saxlayır, belə çıxır ki, onun orta sıxlığı Günəşinkindən 100 min dəfə artıq olmalıdır! Bir çox astronomlar bunca ekzotik bir obyektin varlığına inanmaqdan imtina etmişlər.

Yalnız 1924-cü ildə, əsasən, ulduzların daxili quruluşlarının nəzəriyyəsini işləmiş ingilis astrofiziki Artur Eddinqtonun səyləri nəticəsində, nəhayət ki, astronomiya cəmiyyəti tərəfindən tamamilə yeni bir ulduz real təmsilçisi olan Sirius və Prosion yığcam peykləri dərk edildi. Onlar indi bəyaz cırtdanlar kimi tanınır. Ona görə "bəyaz" adlanır ki, bu növün ilk nümayəndəsi isti bəyazmavi işıqlı idi və ona görə "cırtdan" adlanır ki, onların çox kiçik işıqlılığı və ölçüləri vardı.

SPEKTRAL TƏDQİQATLARIN NƏTİCƏLƏRİ

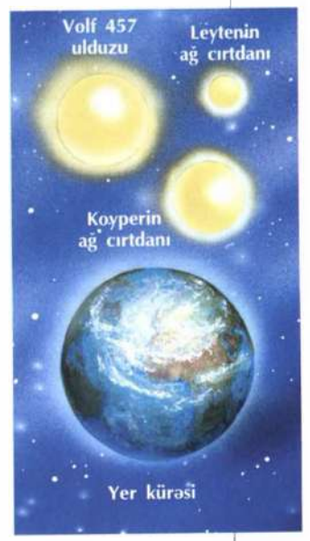
Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, ağ cırtdanların sıxlığı adi ulduzların sıxlığından min dəfələrlə çoxdur. Deməli, onların maddəsi nə isə xüsusi yerdə bizə məlum olmayan fiziki vəziyyətdə olmalıdır. Ağ cırtdanların spektrlərinin adi ulduzların spektrlərindən kəskin fərqlənməsi və qeyri-adi olması bu fikri bir daha təsdiq edir.

Əvvələn, udulma xətləri normal ulduzların udulma xətlərinə nisbətən xeyli enlidir. İkincisi, hidrogen xətləri ağ cırtdanların spektrində elə yüksək temperaturlarda ola bilər ki, belə temperaturlarda adi ulduzların spektrlərində bu xətlər müşahidə edilmir, ona görə ki, həmin temperaturlarda bütün hidrogen ionlaşır. Ağ cırtdanların bütün bu spektral xüsusiyyətləri nəzəri olaraq həmin ulduzların atmosferində maddənin yüksək təzyiq altında olması ilə izah edilir.

Ağ cırtdanların spektrlərinin digər fərqli xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onların spektrində bütün kimyəvi elementlərin xətləri yerdə həmin kimyəvi elementlərin laboratoriya şəraitində alınan spektrindəki xətlərə nisbətən spektrin qırmızı tərəfinə bir qədər sürüşmüşdür. Qravitasiya qırmızı sürüşməsi adlanan bu effekt onunla izah edilir ki, ağ cırtdanın səthində sərbəstdüşmə təcili Yerin səthindəkinə nisbətən xeyli böyükdür.

Ümumdünya cazibə qanununa əsasən deyə bilərik ki, ulduzun səthində sərbəstdüşmə təcili ulduzun kütləsi ilə düz, radiusu ilə tərs mütənasibdir. Məlumdur ki, ağ cırtdanların kütləsi normal ulduzların kütləsinə yaxın olsa da, radiusları normal ulduzlarınkına nisbətən dəfələrlə kiçikdir. Ona görə də ağ cırtdanların səthində sərbəstdüşmə təcili olduqca böyükdür, təqribən 10^5-10^6 m/san^2 tərtibində olur. Müqayisə üçün xatırladaq ki, Yerdə sərbəstdüşmə təcili 9,8 m/san^2-yə bərabərdir, yəni 10 000-100 000 dəfə azdır.

Ağ cırtdanlar spektral xüsusiyyətlərinə görə iki yerə bölünür: spektrləri hidrogen xətlərindən ibarət olan və spektrində hidrogen xətləri müşahidə olunmayan ağ cırtdanlar. Spektrində hidrogen xətləri olmayan ağ cırtdanların spektri neytral, yaxud ionlaşmış helium və ağır elementlərin spektral xətlərindən ibarət olur. Spektrində hidrogen xətləri olan ağ cırtdanların temperaturu təqribən 60 000 K, spektrində helium xətləri olan ağ cırtdanların temperaturu isə təqribən 11 000-20 000 K olur. Beləliklə, spektrində hidrogen xətləri olan ağ cırtdanlar daha isti ulduzlardır. Bütün bu deyilənlərdən əlavə, ağ cırtdanların digər maraqlı spektral xüsusiyyətləri də aşkar



Yerin və bəzi ağ cırtdanların müqayisəli ölçüləri.

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASININ N.TUSİ ADINA ŞAMAXI ASTROFİZİKA RƏSƏDXANASINDA ULDUZLARIN ÖYRƏNİLMƏSİ

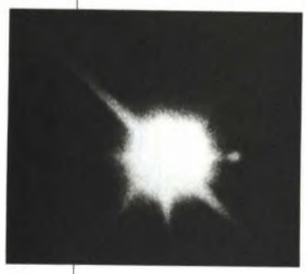
250 000 ulduzun işıqlığı və temperaturu (spektral sinfi) arasındakı asılılığa əsasən Hersşprunq-Ressell diaqramında ulduzlar işıqlıq adlanan əsas 7 ardıcıllıqda, ayrı-ayrı qruplarda toplanır.

Diaqramın ən yuxarı hissəsində, üfüqi olaraq, ən isti və ən soyuq ulduzlar da daxil olmaqla, bütün spektral sinifləri əhatə edən işıqlı ulduzlar: geniş örtüklü ifratnəhənglər və Volf-Raye tipli ulduzlar yerləşir. 40 ildən artıqdır ki, Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında həmin ulduzları səciyyələndirən fiziki parametrlər öyrənilir.

Diaqramın, ulduzların 90%-ni təşkil edən baş ardıcıllıq ulduzlarına aid olan maqnit ulduzları və baş ardıcıllıqdan aşağıda yerləşən ağ cırtdanlar nəzəri surətdə və müşahidələrdən öyrənilir.

Diaqramın dəyişən ulduzları əhatə edən hissəsinə aid olan qoşa ulduzlar, yeni ulduzlar, cavan T Buğa tipli, Fuorlar və simbiotik ulduzlar 2 m-lik, eləcə də başqa teleskoplarla, spektral və fotoelektrik müşahidə üsulları ilə öyrənilir.

Ulduzların əmələ gəlməsinin və təkamülünün müxtəlif mərhələlərində olan bu ulduzların öyrənilməsi istiqamətində aparılan elmi tədqiqat işlərindən ulduzların yaranması və təkamül yolunu başa düşüb dərk etməyə kömək edəcək sanballı nəticələr alınmışdır.



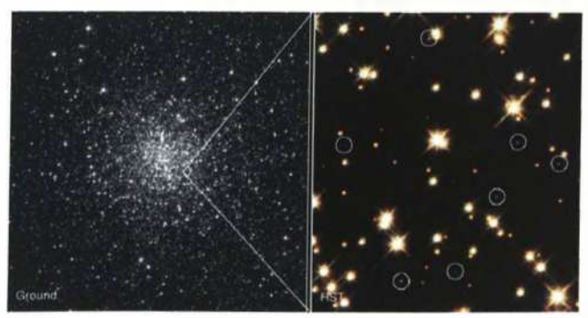
Ağ cırtdan ulduzu Sirius B – Siriusun difraksiya təsvirinin şüaları arasındakı işıqlı nöqtə.

edilmişdir. Məsələn, bir vaxtlar elə ağ cırtdanlar tapılmışdır ki, onların spektrindəki spektral xətləri bizə məlum olan kimyəvi elementlərin spektrləri ilə eyniləşdirmək mümkün olmamışdır. Lakin sonralar bu ulduzlarda Günəşdəkindən təqribən 1000-100000 dəfə güclü maqnit sahəsi olduğu aşkar edildikdən sonra bu çətinlik də aradan qalxmışdır. Aydınlaşdırılmışdır ki, spektral xətlərin eyniləşdirilməsində çətinlik ağ cırtdanlarda mövcud güclü maqnit sahəsində atom və molekulların spektrlərinin güclü maqnit sahəsi tərəfindən təhrif edilməsindən ibarətdir.

AĞ CIRTDANLAR CIRLAŞMIŞ ULDUZLARDIR

Ağ cırtdan tipli ulduzların mərkəzində sıxlıq 10^{10} kq/m^3 tərtibində olur. Sıxlığın belə böyük qiymətlərində qazın fiziki xassələri xeyli dəyişikliyə uğrayır və artıq bu qaza ideal qaz qanunları tətbiq oluna bilmir. Keçən əsrin 20-ci illərinin ortalarında italyan fiziki Enriko Fermi ağ cırtdan ulduzlarda müşahidə olunan sıxlıqlarda qazların tabe olduğu qanunauyğunluqların nəzəri əsaslarını işləmişdir. Aydın olmuşdur ki, belə qazın təzyiqi onun tempuraturu ilə müəyyən edilmir. Hətta qaz mütləq sıfıra qədər soyusa belə, bu təzyiq yüksək olaraq qalır! Belə xassələrə malik olan qaz *cırlaşmış qaz* adlandırılmışdır.

Ağ cırtdanlar kürəvi ulduz topasında (dairəciklərlə işarə edilmişdir). Şəkil Habbl kosmik teleskopu ilə alınmışdır.



1926-cı ildə ingilis fiziki Ralf Fauler cırlaşmış qazlar haqqında nəzəriyyəni ağ cırtdanlara tətbiq etmişdir. Bu nəzəriyyənin ağ cırtdanlara tətbiqi sayəsində iki mühüm nəzəri nəticə əldə edilmişdir. Birincisi, müəyyən edilmişdir ki, ağ cırtdanın radiusu verilmiş kimyəvi tərkib üçün birqiymətli olaraq ulduzun kütləsindən asılıdır. İkinci elmi nəticə isə ondan ibarətdir ki, ağ cırtdanın kütləsi 1,4 Günəş kütləsinə bərabər olan kritik qiymətdən yuxarı ola bilməz.

Sonrakı astronomik müşahidələrin təhlili söylənən nəzəri mülahizələrin və bu mülahizələr əsasında çıxarılan elmi nəticələrin doğruluğunu tamamilə sübuta yetirdi və alimlər belə nəticəyə gəldilər ki, ağ cırtdanların nüvələrində əslində hidrogen yoxdur, tamamilə yanıb tükənmişdir. Ağ cırtdan ulduzlarının müşahidə olunan xüsusiyyətləri cırlaşmış qazların tabe olduğu qanunauyğunluqlarla izah oluna bildiyinə görə bu ulduzlar *cırlaşmış ulduzlar* da adlandırıldı. Sonrakı mərhələdə isə nəzəri nəticələrin və müşahidə faktları əsasında ağ cırtdanların fiziki modelləri daha da dəqiqləşdirildi və təkamül xüsusiyyətləri müəyyən edildi.

AĞ CIRTDANLAR NECƏ ƏMƏLƏ GƏLİR?

Müasir ulduz təkamülü nəzəriyyəsinə görə ağ cırtdan ulduzlar ilkin kütləsi 3-4 Günəş kütləsinə bərabər olan ulduzların təkamülünün son mərhələsində əmələ gəlir.

Məlumdur ki, cavan ulduzların mərkəzində hidrogen yanır və ulduzun təkamülünün müəyyən mərhələsində onun mərkəzindəki hidrogen tamamilə yanıb qurtarır. Nəzəri tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, ulduz təkamülünün bu mərhələsində (hidrogen yanıb qurtardıqda) ulduzun nüvəsi sıxılır və qızır. Bu vaxt ulduzun xarici təbəqələri güclü şəkildə genişlənir, onun effektiv temperaturu aşağı düşür və o, qırmızı ifratnəhəng ulduza çevrilir. Əmələ gələn qırmızı ifratnəhəng ulduzun seyrək örtüyünün nüvə ilə qravitasiya əlaqəsi zəif olduğundan bu örtük fəzaya səpələnir. Örtük fəzaya səpələndikdən sonra əvvəlki qırmızı nəhəngin yerində kimyəvi tərkibi, əsasən, heliumdan ibarət olan çox isti və yığcam ulduz – ağ cırtdan qalır. Temperaturu yüksək olduğuna görə bu ulduz, əsasən, ultrabənövşəyi diapazonda şüalandırır və genişlənən örtüyündəki qazını ionlaşdırır.

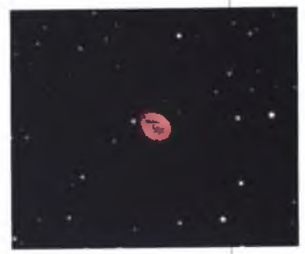
Səmada isti ulduzları əhatə edən genişlənən örtüklər çoxdan məlumdur. Onlar *planetar dumanlıqlar* adlanır və ilk dəfə XVIII əsrdə Uilyam Herşel tərəfindən kəşf edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, onların qalaktikada müşahidə olunan sayı qırmızı ifratnəhənglərin və ağ cırtdanların sayı ilə yaxşı uyğunlaşır və deməli, ağ cırtdanların əsas əmələgəlmə mexanizmi adi ulduzların təkamülünün qırmızı ifratnəhəng mərhələsində qaz örtüyünü itirməsidir.

Sıx qoşa ulduz sistemlərində isə ağ cırtdanlar bir qədər fərqli mexanizmlə əmələ gəlir. Belə ulduz sistemlərində komponentlər bir-birinə o qədər yaxın yerləşmişdir ki, onların arasında intensiv maddələr mübadiləsi baş verir. Bu ulduz sisteminə daxil olan nisbətən çoxkütləli ulduz daha tez təkamül edir və daha tez qırmızı nəhəng ulduza çevrilir və bu ulduzun xarici örtüyü qonşu ulduza axır və beləliklə, bir komponenti ağ cırtdan olan qoşa ulduz sistemi əmələ gəlir. Beləliklə, müasir nəzəri astronomiya həm tək, həm də qoşa ulduz sistemlərinə daxil olan ulduzlarda ağ cırtdanların əmələgəlmə xüsusiyyətlərini izah edə bilir. Ağ cırtdanların ilk dəfə kəşf olunan nümayəndələri – Sirius B və Protsion B məhz qoşa ulduz sistemlərində əmələ gəlmişdir.

* * *

Keçən əsrin 40-cı illərinin sonunda sovet astrofiziki Samuil Aronoviç Kaplan göstərmişdir ki, ağ cırtdanların şüalanması onların soyumasına səbəb olur. Bu o deməkdir ki, onların daxilində enerji mənbəyi yoxdur. Kaplan soyuyan ağ cırtdanların fiziki xüsusiyyətlərinin nəzəri əsaslarını işləmişdir. Keçən əsrin 50-ci illərinin əvvəllərində fransız və ingilis alimləri də oxşar nəticəyə gəlmişlər. Qeyd edək ki, səth sahələri çox kiçik olduğundan bu ulduzlar olduqca yavaş sürətlə soyuyur.

Beləliklə, müasir astrofizika ağ cırtdanların müşahidə edilən xassələrini onların sıxlığının böyüklüyü və səthlərində güclü qravitasiya sahəsinin olması ilə izah edir. Qeyd edək ki, ağ cırtdanlar qalaktikanın ən nadir obyektlərindən biridir; bu ulduzların maddəsinin olduğu şəraiti yer laboratoriyalarında yaratmaq hələlik mümkün deyildir.



Lira bürcündə yerləşən planetar dumanlıq.





ULDUZLAR ARASINDA

ULDUZLARARASI MÜHİT

Bir zamanlar belə hesab edirdilər ki, ulduzlararası fəza tamamilə boşluqdan ibarətdir. Lakin sonralar müşahidə texnikasının və nəzəri astrofizikanın inkişafı bu fikrin tamamilə yanlış olduğunu göstərdi. Hal-hazırda aşkar edilmişdir ki, ulduzlararası mühit çox seyrək maddə zərrəcikləri (qaz və tozcuqlar), kosmik zərrəciklər və elektromaqnit şüalanması ilə doludur.

Ulduzlararası mühitin əsas komponenti atom və molekullardan ibarət olan qazdır. Bu qazın tərkibində həm də ulduzlararası maddənin 1%-ni təşkil edən toz da vardır, bunlardan başqa, kosmik şüalar (elementar zərrəciklər seli) və elektromaqnit şüalanması da ulduzlararası mühitin tərkib hissələri hesab olunur. Müəyyən edilmişdir ki, ulduzlararası qazın kütləsi tozun kütləsindən, demək olar, 100 dəfə çoxdur. Bütün bunlardan başqa, ulduzlararası fəzada Yerin maqnit sahəsindən təqribən 100 min dəfə zəif olan maqnit sahəsi də vardır. Ulduzlararası maqnit sahəsi ulduzlararası maddə ilə əlaqəlidir və onunla birlikdə hərəkət edir.

Ulduzlararası maddənin mövcudluğu ilk dəfə 1930-cu ildə İsveçrə astronomu Robert Trümpler tərəfindən aşkar edilmişdir. O müəyyən etmişdir ki, ulduzlardan gələn işıq şüası yerdəki müşahidəçiyə gəlib çatana qədər udulmaya (zəifləməyə) məruz qalır. Sonrakı tədqiqatlar göstərdi ki, bu zəifləmə ulduzun rəngindən asılıdır. Aydın oldu ki, mavi ulduzların işığı qırmızı ulduzlarınkına nisbətən daha güclü zəifləyir. Beləliklə, əgər ulduz mavi və qırmızı diapazonlarda eyni miqdarda şüalandırırsa, ulduzun mavi şüaları daha çox udulduğundan bu ulduz yerdəki müşahidəçiyə qırmızı rəngdə görünəcəkdir.

Ulduzlararası maddənin fiziki xüsusiyyətlərinin astronomik müşahidələr vasitəsi ilə sonrakı tədqiqi göstərdi ki, bu maddə qalaktikada olduqca qeyri-müntəzəm paylanmışdır. Aydın oldu ki, ulduzlararası maddə bizim qalaktikanın müstəvisində (Ağ Yolda) daha çoxdur. Bizim qalaktikanın müstəvisində müşahidə olunan Kömür Çuvalı və At Başı kimi tutqun dumanlıqlar ulduzlararası maddənin daha böyük sıxlığa malik olduğu yerlərdir.

Ulduzlararası qaz ulduzlar kimi, əsasən, hidrogendən və heliumdan ibarətdir. Bu qazın təqribən 90%-i hidrogen, 28%-i helium və 2%-i ağır elementlərdən ibarətdir. Ağır elementlərdən ən çox rast gələni oksigen, karbon, azot, neon, maqnezium, silisium, kükürd və dəmirdir. Ağır elementlərin miqdarca az olmasına baxmayaraq, onlar ulduzlararası fəzada bir sıra mühüm fiziki proseslərin getməsində əhəmiyyətli rol oynayır.

Ulduzlararası maddənin öyrənilməsində radioastronomiyanın müstəsna rolu olmuşdur. Bu onunla əlaqədardır ki, bildiyimiz kimi, yüksək dərəcədə seyrək və olduqca soyuq olan ulduzlararası madde ən çox uzundalğalı diapazonda (radiodalğalar və infraqırmızı dalğalar) şüalandırır. Digər tərəfdən, bu dalğalar ulduzlararası maddə tərəfindən ən az udulduğundan biz qalaktikanın daha uzaqda olan sıx molekulyar buludlarını tədqiq etmək imkanı əldə edirik. Udulma çox olduğundan belə ərazilərin optik diapazonda tədqiqi isə tamamilə qeyri-mümkündür. Məlumdur ki, molekulyar buludlar ulduzlararası qazın və tozun ən çox toplandığı ərazilərdir. Molekulyar buludlar həm də ona görə böyük əhəmiyyət kəsb edir ki, burada kosmik fəzanın ən mühüm hadisələrindən biri, ulduzəmələgəlmə prosesi baş verir. Molekulyar buludlar, əsasən, H_2 molekullarından ibarətdir. 1970-ci illərin əvvəllərindən bu buludlarda həm də üzvi molekullar aşkar edilmişdir. Hal-hazırda molekulyar buludlarda radioastronomik tədqiqatların köməyi ilə





80-dən çox müxtəlif molekul aşkar edilmişdir ki, bunların da 2/3-si üzvi molekullardır.

Hal-hazırda ulduzlararası qazın və tozcuqların fiziki xassələri müasir tədqiqat üsullarının köməyi ilə kifayət qədər mükəmməl tədqiq olunmuşdur. Məlum olmuşdur ki, hidrogen atomları dalğa uzunluğu 21 sm olan radiodalğalar şüalandırır. Bu şüalanmanın köməyi ilə

▲ Ağ Yolda olan tutqun sahələr qeyri-şəffaf soyuq qaz və toz buludlarıdır.

▲ Eridan bürcündə yerləşən Cadugərin Başı əksetdirici dumanlığı.



▸
İşıqlı şüalanma dumanlığı.



▸▸
Qartal şüalanma dumanlığı.



Orion bürcündə şüalanma dumanlığı.

ulduzlararası maddənin təbiəti haqqında mühüm elmi əhəmiyyət kəsb edən məlumatlar əldə edilmişdir. Məsələn, bu üsulla neytral atomar hidrogen buludu kəşf edilmişdir.

Atomar neytral hidrogen buludunun tipik temperaturu təxminən 70 K (-200°C), sıxlığı isə kiçik (fəzanın bir kubsantimetrində onlarca atom) olur. Tamamilə aydındır ki, bu mühitin bulud hesab olunmasına baxmayaraq, Yerdə bu güclü vakuum hesab edilə bilər, məsələn, buradakı sıxlıq televizorun kineskopunda yaradılan vakuumdan təqribən milyard dəfə seyrəkdir. Bu buludların ölçüləri 10 parsekdən 100 parseka qədər olur (müqayisə üçün qeyd edək ki, ulduzlar arasında məsafə təqribən bir parsekdir).

Sonralar molekulyar hidrogendən ibarət olan, daha soyuq və sıxlığı daha çox olan, görünən işıq üçün isə tamamilə qeyri-şəffaf olan buludlar kəşf edildi. Soyuq ulduzlararası qaz və tozun əksər hissəsi məhz belə buludlarda toplanmışdır. Bu buludların ölçüləri atomar hidrogen buludlarının ölçüləri kimidir, sıxlıqları isə onlarınkından yüz və hətta min dəfələrlə çoxdur. Ona görə də böyük ölçülü molekulyar buludlarda yüz minlərlə və hətta milyonlarla Günəş kütləsinə bərabər olan böyük qaz kütləsi ola bilir. Əsasən hidrogendən ibarət olan molekulyar buludlarda halhazırda daha mürəkkəb molekullar və hətta sadə üzvi birləşmələr aşkar edilmişdir.

Ulduzlararası maddənin bir hissəsi yüksək dərəcədə isti olduğundan ultrabənövşəyi və rentgen diapazonlarında şüalandırır. Məlumdur ki, temperaturu təqribən bir milyon dərəcəyə bərabər olan ən isti qaz rentgen diapazonunda şüalandırır. Bu qaz Günəş tacındakı çox isti qaza bənzədiyindən *koronal qaz* adlandırılmışdır. Koronal qaz çox kiçik sıxlıqla (fəzanın 1 kub desimetrində təqribən bir atom) xarakterizə olunur. Belə isti seyrək qaz ifrat yeni ulduzların güclü partlayışları nəticəsində əmələ gəlir. Partlayış zamanı əmələ gələn zərbə dalğası ulduzlararası qazda yayılarkən bu qazı yüksək temperatura qədər qızdırdığından qaz rentgen şüalanması mənbəyi olur. Koronal qaz qalaktikalararası fəzada da aşkar edilmişdir. Ulduzlararası maqnit sahəsi daha sıx və daha soyuq qaz buludlarının əmələ gəlməsində ciddi rol oynayır. Bu buludlarda isə yeni ulduzların əmələ gəlməsi prosesi baş verir. Kosmik şüaların zərrəcikləri də ulduzlararası maqnit sahəsinin təsirinə məruz qalır, bu zərrəciklər maqnit sahəsinin qüvvə xətləri boyunca spiralvari trayektoriyalar üzrə hərəkət edir. Kosmik şüaların tərkibinə daxil olub yüksək sürətlə (işıq sürətinə yaxın) hərəkət edən elektronlar sinxrotron şüalanma adlanan şüalar şüalandırır ki, bu şüalanma radiodiapazonda müşahidə edilir. Bu şüalanmanı tədqiq etməklə ulduzlararası mühitin xüsusiyyətləri və oradakı fiziki şərait haqqında elmi məlumatlar əldə edilir.



Böyük Orion dumanlığı.

QAZ DUMANLIQLARI

Teleskopik müşahidələr nəticəsində səmada çoxsaylı zəif işıqlanan ləkələrin – işıqlı dumanlıqların olduğu aşkar edilmişdir. Dumanlıqların müntəzəm öyrənilməsi XVIII əsrdə Uilyam Herşel tərəfindən başlanmışdır. Herşel bu dumanlıqları ağ və yaşılımtıl dumanlıqlara ayırmışdır. Aydın olmuşdur ki, ağ dumanlıqların əksəriyyəti çoxsaylı ulduzlardan ibarət olan ulduz topaları və qalaktikalardır, bəziləri isə yaxınlıqda yerləşən ulduzların işığını əks etdirən ulduzlararası tozdur. Bir qayda olaraq, əksetdirən dumanlıqların mərkəzində parlaq ulduz olur. Yaşılımtıl dumanlıqların isə şüalanan ulduzlararası qazdan ibarət olduğu müəyyən edilmişdir.

Səmada müşahidə olunan ən parlaq qaz dumanlığı Böyük Orion dumanlığıdır. Bu dumanlığı binoklla və yaxud yaxşı görmə qabiliyyəti olduqda adi gözlə də görmək mümkündür. Bu dumanlıqdan bir az aralıda isə Orion Qurşağını əmələ gətirən bir düz xətt üzərində yerləşən 3 ulduz vardır. Böyük Orion dumanlığına qədər məsafə təqribən 1000 işıq ilinə bərabərdir.

Ulduzlararası qazın şüalanmasının səbəbi nədir? Bizə məlumdur ki, Yer kürəsini əhatə edən atmosfer – hava şəffafdır və işıq şüalandırmır. Başımız üzərində görünən mavi səma Günəş işığının hava molekullarından səpilməsi nəticəsində belə görünür. Gecə isə səma qaranlıq olur. Lakin bəzi hallarda, məsələn, atmosferdə elektrik boşalması nəticəsində əmələ gələn ildırım zamanı, şimal en dairələrində və Antraktikada müşahidə olunan qütb parıltıları (rəngli işıqlı zolaqlar) zamanı havanın şüalanmasını müşahidə edirik. Hər iki halda hava sürətli zərrəciklərin təsiri ilə şüalanır. Elektronlar seli ildırım zamanı əmələ gələn işıqlanmanı, yerətrafı kosmik fəzada yerləşən radiasiya zolaqlarından Yer atmosferinə daxil olan yüksək enerjili zərrəciklər isə qütb parıltısının əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Məlumdur ki, elektronlar selinin qaz atomlarını "bombalaması" nəticəsində qaz lampalarında şüalanma baş verir.



Orion bürcündəki B 26 əksetdirici dumanlığı.

Lampada olan qazın növündən, onun təzyiqindən, lampaya verilən elektrik gərginliyindən asılı olaraq, müxtəlif rəngli şüalanma alınır.

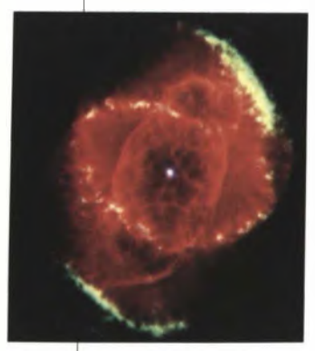
Ulduzlararası qazda da onun şüalanmasına səbəb olan proseslər baş verir, lakin bu şüalanma heç də həmişə qazın sürətli zərrəciklərlə "bombalanması" nəticəsində əmələ gəlmir.

Ulduzlararası qazın şüalanmasını atomar hidrogen misalında izah edək. Məlumdur ki, hidrogen atomu müsbət yüklü nüvədən və onun ətrafında fırlanan mənfi yüklü elektrondan ibarətdir. Nüvə ilə elektron arasında elektrik qarşılıqlı təsiri vardır. Müəyyən qədər enerji alan hidrogen atomu elektronunu itirə bilər. Bu o deməkdir ki, hidrogen atomu ionlaşır. Amma elektronlar və nüvələr bir-biri ilə rastlaşdıqda yenidən birləşə bilər. İonlaşma prosesinin əksi olan bu proses rekombinasiya prosesi adlanır. Hər bir belə birləşmə (rekombinasiya) enerji ayrılmasına səbəb olur və ayrılan enerji porsiyalarla (kvantlarla) həmin enerjiyə uyğun gələn müəyyən dalğa uzunluğunda (rəngdə) şüalanacaqdır.

Beləliklə, qazın şüalanması üçün onun təşkil olunduğu atomlar ionlaşmalıdır. İonlaşma digər atomlarla toqquşma nəticəsində və yaxud əksər hallarda olduğu kimi, qaz atomlarının yaxınlıqda yerləşən ulduzun ultrabənövşəyi şüalanma kvantını udması nəticəsində ola bilər.

Əgər neytral hidrogen buludunun yaxınlığında mavi isti ulduz alışarsa və bulud kifayət qədər massiv və böyük ölçülü olarsa, ulduzun, demək olar ki, bütün ultrabənövşəyi kvantları buludun atomları tərəfindən udulacaqdır və ulduzun ətrafında ionlaşmış hidrogenden ibarət ərazi əmələ gələcəkdir. İonlaşma nəticəsində əmələ gələn elektronlar temperaturu təqribən 10 min dərəcəyə bərabər olan elektron qazı əmələ gətirir. Sərbəst elektronlar protonla birləşərkən rekombinasiya prosesi baş verir və bunun nəticəsində işıq kvantı şəklində enerji şüalanır.

Mürəkkəb formalı NGC 6543 planetar dumanlığı.





◄ Laqun dumanlığı.

▼ Laqun dumanlığı (fraqment).



Lira bürcündəki planetar dumanlıq.



İşıq yalnız hidrogen tərəfindən şüalanmır. XIX əsrdə astronomlar belə hesab edirdilər ki, yaşılımtıl dumanlıqların şüalanması hansısa nebuli (*lat.* nebula – "dumanlıq") adlandırılan səmavi kimyəvi elementin şüalanması ilə əlaqədardır. Sonrakı elmi tədqiqatlar nəticəsində aydın oldu ki, yaşıl işığı şüalandıran oksigendir. Elektron qazının hərəkət enerjisinin bir hissəsi oksigen atomlarının həyəcanlanmasına, başqa sözlə desək, oksigen atomundakı elektronun daha uzaq orbitə keçməsinə sərf olunur. Bu elektron daha dayanıqlı orbitə keçdiyi zaman isə oksigen atomu yaşıl rəngli kvant buraxmalıdır. Yer şəraitində bu hadisə baş vermir, ona görə ki, qazın sıxlığı çox olduğundan toqquşmalar nəticəsində həyəcanlanmış atom normal vəziyyətə tez qayıdır və qadağan keçid adlanan keçid baş vermir. Çox seyrək ulduzlararası mühitdə isə iki ardıcıl toqquşma arasında kifayət qədər xeyli vaxt keçdiyindən belə qadağan keçid baş verə bilir və yaşıl işıq həmin qadağan keçidə uyğun gələn şüalanmadır. Buna oxşar olaraq azot, kükürd və digər kimyəvi elementlər də müəyyən kosmik şəraitdə qadağan olunmuş şüalar buraxır.

Beləliklə, isti ulduzların ətrafında olan ionlaşmış qaz bir növ ulduzun ultrabənövşəyi şüalanmasını spektri müxtəlif kimyəvi elementlərin xətlərinə



Qum Saatı planetar dumanlığı göstərir ki, ulduz örtüyünü tullayan zaman necə mürəkkəb proseslər baş verə bilər.

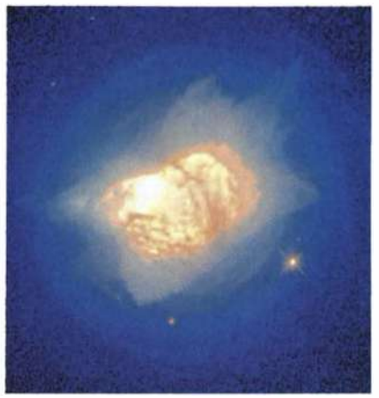


Tülkü bürcündə Qantel planetar dumanlığı.



Üçqat dumanlıq.





◂◂ Qu bürcündə Şimali Amerika dumanlığı.

▲ Mürəkkəb formalı NGC 7027 planetar dumanlığı.

uyğun gələn intensiv şüalanmaya çevirən "maşındır". Qaz dumanlıqlarının rəngi temperaturdan, sıxlıqdan, kimyəvi tərkibdən asılı olaraq, yaşılımtıl, qırmızı və s. ola bilər.

Qaz dumanlıqları formaca da olduqca müxtəlif olur. Bəzi qaz dumanlıqları mərkəzində ulduz olan halqa formasını alır. Bu dumanlıqlar planetar dumanlıqlar adlanır. Bəzi qaz dumanlıqları isə işıqlanan qaz liflərindən ibarət olur. Lakin qaz dumanlıqlarının əksəriyyəti düzgün olmayan formaya malikdir. Belə qaz dumanlıqları adicə ləkəyə oxşayır. Onların bəzilərini işıq süzgəcləri ilə müşahidə etdikdə ayrı-ayrı liflərdən ibarət olduğu aşkara çıxır. Bizim qalaktikanın ən maraqlı qaz dumanlıqlarından biri olan Yengəcvari Dumanlıq buna misal ola bilər. Bu dumanlıq hal-hazırda ən çox tədqiq edilmiş qaz dumanlığıdır və məlum olmuşdur ki, bu dumanlıq ifratyeni ulduzun partlayışının qalığıdır.

ULDUZLARARASI TOZ

Aysız aydın gecədə adi gözlə Ağ Yola fikir versək, orada çoxsaylı tutqun ləkələrdən və zolaqlardan ibarət ərazilərin olduğunu müşahidə edərik. Səmada aydın görünən belə ləkələrdən biri Oxatan bürcündə hələ əvvəllər müşahidə olunan Kömür Çuvalı dumanlığıdır. Hələ iki yüz il əvvəl fərz edilirdi ki, göydə müşahidə edilən ləkələr işığı udan maddələrdir. Lakin yalnız müşahidə astronomiyasının texniki imkanları artdıqdan sonra bu mülahizənin doğru olduğu sübuta yetirildi. İşığı udan materiyanın fiziki təbiəti haqqında ilk anlar yekdil fikir yox idi. Bəziləri hesab edirdilər ki, işığı udan maddə, ola bilsin, böyük asteroidlərin parçalanması nəticəsində əmələ gələn kiçik meteor hissəcikləridir. Ulduzlararası işığın udulmasının xassələrini tədqiq etdikdə aydın oldu ki, işığı udan maddə kosmik fəzanı dolduran çox kiçik tozcuqlardır. Bu tozcuqların ölçüləri santimetrin yüz mində biri tərtibində olur.

Sonrakı tədqiqatlar nəticəsində aydın oldu ki, bizim Qalaktikada tozcuqlar, əsasən, qalaktikanın diskində (Ağ Yolda) toplanmışdır, səmada tutqun ləkələrin əksəriyyətinin Ağ Yolda müşahidə edilməsinin də səbəbi məhz budur. Ulduzlararası toz Qalaktikanın nüvəsindəki ulduzları müşahidə etməyə mane olur,



Ağ Yolun Oxatan bürcündəki hissəsi.



Qurbangah bürcündəki dumanlıq.

bəzi ulduzları isə müşahidə etməyə imkan vermir. Əgər tozcuqlar bizim Qalaktikanın mərkəzini müşahidə etməyə imkan versəydi, Oxatan və Əqrəb bürcləri arasındakı ərazidə gecələr təqribən Ay diski ölçüsündə işıqlı nəhəng ləkə görünərdi.

Ulduzlararası toz heç də həmişə tutqun dumanlıq şəklində olmur. Əgər toz dumanlığının yaxınlığında onu işıqlandıran ulduz olarsa, onda bu toz dumanlığı işıqlı dumanlıq olur və belə dumanlıq *əksetdirən dumanlıq* adlanır.

Ulduzlararası tozun mövcudluğu müəyyən edildikdən sonra onun astronomik müşahidələr üçün ciddi maneə olduğu aşkar edildi. Ulduzlararası toz, demək olar ki, Qalaktikadakı ulduzların şüalanmasının yarısını udur. Tozun daha sıx olduğu ərazilərdə işığın 90%-dən çoxu udulur, gənc ulduzların əmələ gəldiyi molekulyar buludlarda isə udulma əslində 100%-ə çatır.

Kosmosda tozun sıxlığı hətta ulduzlararası qazın sıxlığından azdır. Məsələn, Günəş ətrafında fəzanın bir kubsantimetrində orta hesabla bir qaz atomu var və hər 100 mlrd atoma cəmi bir tozcuq düşür. Başqa sözlə desək, tozcuqlar arasındakı məsafə onlarca metrə bərabərdir. Qalaktikadakı bütün tozun kütləsi bütün qazın kütləsinin yüzdə birinə, bütün Qalaktikanın kütləsinin isə on mində birinə bərabərdir! Lakin bu toz kütləsi işığı kifayət qədər udmağa qabildir.

Müəyyən edilmişdir ki, ən çox göy şüalar udulur. Spektrin qırmızı və infraqırmızı diapazonlarına keçdikcə udulma zəifləyir. Lakin müəyyən dalğa uzunluqlarında udulma daha çox olur. Bu onunla əlaqədardır ki, bəzi maddələr müəyyən uzunluqlu dalğaları daha effektiv udur. Müxtəlif dalğa uzunluqlarında udulmanın tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, ulduzlararası tozcuqlar karbonun, silisiumun birləşmələri, buz və müxtəlif üzvi birləşmələrdir.



Orion bürcündə At Başı tutqun dumanlığı. Sağda böyüdülmüş fraqment verilmişdir.

Kosmik tozun xassələrinin öyrənilməsində işığın polyarlaşması hadisəsindən istifadə olunur. Məlumdur ki, işıq elektromaqnit dalğasıdır və həm də eninə dalğadır; elektromaqnit dalğasında elektrik və maqnit induksiyası vektorlarının rəqsləri dalğanın yayılma istiqamətinə perpendikulyar müstəvidə bütün istiqamətlərdə baş verir. Belə işıq təbii işıq və yaxud polyarlaşmamış işıq adlanır. İşıq polyarlaşmış olduqda isə elektrik və maqnit vektorları bütün istiqamətlərdə deyil, iki müəyyən müstəvidə rəqs edir. Ulduzların adi şüalanması polyarlaşmamış işıq olur. Ulduzun işığı öz yolunda sferik formalı tozcuqla rastlaşarsa, bütün bu dalğalar eyni qaydada udulduğundan işıq uduldudan sonra da polyarlaşmamış olur. Lakin tozcuq uzunsov formaya malik olarsa, tozcuğun uzun oxu istiqamətində olan rəqslər, bu istiqamətə perpendikulyar olan istiqamətdəki rəqslərə nisbətən daha çox udulacaqdır. Ona görə də eyni istiqamətli uzunsov tozcuqlardan ibarət buluddan keçən işıqda artıq bütün istiqamətlərdə olan rəqslər olmayacaq, başqa sözlə desək, belə işıq polyarlaşmış işıq olacaqdır. Beləliklə, astronomik müşahidələr vasitəsi ilə işığın polyarlaşma dərəcəsini ölçməklə tozcuqların formaları və ölçüləri haqqında mülahizə söyləmək olur. Bəzən polyarlaşmanın xüsusiyyətlərinə görə ulduzlararası tozun elektrik xassələrini də müəyyən etmək olur.

Müşahidələrin təhlili göstərir ki, ulduzlararası toz iki cür hissəciklərdən ibarətdir: qrafit (karbon) və silikat (silisiumun birləşmələri). Aydın olmuşdur ki, tozcuqların ölçüləri də eyni deyil və kiçik tozcuqlar iri tozcuqlara nisbətən ulduzların işığını daha çox udur. Tozcuqların ölçüləri santimetrin milyonda birindən on mində birinə qədər olur.

KAİNATDA QAZIN VƏ TOZUN DÖVRANI

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, ulduzlararası fəzada qaz və toz olduqca qeyri-müntəzəm, kiçik və iri buludlar şəklində paylanmışdır. Böyük buludların ölçüləri təqribən bir neçə yüz parsek, kütlələri isə bir neçə milyon Günəş kütləsinə bərabər olur. Belə nəhəng bulud, adətən, atomar neytral hidrogendən və molekullardan ibarət olur.



Dumanlıq və ulduzlar (şəkil).

Müasir təsəvvürlərə görə ulduzlararası qazdan yeni ulduzlar formalaşır. Qaz buludunda cazibə qüvvəsinin təsiri altında sıxlaşmalar – gələcək ulduzların rüşeymləri əmələ gəlir. Hər bir sıxlaşma o vaxta qədər sıxılmaqda davam edir ki, bu sıxlaşmanın mərkəzində sıxlıq və temperatur elə bir həddə gəlib çatır ki, orada hidrogenin heliuma çevrilməsi – termonüvə reaksiyası başlanır. Bu andan etibarən həmin sıxlaşma artıq ulduz (özü işıqsaçan göy cismi) olur.

Ulduzlararası toz da ulduzların əmələ gəlməsi prosesində iştirak edir və mühüm rol oynayır. Toz qazın daha tez soyumasına səbəb olur. Toz protoulduzun kollapsı (sıxılması) zamanı ayrılan enerjini udur və digər spektral diapazonda şüalandırır və deməli, ətraf mühitlə yeni əmələ gələn ulduz arasında enerji mübadiləsinə səbəb olur. Bir və yaxud bir neçə ulduz əmələ gəlməsi və əmələ gələn ulduzların kütlələri buluddakı tozun miqdarından və ətraf mühitlə ulduz arasındakı enerji mübadiləsindən asılıdır.

Əgər sıx molekulyar buludun hər hansı yerində yeni ulduzlar əmələ gəlibsə, bu ulduzların qazla qarşılıqlı təsiri qonşu qaz buludlarının kondensasiyasına səbəb olur, orada ulduz əmələ gəlməsi prosesini sürətləndirir və beləliklə, ulduzəmələgəlmə prosesi zəncirvari xarakter daşıyır. Beləliklə, molekulyar buludlarda ulduzəmələgəlmə prosesi buludun müəyyən hissəsində baş verir, digər hissələrə yayılır və ulduzlararası qaz tədricən ulduzlara çevrilir.

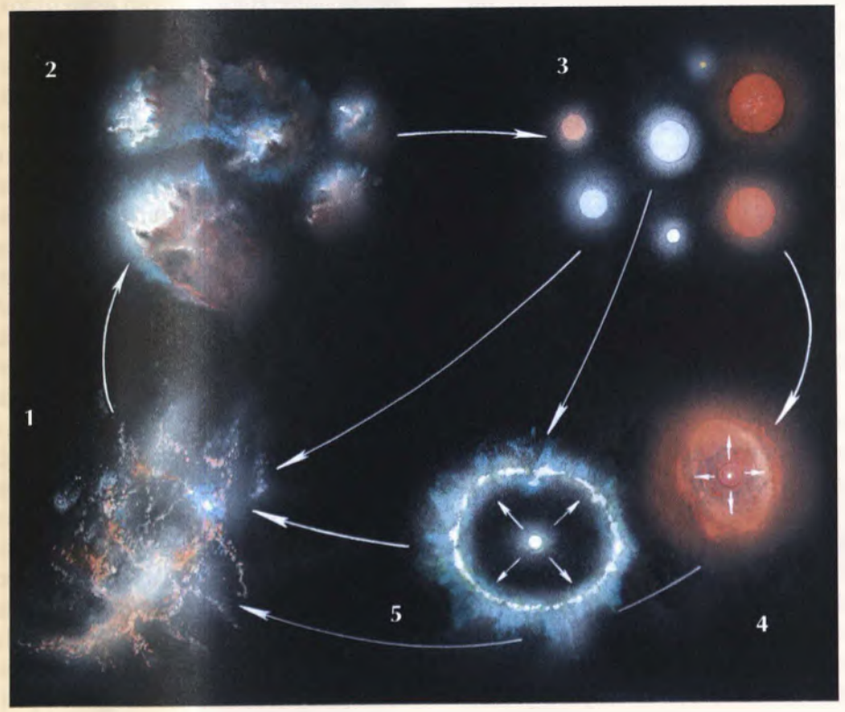
Nəhayət, müəyyən vaxt keçdikdən sonra yeni yaranan ulduzun nüvəsindəki bütün hidrogen heliuma çevrilir. Hidrogen yanıb qurtardıqdan sonra ulduzun nüvəsi sıxılır, xarici qatlar isə genişlənir. Təkamülün müəyyən mərhələsində ulduz xarici örtüyünü tullayır və yaxud müəyyən kütləli ulduzlar ifratyeni kimi partlayır və bunun nəticəsində ulduzlararası mühit qazla zənginləşir.

Ulduzu tərk edən örtük ulduzlararası qazı özü ilə aparır, onun temperaturunu yüz min dərəcəyə qədər yüksəldir. Bu qaz soyuduqda saniyədə yüzlərlə kilometr sürətlə genişlənən qaz müşahidədən bizə məlum olan lifli dumanlıqları əmələ gətirir. Yüz min illər sonra bu qaz ulduzlararası mühitə səpələnir və nə vaxtsa ulduzəmələgəlmə prosesində iştirak edir.

Böyük kütləli ulduzun nüvəsində gedən istilik-nüvə reaksiyaları nəticəsində, heliumdan başqa, digər kimyəvi elementlər (ağır elementlər) də əmələ gəlir. Ulduzun genişlənən örtüyü vasitəsi ilə bu maddələr ulduzlararası qaza qarışır. Qeyd edək ki, ulduzun nüvəsindən gələn qaz ağır kimyəvi elementlərlə zəngindir. Qalaktikada ulduzlar milyardlarla illər ərzində əmələ gəlmiş və "ölmüşdür". Ona görə də hal-hazırda bizim müşahidə etdiyimiz ulduzlararası qaz artıq bir neçə dəfə ulduzların mərkəzində nüvə reaksiyalarında iştirak etdiyindən ağır elementlərlə daha da zənginləşmişdir.

İlkin qazda toz olmamışdır. Bu toz qırmızı nəhəng ulduzların soyuq örtüklərində əmələ gəlir. Bu ulduzların səthində temperatur cəmi 2-4 min dərəcə olur. Belə temperaturlarda ulduz atmosferində tozcuqlar formalaşır. Ulduzun şüalanmasının təzyiqi nəticəsində bu tozlar ulduzlararası mühitə səpələnir və ulduzlararası qazla qarışır. Beləliklə, ulduzlararası fəzanı tozla dolduran qırmızı nəhənglərdir.

Bununla da yuxarıda söylənilən yollarla Qalaktika daxilində qaz və tozun dövranı baş verir.



Qalaktikada qaz və tozun dövranı:
1 – ulduzlararası qazın seyrək buludları;
2 – ulduz əmələ gətirən soyuq molekulyar buludlar;
3 – müxtəlif kütləli və işıqlılıqlı ulduzlar;
4 – qırmızı nəhəngin örtüyünü atması;
5 – ifratyeni ulduzun partlaması.
Axırıncı üç mərhələdə ulduzların kütləsinin bir hissəsi seyrək qaz şəklində ulduzlararası mühitə qayıdır.

Qrafit və silikat hissəcikləri xeyli təkamül etmiş soyuq ulduzların xarici təbəqələrində əmələ gəlir. "Soyuq ulduz" anlayışı, əlbəttə, tamamilə şərtidir. Ulduzun yaxınlığında temperatur kifayət qədər yüksəkdir və buradakı bütün maddə qaz halındadır. Məlumdur ki, ulduz təkamül etdikcə kütləsini itirir. Ulduzu tərk edən maddə ulduzdan uzaqlaşır və soyuyur. Qazın temperaturu tozcuğun maddəsinin ərimə temperaturundan aşağı olduqda qaz molekulları qruplar şəklində bir-biri ilə birləşir və tozcuğun özəyini əmələ gətirir. Əvvəlcə onların əmələgəlmə sürəti kiçik olur, lakin temperatur aşağı düşdükcə tozcuğun əmələ gəlməsi sürətlənir. Bu proses onlarca il çəkə bilir. Ulduzu tərk edən maddə genişləndikcə onun temperaturu ilə bərabər sıxlığı da aşağı düşür. Qaz güclü şəkildə seyrəldikdən sonra tozun böyüməsi prosesi dayanır.

Tozcuqların əmələ gəlməsi və parçalanması temperaturdan və sıxlıqdan asılıdır. Ulduzlararası fəza olduqca qeyri-bircinsdir. Qaz və toz sıxlığı buludlararası fəzanın sıxlığından milyon dəfələrlə olan bulud əmələ gətirir. Ulduzların şüalanmasının təzyiqi və qazın Qalaktikada hərəkəti nəticəsində tozcuq onun əmələ gəlməsi və ya parçalanması üçün əlverişli olan müxtəlif yerlərə daşınır.

Tozcuğun kimyəvi tərkibi ulduzun örtüyündə hansı elementin – karbonun, yaxud oksigenin çox olmasından asılıdır.



Laqun dumanlığından bir fraqment; Habbl kosmik teleskopu ilə alınmış irimiqyaslı şəkil.



Qlobullar. Tutqun materiyanın bu lokal topaları soyuq molekulyar qaz və tozun sıx buludlarıdır.

Məlumdur ki, ulduzun örtüyünün maddəsi soyuyan zaman karbon və oksigen karbon iki oksid (dəm qazı) əmələ gətirir. Əgər bu prosesdən sonra karbon artıq qalarsa, ulduzda qrafit hissəcikləri formalaşır, əks halda karbon tamamilə karbon oksidin tərkibinə daxil olur, artıq qalan oksigen silisiumla birləşir və bunlar silikat tozcuqlarını əmələ gətirir.

İlkin mərhələdə əmələ gələn tozcuğun quruluşu çox sadə olur. O, kimyəvi tərkibinə və quruluşuna görə bircinsdir. Buludlararası mühitdə fiziki şərait elədir ki, tozcuğun quruluşu ciddi dəyişikliyə məruz qala bilmir. Lakin sıxlığı bir kubsantimetrdə min atom olan ulduzlararası qaz mühitində başqa fiziki hadisələr baş verir. Temperaturun aşağı, sıxlığın çox olması nəticəsində qrafit və yaxud silikat tozcuqların səthində tezəriyən maddələrdən ibarət (məsələn, donmuş su, formaldehid və ya ammonyak) mantiya adlanan təbəqə əmələ gəlir. Bu mantiya "buz" adlanır.

Buzun molekulları dayanıqsızdır. Xarici şüalanmanın və tozcuqların toqquşması nəticəsində bu buz tozcuğu əhatə edən dayanıqlı üzvi maddələrə çevrilir.

Ulduzların işığı içəri daxil ola bilməyən sıx molekulyar buludlarda tozcuqlar üzərində olan buz dağılmır. Beləliklə, bu buludların dərinliyində tozcuqlar üçlaylı quruluşa malik olur: çətinəriyən nüvə, üzvi maddələrdən ibarət örtük və buz mantiyası. Kometaların nüvələrinin belə tozcuqlardan ibarət olduğu güman edilir. Beləliklə, kometa nüvələri Günəş sisteminin hələ sıx, qeyri-şəffaf bulud olduğu mərhələsinin qalığıdır.

Böyük radioteleskopların köməyi ilə astronomlar müəyyən etmişlər ki, molekulyar buludlarda hidrogen, helium və digər kimyəvi elementlərlə yanaşı, kifayət qədər mürəkkəb molekullar da vardır. Kosmik fəzada molekullar sonsuz sayda kimyəvi reaksiyalar nəticəsində əmələ gəlir. Bunlardan ən əsası hidrogen molekulunun əmələ gəlməsidir. Bu molekulun əmələ gəlməsi prosesi effektiv olaraq yalnız tozcuqların səthində baş verir. Ulduzlararası tozun iştirakı olmadan molekulyar buludların və ulduzların formalaşması tamamilə başqa cür olardı.

Müşahidə texnikasının təkmilləşməsi və kosmik teleskopların tətbiqi sayəsində astronomlar artıq tozu nəinki bizim Qalaktikada, həm də digər spiral qalaktikalarda, fəal nüvəli qalaktikalarda, kvazarlarda müşahidə edə bilirlər. Müşahidələr göstərir ki, tozun xassəsi bütün qalaktikalarda eynidir. Bizdə olduğu kimi spiral qalaktikalarda da toz bu ulduz sistemlərinin simmetriyalarının sıxlığı yaxınlığında toplanır, qalaktikaların aydın görünüşlərini ensiz tünd zolaqlarla başdan-başa pozur (qalaktikaların növləri və quruluşları "Ulduz adaları" fəslində təsvir edilmişdir). Hazırda tamamilə aydındır ki, toz Kainatda gedən proseslərin (məsələn, ulduzəmələgəlmə prosesinin) fəal iştirakçılarından biridir.

ULDUZLARARASI MAQNİT SAHƏLƏRİ

Ulduzlararası maqnit sahəsinin varlığını ilk dəfə İtaliya fiziki Enriko Fermi və Amerika alimi Edvard Teller kosmik şüaları öyrənərkən söyləmişlər. Kosmik şüalar ulduzlararası fəzanı dolduran yüksək enerjili zərrəciklərdən – protonlardan, elektronlardan, heliumun və digər elementlərin nüvələrindən ibarətdir. Bu şüaların intensivliyi izotropdur, bütün istiqamətlərdə eynidir. Kosmik şüaların izotropluğunu astronomlar bununla izah etmişlər ki, kosmik hissəciklər düz xətlə deyil, daha mürəkkəb trayektoriyalar üzrə hərəkət edir.

Sürətlə hərəkət edən yüklü zərrəcik, induksiya vektoru bu zərrəciyin sürət vektoruna perpendikulyar olan maqnit sahəsinə daxil ola bilər. Fizikadan məlumdur ki, belə maqnit sahəsi zərrəciyi radiusu zərrəciyin impulsu ilə düz maqnit induksiyası ilə tərs mütənasib olan burğu boyunca hərəkət etməyə məcbur edir. İşıq sürətinə yaxın olmasına baxmayaraq, kosmik şüaların Qalaktika hədlərini tərk etməməsi üçün maqnit induksiyası 10^{-6} qausu ötüb keçməlidir (1 Qs = 10^{-4} tesla).

1948-ci ildə sovet və Amerika astronomları ulduzlararası işığın polyarlaşmasını kəşf etdilər. Aydın oldu ki, ulduzun işığı ulduzlararası tozları keçib gələrkən nəinki zəifləyir, həm də xətti polyarlaşmış olur. Bundan ötrü, hər şeydən əvvəl, tozcuqlar formaca uzunsov olmalı və onlar eyni istiqamətə yönəlməlidir. Axırıncı şərt maqnit sahəsi vasitəsi ilə həyata keçirilir.

Maqnit sahəsinin varlığı birbaşa Qalaktikanın və ifratyeni alışmanın məhsulu olan bəzi dumanlıqların qeyri-istilik mənşəli radioşüalanmasının kəşfinə səbəb oldu. Aydınlaşdırıldı ki, bu qeyri-istilik mənşəli radioşüalanmanın səbəbi məhz maqnit sahəsidir.

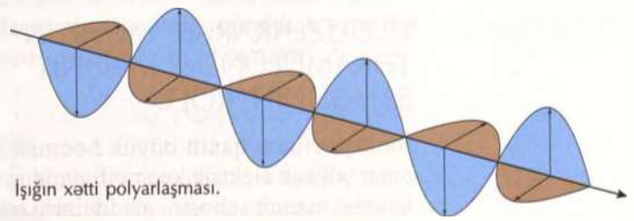
İsveç alimləri H.Alven və N.Qerlofson 1950-ci ildə göstərdilər ki, qeyri-istilik radioşüalanması, işıq sürətinə yaxın sürətlərlə hərəkət edən elektronların (relyativist elektronların) ulduzlararası maqnit sahəsində hərəkətidir. Vint boyunca hərəkət edən elektron təcilli hərəkət etdiyindən elektromaqnit dalğaları şüalandırır və bu şüalanma sinxrotron şüalanması adlanır. Sonralar relyativist elektronlar haqqında hipotez daha da inkişaf etdirildi və bu şüalanma daha dəqiq öyrənildi, nəzəri mülahizələr müşahidə faktları ilə təsdiqləndi.

İŞIĞIN POLYARLAŞMASI

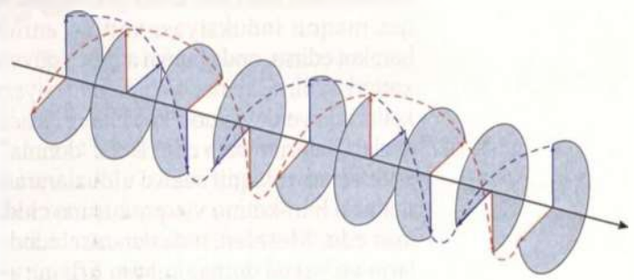
İşıq elektromaqnit dalğalarını özündə təmsil edir, – bu tərəddüdün yayılması prosesidir. Dalğalar suyun üzəri ilə "qaçdıqda" – bu mayenin zərrələrinin mexaniki tərəddüdüdür. Hər bir zərrəcik yuxarı-aşağı yerini dəyişir, dalğa isə bu prosesi sututarın üst təbəqəsinə yayır. İşığın yayılması zamanı elektrik və maqnit sahələrinin gərginliyi, yəni elektromaqnit sahəsini səciyyələndirən kəmiyyət tərəddüd edir. Bunlar vektorlar – miqdar və istiqaməti olan kəmiyyətlərdir, deməli, elektromaqnit dalğalarında tərəddüdün istiqaməti haqqında danışmaq olar.

Adi işıq ən müxtəlif istiqamətlərdə tərəddüd edən dalğalardan ibarətdir. O, polyarlaşmamış adlanır. Əgər tərəddüdün istiqaməti nizamlanandırsa, işığın polyarlaşdırılması barədə söhbət açılır. Tərəddüd istiqamətləri eyni olan dalğalardan ibarət işıq – xətti polyarlaşandır. Polyarlaşmamış işığı xətti polyarlaşmışa çevirmək üçün tərəddüdü yalnız bir müstəviyə buraxan süzgəcin yoluna qoymaq lazımdır.

Tərəddüdün istiqaməti qəti təyin edilmiş qanuna görə dəyişə bilər. Əgər elektrik sahəsi gərginliyi vektorunun ucu dalğanın yayılması zamanı yayılmanın perpendikulyar istiqamətinə çevrəni çəkirsə, bu dairəvi polyarizasiyadır. Əgər yayılmaqda olan və solpolyarlaşdırılmış dalğaya, o, əks istiqamətdə dövr etdiyi zaman baxılsa, vektor saat əqrəbi üzrə dövrə vurursa, işıq sağpolyarlaşdırılmış hesab edilir. Elleptik polyarlaşma zamanı elektrik sahəsi gərginliyi vektorunun ucu ellips cızır. Dairəvidə olduğu kimi, elliptik polyarlaşma da həm sağ, həm də sol ola bilər.



İşığın xətti polyarlaşması.



İşığın dairəvi polyarlaşması.



Həm qeyri-istilik şüalanmasının, həm də kosmik şüaların tədqiqi göstərir ki, ulduzlararası fəzada induksiyası $10^{-6} – 10^{-5}$ Qs olan maqnit sahəsi var. Çox güman ki, bu maqnit sahəsi əvvəlcə zəif olmuş, sonra isə ulduzlararası qazın hərəkəti nəticəsində güclənmişdir. Digər qalaktikalarda da maqnit sahəsi aşkar edilmişdir.

Müasir tədqiqat üsulları ulduzlararası maqnit sahəsinin həm qiymətini, həm də istiqamətini müəyyən etməyə imkan verir. Aydın olmuşdur ki, bu maqnit sahəsi qeyri bircinsdir. Bizim qalaktikanın irimiqyaslı maqnit sahəsi vardır və bu sahə Günəşin yaxınlığında təqribən $2 \cdot 10^{-6}$ Qs-dur. Sahə bir istiqamətdə olduqda onun səciyyəvi ölçüləri 300-500 işıq ilidir (müqayisə üçün göstərək ki, Qalaktikanın diametri 100 min işıq ilidir). Spiral qalaktikalarda maqnit induksiyası xətləri, əsasən, spiral buludları boyunca yönəlmişdir. Ulduzlararası qazın daha sıx buludlarında induksiya ən yüksək qiymətə – 10^{-3} Qs-a qədər çatır.

ULDUZLARARASI MÜHİTİN TƏKAMÜLÜNDƏ MAQNİT SAHƏSİNİN ROLU

İonlaşdırılmış qazın böyük həcmi və onun yüksək elektrik keçiriciliyi ulduzlararası maqnit sahəsini maddələrlə sıx bağlılığa gətirib çıxarır, sanki onun tərkibində donmuş olur. Buna görə də əgər qaz maqnit induksiyası xəttinə eninə hərəkət edirsə, onda bunun ardınca qüvvə xətləri əyilir. Əksinə, maqnit induksiyası xətlərinin yerdəyişməsi keçdikləri fəzada qazları özlərinə cəlb edir. Belə "donma" nəticəsində maqnit sahəsi ulduzlararası mühitin hərəkətinə və quruluşuna ciddi təsir edir. Məsələn, ulduzlararası buludların və yaxud dumanlıqların lifli quruluşu lifin sahənin qüvvə xətləri boyunca gərilməsi ilə izah olunur.

Ulduzlararası mühitdə ölçüləri bir neçə yüz işıq ili olan qeyri-bircinsliklər mövcuddur. Onların əmələ gəlməsinin səbəbi, bəlkə də, Qalaktika diskinin maqnitləşmiş qazlarının dayanıqsızlığıdır.

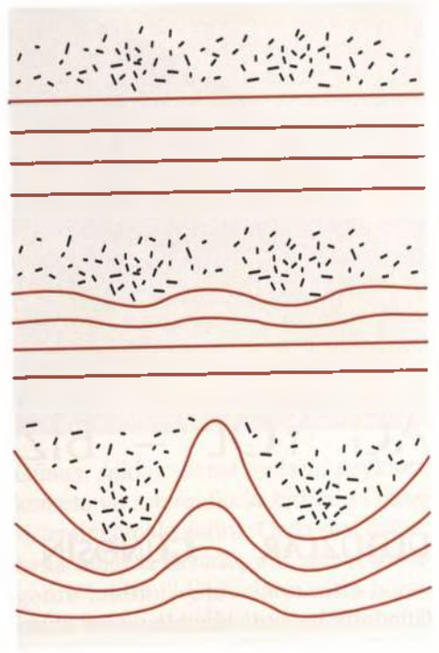
Bu necə baş verir? Tutaq ki, Qalaktika maqnit sahəsinin qüvvə xətləri əvvəl Qalaktika müstəvisinə təxminən paralel yerləşmişdir. Belə olduqda, ulduzlararası qazlara iki əks istiqamətə yönəlmiş qüvvə təsir edir: ulduz diskinin cazibə gərginliyi və maqnit sahəsinin təzyiqi. Nə qədər ki, bu qüvvələr öz aralarında bərabərdir, qazlar tarazlıqda olur. Lakin qazın hər hansı, hətta disk müstəvisinə tərəf kiçik yerdəyişməsi maqnit induksiyası xəttinin əyilməsinə gətirib çıxarır. Maqnit çökəkliyi əmələ gəlir, cazibə qüvvəsinin təsiri altında maqnit sahəsinin xətti uzunu yeni-yeni qaz qisimləri (porsiyaları) yolundan "saparaq" oraya düşürlər. Bu isə qüvvə xətlərinin və maqnit çökəkliyinin daha çox əyilməsinə səbəb olur.

Maqnit çökəkliyinə kifayət qədər miqdarda qaz topalandıqda, bu, ulduzlararası mühitin əsas isinmə mənbəyi olan ulduzların şiddətli ultrabənövşəyi şüalanması və çox da yüksək enerjisi olmayan kosmik şüalanma üçün qeyri-şəffaf olur. İsinmə hiss etməyən qaz soyuyur və molekulyar hala keçir. Öz ağırlığının təsiri altında qaz topalara ayrılır və sıxılır. Nəticədə soyuq qazdan ulduzlar və onların cəmlənməsini əmələ gətirən şərait yaranır.

Amma maqnitləşmiş buludların sıxılması çətindir: buna artan maqnit təzyiqi mane olur. Beləliklə, ulduzların formalaşması prosesində maqnit sahəsinin maddəyə "donma" şəraiti pozulmalıdır. Bu, qazın soyuması üzündən yüklü zərrəciklərin topalanması onun tərkibində kəskin aşağı düşdüyü və ionlaşmış zərrəciklərin miqdarı neytrallara münasibətdə neytrallaşma dərəcəsi adlanan çox aşağı qiymətlərə qədər endiyində ($10^{-11} – 10^{-12}$) baş verir. Nəticədə qazın elektrik nəqli aşağı düşür və maqnit sahəsi sıxlığı saxlamağı dayandırır. Qaz sıxlıqları ulduzlara çevrilir.

Maqnit induksiyasının xətləri vasitəsilə sıxılan buludla onu əhatə edən maddələr arasında uzun zaman əlaqə saxlanılır ki, bu da doğulan ulduzların ətrafında qaz disklərinin yaranmasında böyük əhəmiyyət kəsb edir. Günəş tipli ulduzlar maqnit sahəsinin vasitəçiliyi ilə diskə hərəkət miqdarının bütün momentlərini ötürməyə qadirdir. Günəş sistemində baş verdiyi kimi diskdən planetlər formalaşa bilər və o zaman, sən demə, mərkəzi ulduz dövrə vurmasını dayandırmışdır. Əvəzində planetlər çox böyük hərəkət miqdarı momenti əldə etmişdir.

Beləliklə, Günəş sistemində birlikdə götürdükdə bütün planetlər Günəş kütləsinin 0,1%-nə malikdir, bunun müqabilində isə hərəkətin miqdarı momentinin 98%-i orbital hərəkətlərin payına düşür və yalnız 2%-i Günəşin fırlanmasına aiddir. Görünür, belə böl-



Qalaktik maqnit sahəsində qeyri-bircinsliklərin təkamülü. Qırmızı xətlə maqnit qüvvə xətləri göstərilmişdir. Ağırlıq qüvvəsi aşağı yönəlmişdir.

güyə cavabdeh, məhz, maqnit sahəsidir.

Beləliklə, ulduzlararası fəzada maqnit sahəsi və onun qazla əlaqəsi ulduzların və planetlərin mürəkkəb yaranma prosesində vacib rol oynayır.





AĞ YOL – BİZİM QALAKTİKA

ULDUZLAR – GÜNƏŞİN QONŞULARI

Gündəlik həyatda bizi bilavasitə əhatə edən hər şey: öz ailəmiz, binada yaşayan qonşularımız və s. haqqında daha yaxşı məlumata malik oluruq. Astronomiyada isə hər şey əksinədir: bəzən belə olur ki, insanların uzaq qalaktikalar haqqında daha çox məlumatı olur, nəinki öz yaxın ətrafında yerləşən səma cisimləri haqqında. Nə üçün?

İlk baxışda elə görünə bilər ki, səmada ən parlaq ulduzlar bizə yaxın yerləşmişdir. Əslində isə, ən parlaq ulduzlar çox uzaqda yerləşən güclü işıqlanma mənbələridir. Onların fonunda çox yaxınlıqda yerləşən zəif və kiçik ulduzlar görünməz olur. Bu cür ulduzlar daha çoxdur. Onları müşahidə etmək üçün böyük teleskoplardan və xüsusi axtarış üsullarından istifadə etmək lazım gəlir.

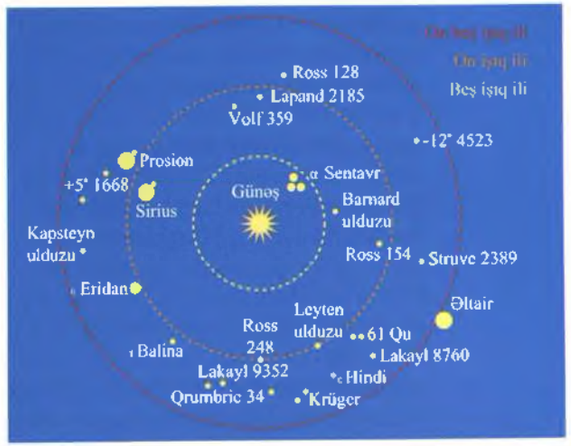
Günəş sistemi nəhəng bir ulduz sisteminin – Qalaktikanın daxilində yerləşir. Bizim Qalaktikaya müxtəlif işıqlılığa və rəngə malik təxminən 150–200 mlrd-a yaxın ulduz daxildir. Hələ ən qədim zamanlardan, aydın və aysız gecə göyündə şimaldan cənuba doğru uzanan işıqlı bir zolağın möcüzəli görünüşü insanları həmişə maraqlandırmışdır. Səmanın başqa hissələrindən fərqlənən və nisbətən möcüzəli görünən bu işıqlı zolağı insanlar öyrənməyə çalışmışlar. Aydın məsələdir ki, adi gözlə bunu öyrənib müəyyən fikir söyləmək o qədər də asan olmamışdır.

Qədim yunanlar buna Süd Yolu adını vermişlər. "Qala" yunanca süd deməkdir. Azərbaycanda buna Ağ Yol, Məkkə Yolu, türklər Saman Yolu, ingilislər "Milky Way" (Süd Yolu), ruslar "Млечный Путь" deyirlər və s. İndi bütün dünyada qəbul olunan və astronomiya elmində əsas termin kimi işlədilən Qalaktika ifadəsi də həmin "qalaxies" sözündən götürülmüşdür.

Bizim Qalaktikanı digər qalaktikalardan fərqləndirmək üçün onu böyük hərflə yazırlar. İnsanların dünyası uzun müddət təkcə bizim Qalaktikadan ibarət idi. Məlum oldu ki, bizim Qalaktikanın forması iki ağız-ağıza qoyulmuş uzunsov boşqaba bənzəyir. Onun böyük diametrinin 100 000 işıq ili (işıq ili – işığın 300 000 km/san sürətlə bir ildə qət etdiyi məsafədir), yəni 30 kpk, kiçik diametrinin isə 2,5 kpk olduğu təyin edildi. İtalyan alimi Qaliley tərəfindən 1610-cu ildə 10 sm-lik optik teleskop kəşf edildikdən sonra sirli görünən Ağ Yolun mahiyyəti aydın oldu. Qaliley, teleskopla Ağ Yolun çoxsaylı zəif ulduzların yaratdığı fon olduğunu müəyyənləşdirdi. Astronomiya sahəsində çalışan alimlərin uzunmüddətli, səmərəli elmi araşdırmaları nəticəsində Ağ Yolun çoxsaylı ulduzlardan ibarət olduğu müəyyən edildi. Bu ulduzlar bizdən həddən artıq uzaq məsafədə yerləşdiyinə görə belə zəif işıqlı nöqtə kimi görünür. Günəş özü də bizə ən yaxın olan bir ulduzdur. Əgər Günəş də həmin məsafədə yerləşsə idi, o da işıqlı nöqtə kimi görünərdi.

Uzunmüddətli elmi araşdırma və müşahidələrdən sonra belə bir sual ortaya çıxmışdır: əgər həmin sirli görünən Ağ Yoldan kənara çıxıb, oradakı çoxsaylı ulduzlara baxsaq, onların yaratdığı ulduz sistemi necə görünərdi? Artıq məlumdur ki, həmin ulduzlar və daha neçə milyonlarla başqa göy cisimləri, ümumilikdə, iki ağız-ağıza qoyulmuş nəhəng uzunsov, böyük boşqabı xatırladır və həmin Ağ Yol adlandırılan zolaq isə onun belinə qurşaq kimi dolanmış görünərdi. Məlum oldu ki, Ağ Yol bizim Qalaktikanın mərkəzi müstəvisidir. Belə bir nəhəng ulduz sistemi "bizim Qalaktika" adlanır.

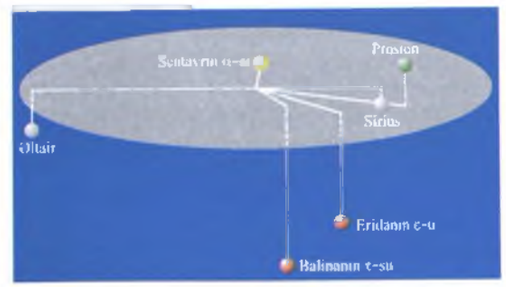
Ağ Yoldakı çoxsaylı ulduzların bizim Qalaktika adlanan vahid bir ulduz sistemini təşkil etməsi fikri heç də asanlıqla formalaşmamışdır. Səma cisimlərinin əsas səciyyəvi xüsusiyyətlərindən biri də onların birləşərək, sistem əmələ gətirməsidir. Yer və onun təbii peyki olan Ay iki cisimdən ibarət bir sistem təşkil edir. Yupiter özünün 63 peyki, Saturn 42-yə yaxın peyki ilə nisbətən daha çox cisimdən ibarət olan sistem əmələ gətirir.



Günəşə qədər məsafəsi 15 işıq ilindən artıq olmayan ulduzlar. Diaqramda onlar bir müstəviyə gətirilmişdir. Buna görə də onların arasında məsafə təhrif edilmişdir.

Günəş, səkkiz planet, onların peykləri, kometa və asteroidlərlə birlikdə Günəş sistemini əmələ gətirir. Onda sual doğur: başqa ulduzlar da birləşərək sistem əmələ gətirə bilərmi? Ulduzların nisbi hərəkətini tədqiq edən Hollandiya astronomu Yan Oort müəyyən etdi ki, Günəş Qalaktikanın mərkəzi ətrafında 220 km/san sürətlə 230 mln ildə tam bir dəfə dövr edir. Hesablamalar vasitəsi ilə dəqiqləşdirildi ki, Günəş Qalaktikanın mərkəzindən 8–10 kpk məsafədə yerləşir. Bu məsafədə Günəşi öz ətrafında dövr etməyə məcbur etmək üçün Qalaktikanın mərkəzinin kütləsi 90 mlrd Günəş kütləsinə bərabər olmalıdır.

Qalaktikanın müxtəlif tip ulduzlarının xüsusiyyətləri astronomlara yaxşı məlumdur. Ancaq bu tiplər (müxtəlif kütləli ulduzlar və onların qalıqları) çox müxtəlif fəza sıxlığına malikdir. Fəzada bu və



İşıqlılıqları Günəşinkinə təxminən bərabər və ondan böyük olan Günəşə yaxın ulduzların fəzada vəziyyəti.

ya digər sinif ulduzlara nə qədər tez-tez təsadüf olunursa, onların Günəşə ən yaxın olması ehtimalı daha azdır. Ona görə də alimlər hesab edirlər ki, bizim yaxın qonşularımız adi tipik ulduzlar və digər səma cisimləri deyildir. Onlar Qalaktikada ən çox yayılmış "nəsillərin" nümayəndələridir. Müşahidələr göstərir ki, ulduzların təsadüf olunma tezliyi onların işıqlılığından asılıdır: işıqlılıq nə qədər aşağıdırsa, vahid həcmli fəzada onlar daha çoxdur.

Ulduzların sayı ilə onların işıqlılığı arasında qarşılıqlı əlaqə *Günəşin ətrafı* anlayışını meydana gətirir. Bu, Qalaktikanın elə kiçik həcmidir ki, burada bütün mümkün və müasir müşahidə vasitələrinin köməyi ilə kifayət qədər böyük miqdarda müxtəlif tip zəif işıqlılığa malik ulduzları öyrənmək mümkündür. Təcrübə göstərir ki, belə həcmli kürənin radiusu 20 pk-ə (1 parsek = $= 3{,}09\times10^{18}$ sm və ya illik parallaksı bir saniyə olan ulduza qədər olan məsafə) yaxındır. Bu məsafədə Günəş adi gözlə zorla görünən zəif ulduz kimi görünərdi. Belə bir "küreni" şərti olaraq Günəşin ətrafı adlandırırlar. Bu həcmə min beş yüzə yaxın müxtəlif tip ulduzlar daxildir.

Hazırda Günəş ətrafında yerləşən cırtdan ulduzlardan başqa, demək olar ki, bütün ulduzlar tədqiq olunmuşdur. Günəşin daha yaxın ətrafında 5 pk radiusda yerləşən cırtdan ulduzları tədqiq edib öyrənmək mümkündür. Bundan uzaqda yerləşən və işıqlanması çox az olan ulduzları görmək mümkün deyildir. Bu həcm Günəşin ən yaxın ətrafı adlanır. Bu həcmdə yerləşən yüzə qədər ulduzun hamısını biz görə bilirik. Bizim ən yaxın qonşumuzu aşkar etmək üçün, ulduzlara qədər məsafəni təyin etmək lazımdır. Bu isə çox böyük həcmli bir işdir. Artıq 150 ildir ki, ulduzlara qədər məsafəni onların göy sferasında görünən yerdəyişməsinə (parallaksa) əsasən təyin edirlər. Məlum olduğu kimi, bu, Yerin Günəş ətrafında orbital hərəkəti nəticəsində baş verir. Ulduz bizdən nə qədər uzaqda yerləşirsə, Yerin illik hərəkəti nəticəsində daha az yerini dəyişir. Parallaksı təyin etmək üçün səma cisminin göy sferasındakı vəziyyətini çox böyük dəqiqliyə malik cihazların köməyi ilə uzun müddət ərzində ölçmək lazımdır. Parallaksı məlum olan ulduzların sayı çox da böyük deyildir. Məsələn, hazırda astronomlar 15 mln-a yaxın ulduzu (başqa sözlə, göy sferasında koordinatı hesablanmış və ad, yaxud da nömrə verilmişdir) "pasportlaşdırmışlar". Yerüstü müşahidələrin bütün tarixi ərzində təxminən 10000 ulduza qədər məsafəni (həndəsi) təyin etmək mümkün olmuşdur.

Ümumiyyətlə, yaxın ulduzların axtarışı məsələsi qızılaxtaranların işinə bənzəyir: bir qram qızıl əldə etmək üçün tonlarla qızıl qarışıq qumu yumaq lazımdır. Məsafənin birbaşa təyin edilməsi üsulları çox böyük həcmli iş olduğundan, astronomlar çox zaman əlavə: kinematik, spektral, ya da fotometrik üsullara əl atırlar. Bu zaman elə ulduzlar seçilir ki, onların müəyyən xüsusiyyətləri (səmada hərəkət sürəti, spektral xüsusiyyətləri, yaxud da rəng göstəriciləri) ulduzların nisbətən yaxınlığına dəlalət edir və həndəsi parallaksa nisbətən xeyli asan təyin edilir.

Hazırda ulduzların spektrləri və rənglərinin çoxsaylı ölçüləri aparılmışdır. Bunlar həmin ulduzlara qədər məsafə haqqında təsəvvür yaratmağa imkan verir. Yerin Qərbi Avropa süni peyki "Hipparkos"un köməyi ilə aparılmış ölçmələr nəticəsində 100 minə qədər ulduzun parallokslarını hesablamaq mümkün olmuşdur. Süni peyk tərəfindən Yerə ötürülmüş bütün məlumatlar işləndikdən sonra, yəqin ki, Günəşin yaxın qonşularının siyahısı da xeyli böyüyəcəkdir.

Bizim yaxın qonşularımız hansı ulduzlardır? Onların əksəriyyəti (2/3 hissəsi) çox zəif qırmızı cırtdanlardır. Kütləsi Günəşin kütləsindən 3–10 dəfə kiçikdir. Günəşə bənzər ulduzlar çox nadirdir, onlar cəmi 6% təşkil edir. Kütləsi 1,5–2 Günəş kütləsi tərtibində olan ağ və sarımtıl ulduzlar (A və F spektral tipi) isə cəmi bir neçə dənədir. Daha iri ulduzlar (astronomlara kütləsi təqribən 100 Günəş kütləsi qədər olan ulduzlar məlumdur) Günəşin bilavasitə yaxın ətrafında tapılmamışdır ki, bu da onların böyük nadirliyini göstərir. Alimlər "canlı" ulduzlardan başqa 7 ağ cırtdan ulduz da tapmışlar. Ağ cırtdanları ulduzlar "qəbiristanı" da adlandırırlar. Onlar bütün enerjisini ulduz təkamülü prosesində sərf etmiş, yavaş-yavaş soyuyur və son enerji ehtiyatlarını şaxlandırır. Təxminən 5 mlrd ildən sonra, təkamülünün son mərhələsində bizim Günəş də belə soyuq ağ cırtdan ulduza çevriləcəkdir.

Bizim yaxın qonşuluğumuzda yerləşən ulduzların böyük əksəriyyəti (72%) başqa ulduzlar kimi, müəyyən sistemlər və qruplar (ikiqat, üçqat və s.) halında birləşməyə meyillidir. Bu ulduz qruplarının ayrı-ayrı komponentləri bir-biri ilə qravitasiya qüvvələrilə bağlıdır və müəyyən kütlə mərkəzi ətrafında hərəkət edir. Misillilik dərəcəsi artdıqca belə sistemlərin sayı da azalır. Bu sistemlərin bəzi üzvlərini hətta müasir cihazlarla da müşahidə etmək olmur. Onlar ya bir-birinə çox yaxındır, yaxud da parlaqlıqları çox zəifdir. Bəzən belə olur ki, iki ulduz bir-birinə o qədər yaxın yerləşir ki, teleskopun ayırdetmə qabiliyyəti imkan vermir ki, biz onları ayrı-ayrı ulduzlar şəklində görək. Aydın olmuşdur ki, bəzi hallarda görünməyən üzvün kütləsi o qədər (0,01 Günəş kütləsi) kiçikdir ki, onları artıq ulduz hesab etmək olmaz. Onlar, yəqin ki, çox böyük planetlərdir. Yada salaq ki, Günəş sisteminə daxil olan ən nəhəng planet Yupiterin kütləsi Günəş kütləsinin 0,001 tərtibindədir. Yəni həmin üzvlərin kütləsi Yupiterin kütləsindən cəmi 10 dəfə böyükdür. Astronomlar görünməyən üzvləri, onların ümumi kütlə mərkəzi ətrafında orbital hərəkəti zamanı, sistemin görünən üzvünün hərəkətində yaratdığı kənaraçıxma əlamətinə görə tapırlar. Belə üzvlərin tapılması çox uzunmüddətli və dəqiq ölçmələr tələb edir.

Bu yüzə qədər ulduzdan hansı bizim Günəşə ən yaxın ulduz hesab oluna bilər? Hazırda Günəşə ən yaxın ulduz üçqat sistem olan Sentavrın α-sı, zəif qırmızı cırtdan Proksimadır (*lat.* "ən yaxın"). Proksimaya qədər məsafə 1,31 pk-dir. Ondan işıq bizə 4,2 ilə gəlib çatır. Gələcək tədqiqatlar göstərəcək

PROKSİMADAN YAXINI VARMI?

Müasir məlumatlara görə, bizə ən yaxın ulduz, üçqat ulduz sistemi olan Sentavrın α-sının komponenti Proksimadır. Ancaq ola bilər ki, bizim Günəşimizə Proksimadan daha yaxın olan hansısa ulduz, yaxud da, heç olmasa, böyük planet mövcud olsun? Aparılan statistik hesablamalar göstərir ki, ulduzların kütləsi kiçildikcə onların sayı artır. Bu qanun 0,1 Günəş kütləsindən 100 Günəş kütləsinədək ulduz kütlələrinin bütün intervalında doğrudur. Əgər bu qanun daha kiçik kütlələr üçün də özünü doğrultsa, onda kosmik fəzanın istənilən həcmində yerləşən obyektlərin sayını qiymətləndirmək olar.

Maraqlıdır ki, əgər biz formal olaraq Günəşin yaxın ətrafı üçün alınmış kütlə funksiyasının ekstrapolyasiyasını davam etdirsək, onda məlum olar ki, Yupiter kütləli (0,001 Günəş kütləsi) cisim Günəş sisteminin həcmi böyüklükdə həcmdə ancaq bir dənə ola bilər. Ancaq bu, həqiqətən də müşahidə olunur! Ehtimallarımızın kobudluğuna (əslində belə cisimlər üçün biz kütlə funksiyasının xarakterini, onların yaranma mexanizmini bilmirik, yəni keçirilmiş proseduranın doğruluğuna əmin deyilik, baxmayaraq, belə uyğunluq bizi sevindirir. Deməli, ola bilər ki, bizim Qalaktikada ən yaxın qonşumuz çox yaxınlığımızda (Proksimadan 100 dəfə yaxın) yerləşir. Doğrudur, astronomiyada mövcud olan ənənəvi üsullarla onları tapmaq çox çətin olacaqdır. Ona görə ki, bu obyektlər, əslində, heç nə şüalandırmır. Məlum olduğu kimi, astronomların bütün məlumatlarının əsasında şüalanma durur. Astronom şüalanmanı nə qədər çox toplaya bilsə, məlumatda dəqiqlik də bir o qədər artıq olar.

ki, Proksima öz adına nə dərəcədə layiqdir və əlbəttə, Günəşə daha yaxın yerləşən daha zəif ulduzlar yoxdurmu?

Günəşin yaxın ətrafını öyrənməklə, kiçikkütləli ulduzların təbiətini, yaranmasını və təkamülünü daha yaxşı başa düşmək olur. Yaxın ulduzların paylanması göstərir ki, onlar, əsasən, kiçik qruplar halında yaranır. Günəş ətrafında günəşəbənzər ulduzlar müşahidə olunur. Bunlar öz təkamülünün növbəti mərhələsində olan ulduzlardır: Günəşəbənzər sarı ulduz, – qırmızı nəhəng – ağ cırtdan. Müxtəlif tip ulduzların say nisbəti ulduz təkamülünün müasir nəzəriyyəsindən alınan qiymətə çox uyğun gəlir.

Günəş ətrafında məskunlaşan ulduzların statistikası qalaktik diskin və bütövlükdə Qalaktikanın təkamülü haqqında təsəvvür yaratmağa imkan verir. Məsələn, Günəş tipli ulduzların işıqlılığına görə paylanması göstərir ki, diskin yaşı təxminən 10-13 mlrd ildir. Yaxın ulduzların kimyəvi tərkibinin analizi qalaktik diskin ulduz nüvələrində gedən sintez prosesi nəticəsində kimyəvi elementlərlə zənginləşməsinin tarixçəsini bərpa etməyə imkan verir. Bu isə, öz növbəsində, bütövlükdə Qalaktikanın "bioqrafiyasını" öyrənməyə şərait yaradır.

Yaxın ulduzlar məsafənin təyin olunmasında müxtəlif metodların işlənməsində və tətbiqində də mühüm rol oynayır. Dolayısı yolla ulduza qədər məsafənin təyin olunması ulduzların məsafə ilə bağlı olan bəzi parametrlərinin ölçülməsinə əsaslanır. Məsafədən asılılığın yaxın ulduzlar üçün bəzi parametrlərin təyini ona görə maraqlıdır ki, biz yaxın ulduzlara qədər məsafəni bilavasitə də ölçə bilərik. Bu isə həmin üsulun nə qədər doğru olmasını təcrübədə yoxlamağa imkan verir. Belə bir asılılıq aşkar olunduqdan və təcrübədə yoxlandıqdan sonra onu artıq uzaq ulduzlara da tətbiq etmək olar.

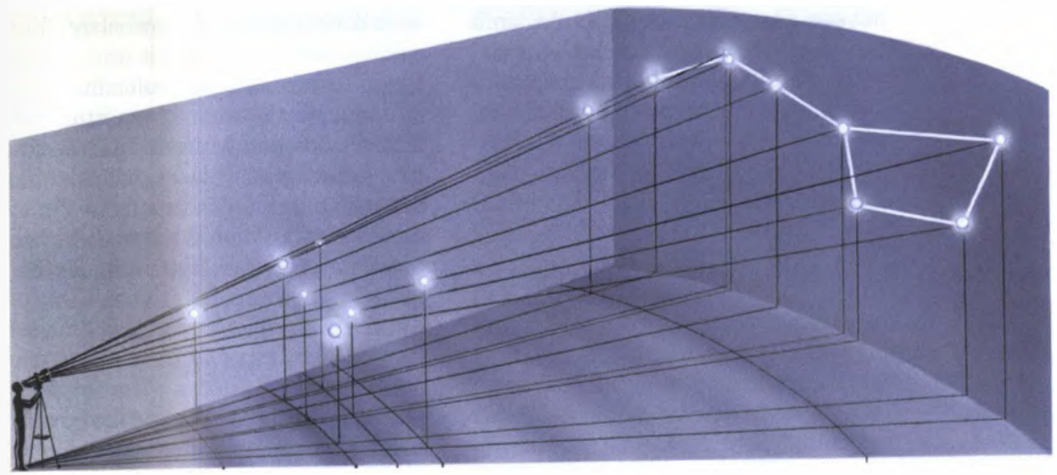
ULDUZ TOPALARI VƏ ASSOSİASİYALARI

Səmada nə qədər ulduz vardır? İlk baxışdan elə görünür ki, bu suala cavab vermək çox çətindir. Şairlər bir neçə yüzilliklər ərzində ulduzlardan yazanda həmişə "sonsuz və ya saysız" ifadəsini əbəs yerə işlətməmişlər. Əslində isə bu belə deyildir. Ulduzların sayılması çox sadədir. Yaxşı müşahidə şəraiti olarsa, əla görmə qabiliyyətinə malik insan aysız və aydın gecə göyündə təxminən 3000 ulduz saya bilər. Digər yarımkürədə də təxminən bir o qədər ulduz saymaq mümkündür. Bu 6000 ulduzun əksəriyyəti çox zəifdir və adi gözlə zorla seçilir. Onların içərisində parlaq ulduzlar çox azdır və gecə göyünün ümumi fonunda kifayət qədər aydın seçilir.

Ağ Yolun bir sahəsi.



Bizim əcdadlarımız gecə göyündən asan baş çıxarmaq üçün ulduzları qruplar – bürclər halında birləşdirmişlər. Həmin bürclərin parlaq ulduzlarının yaratdığı konfiqurasiyaya görə insanlar onları, adamların və heyvanların obrazlarına,



Böyük Ayı bürcünün Çömçəsinin ulduzlarından bəziləri bir-birindən uzaqda yerləşir, ancaq yerdəki müşahidəçi üçün onlar göy sferasının eyni bir sahəsinə proyeksiya edilir.

qorxulu mifik yırtıcı vəhşilərə, yaxud da məişətdə istifadə olunan əşyalara bənzətmişlər. Bürclər bizdən təxminən eyni istiqamətdə yerləşən ulduzları özündə birləşdirir. Ancaq həmin ulduzlar arasında məsafə kifayət qədər fərqli də ola bilər. Maraqlıdır, hansısa ümumi xassələrlə bir-biri ilə bağlı olan ulduzların fiziki qruplaşmaları həqiqətən mövcuddurmu?

Hələ qədim yunanlar güman edirdilər ki, ulduzlar bizdən müxtəlif məsafələrdə yerləşə bilər. XVIII əsrdə artıq alimlər buna şübhə etmirdilər. İsaak Nyutonun dövründə astronomlar belə hesab edirdilər ki, ulduzlar bütün sonsuz Kainatda yekcins paylanmışdır. Uilyam Herşelin müşahidələri bu fikirlərin yanlış olduğunu sübut etdi. O dövrün ən böyük teleskopu ilə Herşel zəif ulduzların səmada paylanmasını öyrənməklə məşğul oldu. Çox çətin və əziyyətli bir iş olan ulduzların sayılması göstərdi ki, onlar səmada çox qeyri-bərabər şəkildə yerləşmişdir. Onların çoxu sıx qruplar halında toplaşmışlar. Herşel onları "ulduz yığınları", yaxud da *ulduz topaları* adlandırdı.

Astronomlar Herşelin müşahidələrinə qədər bilirdilər ki, səmada, ulduzlardan başqa, zəif dumanlıqları da müşahidə etmək mümkündür. 1781-ci ildə kometaların axtarışı ilə məşğul olan fransız alimi Şarl Messyenin tərtib etdiyi kataloqda 103 dumanlığın siyahısı var idi. Herşel öz güclü teleskopunda aşkar etdi ki, Messyenin dumanlıq kimi qəbul etdiyi səma cisimlərinin əksəriyyəti, əslində, zəif ulduzların sıx birliyi, yəni ulduz topalarıdır. O, cəmi 2000-dən artıq topa haqqında məlumat verdi. Onların bəziləri (məsələn, Ülkər və Yasli) hələ çox qədimdən məlum idi. Bu topaların böyük əksəriyyətini Herşel özü kəşf etmişdi. Ulduz topalarının sayının belə çox olması alimə belə qənaətə gəlməyə əsas verdi ki, onların bəziləri öz aralarında qravitasiya cazibə qüvvəsi ilə bağlı olan ayrıca ulduz sistemləri də ola bilər.

Əvvəlcə Herşel belə hesab edirdi ki, ona ayrıca "ulduz adaları"nı – Kainatı dolduran nəhəng ulduz topalarını kəşf etmək nəsib olmuşdur. Onların bizim yaşadığımız ulduz Qalaktikasına bənzər olduğunu güman edirdi. Daha sonra o, aşkar etdi ki, onların bir hissəsi bizim məxsusi ulduz sistemimizdə yerləşir.

XIX əsrdə aparılan müşahidələr Herşelin "ulduz adalarını" xarici görü-

nüşünə görə çox sadə yolla iki sinfə ayırmağa imkan verdi. Onlardan birini sferik formaya malik olduğuna görə *kürəvi ulduz topaları* adlandırdılar. Bu topaların kənar oblastlarında teleskop vasitəsilə çoxlu zəif ulduz aşkar etdilər. Ancaq topanın mərkəzində ulduzlar elə sıx yerləşirdi ki, topa bütövlükdə işıqsaçan kütlə şəklində görünürdü. Maraqlıdır ki, bütün kürəvi ulduz topaları səmanın eyni bir tərəfində, Oxatan bürcü istiqamətindəki mərkəzi yarımsferada görünür. İkinci sinif topalar – *dağınıq ulduz topaları* ancaq Ağ Yolda və onun yaxın ətrafında görünürdü. Onlarda ulduzların sıxlığı kürəvi ulduz topalarına nisbətən xeyli kiçikdir. Formaları isə çox da dəqiq deyildir.

Ulduz topalarının ciddi şəkildə öyrənilməsinə XX əsrdə başlanıldı. Herşel zamanından indiyə kimi onlar haqqında bizim təsəvvürlərimiz çox genişlənmişdir. Hazırda elə ulduz qruplarını ulduz topaları adlandırırlar ki, onlar ümumi yaranışına, fəzada vəziyyətinə və hərəkətinə görə bir-biri ilə bağlı olsun. Bu xüsusiyyətlərinə görə ulduz topaları bürclərdən fərqlənir. Bürclərdə isə heç bir fiziki bağlılıq yoxdur və ulduzların təsadüfi konfiqurasiyası həmin görünüşü yaradır. Topaların dağınıq və kürəvi olması indi də saxlanılır, ancaq keçən əsrin ikinci yarısından sonra onlara ulduz qruplaşmalarının daha bir tipi – *ulduz assosiasiyaları* da əlavə olundu.

Daha ətraflı tədqiqatlar göstərdi ki, kürəvi və dağınıq ulduz topaları heç də təkcə xarici görünüşlərinə, ulduzlarının sayına, sıxlığına görə seçilmir. Onlar topaya daxil olan ulduzların kimyəvi tərkibinə, Qalaktikadakı mövqeyinə, yaşına və tiplərinə də şamil edilir.

KÜRƏVİ TOPALAR

Kiçik teleskopda kürəvi topalar çox sıx ulduz qrupları şəklində görünür. Onların hamısı nəzərə çarpan sferik, yaxud da azacıq uzunsov formaya malikdir, ulduzlar onlarda mərkəzə doğru güclü sıxlaşmışlar və bu baxımdan parlaq bir ləkə şəklində görünür. Ancaq çox yüksək ayırdetmə qabiliyyətinə malik müşahidələr, məsələn, Habbl kosmik teleskopu imkan verir ki, mərkəzi oblastda yerləşən ayrıca ulduzu seçə biləsən. Ən iri topalara milyondan artıq ulduz daxildir. Kürəvi topaların mərkəzi oblastlarında bir kubparsekdə ulduzların sayı bir neçə yüzdən 10 minə qədər dəyişir. Qeyd etmək lazımdır ki, Günəş ətrafında bir kubparsekdən də böyük həcmdə bir ulduz yerləşir. Kürəvi topaların diametrləri 20–100 pk tərtibindədir.

Kürəvi topalar bizim Qalaktikanın ən qocaman obyektləridir. Onlar Qalaktika ilə bir vaxtda yaranmışdır. Kürəvi topaların cavan vaxtlarında, onlarda müxtəlif kütləli ulduzlar var idi. Ən kiçik ulduzlar Günəşdən bir neçə dəfə kiçik, ən ağır ulduzların kütləsi Günəşinkindən on dəfələrlə böyük idi. İrikütləli ulduzlarda kiçikkütləli ulduzlara nisbətən təkamül prosesi daha sürətlə gedir. Bu baxımdan kürəvi topalarda irikütləli ulduzlar öz enerji ehtiyatını daha tez sərf edib qurtarır və "ölür". Ona görə də kürəvi topalar hazırda ancaq kiçikkütləli ulduzlardan ibarətdir. Onların da əksəriyyəti öz təkamülünün son mərhələsindədir. Onlar da söndükdən sonra həmin topalarda çox uzun müddət yaşayan ən kiçikkütləli ulduzlar qalacaqdır. Kürəvi topalarda müxtəlif kütləli ulduzların sayının nə qədər olmasını bilməklə onun nə zaman yaranmasını təyin etmək mümkündür. Bu üsulla təyin edilmiş kürəvi topaların yaşı 12 mlrd ildən artıqdır.

Belə sistemlərdə olan irikütləli ulduzlar izsiz itib-batmır. Onların yerində təkamül prosesinin sonunda ağ cırtdan, neytron ulduzlar və ya mümkündür ki, qara çuxurlar qalır. Qeyd etmək lazımdır ki, bu kollapsa gedən ulduzun kütləsindən asılıdır. Onlar özlərini daha çox başqa ulduzlarla qarşılıqlı qravitasiya təsiri zamanı büruzə verir. Belə qarşılıqlı təsirlərin nəticəsi kimi, kürəvi topalarda ifratyenilərin partlayışı, rentgen ulduzlarının pulsasiyası və radiomənbələr – pulsarlar müşahidə olunur.

Qoca ulduzlar tez-tez öz tarazlığını itirir və müntəzəm olaraq parlaqlığını dəyişərək, dəyişən ulduzlara çevrilir. Bu tip ulduzlar – sefeidlər – kürəvi topalarda çox tapılmışdır. Məlum olmuşdur ki, belə ulduzların parlaqlığının dəyişmə periodunu tapmaqla ona qədər məsafəni hesablamaq olar. Sefeidlərin periodunun ölçülməsi kürəvi topaların Günəşdən uzaqlıq dərəcəsini təyin etməyə imkan vermişdir. Bütün topalara qədər olan məsafə çox böyükdür və minlərlə

KÜRƏVİ TOPALAR VƏ BİZİM QALAKTİKADA YERİMİZ

Kim birinci dəfə teleskopda Herkules bürcündə yerləşən kürəvi ulduz topası M 13-ə (Messyenin kataloqunda 13-cü nömrə) baxırsa, heyrətdən yerində donub qalır. Həmin adama izah edəndə ki, gördüyü hər bir parıltılı nöqtə Günəşdən xeyli böyük olan bir ulduzdur, onun buna inanmağı gəlmir, yaxud da bu həqiqəti dərk etdiyindən nə qədər böyük həyəcan keçirdiyinin şahidi olursan.

Kürəvi formaya malik ulduz topalarının tədqiqi astronomiya elminə bir sıra yeniliklər gətirdi. Onların tədqiqi qalaktikalar haqqında bildiyimiz üçün iki fundamental faktı aşkar etməyə imkan verdi. Birincisi, məlum oldu ki, bizim Günəşimiz Qalaktikanın mərkəzindən kənarda yerləşir. İkincisi, kürəvi topalarda yerləşən sefeidlərə görə period-işıqlılıq asılılığını aşkar etməyə imkan tapıldı. Bu asılılığın mövcud olması birinci dəfə Kiçik Magellan Buludunda yerləşən sefeidlərə görə tapıldı. Həmin asılılığa əsaslanaraq, uzaq qalaktikalarda sefeidləri tapmaq və ayrıca ulduz kimi müşahidə etmək mümkündürsə, həmin asılılığa görə qalaktikalara və ulduz topalarına qədər məsafəni təxminən qiymətləndirmək olar.

Hələ 1920-ci ilədək məlum oldu ki, kürəvi ulduz topalarının qeydiyyatı başa çatmışdır. Buna görə də onları vahid topalar sistemi kimi öyrənmək lazımdır. Kürəvi topalar, dağınıq topalar kimi, heç də bütün qalaktik uzunluqlarda yerləşmir. Kürəvi topalar, əsasən, Əqrəb, Oxatan və İlandaşıyan bürcləri istiqamətində kəskin təmərküzləşir. Yüzə qədər kürəvi ulduz topasının Qalaktikadakı vəziyyətinin təhlili göstərdi ki, onların mərkəzi sistemi Ağ Yolun orta dairəsində yerləşir. Bu yer, hər üç bürcün sərhədlərinin qovuşduğu oblastın yaxınlığındadır. Onun koordinatı, düz doğuşu $\alpha = 17$ saat 30 dəqiqə və meyil bucağı $\delta = -30°$-dir. Hazırda dəqiqləşdirilmiş qiyməti isə $\alpha = 17$ saat 42 dəqiqə, $\delta = -29°$-dir.

Kürəvi topalar sistemi bir növ bütün Qalaktikanın skeletidir. Belə ki, kürəvi topaların mövqeyi, Qalaktikanın digər milyardlarla ulduzunun fəzada paylanmasının da göstəricisidir. Bu sadalanan müşahidə faktlarına əsasən bizim Qalaktikanın mərkəzinin Oxatan bürcü istiqamətində yerləşdiyi qənaətinə gəlinmişdir.

Həmin faktlara əsasən Günəşin Qalaktikadakı yeri haqqında təsəvvürlərimiz də dəyişdi. Artıq məlum oldu ki, Günəşin Qalaktikanın mərkəzində yerləşdiyini qəbul etmək yanlışdır. Aydınlaşdı ki, Günəş Qalaktikanın mərkəzindən təxminən 8-10 kpk məsafədə yerləşir. Bu məsafəni hələlik tam dəqiq təyin etmək mümkün deyildir. Aparılan tədqiqatlardan məlum oldu ki, Günəş sistemi Qalaktikanın mərkəzi ətrafında 220 km/san sürətlə tam bir dövrünü 230 mln ilə başa vurur. Bunu bəzən şərti olaraq *Qalaktik il* də adlandırırlar.

(Harlou Şeplinin "Qalaktikalar" kitabından. 1942-ci il)

▸▸ Kürəvi ulduz topası. Mərkəzdə ulduzların xəyalları qovuşur. Ancaq bu fotoşəkilçəkmə zamanı yaranan optik effektin nəticəsidir. Əslində, ulduzların topada əhəmiyyətli dərəcədə məkanca konsentrasiyasına baxmayaraq, onlar nəinki təmas etmir, hətta, praktik olaraq heç vaxt bir-birinə toxunmur.

▾ Herkules bürcündə kürəvi ulduz topası M 13.





parsek tərtibindədir. Hazırda 150-dən artıq kürəvi topa məlumdur və onlar ümumilikdə bizim Qalaktikada bir neçə yüz ola bilər.

Qalaktika ilə eyni zamanda yaranan kürəvi ulduz topaları bizim ulduz sistemimiz əmələ gələnə qədər mövcud olan nəhəng buludun kimyəvi tərkibini demək olar ki, qoruyub saxlaya bilmişdir. Qalaktikanın da həmin nəhəng buluddan əmələ gəldiyini qəbul etdiyimizdən, kürəvi topaların kimyəvi tərkibini öyrənməklə bizim Qalaktikanın ilkin yarandığı mərhələdəki kimyəvi tərkibi haqqında məlumat əldə etmiş oluruq. Kürəvi topaların kimyəvi tərkibinin xarakterik xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onlarda ağır kimyəvi elementlər azdır. Ağır kimyəvi elementlər ulduz təkamülünün son mərhələsində sintez olunur. Kürəvi ulduz topalarının əmələgəlmə mərhələsində Qalaktikada heliumdan ağır elementlər çox az idi. Ona görə də bəzi kürəvi topalarda metalların miqdarı Günəşə nisbətən təxminən 300 dəfə aşağıdır.

Kürəvi ulduz topalarının əmələgəlmə tarixi onların Qalaktikada paylanmasında da öz əksini tapmışdır. Onların hamısı Qalaktika mərkəzinə nəzərən sferik simmetrik formada yerləşmişdir. Qalaktikanın mərkəzi isə Oxatan bürcü istiqamətində yerləşir. Kürəvi topaların həmin sıx mərkəzi oblastını astronomlar ancaq XX əsrdə görə bildilər. Qalaktika əmələ gələnə qədər olan bulud sıxılaraq, fırlanan disk əmələ gətirmişdir və bundan sonra topaların paylanmasının xarakteri dəyişməmişdir.

Bu ilkin qaz diskində sonralar ulduzların əmələgəlməsi baş vermişdir. Bizim Qalaktikanın diskində indi də dağınıq ulduz topaları yaranır. Bir sıra başqa qalaktikalarda, məsələn, Magellan Buludlarında cavan ulduz topaları təkcə dağınıq deyil, həm də kürəvi olur.

DAĞINIQ ULDUZ TOPALARI

Dağınıq topaları aşkar etməyin xeyli çətin olmasına baxmayaraq, onların sayı kürəvilərə nisbətən daha çoxdur. Onların ulduzlarının sıxlığı az olduğundan, təsadüfən həmin istiqamətdə görünən ulduzlarla asanca səhv salmaq olur. Onların real ulduz qrupu olmasını dəqiqləşdirmək üçün Günəşdən məsafəsini və fəzada hərəkətini öyrənmək vacibdir. Əgər bizdən təxminən eyni məsafədə yerləşən ulduzlar eyni istiqamətdə hərəkət edirlərsə, çox böyük ehtimalla demək olar ki, onlar eyni bir sistemə bağlıdır. Hazırda cəmi 1200-dən artıq dağınıq topa məlumdur. Onlardan ən məşhurları Buğa bürcündə yerləşən Ülkər və Hiad dağınıq ulduz topalarıdır. Qalaktikada onların sayının çox olması məlumdur, onlardan bəziləri Günəşə çox yaxın yerləşmişdir. Dağınıq ulduz topası Hiada qədər məsafə cəmi 40 pk-dir.

Dağınıq topalara, bir qayda olaraq, bir neçə yüzdən minə qədər, daha iri həcmli topalara isə 10 minə qədər üzv daxil olur. Dağınıq topaların kütlələri böyük olmadığından, onların qravitasiya sahəsi topanın dağılmasının qarşısını ala bilmir. Bu baxımdan təxminən milyard il mövcud olan dağınıq topalar Qalaktikada səpələnərək, bir topa kimi əriyib yox olur. Ən cavan topalarda ulduzlar hələ də gözümüzün qabağındaca "doğulur". Bir çox ulduzların ətrafında onların əmələ gəldiyi qaz buludlarının qalığı indi də görünür.

Dağınıq topalarda çoxlu nəhəng, çox parlaq, dəyişən, müxtəlif kimyəvi tərkibli və müxtəlif tip partlayan ulduzlar vardır. Müxtəlif elementlərin kimyəvi tərkibi dağınıq topalarda orta hesabla Günəşinkinə yaxındır. Ancaq bu kimyəvi tərkib müxtəlif topalarda çox ciddi surətdə fərqlənə bilir. Bundan başqa, müşahidələr dağınıq topalarda kimyəvi tərkibin topanın Qalaktikanın mərkəzi hissəsindən hansı məsafədə yerləşməsindən mümkün asılılığının olduğunu göstərir: topa Qalaktikanın mərkəzinə nə qədər yaxın olursa, onun tərkibində ağır elementlərin miqdarı bir o qədər çox olur.

ASSOSİASİYALAR

Dağınıq topalardan başqa, ümumi yaranışı ilə bir-birinə bağlı olan cavan ulduz qruplaşmalarının daha bir tipi də vardır. Bunlar ulduz assosiasiyalarıdır. Onlar topalara nisbətən daha seyrəkdir və öz ölçülərinə görə topalardan xeyli böyükdür. Onların ölçüləri təxminən 200-300 işıq ilinə çatır. Assosiasiyalarda bir neçə dənə və yaxud onlarca yüksək işıqlılığa malik mavi ulduz ola bilər. Onların ömrü nisbətən qısa olduğundan təbiətdə bu ulduzlara çox az-az təsadüf edilir. Assosiasiyalarda bəzi ulduzlar o qədər cavandır ki, hələ tam formalaşmamışdır.

Bir qayda olaraq, assosiasiyalar nəhəng soyuq molekulyar qaz buludları ilə bağlıdır. Həmin qaz buludlarından da ulduzlar yaranır. Yaranan massiv ulduzlar öz güclü şüalanması və onlardan ayrılan işıq seli ilə ulduzlararası mühitə böyük enerji ötürür. Həmin enerji əhatəsində olan qızmış qazı assosiasiyadan sıxışdırıb çıxarır. Nəticədə yaranmış ulduz qruplaşması dayanıqlı olmur və yavaş-yavaş genişlənərək, əhatə edildiyi ulduzların fonunda yox olur.





* * *

Ulduz qruplaşmalarının fəal tədqiqi davam edir. Yeni güclü müşahidə cihazları topaları digər, bəzən çox uzaq qalaktikalarda aşkar etməyə imkan verir. Ancaq onlar daha çox bizə ən yaxın ulduz sistemlərində, məsələn, Andromeda dumanlığında və Magellan Buludlarında kəşf edilmişdir.

▲
Buğa bürcündə dağınıq ulduz topası Ülkər. Bu ulduzlar bir qaz-toz dumanlığından təqribən 100 mln il əvvəl yaranmışdır.

▲
Perseyin χ və h dağınıq ulduz topaları.

BİZİM QALAKTİKA VƏ ORADA GÜNƏŞİN YERİ

XVII əsrdə teleskop icad olunduqdan sonra alimlər ilk dəfə başa düşdülər ki, kosmik fəzada ulduzların sayı həddindən artıq çoxdur. 1755-ci ildə alman filosofu və təbiətşünası İmmanuil Kantın ehtimalına görə, planetlər Günəş sistemini təşkil etdiyi kimi, ulduzlar da kosmosda qruplar əmələ gətirir. Bu qrupları o, "ulduz adaları" adlandırdı. Kantın fikrincə, belə saysız-hesabsız ulduz adalarından biri də göydə işıqlı duman zolağı kimi görünən nəhəng ulduzlar topası



Ağ Yolun bir sahəsi. Bu çox böyük miqdarda zəif (deməli, böyük əksəriyyəti çox uzaqda yerləşən) ulduzların yaratdığı topadır.

olan Ağ Yoldur. Ağ Yol bizim Qalaktikanın mərkəzi müstəvisində yerləşən ulduzların yaratdığı fondur. Qədim yunan dilində "qalaktikos" sözünün mənası "süd" və ya "ağ" deməkdir. Ona görə də Ağ Yolu və ona bənzər ulduz sistemlərini qalaktika adlandırırlar. Azərbaycanda isə bizim Qalaktikanın mərkəzi müstəvisini Ağ Yol, Süd Yolu və ya Məkkə Yolu adlandırırlar. Onun Məkkə Yolu adlandırılması, əsrarəngiz gözəlliyə malik zolağın dünyanın şimal qütbündən cənub qütbünə doğru yönəlməsi ilə bağlıdır. Qədimdə insanlar Həcc ziyarətinə getmək üçün Ağ Yoldan bir yol göstəricisi kimi istifadə edirmişlər.

Kantın fərziyyəsi XVIII əsrin sonunda Uilyam Herşelin ilk dəfə tətbiq etdiyi ulduzları sayma metodu ilə təsdiq olundu. Bu metodun mahiyyəti Ağ Yol müstəvisindən müxtəlif məsafələrdə yerləşən eyni ölçülü sahələrə düşən ulduzların sayını müqayisə etməkdən ibarətdir. Belə hesablamalar bir neçə dəfə aparıldı və aşağıdakı nəticələrə gətirib çıxardı: birincisi, Ağ Yoldan uzaqlaşdıqca ulduzların sayı xeyli azalır; ikincisi, Ağ Yol müstəvisindən cənub tərəfdə ulduzların ümumi sayı şimal tərəfdəkindən bir qədər artıqdır. Beləcə, aydın oldu ki, bizim ulduz sistemimizin Ağ Yol istiqamətindəki ölçüləri, perpendikulyar istiqamətdəki ölçülərindən xeyli böyükdür, həm də Günəş bu sistemin simmetriya müstəvisindən azacıq yuxarıda yerləşir.

BİZİM QALAKTİKANIN ÖLÇÜLƏRİ VƏ QURULUŞU

Herşel öz hesablamalarına əsaslanaraq, bizim Qalaktikanın ölçülərini təyin etməyə cəhd göstərdi. O belə qənaətə gəldi ki, bizim ulduz sistemimiz sonlu ölçülərə malikdir və bir növ qalın disk əmələ gətirir: Ağ Yol müstəvisində onun uzunluğu ən çox 850 vahidə, ona perpendikulyar istiqamətdə isə 200 vahidə bərabərdir. Burada vahid kimi Sirius ulduzuna qədər məsafə qəbul olunmuşdur. Müasir məsafələr şkalasına görə bu, 7300 × 1700 işıq ilinə uyğun gəlir.

Bu ölçü Ağ Yolun quruluşunu bütövlükdə düzgün əks etdirir, hərçənd bu əsla dəqiq deyildir və hazırda qəbul edilmiş ölçülərdən xeyli kiçikdir. Məsələ burasındadır ki, Qalaktika diskinə, ulduzlardan başqa, uzaq ulduzlardan gələn işığı zəifladən çoxsaylı qaz-toz buludları da daxildir. Qalaktikanın ilk tədqiqatçıları bu ulduz şüalarını zəifladən mühit haqqında heç nə bilmirdilər. Onlar belə hesab edirdilər ki, Qalaktikanın bütün ulduzlarını görürlər.

Qalaktikanın həqiqi ölçüləri yalnız XX əsrdə təyin edildi. Məlum oldu ki, o əvvəllər güman edildiyindən daha çox müstəvi formaya malikdir. Hazırda Qalaktika diskinin diametri 100 min işıq ilindən artıqdır, qalınlığı isə 1000 işıq ili tərtibindədir.

Bizim Günəş sistemimiz uducu materiya ilə dolmuş Qalaktika müstəvisindədir. Buna görə də Ağ Yol quruluşunun bir çox detallarını biz Yerdən

AĞ YOL BİZİM ULDUZ SİSTEMİMİZDİR
(İlk təsvir)

Tutaq ki, biz sonsuz ulduzlararası fəzadan bir xəyali müstəvi keçiririk və təsəvvür edirik ki, bütün ulduzlar və ulduz topaları bu müstəviyə başqa oblastlardan daha yaxın yerləşir. Onda həmin müstəvidə yerləşən göz ulduz sahəsinə baxarkən, bu müstəvi istiqamətində səmada onların kifayət qədər işıqlı zolağını görəcəkdir. Bu zolaqda sonsuz sayda ulduzlar olacaqdır. Onların görünən sıxlığı bərabər ağımtıl sayrışma yaradacaqdır. Bu bizim Ağ Yolun mənzərəsidir.

Ağ Yolun bütün "günəşlərinin" (ulduzlarının), o cümlədən bizim Günəşimiz də daxil olmaqla, dünya sistemini yaratması haqqında fikir yürütməyə əlimizdə bütün əsaslar var. Bizim planetar sistemimiz kiçik miqyasda hansı qanunlarla qurulmuşsa, dünya sistemi də böyük miqyasda elə qurulmuşdur. Bütün bu günəşlər öz peykləri ilə birlikdə bir orbital mərkəzə malikdir. Onlar ancaq nəhəng məsafələrdə yerləşdiyindən və uzunmüddətli fırlanma periodu na malik olduğundan, sanki, həqiqətən yerlərini dəyişmir, hərçənd bəzilərinin yerdəyişməsini müşahidə etmək mümkün olmuşdur. Bu nəhəng səma cisimlərinin yolu təxminən eyni bir ümumi müstəvi ətrafından keçir. Ağ Yoldan kənarda ulduzlar seyrəkdir və onların hərəkəti bizim planetar sistemdə yerləşən kometaların hərəkətinə bənzəyir. Dünyanın yaranışında hökm sürən ümumi qanunauyğunluğu daha yaxşı başa düşmək üçün, ulduzların bir müstəvi ətrafında yerləşməsinin səbəbini anlamağa cəhd edək. Günəşin cazibə qüvvəsinin təsir dairəsi təkcə planetlərin və kometaların dünyası ilə yekunlaşmır. Bütün dünya sistemlərinin qarşılıqlı təsiri, sonda onların bir kütlə halında birləşməsinə gətirməli idi. Bizim planetar sistemdə olduğu kimi, bu məhvolmanın qarşısını alan ancaq mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsiridir. Səma cisimlərini düzxətli hərəkət etməyə qoymayan bu qüvvə cazibə qüvvəsi ilə birlikdə onları daim dairəvi orbitlər üzrə hərəkət etməyə məcbur edir.

Bunun müqabilində Dünya yaranışı dağılmaqdan qorunmuşdur və daim mövcud olmaq qabiliyyətinə malikdir.

Əgər ulduzlar sistemi, Ağ Yolda olduğu kimi, bir müstəvi üzərində yerləşsə və ona kənardan, təsəvvür olunmayan çox uzaq məsafədən baxılsa, onda həmin ulduzlar sistemi müəyyən bucaq altında gözə zəif işıqlı ləkə kimi görünəcəkdir. Onun müstəvisi düz gözümüz istiqamətində yönəlibsə, biz onu tam dairəvi, ona yandan baxılarsa, elliptik formada görəcəyik. İşığının zəif olması, forması və diametrinin böyük olması belə səma cismini digərlərindən ciddi fərqləndirəcəkdir. Belə görünüşlü işıqlı ləkələrin astronomiyada çoxdan kəşf edilməsinə baxmayaraq, astronomların onlar haqqında fikirləri kifayət qədər müxtəlifdir.

Kim təbiətin müxtəlif oblastlarına məqsədyönlü və planlı baxırsa, belə xüsusiyyətləri kəşf edir. Nə vaxt müşahidələr qaydasız və sistemsiz aparılırsa, onda belə xüsusiyyətlər qeydə alınmır və gizli qalır.

(İmmanuil Kantın "Ümumi təbiət tarixi və səma nəzəriyyəsi" kitabından. 1755-ci il)

müşahidə edə bilmirik. Ancaq bu görünməyən detallar haqqında, bizim Qalaktikaya bənzər qalaktikaları tədqiq etməklə məlumat əldə etmək mümkündür. Keçən əsrin 40-cı illərində alman astrofiziki Valter Baade nəhəng Andromeda dumanlığını (M 31) müşahidə edərək, nəhəng belə qənaətə gəldi ki, bu qalaktikanın müstəvi linzayabənzər diski sferik formalı nazik ulduz buludu ilə əhatə olunmuşdur. Bu sferik formalı ulduz buludunu bəzən *qalo* adlandırırlar. Andromeda dumanlığı bizim Qalaktikaya çox bənzədiyindən (hər ikisi Sb tip spiral quruluşa malikdir) Baade belə fərz etdi ki, Ağ Yol da buna bənzər quruluşa malik olmalıdır. O, qalaktik diskdə yerləşən ulduzları



Ağ Yolun fotoşəkli. Uzun xətt çəkiliş zamanı uçan meteorun izidir.



Koordinatların Qalaktika sisteminə gətirilmiş bütün göy sferasının görünən şüalanması: Ağ Yol ekvator boyunca yerləşib. O, öz ulduzları, tutqun toz buludları və ionlaşmış hidrogendən ibarət parlaq oblastları ilə təmsil olunmuşdur. Həm də qalo (ekvatorial müstəvidən kənar rayon) görünür. Mərkəzdən sağda və aşağda görünən iki parlaq ləkə Magellan Buludları və bizim Qalaktikanın peykləridir.

I nəsil, sferik hissədə yerləşən (qalo) ulduzları isə II nəsil ulduzlar adlandırdı.

Müasir tədqiqatlar göstərir ki, Qalaktikada ulduzların iki nəsli olması təkcə fəza vəziyyətinə görə deyil, ulduzların kimyəvi tərkibinə görə də seçilir. Bu xüsusiyyətlər, ilk növbədə, diskdə və sferik hissədə (qaloda) yerləşən ulduzların əmələgəlmə müxtəlifliyi ilə bağlıdır.

QALO. Bizim Qalaktikanın sərhədləri qalonun ölçülərinə görə təyin olunur. Qalonun ölçüləri diskə nisbətən xeyli böyükdür. Bəzi faktlara görə, onun ölçüləri bir neçə yüz min işıq ilinə çatır. Ağ Yolun qalosunun simmetriya mərkəzi qalaktik diskin mərkəzi ilə üst-üstə düşür.

Qalo, əsasən, qoca və kiçikkütləli zəif ulduzlardan ibarətdir. Onlara tək halda və kürəvi ulduz topalarında təsadüf olunur. Həmin kürəvi topalara milyonlarla ulduz daxil olur. Qalaktikanın sferik hissəsində yerləşən ulduz nəsillərinin yaşı 12 mlrd ildən artıqdır. Onu bir çox hallarda Qalaktikanın öz yaşına bərabər hesab edirlər.

Qaloda yerləşən ulduzlarda ağır kimyəvi elementlərin miqdarı həddindən artıq azdır. Kürəvi ulduz topalarında metal elementlərinin miqdarı Günəşdəkinə nisbətən yüz dəfələrlə azdır.

Sferik hissədə yerləşən ulduzlar, əsasən, Qalaktika mərkəzinə doğru cəmləşir. Qalonun nisbətən daha sıx mərkəzi hissəsi *balc* adlanır (*ing.* "qalınlaşmadır"). Qaloda yerləşən ulduzlar və ulduz topaları Qalaktika mərkəzi ətrafında çox uzunsov orbitlər üzrə hərəkət edir. Ayrı-ayrı ulduzların fırlanması heç bir qanuna uyğun olmadığından, qalo bütövlükdə çox yavaş fırlanır. Bu baxımdan qonşuluqda yerləşən ulduzların hərəkət istiqamətləri müxtəlif də ola bilir.

DİSK. Qalo ilə müqayisədə disk xeyli sürətlə fırlanır. Mərkəzdən müxtəlif məsafələrdə yerləşən ulduzların fırlanma sürətləri eyni deyildir. Mərkəzdə sürət sıfırdır. Mərkəzdən 2 min işıq ili məsafəsində sürət 200-240 km/san-yə çatır. Bundan azacıq artıq məsafədə sürət bir qədər azalır və sonra yenə həmin qiymətə çatır. Daha sonra sürət məsafədən asılı olmayaraq dəyişməz qalır. Diskin müəyyən xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi onun kütləsini təyin etməyə imkan verdi. Onun kütləsinin Günəşinkindən 150 mlrd dəfə böyük olması aşkar oldu.

QALAKTİK MƏSAFƏLƏR

Bizim Qalaktikanın öyrənilməsində astrofiziklər ciddi problemlə üzləşirlər. Günəş isə, demək olar ki, dəqiq Ağ Yolun müstəvisi üzərində yerləşir. Burada isə uzaq ulduzların şüalanmasını zəiflədən ulduzlararası toz və qaz toplanmışdır. Ona görə də biz qalaktik diskin Günəşdən cəmi bir neçə kiloparsekə qədər olan hissəsini müşahidə edə bilirik.

Optik teleskoplar vasitəsilə Qalaktikanın mərkəzini müşahidə etmək xüsusilə çətindir. Bu isə, öz növbəsində, onun quruluşunu öyrənməyi və ona qədər məsafənin (R_0) təyinini çətinləşdirir. Qalaktikada digər bütün məsafələr miqyasını təyin etməyə imkan verdiyindən, bu, astronomlar üçün çox vacib kəmiyyətdir. Onsuz Qalaktikanın fırlanma sürətini, kütləsini, uzaq ulduzlara, dumanlıqlara, topalıqlara qədər məsafəni təyin etmək mümkün deyildir.

Əvvəllər astronomlara Qalaktikanın mərkəzinin hansı istiqamətdə yerləşməsi aydın deyildi. Bu istiqaməti, ilk dəfə amerikalı alim Harlou Şepli 1917-ci ildə müəyyən etməyə cəhd etdi. O fərz etdi ki, Qalaktikanın qalosunu yaradan ulduzlar və kürəvi ulduz topaları qalaktik mərkəz ətrafında simmetrik paylanmışdır. Şepli başa düşdü ki, kürəvi ulduz topaları, əsasən, Əqrəb, İlandaşıyan və Oxatan bürcü istiqamətində yerləşir. Bu baxımdan Ağ Yolun mərkəzinin haradasa qeyd olunan üç bürc istiqamətindən birində olması qənaətinə gəldi.

1940-cı illərdə infraqırmızı teleskoplar vasitəsilə aparılan müşahidələr ulduzların daha böyük əksəriyyətinin Oxatan bürcü istiqamətində konsentrasiya olunduğunu göstərdi. Ulduzlararası mühitdə infraqırmızı oblastda udulma optik oblasta nisbətən xeyli zəifdir. Daha sonra bu bürcdə güclü Oxatan A radiomənbəyi aşkar edildi. Qeyd etmək lazımdır ki, toz radiodalğalar üçün heç bir maneçilik törədə bilmir. Oxatan A radiomənbəyi Qalaktikanın mərkəzinə uyğun gəlir.

Bundan sonra Oxatan A radiomənbəyinə qədər məsafəni hesablamaq lazım idi. Şepli kürəvi ulduz topalarının paylanmasına əsaslanaraq, bu məsafənin 12-16 kiloparsek olduğunu hesabladı. O hesab edirdi ki, Günəş Qalaktika diskinin kənarında yerləşir. Şepli Qalaktika diski diametrinin 30 kiloparsek olmasını qəbul edirdi. Əsas qeyri-müəyyənlik ulduzlararası mühitdə udulmanın düzgün nəzərə alınmaması ilə bağlı idi. Bu gün də kürəvi ulduz topalarına qədər məsafə 50% xəta ilə hesablanır. İllər keçdikcə ulduzlara və kürəvi ulduz topalarına qədər məsafənin yeni qiymətləndirmələri meydana gəldi. Bu qiymətləndirmələrdə fərq kifayət qədər böyük idi. Həmin problemlə məşğul olan hər bir tədqiqatçı öz R_0 məsafəsini tapırdı və hesablamalarında bu qiymətdən istifadə etməyə üstünlük verirdi.

Əgər Qalaktikanın mərkəzinə qədər məsafənin təyinində hər bir astronomun öz "ölçü vahidi" var idisə, bu, astronomlar arasında qarşılıqlı anlaşma olmadığını göstərirdi. Bu isə böyük qarışıqlıq yaradırdı. Məsələni müəyyən mənada yoluna qoymaq istəyən Astronomiya Cəmiyyəti 1963-cü ildə əsas kəmiyyətlərin, Qalaktikanın ölçülərini (R_0) və onun Günəş orbiti rayonunda fırlanmasının sürətini (V_0) səciyyələndirən vahid qiymətinin hamı tərəfindən qəbul edilməsi qənaətinə gəldi. Günəşin Qalaktikanın mərkəzindən olan məsafəsi R_0=10 kiloparsek, Günəşətrafı rayonda yerləşən ulduzların fırlanma sürəti V_0=250 km/san qəbul edildi. 1985-ci ildə Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının Baş Assambleyası yeni dəqiqləşdirilmiş qiymətdən istifadə etməyi təklif etdi: R_0=8,5 kiloparsek və V_0=220 km/san. Ancaq astronomların heç də hamısı belə hesab etmirlər ki, bu qiymətlər əvvəlkindən daha dəqiqdir. Ona görə də, hər il R_0 ölçülməsinə dair 3-4 yeni iş çap olunur və nəticələr 7-11 kiloparsek arasında dəyişir.

Aydın məsələdir ki, astronomlar həmişə Qalaktikanı xarakterizə edən kəmiyyətlərin şərti qiymətlərindən istifadə etməyəcəklər. Nəhəng antenalar, kontinentlərarası radiointerferometrlərdən istifadə olunması 0,001"-dək (bucaq saniyəsi) artıq çox böyük ayırdetmənin əldə olunmasına imkan verir. Yaxın gələcəkdə Yerətrafı orbitə göndəriləcək böyük diametrli radioteleskoplar daha böyük ayırdetmə ilə müşahidələr aparmağa imkan verəcəkdir. Bu isə Günəşin Qalaktikanın mərkəzindən olan məsafəsinin daha dəqiq təyin edilməsinə gətirib çıxaracaqdır. Hələlik radioastronomlar ən müxtəlif məsafə indikatorlarından istifadə edirlər: nəhəng ulduzlar, molekulyar buludlar, işıqlı dumanlıqlar, mazer radioşüalanma mənbələri və s. ("Radioastronomiya" məqaləsinə bax).

Disk ulduz, nəslinə görə, qalodan son dərəcə fərqlənir. Disk müstəvisinin yaxınlığında, əsasən, cavan ulduzlar və ulduz topaları cəmləşmişdir. Onların yaşı bir neçə milyard ildən artıq deyildir. Bu ulduzlar Qalaktikanın müstəvi hissəsini təşkil edir. Həmin ulduzların içərisində çoxlu parlaq və isti ulduz vardır.

Qalaktika diskində qaz onun, əsasən, mərkəzi hissəsində yerləşmişdir. Çoxsaylı buludlar yaradan qaz qeyri-bərabər paylanmışdır. İfratnəhəng qaz buludlarının ölçüləri bir neçə işıq ilinə bərabərdir, nisbətən kiçiklərin ölçüləri isə parsekdən böyük deyildir.

Bizim Qalaktikada əsas kimyəvi element hidrogendir. Qalaktikanın 1/4-ni

isə helium təşkil edir. Bu kimyəvi elementlərlə müqayisədə digərləri çox azdır. Diskdə yerləşən ulduzların və qaz buludlarının kimyəvi tərkibi orta hesabla Günəşdəkinə yaxındır.

NÜVƏ. Qalaktikamızın ən maraqlı hissələrindən biri də onun mərkəzidir. Nüvə adlandırılan mərkəzi hissə Oxatan bürcü istiqamətində yerləşir. Qalaktikanın mərkəzi hissələrinin görünən diapazonda şüalanması, güclü udan mühit tərəfindən bizdən sanki "gizlədilir". Ona görə də, həmin hissənin tədqiqi radio və infraqırmızı işıq qəbuledicilərı icad olunduqdan sonra mümkün olmuşdur. Bu dalğa uzunluqlarında şüalanmalar həmin mühit tərəfindən nisbətən az udulur.

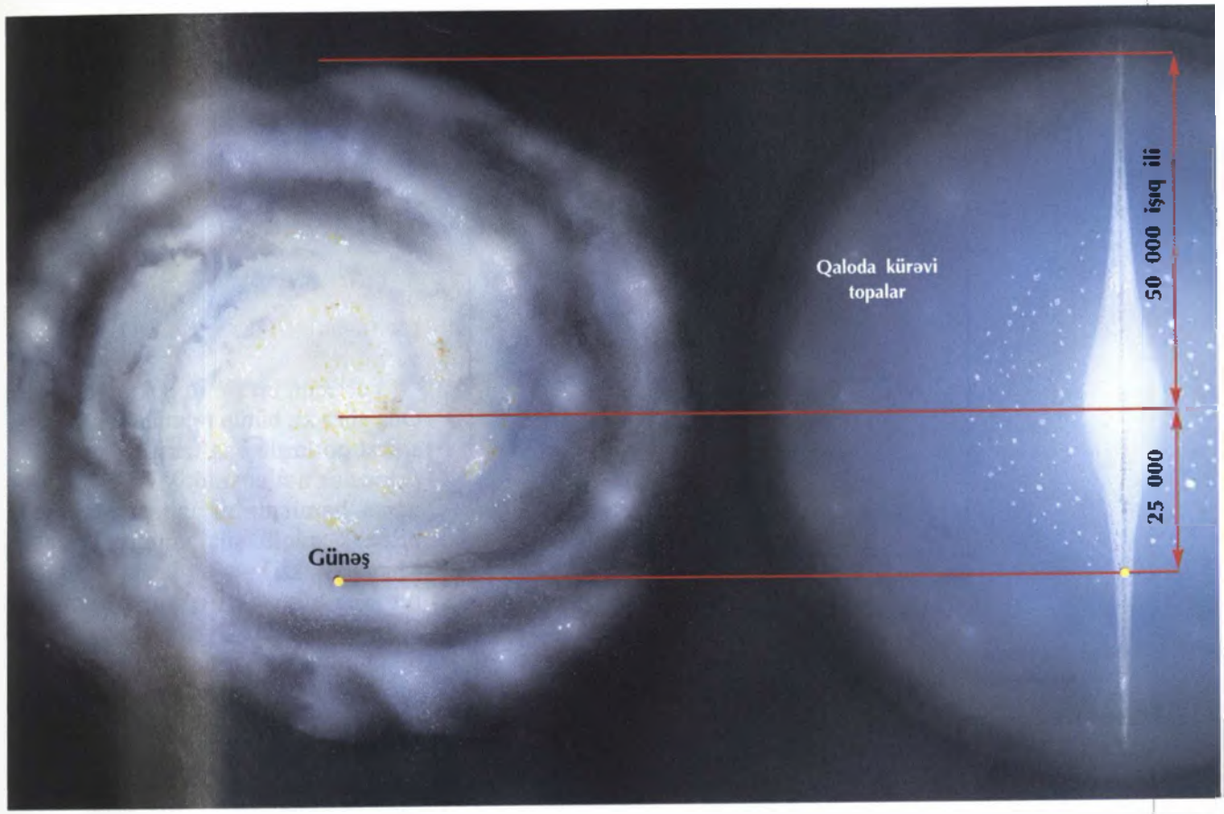
Qalaktikanın mərkəzi oblastlarında hər kub parsekdə minlərlə ulduz yerləşir. Burada ulduzlar arasındakı məsafə Günəşin yaxın ətrafına nisbətən 10 və 100 dəfələrlə kiçikdir. Əgər biz Qalaktika mərkəzində yerləşən bir ulduzda yaşasaydıq, onda gecə göyündə onlarca Ay (Ay Yerin təbii peykidir) qədər parlaqlığa malik ulduz görərdik. Bundan başqa, biz səmada həm də minlərlə parlaq ulduz görərdik.

Bizim Qalaktikanın mərkəzinin infraqırmızı şüalarda təsviri (rənglər sünidir). Parlaq zolaq intensiv ulduzəmələgəlmə prosesi gedən qalaktik diskin müstəvisidir.



Bizim Qalaktikanın mərkəzi oblastlarında çoxsaylı ulduzlardan başqa, nüvə ətrafında yerləşən qazdan ibarət disk də müşahidə olunur. Bu qaz diski, əsasən, molekulyar hidrogendən ibarətdir. Qaz diskinin radiusu 1000 işıq ilindən artıqdır. Mərkəzə yaxın hissələrdə ionlaşmış hidrogen də qeydə alınır. Həmin hissədə çoxsaylı infraqırmızı şüalanma mənbələrinin müşahidə olunması orada intensiv ulduzəmələgəlmə prosesinin getməsindən xəbər verir. Qalaktikanın bilavasitə nüvəsində isə çox massiv və yığcam cismin olması ehtimal edilir. Belə hesab olunur ki, bu massiv obyektin – qara çuxurun kütləsi təxminən milyon Günəş kütləsi tərtibindədir. Mərkəzdə həmçinin Oxatan A radiomənbəyi yerləşir. Onun orada əmələ gəlməsini Qalaktika nüvəsinin fəallığı ilə bağlayırlar.

SPİRAL BUDAQLAR. Qalaktika disklərində yaranan *spiral budaqlar* (yaxud qollar) diqqəti daha çox cəlb edir. Bizim Qalaktika da spiral qollara malikdir. Bu tip ulduz sistemləri *spiral qalaktikalar* adlanır. Spiral quruluş bizim Qalaktikada çox yaxşı inkişaf etmişdir. Spiral qollar boyunca, əsasən, ən cavan ulduzlar, çoxlu dağınıq topa və assosiasiya yerləşmişdir. Həmçinin, ulduzlararası sıx bulud vardır ki, onlarda bu gün də ulduzəmələgəlmə prosesi davam edir. Spiral qollarda çoxsaylı dəyişən və partlayan ulduzlar yerləşir. Onlarda, hər şeydən əvvəl, ifratyenilərin partlayışı baş verir. Qaloda hər hansı ulduz fəallığı çox təsadüfi hadisə olduğu halda, spiral qollarda fəal fiziki proseslər hazırda da davam edir. Bu, əsasən, ulduzlararası fəzadan maddənin ulduzlara və əksinə keçidi ilə bağlıdır. Bütün qaz diskinə nüfuz edən Qalaktik maqnit sahəsi də, əsasən, spiral qollarda yerləşir.



Bizim Qalaktikanın sxematik quruluşu.

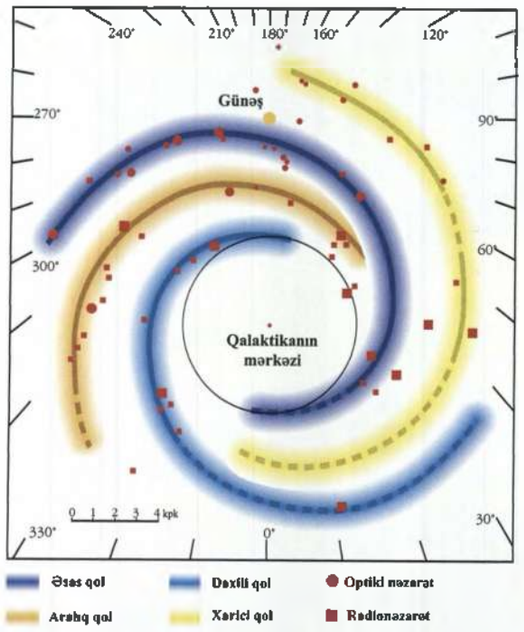
Ağ Yolun spiral qolları işıq şüasını udan materiya tərəfindən, sanki, bizdən "gizlədilir". Onların hərtərəfli tədqiqinə radioteleskoplar qurulduqdan sonra başlanmışdır. Spiral qollar boyunca yerləşən ulduzlararası hidrogen atomunun radiodalğalarda şüalanması Qalaktikanın quruluşunu tədqiq etməyə imkan verdi. Müasir təsəvvürlərə görə spiral quruluş qalaktik diskdə yayılan dalğaların sıxılması ilə bağlıdır. Sıxılma oblastlarından keçən disk maddəsi sıxlaşaraq, ulduzların qazdan əmələgəlmə prosesini daha da sürətləndirir. Spiral qalaktikalarda belə özünəməxsus dalğavari quruluşun yaranması tam aydın deyildir. Dünyanın bir çox astrofizikləri bu problemi həll etmək üzərində çalışırlar.

QALAKTİKADA GÜNƏŞİN YERİ

Günəş ətrafında iki spiral qolun olmasını izləmək mümkündür. Həmin spiral qollar bizdən təqribən 3 min işıq ili məsafədə yerləşir. Yerləşdiyi bürclərin istiqamətinə görə onları Oxatan və Persey qolları da adlandırırlar. Günəş bu iki spiral qolun, demək olar, tən ortasında yerləşir.

Doğrudur, bizə daha yaxın (qalaktik ölçülərə görə) məsafədən, Orion bürcündən keçən nisbətən zəif daha bir qol da vardır. Bu əsas spiral qoldan ayrılan qanad hesab olunur.

Günəşdən Qalaktikanın mərkəzinə qədər olan məsafə təxminən 23-28 min işıq ili, yaxud 7-9 kiloparsek tərti-



Bizim Qalaktikanın spiral quruluşu. Sxem ionlaşmış hidrogenin aşkar edilmiş paylanma oblastları (dairələr və kvadratlar kimi qeyd edilmişdir) əsasında qurulmuşdur. Günəş Oxatan və Persey spiral qolları arasında yerləşmişdir.

bindədir. Bu o deməkdir ki, Günəş Qalaktikanın nə mərkəzində, nə də kənarında yerləşir.

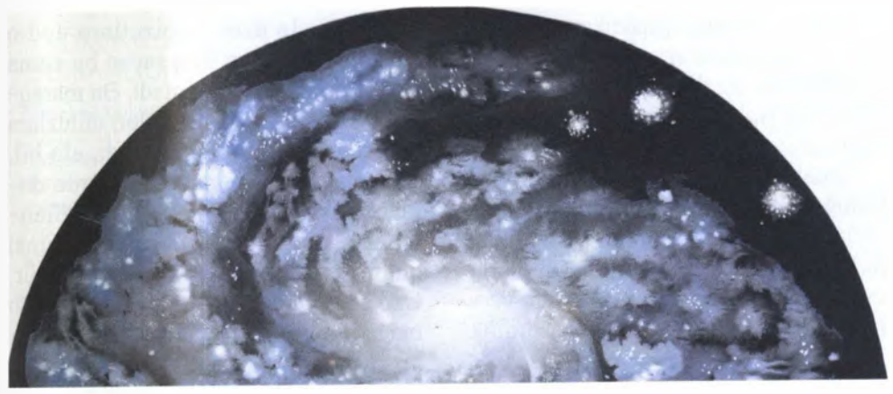
Günəş ona yaxın ulduzlarla birlikdə Qalaktikanın mərkəzi ətrafında 8-10 kiloparseklik məsafədə 200-220 km/san sürətlə təxminən 230 mln ildə tam bir dövrə vurur. Bunu bəzən Qalaktik il də adlandırırlar. Deməli, Yer bütün mövcud olduğu 4,5 mlrd il ərzində Qalaktika mərkəzi ətrafında 30 dəfədən artıq dövr etməmişdir.

Qalaktika mərkəzi ətrafında Günəşin hərəkət sürəti, spiral qolları əmələ gətirən sıxılma dalğalarının həmin ərazidəki qiyməti ilə faktik olaraq üst-üstə düşür. Belə hal ümumilikdə Qalaktika üçün normal deyildir. Ona görə ki, spiral qollar sabit bucaq sürəti ilə fırlanır, ulduzların hərəkəti isə tamam başqa qanunauyğunluqla baş verir. Bu baxımdan diskdə yerləşən bütün ulduzlar gah spiral qolların daxilində, gah da ondan kənarda yerləşir. Qalaktikada ulduzların və spiral qolların sürətlərinin üst-üstə düşdüyü yeganə yer – *korotasiya dairəsi* adlanan (korotasiya – sürətlərin bərabərləşdiyi dairə) məkandır. Günəş də məhz həmin dairənin yaxınlığında yerləşir!

Yer üçün bu şərait çox əlverişlidir. Ona görə ki, bütün təlatümlü hadisələr spiral qollarda baş verir. Həmin fəal proseslər nəticəsində Yerdə canlı nə varsa, hamısını bir andaca məhv edə biləcək güclü şüalanmalar yaranır. Maraqlıdır ki, həmin şüalardan onu heç bir Yer atmosferi qoruya bilməzdi. Bizim planetimiz Qalaktikanın nisbətən ən təhlükəsiz sahəsində yerləşir. Mövcud olduğu yüz milyon və milyard illər ərzində bizim planet heç bir kosmik kataklizmlə üzləşməmişdir. Bəlkə də, bu səbəbdən Yerdə həyat qorunub saxlanıla bilmişdir. Qeyd etsək yerinə düşər ki, göründüyü kimi, Yerin mövqeyi hətta Qalaktikada belə, Günəş sistemində olduğu kimi, elə bil, məxsusi olaraq seçilmişdir.

Uzun müddət Günəşin ulduzlar arasında vəziyyəti adi vəziyyət hesab olunmuşdur. Hazırda biz bilirik ki, bu belə deyildir. Məlum mənada Günəş üstün mövqeyə malikdir. Bizim Qalaktikanın başqa yerində də həyatın mümkünlüyü barədə fikir yürüdəndə bu üstünlüyü nəzərə almaq lazımdır.





ULDUZ ADALARI

QALAKTİKALARIN MÜXTƏLİFLİYİ

Qalaktikalar dedikdə bizim ulduz sistemindən kənarda yerləşən böyük ulduz sistemləri nəzərdə tutulur. Bizim Ağ Yol da kifayət qədər böyük Qalaktika hesab olunur. Burada yerləşən təxminən 150-200 mlrd-a yaxın ulduz qarşılıqlı qravitasiya cazibə qüvvəsi ilə bir-birilə bağlıdır. Elə qalaktikalar var ki, onlara trilyonlarla ulduz daxildir. Ən kiçik qalaktikalara milyon dəfə az ulduz daxil olur. Onlar bizim kürəvi ulduz topalarına bənzəyir və ancaq ölçüləri kifayət qədər böyükdür. Qalaktikalara, adi ulduzlardan başqa, ulduzlararası qaz, toz və bundan savayı müxtəlif "ekzotik" cisimlər: ağ cırtdanlar, neytron ulduzlar, qara çuxurlar daxildir. Qalaktikalarda qaz təkcə ulduzlararası mühitdə paylanmamışdır. Bundan başqa, onlar kütləsi milyon Günəş kütləsinə bərabər olan nəhəng qaz buludları əmələ gətirir. Bunlara isti ulduzlar ətrafındakı parlaq dumanlıqları, sıx və soyuq qaz-toz dumanlıqlarını misal göstərmək olar. Böyük ulduz sistemləri milyardlarla Günəş kütləsi tərtibindədir. Ən cırtdan qalaktikaların kütləsi isə 100 min dəfə Günəşinkindən böyükdür. Beləliklə, qalaktikaların kütlə intervalı ulduzlara nisbətən xeyli genişdir. Ən kiçik və ən böyük ulduzlar kütləcə 1000 dəfə fərqlənir. Hətta 1920-ci illərə qədər belə hesab edirdilər ki, Kainat ancaq bizim Qalaktikadan və Magellan Dumanlıqlarından ibarətdir. Bunlardan kənarda isə boşluqdur. Andromeda dumanlığını isə bizim Qalaktikanın kiçik, zəif və dağınıq bir ulduzu hesab edirdilər.

Bizim Qalaktikanın bütün Kainatın ulduzlarını özündə cəmləşdirmədiyini hələ XVIII əsrdə isveçli E.Svedenborq, alman İ.Kant və ingilis T.Rayt kimi alim və filosoflar dilə gətirmişdi.

Səmada başqa ulduz sistemləri uzaq ulduz topaları kimi görünür. Hələ XVIII əsrin axırlarında ingilis alimi U.Herşel özünün qurduğu böyük teleskopun köməyi ilə bir sıra dumanlıqların ayrı-ayrı ulduzlardan ibarət olduğunu göstərdi. Sonralar məlum oldu ki, onlar bizim Qalaktikaya daxil olan ulduz topalarıdır.



Böyük Magellan Buludu bizə ən yaxın qalaktikalardan biridir.



Qız bürcündə M 87 elliptik qalaktikası.

Beləliklə, bizim Qalaktikanın Kainatın adi qalaktikalarından biri olması məlum oldu. Andromeda dumanlığı və Magellan Buludları isə bizim Qalaktikanın ən yaxın qonşularıdır.

Qalaktikalararası kosmik fəza şəffaf olduğundan, qalaktikalar çox uzaqda yerləşməsinə baxmayaraq, onları müşahidə etmək olur. Müasir teleskoplarla milyard illərlə işıq ili məsafəsində yerləşən qalaktikaları müşahidə etmək mümkündür.

Qalaktikalar quruluşuna və ulduz tərkibinə görə mürəkkəb sistemlərdir. Qalaktikaların dəqiq sərhədini təyin etmək çox çətindir. Onların parlaqlığı mərkəzdən kənara doğru tədricən zəifləyir. Qalaktikanın görünən ölçüsü teleskopun gücündən asılıdır.

Andromeda dumanlığında olan sefeidlərə (dəyişən ulduzlara) görə ona qədərki məsafənin 2,2 mln işıq ili olduğunu təyin etdilər. Bu məsafə bizim Qalaktikanın böyük diametrindən 20 dəfədən də artıq idi. Qalaktikalar da, ulduzlar kimi, müxtəlif topa və qruplar halında birləşir. Bizim Qalaktika, özünə yaxın qonşuları ilə birgə "qalaktikaların Yerli qrupunu" əmələ gətirir. Bu qrupa təqribən 50-yə yaxın müxtəlif quruluşa malik qalaktika daxildir. Beləliklə, ayrı-ayrı qalaktika topaları öz aralarında birləşərək, ifrat qalaktika topalarını əmələ gətirir. İndiyə kimi 50-dən artıq ifrat qalaktika topası aşkar edilmişdir. Orta hesabla hər bir ifrat topaya 10 qalaktika topası daxildir. Müşahidə edilən Kainatda ifrat topalar təqribən bərabər paylanmışdır.

Magellan Buludları Cənub yarımkürəsində adi gözlə yaxşı görünür. Onlar bizim Qalaktikanın çox da böyük olmayan peykləridir. Onlar bizim Ağ Yolun iki ayrılmış hissəsi kimi dumanlı bulud şəklində görünür. Təəssüf ki, onlar Şimal yarımkürəsində görünmür. Ancaq cənub dənizlərində üzən dənizçilərə aydın havada gümüşvari işıq saçan bu səma cisimləri çoxdan məlum idi. Ən maraqlısı o idi ki, bu səma cisimləri ulduzlara nisbətən yerlərini dəyişmirdi, elə bil, səmaya yapışdırılmışdı. XV əsrdə dənizçilər onları Kap Buludları adlandırdılar. Dünyanın cənub qütbünü cimal qütbünə nisbətən tapmaq çox çətindir. Ona görə ki, onun yaxın ətrafında Qütb ulduzu kimi parlaq ulduz yoxdur. Buludlar isə cənub qütbünün (təxminən 20° bucaq məsafəsində) ətrafında yerləşir. Cənub qütbü ilə Magellan Buludları təxminən bərabərtərəfli üçbucaq əmələ gətirir. Belə vəziyyət onları səmada istiqamət götürmək üçün əlverişli istinad nöqtəsinə çevirdi. Ancaq Buludların təbiəti hələ sirr olaraq qalırdı.

Adları dəniz səyyahı Fernan Magellanın adı ilə bağlıdır. 1519–1521-ci illərdə dəniz səyahəti zamanı Magellanın salnaməçisi olmuş Antonio Piqafetta buludların mövcudluğu haqqında qeydlər etmişdir. O, məşhur dəniz səyyahının ölümündən sonra, onları Böyük və Kiçik Magellan adlandırmağı təklif etdi.

Magellan Buludları səmada görünən ən böyük astronomik obyektlərdir. Böyük Magellan Buludunun (BMB) görünən ölçüsü 5°-dən böyükdür, yəni 10 Ay diametri böyüklükdədir. Kiçik Magellan Buludu (KMB) isə 2°-dən kiçikdir. Fotoqrafik müşahidələrə əsasən, zəif xarici ətrafları ilə birlikdə 10° və 6°-yə bərabərdir. Əgər BMB-nin işığını bir nöqtəyə yığa bilsək, onda onun parlaqlığını ən parlaq ulduzun parlaqlığı ilə müqayisə etmək olar. BMB-dən işıq bizə 200 min ilə, KMB-dən isə 170 min ilə gəlib çatır.

BMB-nin diametri 10 kiloparsekdir. Kiçik Magellan Buludunun diametri isə 3 kiloparsekdir. Müasir teleskopların köməyi ilə bu qalaktikalarda ayrı-ayrı ulduzları müşahidə etmək mümkündür.

ANDROMEDA DUMANLIĞI

Şimal yarımkürəsinin orta enliklərində yaşayanlar bizim yaxın qonşularımız Magellan Buludlarını görmək imkanından məhrumdurlar. Ancaq onlar daha maraqlı Andromeda dumanlığını müşahidə etmək imkanına malikdirlər. Aydın gecədə onu γ Andromeda ulduzunun yaxınlığında çox da böyük olmayan işıqlı bulud kimi adi gözlə görmək olar. Peqas bürcünün yaxınlığında yerləşir.

Bu dumanlıq haqqında bizə gəlib çatan birinci yazılı məlumat X əsrin ərəb astronomu əs-Sufiyə məxsusdur. Ulduzlu göyü təsvir edən əlyazmasında, o, "kiçik bulud" və onun yaxşı istinad nöqtəsi olmasını bir neçə dəfə qeyd edir, hətta onun şəklini çəkmişdir. Yəqin ki, əs-Sufi Andromeda dumanlığını birinci kəşf edən adam deyildir. Onun əsərlərində Andromeda haqqında məlum obyekt kimi söhbət açılır.

Teleskoplar icad olunduqdan sonra Andromeda dumanlığının yenidən "kəşfi" başlandı. 1618-ci ildə ilk dəfə teleskopla müşahidə aparmağa başlayan alman alimi Simon Mari onu qeydə aldı. XVII əsrin axırlarından başlayaraq dumanlıq daimi müşahidə obyektinə çevrildi.

XVIII əsrdə böyük ingilis astronomu Uilyam Herşel ciddi şəkildə dumanlıqları tədqiq etməyə başladı. Müşahidə olunan səma cisimləri və dumanlı ləkələrin çoxu kürəvi və ya dağınıq ulduz topaları oldu. Herşel Andromeda dumanlığını da topaların sırasına daxil etdi, hərçənd o, öz teleskopunda ən parlaq ulduzları belə görə bilmədi. Sonra Herşel bu dumanlığın təbiətini "sirli və şübhəli" hesab etdi.

Buna baxmayaraq alimin vaxtından qabaq çıxardığı nəticə düzgün oldu! XIX əsrin axırlarında fotoqrafiya üsulu astronomların köməyinə gəldi. Maunt Vilson rəsədxanasında uzunmüddətli ekspozisiya (fotoplastinkanın işıqgörmə müddəti) ilə alınan şəkillər, onların əksəriyyətinin ayrı-ayrı ulduzlardan ibarət olmasını göstərdi. Dumanlıqların təbiəti haqqında müzakirələrə XVIII əsrin axırlarında başlanmışdı. Dumanlıqların görünən paylanması və Qalaktika ekvatoru ətrafında görünməməsi onların bizim Qalaktika ilə bağlı olmaması təsəvvürünü yaradırdı. Bu dumanlıqların bizim Qalaktikaya aid olub-olmaması hələlik məlum deyildi.

XIX əsrin axırlarında bəzi dumanlıqların spiral quruluşa malik olması aydınlaşdı. Qeyd etmək lazımdır ki, Andromeda dumanlığının ayrıca ulduz sistemi olması ideyası İ.Kanta (1724-1804) məxsusdur. Kant hesab edirdi ki, Andromeda və ona bənzər dumanlıqlar nəhəng ulduz sistemləridir və onların belə zəif görünməsi bizdən çox uzaqda yerləşməsi ilə bağlıdır.

XX əsrin əvvəllərindən artıq Andromeda dumanlığına qədər məsafəni bir neçə dəfə təyin etməyə cəhd etmişdilər. Müxtəlif üsullarla aparılan hesablamalar müxtəlif nəticələr verirdi. Bəzi astronomlar elə bilirdilər ki, onlar dumanlığa daxil olan ulduzun paralaksını ölçə biliblər və bu dumanlıq bizim Qalaktikada yerləşir. Bəzi alimlər isə bunu inkar edirdilər. Bu məsələdə həlledici sözü 1924-cü ildə Amerika astrofiziki Edvin Habbl dedi. O, Andromeda dumanlığında dəyişən ulduzların – sefeidlərin olmasını kəşf etdi. Onları bizim Qalaktikanın artıq öyrənilmiş sefeidləri ilə müqayisə etdi. Belə qərara gəlindi ki, Andromeda dumanlığı qalaktikadankənar obyektdir. Sefeidlərin köməyi ilə məsafənin təyinində Habbl tərəfindən tətbiq olunmuş üsul indi də ən dəqiq və etibarlı üsullardan biri hesab olunur ("Dəyişən ulduzlar" məqaləsinə bax). XX əsrin 20-ci illərindən başlayaraq Andromeda dumanlığının müstəqil qalaktika kimi ciddi tədqiqinə başlandı.

Andromeda bürcünün dumanlı ləkələri bu gün müşahidəçilər qarşısında 2 mln bundan əvvəl olduğu kimi dayanır: Andromeda dumanlığından işıq bizə qədər məhz bu qədər yol keçir.

Andromeda bürcündəki qalaktika hansı xüsusiyyətləri ilə seçilir? Bu nəhəng spiral qalaktikadır, ölçüləri və kütləsi bizim Ağ Yoldan təxminən 1,5 dəfə böyükdür. Andromeda dumanlığı və bizim Qalaktika qalaktikaların Yerli qrupunun ən nəhəng üzvləridir. Bu qrupun başqa üzvləri (onların sayı 40-a yaxındır) onlardan ölçü və kütləsinə görə xeyli kiçikdir. Spektral ölçmələrə görə Andromeda dumanlığı və bizim Qalaktika arasında məsafə hazırda yavaş-yavaş azalır. Ehtimal etmək olar ki, qalaktikaların Yerli qrupunun mövcud olduğu (12-18 mlrd il) dövr ərzində iki nəhəng spiral qalaktika bir, yaxud da bir neçə dəfə bir-birinə yaxınlaşmışdır.

Andromeda bizim Yer kürəsinə ən yaxın olan qalaktika deyildir. Ancaq Andromeda dumanlığı bizim Qalaktikaya həm quruluşuna, həm də tipinə görə çox bənzəyən ən yaxın qalaktikadır. Qalaktika diskində yerləşən qaz və toz Ağ Yolu daxildən öyrənməyə güclü maneçilik törədir. Andromeda dumanlığına kənardan baxmaq imkanına malik olduğumuzdan biz onu öyrənməklə, məxsusi ulduz sistemimizin quruluşunu yaxşı başa düşmək imkanı əldə edirik.



Andromeda dumanlığı bizə ən yaxın spiral qalaktikadır. Şəkildə həm də Andromeda dumanlığının peykləri olan iki cırtdan elliptik qalaktika görünür.



NGC 1365
barlı qalaktikası.

Bu, tədqiqatlar qalaktikaların öyrənilməsinə öz töhfəsini vermişdir. Hər iki qalaktikada ulduzlararası qaz və toz, cavan ulduzlar, ulduz topaları vardır. Nüvələri və spiral quruluşu yoxdur. Düzgün olmayan formaya malik qalaktikalardır.

Qalaktikalar da xarici görünüşünə və quruluşuna görə müxtəlif xüsusiyyətlərə malikdir. Qalaktikalar *morfoloji quruluşuna* görə üç yerə bölünür. İlk dəfə belə bir bölgünü E.Habbl aparmışdır. Habbl təsnifatına görə qalaktikalar elliptik, spiral və düzgün olmayan quruluşa malikdir. *Düzgün olmayan qalaktikalar* heç bir formaya malik deyildir. Onları İr (*ing.* "irregular" – düzgün olmayan) kimi işarə edirlər. Bunların bariz nümayəndəsi Cənub yarımkürəsində adi gözlə görünən Böyük və Kiçik Magellan Buludlarıdır. Müasir teleskopların köməyi ilə aparılan müşahidələr, Magellan Buludlarına bənzər qalaktikaların çox olduğunu göstərir. Onlarda qazın kütləsi qalaktikanın ümumi kütləsinin 50%-ni təşkil edir. Müşahidə olunan ulduz sistemlərinin 5%-i bu sinfə aiddir.

Elliptik qalaktikalar yüksək işıqlılığa malik qalaktikaların 25%-ni təşkil edir. Onlar, öz növbəsində, basıqlılıq dərəcəsinə görə yeddi yerə bölünür və E0, E1, E2, ..., E6 kimi işarə olunur (E0 – "kürəvi" qalaktikalara, E6 – ən basıq qalaktikalara aiddir).

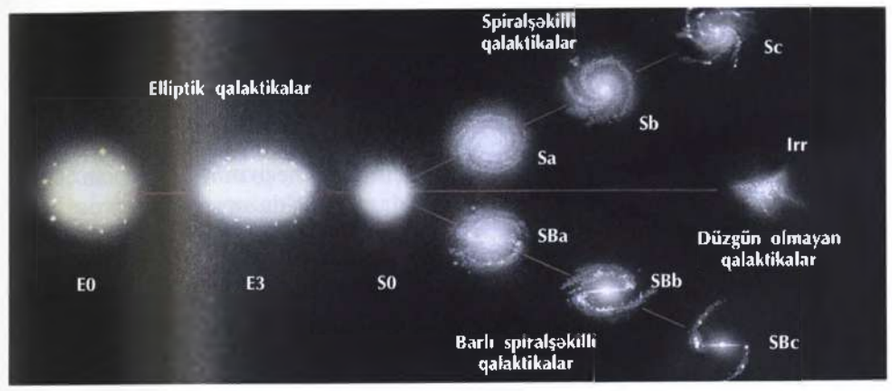
Elliptik qalaktikaların basıqlılıq dərəcəsi böyük və kiçik yarımoxlarının nisbətinə görə təyin olunur. Fotoplastinkalarda dairəvi, yaxud da ellips şəklində görünür. Mərkəzdən kənara doğru parlaqlıqları tez düşür. Elliptik qalaktikalar, əsasən, qoca ulduzlardan ibarət olduğundan, onların rəngi qırmızıvaridir. Belə sistemlərdə soyuq qaz yox dərəcəsindədir. Ən massiv elliptik qalaktikalarda temperaturu milyon dərəcədən artıq olan çox seyrək qaz vardır.

Spiral qalaktikalar əsrarəngiz gözəl görünüşə malikdir. Qalaktika diskində iki və bəzən daha çox (ona qədər) spiral forma nəzərə çarpır. Qalaktikanın mərkəzindən çıxan qollar, spirallardan birinə tərəf dolanmışdır. Disk zəif işıq saçan sferik ulduz buludu ilə – qalo ilə əhatə olunmuşdur. Onlar quruluşuna görə iki yerə bölünür. Adi və buğumlu spiral qalaktikalar. Adi spiral qalaktikalar Sa, Sb və Sc kimi işarə olunur. Bu bölgü spiral qolların inkişaf dərəcəsindən asılıdır. Buğumlu spiral qalaktikalar da spiral qolların inkişaf dərəcəsinə görə üç yerə bölünür. Buğumlu spiral qalaktikalar SBa, SBb və SBc kimi işarə edilir. Habblın bu təsnifatını əks etdirən şəklə baxsanız, bu qeyd etdiklərimizin əyani şahidi ola bilərsiniz. Müşahidə olunan qalaktikaların yarısı spiral quruluşa malikdir. (Onların quruluşu haqqında geniş məlumatı "Bizim Qalaktika və orada Günəşin yeri" məqaləsində oxumaq olar.)

Spiral qalaktikaları S hərfi ilə işarə edirlər. Spiral qolların inkişaf dərəcəsinə görə onları *Habbl tiplərinə* bölürlər. Onlar qalaktikaların təsnifatını təklif etmiş Amerika alimi Edvin Habblın şərəfinə belə adlandırılır. Hamar və bərk sıxılmış spiral budaqlı sistemləri Sa tipinə aid edirlər. Onlarda mərkəzi kürəyəbənzər hissə parlaqdır və genişdir. Spiral qollar isə dəqiq hiss olunmur, yayılmış kimidir. Əgər spirallar güclü və dəqiqdirsə, mərkəzi hissə az seçilirsə, belə qalaktikalar Sb tipinə aiddir. Spiral quruluşu yaxşı inkişaf etmiş, balcı ümumi fonda çox cüzi seçilən qalaktikaları Sc tipinə aid edirlər.

Qız bürcündəki M 104
qalaktikası (Sombrero).





Habbla görə, qalaktikaların morfoloji təsnifatı. Qalaktikaların müxtəlif tipləri sxemdə elə yerləşdirilmişdir ki, onlarda qazın və cavan ulduzların nisbi miqdarı soldan sağa doğru artır.

Bəzi spiral sistemlərin mərkəzi hissəsində düz uzunsov disk – *bar* (*ing.* "barred") hiss olunur. Belə halda onların işarəsinə S-dən sonra B hərfini əlavə edirlər (məsələn, SBc və ya SBb).

Linzaşəkilli qalaktikalar spirallarla elliptiklər arasında aralıq tipdir. Onlarda balc, disk və qalo var, spiral qollar isə yoxdur. Belə qalaktikalar S0 kimi işarə edilir. Onlar bütün ulduz sistemlərinin təxminən 20%-ni təşkil edirlər.

Habbl təsnifatına aid edilə bilməyən *cırtdan qalaktikalara* da təsadüf olunur. Onlar normal qalaktikalara nisbətən kütləsinə və ölçüsünə görə təxminən onlarca dəfə kiçikdir. Cırtdan qalaktikalar başqalarından ancaq ölçülərinə görə seçilmir. Bu ulduz sistemlərinin həyat yolu o qədər özünəməxsusdur ki, bütövlükdə qalaktikanın özünün və qalaktika daxilindəki ulduzların xüsusiyyətlərində öz izini daim saxlayır.

Cırtdan qalaktikalar ailəsinin kəşfi XX əsrin 30-cu illərindən başlanmışdır. Həmin vaxtlar Amerika astronomu Harlou Şepli Heykəltəraş və Soba bürclərində (cənub yarımkürəsində yerləşir) iki zəif və zorla seçilən ulduz topası aşkar etdi. Onlara qədər məsafə təyin edilənə qədər onların təbiəti naməlum qaldı. Zəif ulduz topalarının qalaktikadankənar obyektlər olması aydınlaşdı. Onların son dərəcə aşağı sıxlıqlı cırtdan ulduz sistemləri olduğu aşkarlandı. Bu, aşağı səth parlaqlığına malik zəif qalaktikalara maraq oyatdı. Bir neçə vaxtdan sonra çoxlu cırtdan qalaktika məlum oldu.

Cırtdan qalaktikaları d hərfi (*ing.* dwarf – "cırtdan") ilə işarə edirlər. Onları elliptik cırtdanlara – dE, sferoidal cırtdanlara – dSph (Sph – *ing.* qısaldılmış "sphere" – "kürə"), düzgün olmayan cırtdanlara – dBCG (BCG – *ing.* qısaldılmış "blue compact galaxies" – "mavi yığcam qalaktikalar") bölmək olar.

dE cırtdanlar normal elliptik qalaktikalardan, əsasən, ölçü və kütləsinə görə fərqlənir. Onlar elə həmin elliptik qalaktikalardır, ancaq ulduzlarının sayı azdır. Kütləsi böyük olmayan qoca ulduzlardan ibarətdir. Bunlarda çox az miqdarda qaz və toz vardır.

Sferoidal cırtdanlar bir çox cəhətlərinə görə elliptik cırtdanlara çox oxşayır. Ancaq onlar xeyli seyrəkdir. Onlar qoca hidrogen-helium ulduzlarından yaranmışdır və bunlarda ağır kimyəvi elementlərin miqdarı çox azdır. Bu şərait ulduzların fiziki xüsusiyyətlərində öz izini buraxır. Onlar "günəş" kimyəvi tərkibli ulduzlara nisbətən daha istidir, nisbətən çox mavidir və onlarda təkamül prosesi başqa cür gedir. Bir sıra yaxın



Böyük Ayı bürcündə M 81 və M 82 qalaktikaları.

sferoidal cırtdan qalaktikalar bizim Qalaktikanın peykləridir.

Cırtdan qalaktikaların dIr və dBCG kimi başqa tipləri kütlə və ölçüləri böyük olmayan formasız sistemlərdir (bəzi hallarda onlarda qaz ulduzlardan kütləcə çoxdur). Onlar arasında əsas fərq dBCG qalaktikalarda intensiv ulduzəmələgəlmənin müşahidə olunmasıdır. Böyük miqdarda massiv, mavi və isti ulduzlar yaranır ("doğulur"). Ona görə də, qalaktikalar nisbətən parlaq, yığcam və mavi rəngə boyanmış kimi görünür.

Spiral qolları yaxşı inkişaf etmiş cırtdan qalaktikalara təsadüf olunmur. Hər şeydən əvvəl, spiralların yaranması üçün massiv ulduz diski lazımdır. Massiv ulduz diskinin yaranması üçün cırtdan qalaktikaların kütləsi kifayət etmir.

Səth parlaqlıqları normal ulduz sistemlərindən kiçik olan böyük spiral qalaktikalar sinfi də vardır. Onlarda ulduz diskinin sıxlığının aşağı olması qeyri-adidir. Bu qalaktikalarda məlum olmayan səbəblərdən yeni ulduzlar yaranmır. Onları *aşağı parlaqlığa* malik spiral qalaktikalar adlandırırlar.

* * *

Qalaktikanın altsistemləri (balc, disk, qalo) bir-biri ilə qarşılıqlı qravitasiya təsirində olmaqla yanaşı, vahid sistem təşkil edir. İndiyədək qalaktikalar ulduz və ulduz topaları yaradaraq, özlərini daxildən "qurur". Bunun üçün "qida" qazdır. Elliptik qalaktikalar artıq çoxdan öz qaz ehtiyatını etmişdir və onlarda cavan ulduzlar yoxdur. Qazın hələ də qaldığı başqa qalaktikalarda isə ulduzların yaranması prosesi indi də davam edir. Onlar böyük qruplar şəklində yaranır – ölçüləri bir neçə min işıq ili olan çox iri oblastlarda ulduzəmələgəlmə prosesi baş verir. Ən nəhəng ulduzlar öz həyat yolunu tez başa vuraraq, ifratyeni kimi partlayır. İfratyenilərin partlayışı ətraf ulduzlararası mühitdə güclü sıxılma dalğaları yaradır. Bu isə, öz növbəsində, qalaktikanın qonşu sahələrində ulduzyaranma "epidemiyasını" stimullaşdırır.

Qalaktikanın "ictimai vəziyyəti" onun kütləsindən asılıdır. Massiv, iri qalaktikalar "bəylər"in və "xanlar"ın mühafizəçisi kimi, çoxlu kiçik qalaktika ilə əhatə olunmuşdur. Bu ona görə belədir ki, daha massiv kütləli qalaktika öz ətrafında daha böyük qravitasiya cazibə sahəsi yaradır. Nəticədə öz ətrafına çoxsaylı kiçik qalaktikaları toplaya bilir. Kiçik qalaktikalar böyüklərin yanından keçərkən, "xərac" kimi, öz tikinti materialı olan qazın bir hissəsini, yaxud da hamısını verir. Bir-birinə kifayət qədər yaxın məsafədən keçən iki qalaktikanın qravitasiya sahəsi bu sistemlərdə ulduzların və qazın hərəkətinə fəal təsir edir. Nəticədə qalaktikaların xarici görünüşü nəzərəçarpacaq dəyişmələrə məruz qala bilər.

Cüt yaxın qalaktikaların və ya sıx qalaktika qruplarının şəkillərində onların formalarının təhrif edildiyi (çox vaxt qaz və ulduzlardan ibarət çıxıntı və quyruqlar) görünür. Belə qalaktikalar *qarşılıqlı təsir göstərənlər* adlanır. Qalaktikaların qarşılıqlı təsiri çox vaxt ulduzəmələgəlmə alışması doğurur, bu zaman ayrı-ayrı mənbələrdə yüz milyonlarla ulduz yaranır. Öz cazibə sahəsinin "toruna" düşmüş kiçik qonşularını dağıdan və "yeyən" "yırtıcı" qalaktikalar da müşahidə olunur.

Müəyyən şəraitdə qalaktikaların qarşılıqlı təsiri buna gətirib çıxarır ki, qazın bir hissəsi onlardan birində və ya hər ikisində Qalaktikanın düz mərkəzinə, yəni nüvəsinə düşür. Bu, nüvənin fəallığının coşmasına – ölçüsünə görə Günəş sistemi ilə müqayisə edilə bilən kiçik mərkəzi oblastdan böyük miqdarda enerjinin ayrılmasına gətirib çıxarır. Başqa sözlə desək, qalaktika nüvələrinin fəallığına səbəb ola bilir. Mövcud yaxın peykləri və qarşılıqlı təsirdə olan ulduz sistemləri arasında daha çox fəal nüvəli qalaktikalara təsadüf olunur ("Fəal nüvəli qalaktikalar" və "Qarşılıqlı təsirdə olan qalaktikalar" məqalələrinə bax).

SPİRAL QALAKTİKALAR

İngilis astronomu lord Ross (Uilyam Parsons) 1845-ci ildə 180 sm-lik teleskopun köməyi ilə "spiral dumanlıqların" bütöv bir sinfini aşkar etdi. Onların ən parlaq nümayəndəsi Tazılar bürcündəki dumanlıqdır (Messyenin kataloquna görə M 51).

Bu dumanlıqların təbiəti ancaq XX əsrin birinci yarısında müəyyən edildi. Həmin vaxtlar bizim Ağ Yolun ölçülərini və bir sıra başqa dumanlıqlara qədər məsafəni təyin etmək üçün intensiv iş aparılırdı. Bu dumanlıqların ayrı-ayrı ulduzlardan təşkil olunması artıq müəyyən edilmişdi. Bizim Qalaktikanın ölçüləri və dumanlıqlara qədər məsafə üçün alınan nəticələr ziddiyyətli idi. Tədqiqatçıların bəziləri dumanlıqları Qalaktikadankənar obyektlər hesab edərək, onları "Kainatın adaları" adlandırırdılar. Başqaları (bunlar çoxluq təşkil edirdilər) bu dumanlıqları Ağ Yolun tərkibinə daxil edirdilər. XX əsrin 20-ci illərində ən yaxın dumanlıqlara qədər məsafəni təyin etməyə imkan verən sefeidləri aşkar etdilər və hər şey öz yerinə düşdü.

Hələ 1908-ci ildə Harvard rəsədxanasının (ABŞ) astronomu Henriyetta Livitt sefeidlərin parlaqlığının dəyişmə periodu ilə onların işıqlılığı arasında asılılıq olmasını aşkar etdi. Bu, dəyişmə periodunun qiymətinə görə ulduzun işıqlılığını tapmağa imkan verirdi. İşıqlılığa görə isə, sefeidin daxil olduğu ulduz sisteminə qədər məsafəni qiymətləndirmək mümkündür. Həmin üsul vasitəsilə Andromeda dumanlığına qədər məsafənin 900 min işıq ili olması müəyyən olundu. Bu kiçildilmiş qiymət idi. 1952-ci ildə sefeidlərə qədər məsafə şkalasının dəqiqləşdirilməsi bütün qalaktikalararası məsafəni iki dəfə artırdı. Yeni şkalaya görə bəzi yaxın spiral dumanlıqların ölçüləri bizim Ağ Yolun ölçüləri ilə müqayisə ediləcək dərəcədə, bəzilərində isə ondan artıq olurdu. Spiral dumanlıqların bizim Qalaktikaya bənzər nəhəng ulduz sistemləri olması son faktlarla təsdiq edildi. Onların bizim Qalaktikadan milyonlarla işıq ili məsafəsində yerləşməsi aşkarlandı. O zamandan onları qalaktikalar adlandırmağa başladılar.

Spiral qalaktikanın sadəcə fotoşəklinə baxanda insanı həyəcan və heyrət götürür: belə ulduz sistemi necə yaranır? Spiral qollarda ulduzları hansı qüvvə toplayır və saxlayır? Nə üçün parlaq, massiv və deməli, az yaşayan ulduzlar spiral qollarda yerləşir? Spiral qolların arasında nə üçün, əsasən, zəif və uzunömürlü ulduzlar yaranır? Nə üçün bizim Qalaktikanın forması ağız-ağıza qoyulmuş iki uzunsov boşqaba bənzəyir? Nə üçün yandan görünən qalaktikaların mərkəzində qırmızı və kiçik ölçülü ulduzların yaratdığı kürəyəbənzər balc müşahidə olunur?

Müstəvi və diskəbənzər forma fırlanma ilə izah olunur. Qalaktikalar yaranan zaman mərkəzdənqaçma qüvvəsi

Spiral qalaktika.





▲
M 100 qalaktikası. Onun nüvə hissəsi geniş planda.



▶▶
Yandan görünən NGC 891 spiral qalaktikası.

qalaktikaya qədər buludun və yaxud da buludlar sisteminin fırlanma istiqamətinə perpendikulyar istiqamətdə sıxılmasına maneçilik törətmişdir. Nəticədə qaz hansısa müstəvidə cəmləşmişdir. Spiral qalaktikaların fırlanan diski belə yaranmışdır. Disk vahid bərk cisim kimi fırlanmır: diskin kənarında yerləşən ulduzların fırlanma periodu daxili hissələrdəkindən böyükdür.

Spiral qalaktikaların müşahidə olunan digər xassələrini izah etmək üçün astronomlar çox böyük əmək sərf etmişlər. Elmi ictimaiyyət onların təbiətinin öyrənilməsinə mühüm töhfələr vermişdir. Spiral budaqların təbiətini bizim günlərdə belə təsəvvür edirlər.

Qalaktikanın bütün ulduzları qarşılıqlı qravitasiya təsiri altındadır. Bunun nəticəsində qalaktikanın ümumi qravitasiya sahəsi yaranır. Massiv diskin fırlanması zamanı maddənin müntəzəm sıxılmasının bir neçə səbəbi məlumdur. Onlar su səthində dalğaların yayılmasına bənzəyir. Diskin fırlanma xarakterinə görə onlar qalaktikalarda spiral formaya malikdir. Spiral qollarda həm ulduzların, həm də ulduzlararası maddənin – qazın və tozun sıxlığının yüksəkliyi müşahidə olunur. Qazın sıxlığının yüksəkliyi qaz buludlarının növbəti sıxılmasını sürətləndirir, bununla da yeni ulduzların yaranmasını stimullaşdırır. Ona görə də spiral budaqlar intensiv ulduzəmələgəlmə məskəninə çevrilir.

Spiral budaqlar fırlanan disk boyunca qaçan sıxılma dalğalarıdır. Ona görə də spiral qolda doğulan ulduz müəyyən vaxtdan sonra ondan kənarda olur. Ən parlaq və massiv ulduzların ömür yolları çox qısa olduğundan spiral budağı tərk etməmiş yanıb qurtarır. Kiçik kütləli ulduzlar çox yaşadığından diskin spirallararası fəzasında öz ömrünü davam etdirir.

Spiral qollarda məskunlaşan kiçik kütləli sarı və qırmızı ulduzlar qalaktikanın balcını təşkil edir. Onlar bir qədər qocadır və spiral qollarda cəmləşir. Bu ulduzlar qalaktik disk formalaşana qədər yaranmışdır. Protoqalaktik buludun mərkəzində yaranan ulduzlar qalaktika müstəvisinin sıxılmasına cəlb edilə bilməmişdir. Ona görə də kürəyəbənzər quruluşa malikdir.



Tazılar bürcündə M 51 qalaktikası (Burulğan).





▲
M 33 qalaktikasında NGC 604 qaz dumanlığı (sağda geniş planda).

◀◀
Üçbucaq bürcündə M33 spiral qalaktikası.

Şəkildə xüsusi gözəlliyə malik M 51 qalaktikası (Burulğan) verilmişdir. Spiral qolların birinin sonunda çox da böyük olmayan qalaktika-peyk görünür. O, böyük ana qalaktika ətrafında dövr edir. Kompüter vasitəsilə bu sistemin yaranmasının modelini qurmaq mümkün olmuşdur.

Ehtimal olunur ki, böyük qalaktikanın yanından keçən kiçik ulduz sisteminin diski güclü qravitasiya təsirindən həyəcanlanmışdır. Nəticədə böyük qalaktikanın diskində spiral formanın sıxılma dalğaları yaranır. Spiral qollarda doğulan ulduzlar, bu qolları parlaqlaşdırır və dəqiqləşdirir.

Qalaktikanın balcı və diski massiv qalo ilə əhatə olunmuşdur. Ancaq tədqiqatçıların əksəriyyəti hesab edir ki, qalonun əsas kütləsi ulduzlarda deyil, işıqlanmayan (gizli) maddədə yerləşir. Həmin kütlənin ulduzlarla planetlərarası maddənin qarışığından, yaxud nəzəriyyəçilərin mövcudluğunu xəbər verdiyi elementar zərrəciklərdən təşkil olunduğunu fərz edirlər. Bu zərrəciklərin varlığını hələ sübut etmək lazımdır. Gizli maddənin təbiətinin aşkarlanması problemi üzərində bir çox alimlər çalışırlar. Bu problemin həlli bütün Kainatdakı maddənin təbiətinin aşkarlanmasında açar rolunu oynaya bilər.

FƏAL NÜVƏLİ QALAKTİKALAR

Ən kiçik qalaktikalardan başqa, bütün qalaktikalarda mərkəzi parlaq hissə seçilir. Bu hissəni nüvə adlandırırlar. Bizim Qalaktikaya bənzər normal qalaktikalarda nüvənin böyük parlaqlığı ulduzların orada yüksək konsentrasiyaya malik olması ilə izah edilir. Ancaq nüvədə yerləşən ulduzlar, qalaktikada yerləşən ulduzların ümumi sayının yalnız bir neçə faizini təşkil edir.

Bizə məlum olan qalaktikaların bəzilərinin mərkəzi hissələrində xüsusilə böyük fəallıq müşahidə olunur. Həmin qalaktikalarda, ulduzlardan başqa, nüvədə parlaq ulduzabənzər mənbə və çox böyük sürətlə – saniyədə minlərlə kilometr – hərəkət edən işıqsaçan qaz da yerləşir. Bu növ ulduz sistemlərinə Seyfert qalaktikaları, radioqalaktikalar, kvazarlar, latsertidlər və ultrabənövşəyi oblastda şüalandırmasının artıqlığı ilə seçilən qalaktikalar aiddir. Bu cür obyektlərin əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, parlaqlığın dəyişməsinin xarakterik vaxtına görə

təyin olunan çox kiçik nüvədə (10^{15} – 10^{16} sm) çox böyük kütlə (10^8 – 10^9 Günəş kütləsi) yerləşmişdir. Həmin kiçik nüvədən şüalanan enerjinin miqdarı 10^{46} erq/san olub, minlərlə normal qalaktikanın şüalandırdığı enerjidən qat-qat çoxdur. Bu isə bir ildə bir neçə Günəş kütləsinin tam enerjiyə çevrilməsi deməkdir. Həmin şüalanmanı müasir nəzəri fizikanın və eləcə də astrofizikanın qanunları ilə izah etmək çox çətindir.

Nüvələrin fəallığı bütün spektral diapazonda (rentgendən radioşüalanmaya qədər) müşahidə olunur.

Seyfert qalaktikaları. Bu qalaktikalar Amerika alimi Karl Seyfertin şərəfinə belə adlandırılmışdır. 1943-cü ildə Seyfert quruluşuna və spektrlərinin qeyri-adiliyinə görə seçilən 12 belə obyekt haqqında məlumat verdi. Onlar ulduza bənzəyir və çox parlaq nüvəyə malikdir. Bu obyektlərin spektrində çox enli şüalanma xətləri müşahidə olunur. Həmin dövrdə nə Seyfert, nə də onun həmkarları bu müşahidə olunan xüsusiyyətlərin fiziki izahını verə bilmədilər.

Seyfertin həmin işi meydana çıxdıqdan sonra, 15 il ərzində, bu obyektlərlə heç kim maraqlanmadı. 1950-ci illərin axırlarında məlum oldu ki, bu obyektlərdən biri NGC 1275 çox böyük radioşüalanma mənbəyidir. Bundan sonra bu obyektlərə maraq kəskin surətdə artdı.

Radioqalaktikalar. Bu obyektlər spektrin radio oblastında şüalanmasının çox olması ilə seçilir. 1946-cı ildə ingilis astronomları Hey, Fillips və Parsons təsadüfən metrlik dalğalarda müşahidə apararkən Qu bürcündə çox güclü radioşüalanma mənbəyi aşkar etdilər. Radioqalaktikalar, əsasən, elliptik quruluşa malik olur.

Kvazarlar. Kvazar sözü ilk vaxtlar qalaktikadankənar "kvazi ulduz" mənasında işlənmişdir. 1960-cı ildə Kaliforniya Texnologiya İnstitutunda radiointerferometrin köməyi ilə radiomənbələrin koordinatlarının ölçülməsinə başladılar. Bu ölçmələr zamanı çox böyük dəqiqliyə nail olunmuşdu. Həmin dəqiqlik Amerika alimləri T.Metyuza və A.Sendicə imkan verdi ki, 16 m-ə (ulduz ölçüsünə) malik 3C 48 radiomənbəyini eyniləşdirsinlər. Alınmış spektri əvvəlcə başa düşmək mümkün olmadı. Əvvəlcə belə hesab etdilər ki, səmanın bu hissəsində Çin əlyazmalarına əsasən 1604-cü ildə partlamış ifratnəhəngin spektri alınmışdır.

Statistik tədqiqatların köməyi ilə məlum oldu ki, Kainatın təkamülünün daha ilkin mərhələlərində, onun ölçüləri 3-5 dəfə kiçik olan vaxtlarda, kvazarlar indikindən daha çox idi. Belə deməyə əsas var ki, kvazarlar o dövrdə elə normal qalaktikalar qədər olub. Belə bir hipotezi də inkar etmək olmaz ki, həmin dövrdə bütün qalaktikalar elə kvazar olmuşdur.

Kvazarlar bizim Kainatın ən maraqlı və diqqətçəkən cisimləri olmaqla bərabər, həm də Kainatın ən uzaq obyektləri hesab edilir. Deməli, biz kvazarları tədqiq etməklə Kainatın yaranışının daha ilkin mərhələlərini tədqiq etmiş oluruq. Məsələn, kvazar 3C 273-dən işıq bizə 2 mlrd işıq ili müddətinə gəlir. Bu o deməkdir ki, kvazardan bu gün qəbul etdiyimiz işıq 2 mlrd il yol keçdikdən sonra gəlib bizə çatmışdır. Biz həmin kvazarı tədqiq etməklə, əslində Kainatın 2 mlrd il bundan əvvəlki vəziyyətini öyrənirik.

Latsertidlər. Bu obyektlər birinci dəfə dəyişən ulduz kimi müşahidə olunan BL Lac-a görə belə adlandırılmışdır. Sonralar məlum olmuşdur ki, onlar da qalaktikadankənar obyektlərdir. Bu ulduzabənzər səma cisimləri bəzən zəif dumanlıqla – örtüklə əhatə olunmuş şəkildə görünür. Onların başlıca xüsusiyyəti optik və radiooblastda parlaqlıqlarının böyük amplitudla (3 m-4 m) dəyişməsi, həm də böyük və dəyişkən polyarizasiyasıdır (50-60%). Bu amil həmin obyektlərə qədər məsafənin təyin olunmasını xeyli çətinləşdirir. Onların spektrində güclü polyarizasiya, bu obyektlərdə güclü maqnit sahəsinin olmasından xəbər verir. BL Lac tipli obyektlərin əksəriyyəti elliptik qalaktikalardır. Son zamanlar, Seyfert qalaktikalarını, radioqalaktikaları, kvazarları və latsertidləri ədəbiyyatda fəal nüvəli qalaktikalar adlandırırlar.

Qalaktikaların nüvələrinin fəallığı problemi müasir astrofizikanın ən aktual və vacib məsələlərindən biridir. Nüvələrin fəallığını izah etmək üçün müxtəlif zamanlarda ayrı-ayrı nəzəri modellər irəli sürülmüşdür. Bu nəzəri modellərin bir neçəsi ilə tanış olaq:

İfratnəhəng ulduz topası. Bu model D.V.Vidman tərəfindən irəli sürülmüşdür. Belə fərz olunur ki, qalaktikaların nüvələrində ifratnəhəng ulduz topası yerləşir. Həmin topada çoxlu cavan ulduzun olması və burada tez-tez ifratyenilərin partlayışı baş verir. Bunun nəticəsində, nüvədən çox böyük miqdarda enerji ayrılır. Bu modelin çatışmayan cəhəti odur ki, kiçik nüvədə çoxsaylı ulduzu necə yerləşdirmək olar və bu ifrat topada baş verən təsadüfi partlayışlar son nəticədə dəyişkənlik verə bilməz. Ona görə ki, təsadüfi partlayışlar sonda parlaqlığın dəyişməsinə səbəb ola bilməz.

Maqnitoid, Spinar və ya ifratnəhəng pulsar. L.M.Ozernoy və V.V.Usov belə bir fərziyyə irəli sürmüşlər ki, nüvədə maqnitlənmiş plazmadan ibarət və həblik kollaps baş verməmiş cisim mövcuddur. Həmin mərkəzi cisim çox böyük sürətlə fırlanır. Bu fərziyyəyə görə nüvədən müşahidə olunan parlaqlığın dəyişməsi, çox ciddi periodikliyə malik olmalıdır. Ancaq son nəticədə kollaps qaçılmazdır. Qeyd etmək lazımdır ki, parlaqlığın dəyişməsi zamanı belə bir periodiklik müşahidə olunmur.

Qara çuxur modeli. Bu nəzəri model Hills tərəfindən irəli sürülmüş, başqaları tərəfindən təkmilləşdirilmişdir. Bu nəzəri modelə görə nüvəyə maddə axını (akkresiya) baş verir. Akkresiya – maddə axını müntəzəm olmadığından, müşahidə edilən parlaqlığın dəyişməsi xaotik olmalıdır. Nüvəyə maddə axını varsa, parlaqlığın dəyişməsi müşahidə olunmalıdır. Maddə axını yoxdursa, parlaqlığın dəyişməsi də müşahidə edilməməlidir.

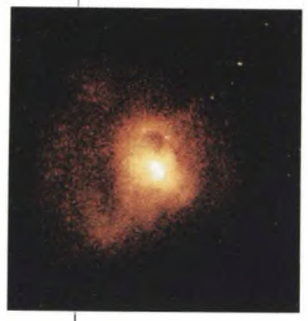
Fəal nüvəli qalaktikaların nüvələrində dəyişkənliyin tədqiqi, çox yığcam nüvədə baş verən fiziki proseslərin tədqiq edilməsi, ifratnəhəng kütlənin təbiətinin aydınlaşdırılması və çox kiçik nüvədən ayrılan çox böyük enerjinin



Qaz şırnaqları müşahidə olunan qalaktika (şəkil).



Qız A fəal qalaktikasının mərkəzi hissəsi.



Bizdən təqribən 60 mln işıq ili məsafəsində yerləşən NGC 1068 tipli Seyfert qalaktikasının nüvə hissəsi. Təsvir isti qazın şüalanma xətlərindən Habbl teleskopu vasitəsilə alınmışdır. Təsvirdə ən kiçik detallarının ölçüsü onlarca işıq ili qədərdir. Qazı ionlaşdıran intensiv ultrabənövşəyi şüalanma sıx qaz-toz diski ilə mərkəzi mənbədən örtülüb bizə görünməz olan geniş konus şəklində çıxır. Qalaktikanın nüvəsi yaxınlığında qaz mühitinin mürəkkəb quruluşu görünür.

(10^{46} erq/san) ayrılma mexanizminin öyrənilməsi və müasir nəzəri modellər içərisində seçim etmək baxımından çox mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Kosmik Habbl teleskopunun və böyük yerüstü teleskopların köməyi ilə aparılan müşahidələr bir sıra qalaktikaların nüvələrində işıq saçmayan böyük kütlənin varlığını təsdiq etdi. Bu qalaktika nüvələrində fəallığın qara çuxurla bağlı olması təklifi ilə uzlaşır. Kütləsi milyon Günəş kütləsi qədər olan qara çuxurlar qalaktikaların əksəriyyətinin nüvəsində ola bilər. Bizim Qalaktikanın və Andromeda dumanlığının nüvələrində qara çuxurun olmasını təsdiq edən müşahidə faktları vardır. Ancaq onların kütləsi nisbətən kiçik olduğundan qalaktika nüvələrinin fəallığı zəifdir.

Fəal nüvəli qalaktikaların təbiətini başa düşmək üçün qalaktikaların qarşılıqlı təsirdə olması effektini də nəzərə almaq lazımdır. İki qalaktika bir-birinin yaxınlığından keçərkən onların quruluşu kifayət qədər dəyişə bilər. Xüsusi halda qalaktikanın nüvəsinə böyük miqdarda qaz düşərsə, bu, qalaktikanın fəallığına səbəb ola bilər. Ona görə də, güclü qarşılıqlı təsirdə olan qalaktikaların içərisində fəal nüvələrə daha çox rast gəlinir.

QARŞILIQLI TƏSİRDƏ OLAN QALAKTİKALAR

XX əsrin ortalarında istifadəyə verilən böyük teleskoplar 10 minlərlə zəif qalaktikanın vəziyyətini və formasını tədqiq etməyə imkan verdi. Diqqəti cəlb edən məsələlərdən biri də qalaktikaların bəzilərinin (5-10%) formasının çox qarışıq olmasıdır. Bu baxımdan belə qalaktikaları hansısa morfoloji tipə aid etmək çox çətindir. Onlardan bəziləri güclü asimmetrtk görünüşə malikdir. Yaxud da iki qalaktikanın ulduzları bir-birinə qarışmış və ya qazla birləşmiş kimi görünür. Ayrı-ayrı hallarda isə qalaktikadan uzun quyruq çıxır və qalaktikalararası məkanda minlərlə işıq ili məsafəsi qədər uzanır.

Bəzi sistemlər ulduzlararası qazın daxili hərəkətinin müxtəlifliyinə görə də seçilir. Bu hərəkəti maddənin qalaktika mərkəzi ətrafında sadə dövr etməsi ilə bağlamaq olmaz. Dairəvi olmayan hərəkətlər çox uzun müddət davam edə bilməz, onlar diskin bir-iki dövründən sonra sönməlidir. Bunların indi müşahidə edilməsi, onların çox da uzaq keçmişdə yaranmadığını göstərir. Ola bilsin ki, biz hələ əmələgəlmə mərhələsində olan qalaktikanı müşahidə edirik? Onların ulduz tərkibinin analizi göstərdi ki, bu belə deyildir. Bu qalaktikaların böyük əksəriyyəti qocadır.

Bu qeyri-adi ulduz sistemləri bir çox hallarda qoşa və ya çoxqat ulduz sistemlərinin üzvləridir. Həmin xüsusiyyətlər bizə əsas verir deyək ki, onlar qalaktikaların bir-birinə qarşılıqlı təsirinin nəticəsidir. Bu tip obyektlərin tədqiqinə birinci başlayan keçmiş sovet astronomu B.A.Vorontsov-Velyaminov onları qarşılıqlı təsirdə olan qalaktikalar adlandırdı. O minlərlə belə obyektin xüsusiyyətlərini sistemləşdirdi və onların kataloqunu hazırladı. Həmin qarşılıqlı təsirdə olan qalaktikaların çox az təsadüf olunan (quruluş və formaca) qeyri-adi xarici görünüşünü astronomlar izah etməkdə indi də çətinlik çəkirlər.

Statistik tədqiqatlar göstərdi ki, qarşılıqlı təsirdə olan qalaktikaların əksəriyyəti Kainatda təsadüfi rast gəlinən sistemlər deyildir. Onlar ümumi əmələgəlməsi ilə bir-birinə bağlı olan qohum sistemlərdir. Bir-birinin yaxınlığında yerləşən ulduz sistemlərində qravitasiya cazibə sahəsinin yaratdığı təsirdən sistemlərin birindən digərinə maddə axını başlana bilər. Nəticədə qalaktikanın forması və daxili quruluşu dəyişə bilər. Bu prosesi nəzəri olaraq izah etmək çox mürəkkəbdir. Kompüter modelləşdirməsi onların tədqiqində mühüm rol oynadı. Təbiətdə bu proseslər milyon illər ərzində baş verirsə, kompüterdə bu proseslər bizim gözümüz qarşısında baş verir. Ulduz sistemləri bir-birinə yaxınlaşdıqda onların forması, spiral qollar pozulur. Qalaktikalar arasında maddə axını başlanır. Sonradan qalaktikalar bir-birindən uzaqlaşmağa başlayanda, onların birində və ya hər ikisində qaz və ulduzlardan ibarət quyruq (çıxıntı) yaranır. Çox güclü qarşılıqlı təsir nəticəsində onların ölçüləri, formaları və hətta morfoloji tipləri dəyişir. Kompüter modelləşdirməsinin sonunda qarşılıqlı təsir qüvvəsi aradan götürüldükdən sonra belə qalaktikaların əvvəlki formaları bərpa olunmur.

Qarşılıqlı təsirin xarakteri bir sıra amillərdən asılıdır. Məsələn, qalaktika ulduz diskinə malikdirmi, ulduzlararası qazın miqdarı çoxdurmu, qonşu qalaktika ona hansı məsafəyə qədər yaxınlaşır, onlar bir-birinə nəzərən hansı istiqamətdə və hansı sürətlə hərəkət edir, onların orbitlərinin istiqamətləri necədir. Ona görə də qarşılıqlı təsirdə olan qalaktikaların formaları bu qədər müxtəlifdir. Ancaq öncədən ümumi bir fikir söyləmək olar: əgər qalaktikalar fəzada təsadüfən qarşılaşmamışsa və sistem yaradırsa, qalaktikaların qarşılıqlı təsiri gec-tez onların yaxınlaşmasına, sonra birləşməsinə gətirib çıxarmalıdır. Bu proses milyard ildən çox davam edə bilər. Belə qovuşan sistemlər məlum qalaktikalar arasında, doğrudan da, aşkar edilmişdir. Onlarda ikiqat və bəzən də çoxqat nüvələr müşahidə edilir. Bundan başqa, nə vaxtsa qalaktikalararası fəzaya tullanmış işıqlı maddə şırnaqları, yaxud da qeyri-adi ölçüyə malik ulduz "tacları" müşahidə olunur.

Qarşılıqlı təsir ulduz sistemlərinin təkamülündə çox mühüm rol oynayır. Bir çox qalaktikalar uzaq keçmişdə baş vermiş yaxınlaşmanın güclü qarşılıqlı təsirini "hiss etməli" idi. Ola bilsin ki, indi onların xarici görünüşü normaldır. Ancaq xüsusi tədqiqatlar həmin qalaktikalarda yaşanmış fəal prosesləri ortaya çıxara bilər. Bizə ən yaxın radioqalaktikalardan biri olan Sentavr A iki elliptik sistemin qovuşmasının nəticəsi hesab olunur. Həmin qovuşmanın nəticəsində ulduzlararası qazdan nəhəng qaz-toz diski yaranmışdır. O bizə yandan görünür və bu səbəbdən şəkillərdə qalaktikanı kəsən tutqun zolaq kimi nəzərə çarpır. Daha maraqlı hal M 64 qalaktikasıdır. Burada, yəqin ki, fırlanma istiqaməti müxtəlif olan iki qalaktika diski qovuşmuşdur. Nəticədə bu sistemin daxili hissəsində ulduz diskinin əksi istiqamətində fırlanan qaz-toz diski yaranmışdır. Çox da böyük olmayan qaz-toz diskini qazla bol olan qalaktikanın nə vaxtsa nəhəng qonşusu tərəfindən udulmasının nəticəsi ehtimal etmək olar. Belə quruluş bir sıra



Qarşılıqlı təsirdə olan qeyri-adi formalı Araba Təkəri qalaktikası.



Qarşılıqlı təsirdə olan qalaktikaların "Bığlar" sistemi. Neqativ.





▲
Fəal nüvəli Sentavr A qalaktikası. Bu bizə ən yaxın radioqalaktikadır.

▸▸
M 64 qalaktikası (Byuti Ay). Onda əks-tərəflərə fırlanan iki qaz sistemi (daxili və xarici) aşkar edilmişdir.

başqa elliptik ulduz sistemlərində də aşkar edilmişdir.

Ehtimal etmək olar ki, milyard illər bundan öncə qarşılıqlı təsir və qalaktikaların qovuşması daha tez-tez baş verirdi. Artıq bəzi qalaktikalar indiyə kimi vaxt tapıb ki, bir-birinə kifayət qədər qarışsın, bir sistem halında birləşsin. Doğrudan da, işığı bizə milyard illər ərzində gəlib çatan uzaq və zəif qalaktikaların Habbl kosmik teleskopu vasitəsilə aparılan müşahidəsi göstərdi ki, onların içərisində qarşılıqlı təsir nəticəsində formasını dəyişmiş sistemlər çoxdur.

Qalaktikaların qarşılıqlı təsiri ancaq quruluş və tiplərini dəyişdirməklə məhdudlaşmır. Qalaktikaların qarşılıqlı təsiri onların birində, yaxud da hər ikisində ulduzəmələgəlmə prosesinin baş verməsinə gətirib çıxarır.

Stefan kvinteti. Bir-birinə yaxın yerləşmiş qarşılıqlı təsirdə olan qalaktikalar sistemi.



Bu hadisəni izah etməkdə yenə kompüter modelləşdirməsi alimlərin köməyinə gəldi. Məlum oldu ki, qalaktikaların qarşılıqlı təsiri hesabına nəhəng qaz buludları yaranır. Bundan başqa, buludların nisbi sürətləri artır və onlar bir-biri ilə daha tez-tez toqquşur. Bu proseslər ulduzların əmələgəlmə intensivliyini müəyyənləşdirir.

Nəhayət, qarşılıqlı təsirdə olan qalaktikaların içərisində fəal nüvəli qalaktikalar da ("Fəal nüvəli qalaktikalar" məqaləsinə bax) çoxdur. Müasir təsəvvürlərə görə, qalaktikanın nüvəsinin fəal olması üçün onun mərkəzində yığcam nəhəng kütləli cisim (yəni, kütləsi milyon və ya milyard Günəş kütləsi qədər olan qara çuxur) olmalıdır. Qara çuxurun yaratdığı qravitasiya cazibə qüvvəsi ətrafda yerləşən qaz buludlarını çəkib öz üzərinə salır və nəticədə nüvədə fəallığın şahidi oluruq. Ulduzlararası qazın qalaktikada fırlanması onun qalaktikanın mərkəzinə düşməsinə maneçilik edir. Burada qonşu qalaktikanın təsiri həlledici rol oynaya bilər. Onun yaratdığı qravitasiya sahəsi qaz buludlarının hərəkət sürətini dəyişdirərək, onları

dairəvi orbitdən çıxarır. Bu proseslərin modelləşdirilməsi göstərir ki, müəyyən başlanğıc şərtlər daxilində ulduzlararası qaz necə mərkəzə doğru yerini dəyişir və orada diametri bir neçə min işıq ili olan fırlanan qaz diski yaradır. Sonrakı təkamül prosesi ona gətirib çıxarır ki, nüvə diskindən qazın müəyyən hissəsi tədricən mərkəzin özünə düşür. Nüvə üçün "yanacaq" çatdırılmışdır!

Bizim Qalaktikanı zəif qarşılıqlı təsirdə olanların sırasına aid etmək olar. O, yaxınlıqda yerləşən qonşuları – Böyük və Kiçik Magellan Buludları tərəfindən qravitasiya sahəsinin təsirinə məruz qalır. Bizim Qalaktikanın bu çox da böyük olmayan ulduz sistemlərinə təsiri daha güclü və təhlükəlidir. Bizim Qalaktika bu sistemlərin yaxınlığından keçərkən onlar dağılır. Ehtimal ki, bir neçə milyard ildən sonra Magellan Buludları bizim Qalaktikaya qovuşacaq və yavaş-yavaş onun içərisində "əriyib" itəcək.

Bəlkə də, bu qarşılıqlı təsirin nəticəsidir ki, Magellan Buludları tamamilə formasız, düzgün olmayan qalaktikaların sırasındadır.

GİZLİ KÜTLƏ NƏDİR

Kainatda olan səma cisimlərini və maddələri astronomlar, əsasən, onların yaratdığı şüalanmaya görə aşkar edirlər. Bu görünən işıq, yaxud başqa növ elektromaqnit dalğaları da ola bilər. Astronomların istənilən diapazonda dalğanı qəbul etmək üçün işıq qəbulediciləri vardır. Bu üsul vasitəsilə müəyyənləşdirildi ki, Kainatın görünən maddəsinin böyük əksəriyyəti ulduzlarda toplanmışdır. Bundan başqa, seyrək ulduzlararası qalaktik qaz, toz və ulduzlar yaxınlığında planet tipli cisimlər də vardır. Ancaq bütün kosmik obyektlərdən şüalanmanı qəbul etmək mümkün deyildir. Məsələn, Yerdən qoşa sistemlərin çox kiçik yığcam komponentlərinə baxmaq olmaz ("Qoşa ulduzlar" məqaləsinə bax). Qara çuxurlar isə prinsipcə özlərindən heç bir şüalanmanı buraxmır. Belə cisimlərin varlığını qonşuluqda yerləşən cisimlərə qravitasiya təsirinə görə müəyyənləşdirmək olur. Bu cür əlavə üsulun tətbiqi alimləri belə qənaətə gətirdi ki, Kainatda birbaşa müşahidə olunduğundan daha çox maddə vardır. Özünü görünən obyektə cazibə qüvvəsinin təsirinə görə büruzə verən görünməyən maddəni *gizli kütlə* adlandırırlar.

Gizli kütlə haqqında ilk dəfə XX əsrin 30-cu illərində danışmağa başladılar. Veronikanın Saçları bürcündəki qalaktika topasının qırmızı sürüşməsini ölçən İsveçrə astronomu Frits Svikki gözlənilməz nəticə aldı. Bu qalaktikaların şüa sürətləri həddindən artıq böyük idi. Müşahidə olunan qalaktikaların sayına görə (başqa sözlə, görünən maddəyə) təyin olunan kütlə topanın ümumi kütləsinə uyğun gəlmirdi. Onda Svikki çox cəsarətli bir hipotez irəli sürdü. Qalaktikalarda böyük şüa sürətlərinin alınmasının səbəbi topalarda görünməyən gizli maddənin olmasıdır. Ən möcüzəlisi bu idi ki, hesablamalara görə görünməyən maddə görünəndən qat-qat artıq idi! Belə mənzərə bir çox başqa qalaktika topalarında da müşahidə olunurdu.

Frits Svikki.



O zamandan bəri astronomik müşahidələri izah etmək üçün görünməyən maddə hipotezi dəfələrlə yoxlanılmışdır. Hər şeydən əvvəl, o, qalaktika disklərində ulduzların və qaz buludlarının orbitlər üzrə hərəkətinin xüsusiyyətlərini izah etmək üçün tətbiq edilmişdir.

Əgər qalaktikaların əsas kütləsi ulduzlarda cəmləşsə idi, onda mərkəzdən uzaqlaşdıqca onların orbital hərəkət sürətləri kiçilərdi. Həqiqətdə isə, onlar bir sıra hallarda kiçilmək əvəzinə, artır. Həmin hal bizim Qalaktikada da baş verir. Bu hadisəni izah etmək üçün qalaktikanın görünən sərhədlərindən uzaqlarda görünməyən tutqun maddənin olmasını fərz etmək lazımdır. Bir qayda olaraq, onu *tutqun qalo* adlandırırlar. Onu nəzərə alanda Ağ Yola bənzəyən nəhəng spiral sistemlərin kütləsi təxminən 10^{12} Günəş kütləsinə bərabər olur. Halbuki ulduzlarda olan maddə bundan bir neçə dəfə azdır.

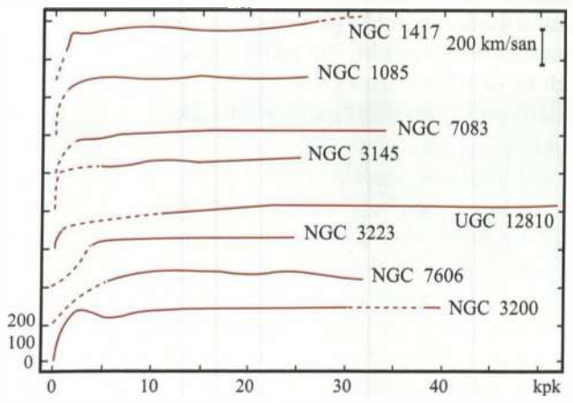
Keçən əsrin 70-ci illərində rentgen astronomiyası üsulu ilə qalaktikalar topasında xüsusilə nəzərə çarpan qalaktikalararası isti qaz kəşf edildi. Onun temperaturu on milyonlarla dərəcəyə çatır. Temperaturun qiymətinə görə qazın olduğu mühitin qravitasiya sahəsinin xarakterini və deməli, bu sahənin mənbəyi olan maddənin tam kütləsini təyin etmək mümkündür. Qalaktika topalarında isti qazın rentgen müşahidəsinin ilkin nəticələri onlarda ayrı-ayrı qalaktikalara daxil olmayan gizli kütlənin varlığını təsdiq etdi.

Qalaktikaların Yerli qrupunun (Yerli qrupa bizim Qalaktika və onun yaxın qonşuları daxildir) hərəkətinin öyrənilməsi zamanı gizli kütlənin mövcudluğuna dair daha bir aşkar dəlil əldə etmək mümkün oldu. Keçən əsrin 80-ci illərinin ortalarında İRAS kosmik infraqırmızı rəsədxanası missiyası aşkar etdi ki, fəzada Yerli qrupun hərəkəti çoxlu miqdarda qalaktikanın cəmləşdiyi tərəfə yönəlmişdir. Burada qeyri-adi heç nə yoxdur. Ümumdünya cazibə qanununa əsasən böyük kütlə ətraf qalaktikaları və onların qruplarını özünə tərəf cəzb etməlidir. Ancaq ölçülmüş hərəkət sürəti çox böyük (600 km/san) alındı. Bu sürəti müşahidə olunan qalaktikaların qravitasiya cazibə qüvvəsi ilə izah etmək mümkün deyildir. Bu, qalaktikalar arasında gizli kütlənin olmasına dəlalət edir.

Nəhayət, həssas YƏQ (CCD)-matritsalarla aparılan zəif qalaktikaların müşahidəsi gizli kütlənin mövcudluğunu təsdiq etdi. Bundan başqa, hətta onun qalaktika topalarında paylanmasını "xəritələşdirməyə" imkan verdi. Söhbət ideyası hələ 1937-ci ildə Svikki tərəfindən irəli sürülmüş *qravitasiya linzalanmasından* gedir. Bu metod qalaktika topasının qravitasiyasının toplayıcı linza kimi "işləməsi" prinsipinə əsaslanır. O, qalaktika topasının arxasında yerləşən uzaq zəif qalaktikaların (bir qayda olaraq, 25-28-ci ulduz ölçüsünə malik) şəklini almağa imkan verir. Bu zaman qalaktikanın xəyalı parlaq alınır. Xəyal yayılaraq (təhrif olunaraq) mərkəzi topanın mərkəzi ilə üst-üstə düşən müxtəlif uzunluqlu qövslərə ayrılır.

Belə xəyalları təhlil edərək, "linzada" (qalaktika topalarında) sıxlığın paylanmasını bərpa etmək mümkündür. Məlum oldu ki, cazibəni yaradan materiya topanın görünən hissəsindən uzaqda yerləşir.

Bu gün biz kifayət qədər əminliklə qərar verə bilərik: Kainat, əsasən, görünməyən maddə ilə doludur. Onlar



Qalaktikalarda qazın fırlanma sürətlərinin mərkəzə qədər məsafədən asılı olaraq dəyişməsinin qrafikləri.

qalaktika topalarında cəmləşərək, qalaktikanın geniş qalosunu yaradır və qalaktikalararası fəzanı doldurur.

Görünməyən maddənin təbiəti necədir? Bu məsələnin həllinə hələ çox qalır. Ola bilsin ki, gizli kütlənin hələ kəşf olunmamış elementar hissəciklər tərəfindən yaradılması mümkündür. Müasir isti Kainat nəzəriyyəsinə görə, barionların (proton, elektron və neytron zərrəciklərin bütün kimyəvi elementlərin atomları onlardan təşkil edilmişdir) maksimum mümkün kütləsi kritik sıxlıq üçün lazım olan kütlənin 10%-dən artıq ola bilməz. Kritik kütlə dedikdə, Kainatın nəzəri olaraq hansı sıxlığa malik ola bilməsi nəzərdə tutulur. Ona görə də fərz etmək lazım gəlir ki, Kainatda barion (atom) kütlədən başqa, çoxlu atomdan ibarət olmayan kütlə də vardır. Yaxud da hesab etmək lazımdır ki, boş fəza (vakuum) elə xüsusiyyətə malikdir ki, materiyanın ümumi sıxlığına öz təsirini göstərir. Barionlardan ibarət olmayan gizli kütlə prinsipcə yüngül elementar zərrəciklərdən (elektronun sükunət kütləsindən milyon dəfə kiçik) ibarət ola bilər. Onların mövcudluğu müasir fizikanın elementar zərrəcikləri nəzəriyyəsindən irəli gəlir. Belə hissəciklərin intensiv axtarışı, ən nəhəng gücləndiricilərdə aparılsa da, hələlik heç bir müsbət nəticə verməmişdir.

Ancaq gizli kütlənin bir hissəsi cisimlərdə adi atomlardan da ibarət ola bilər. İşıqlanan maddəni müşahidə edərkən belə nəticəyə gəlmək mümkündür ki, görünən materiyanı özündə cəmləşdirən ulduzlar barion materiyanın çox da böyük olmayan bir hissəsidir. Kainatda, yəqin ki, hələlik kəşf olunmamış çoxlu görünməyən barion təbiətli obyekt vardır. Onlar qazdan ibarət və kütləsi ulduzlarla böyük planetlər arasında (onları tutqun cırtdanlar, yaxud da "yupiterlər" adlandırırlar) olan cisimlərdir. Nəzəri olaraq belə cisimlər kütləsi 10^{-8} Günəş kütləsi olan ("kündələr") və ya kütləsi 100 Günəş kütləsi tərtibində olan qara çuxurlar da ola bilər. Mümkündür ki, bu obyektlər qalaktikaların yaranması dövründən qalan "tikinti zibilliyi", yaxud da hələ qalaktikalar yaranana qədər mövcud olan ulduz təkamülünün qalığı da ola bilər. Gizli kütlə paradoksunu izah etmək üçün bu sadalanan tutqun cisimlərin kifayət etməməsinə baxmayaraq, belə cisimlərin axtarışı fəal surətdə davam etdirilir. Bu cəhətdən qravitasiya mikrolinzalanması ("Qravitasiya linzaları" məqaləsinə bax) sahəsində aparılan işlər çox perspektivlidir. Qravitasiya mikrolinzalanması effektinin köməyi ilə Magellan Buludlarında milyonlarla ulduzu tədqiq etmişlər. Astronomlar uzaq zəif ulduzların parlaqlığının dəyişməsinin bir neçə səciyyəvi halını qeydə almışlar. Bu bizim Qalaktikanın qalosunda tutqun obyektlərin mövcudluğu ilə bağlı ola bilər. Ancaq görünməyən maddənin hansı hissəsini onların təşkil etdiyini müşahidələrə əsasən dəqiq təyin etmək çox çətindir.



* * *

Beləliklə, Kainatın nədən təşkil olunmasını öyrənmək cəhdi bizim zəmanəmizdə çox maraqlı nəticəyə gətirib çıxarmışdır. XXI yüzilliyin astanasında məlum olmuşdur ki, bizim indiyə qədər müşahidə etdiyimiz astronomik obyektlər kosmik maddənin çox cüzi bir hissəsini təşkil edir. Bu, insan bilgilərinə qarşı bir çağırışdır!

Yeni astronomiya metodlarının alimlərin köməyinə gələcəyinə ümid bağlamaqdan başqa, özgə çarəmiz qalmır. Ola bilər ki, qravitasiya mikrolinzası metodu bizim Qalaktikada və ümumilikdə Kainatda cəlbedici və müəmmalı "görünməyən maddə" probleminin üzərinə işıq salmağa imkan versin.

QRAVİTASİYA LİNZALARI

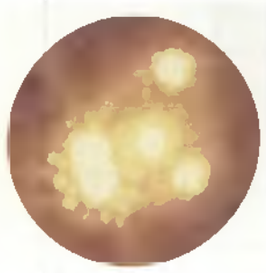


Qalaktikalar topası qravitasiya linzası kimi. Topanın içərisindən keçərək görünən uzaq qalaktikaların xəyalı. Qalaktikalar qravitasiya linzası hesabına dartılmış qövs kimi görünür.

Öz cazibə sahəsi hesabına yaxınlığından keçən və daha uzaqda yerləşən cismin işıq şüasını yolundan sapdıran obyektləri *qravitasiya linzaları* adlandırırlar. Bu səbəbdən çox uzaqda yerləşən səma cisminin xəyalı təhrif olunur, yaxud da bir neçə ayrıca xəyal kimi görünür. Prinsipcə istənilən cisim öz cazibə sahəsi hesabına paralel şüaları optik linzalar kimi hansısa fokusda toplaya bilər. Ancaq nəhəng kütləli astronomik obyektlər, ulduzlar və qalaktikalar nəzərə çarpan ciddi effekt yarada bilər.

İşıq şüaları nə üçün düz xətt boyunca yayılmaqdan kənara çıxaraq əyilir? Məsələ burasındadır ki, işıq şüası – fotona formal olaraq kütləyə malik zərrəcik kimi baxıla bilər. Ona görə də, qravitasiya sahəsi yaradan cismin yaxınlığından keçən fotonun trayektoriyası düz xətt boyunca yayılmadan kənara çıxmalıdır. Bu effekt ilk dəfə ingilis astrofiziki Artur Eddinqton tərəfindən 1919-cu ildə aşkar edilmişdir. Tam Günəş tutulması zamanı o, ulduzları müşahidə edirdi. Ulduzların xəyalı Günəşin diskindən uzaqda alınırdı. Halbuki, əgər işıq şüasının düz xətt boyunca yayılmasını nəzərə alsaq, onda ulduzların xəyalı nisbətən yaxında alınmalı idi. Fotonların Günəşin cazibə sahəsində meyiletmə bucağı Eynşteynin nisbilik nəzəriyyəsindən alınan qiymətə çox böyük dəqiqliklə uyğun gəlirdi.

Eynşteyn xaçı. Qravitasiya linzası effekti eyni bir kvazarın dörd xəyalını yaradır.



Qalaktika topalarının yaratdığı qravitasiya linzası effektindən topadan daha uzaqda (arxada) yerləşən obyektləri müşahidə etməyi 1937-ci ildə Frits Svikki təklif etdi. Ancaq uzaq obyektlərin xəyallarının cüzi təhrif olunmasını aşkar etmək çox çətin məsələdir. Ona görə də ilk qravitasiya linzası effekti kvazar Q 0957 + 561-də 1979-cu ildə müşahidə olundu. Bu kvazarın eyni cür spektrə və qırmızı sürüşməyə malik özünəoxşarı var idi. Sonra bizimlə kvazar arasında yerləşərək, qravitasiya linzası effekti yaradan nəhəng qalaktikanı da görmək mümkün oldu.

Bu gün artıq kifayət qədər dəqiq müəyyənləşdirilmiş bir neçə qravitasiya linzası məlumdur. İşıq şüası qalaktikanın yaxınlığından keçən uzaq kvazarın bir neçə xəyalı alınır. Nə üçün kvazarlar? Bunlar bizim Kainatın ən uzaq və parlaq obyektləridir. Onlarda qravitasiya linzası hadisəsini müşahidə etmək nisbətən asandır. Səma cismi bizdən nə qədər uzaqda yerləşirsə, onun işıq şüasının yolunda qravitasiya linzası effekti yarada biləcək qalaktikanın olması ehtimalı artır.

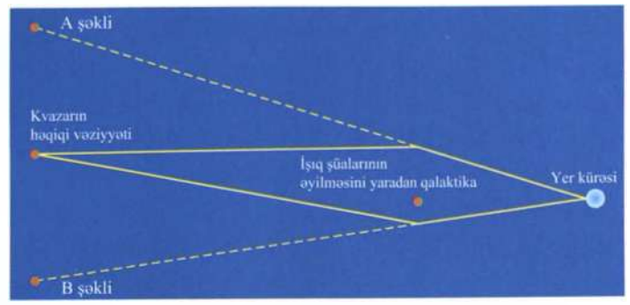
Ümumi halda eyni bir cismin müxtəlif xəyallarından bizə gələn işıq şüasının qət etdiyi məsafələr eyni olmur. Bir qayda olaraq, real astronomik obyektlərdən (kvazarlardan) gələn şüalanma dəyişkəndir. Onda müxtəlif xəyallardan şüalanmanın dəyişməsinin gecikməsinə görə linza effekti yaradan qalaktikaya və mənbənin özünə qədər olan məsafəni ölçmək olar.

Keçən əsrin 80-ci illərinin axırlarında qalaktika topalarında qravitasiya linzaları (Svikkinin ideyası gerçəkləşdi!) müşahidə olunmağa başladı. Linza effekti yaradan topanın arxasında yerləşən zəif mavi qalaktikaların xəyalları, uzunsov qövsəbənzər formaya malikdir. Xəyalın təhrif olunmasının xarakterinə görə topada maddənin paylanması və onun tam kütləsi haqqında fikir yürütmək olar. Keçən əsrin 90-cı illərində eyni vaxtda çoxsaylı (milyon və on milyonlarla) ulduzdan gələn işıq selini çox böyük dəqiqliklə ölçmək mümkün oldu. Astronomiyada qravitasiya linzalarının yeni dövrü başlandı. Söhbət *mikrolinzalanma* adı almış hadisədən gedir.

Linza rolunda qalaktika və ya qalaktikalar topası çıxış edəndə işıq şüası linzanın özündən keçib gedir. Əgər yığcam linza şəffaf olmayan cisimdirsə, məsələn, soyuq ağ cırtdan və ya neytron ulduzdursa, onda necə? Eyni bir kütləli cisim nə qədər yığcamdırsa, onun işıq şüasını (bu mənada qara çuxur ən yaxşı qravitasiya linzası adlanır) bir o qədər çox meyil etdirəcəyini sübut etmək mümkündür. Astronomik yığcam qeyri-şəffaf qravitasiya linzaları (onları *mikrolinzalar* adlandırırlar) üçün, şüanın linzaya kifayət qədər yaxın yerləşdiyi halda, xəyal güclü təhrif oluna və parlaqlığı arta bilər.

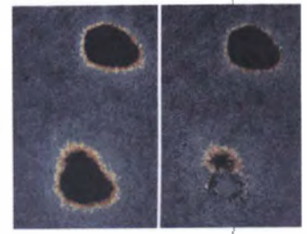
Sonra təsəvvür edək ki, biz səmanın çox da böyük olmayan ulduzlar paylanmış hissəsini, məsələn, Magellan Buludlarını müşahidə edirik. Əgər bizimlə Magellan Buludları arasında qravitasiya mikrolinzası yarada biləcək heç bir cisim olmasa idi, onda ulduzları müşahidə edərkən ancaq onların özlərinin məxsusi dəyişkənliyi haqqında məlumat alardıq. Ancaq təsəvvür edək ki, bizimlə bu ulduzlar arasında çoxlu işıq saçmayan və ya zəif işıq saçan cisimlər (məsələn, qoca soyuq ağ cırtdanlar, neytron ulduzlar, qara çuxurlar, yaxud da Yupiter tipli planetlər) vardır. Əgər belə tutqun cismin yaxınlığından hər hansı ulduzun işıq şüası ötüb keçərsə, onun parlaqlığı birdən artacaq, sonra isə mütləq simmetrik olaraq azalacaqdır.

Bu ideya XX əsrin 80-ci illərinin ortalarında Amerika astrofiziki B.Paçinski



Qravitasiya linzalanmasının sxemi.

tərəfindən işlənmişdir. O, ulduz sahəsi qismində Magellan Buludundan, yaxud da bizim Qalaktikanın mərkəzi ətrafında yerləşən ulduz birləşməsindən istifadə etməyi təklif etdi. Artıq bir ildən sonra bir neçə obyektdə parlaqlığın təxminən bir ay müddətində simmetrik güclənməsi və zəifləməsi halı müşahidə olundu. Bu halların hər biri bütün əlamətlərinə görə tutqun cismin yanından keçən şüanın mikrolinzalanmasının nəticəsi idi. Hazırda belə hesab olunur ki, onların kütləsi Günəşinkindən (mikrolinza üsulunun özü kütlələri 10^{-8}-dən 10^{-3}-ə qədər Günəş kütləsinə bərabər olan cisimlərin axtarışı üçün çox "həssasdır") xeyli kiçikdir. Onların təbiəti hələlik axıra qədər aydın deyildir. Mümkündür ki, onlar Yupiter tipli planetlər, yaxud da soyumuş cırtdanlar olsun.



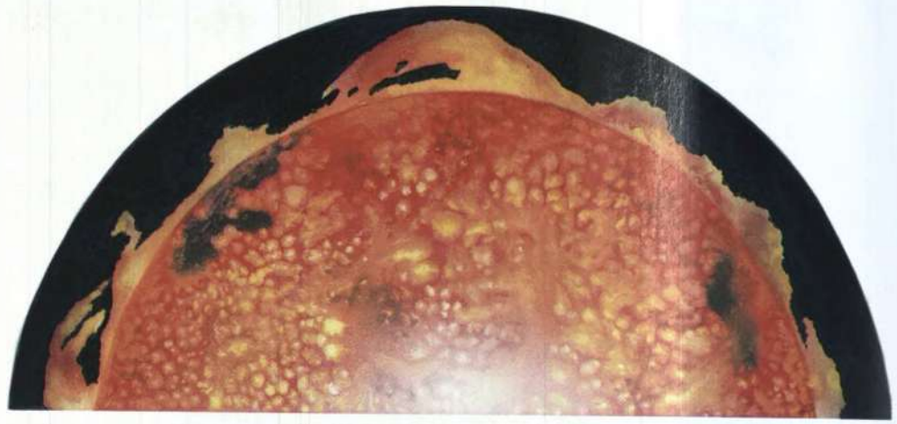
Kvazar
09571 + 561 A, B.

Beləliklə, müstəqil yeni bir astronomik metod yarandı. O müəmmalı tutqun materiya haqqında vacib məlumat almağa imkan verir. Mühüm əhəmiyyətə malik kosmoloji parametrləri ölçməyə, səma cisimlərinin hərəkətində yeni effektləri müşahidə etməyə imkan verir. Bu effektləri ənənəvi astronomiya üsulları ilə tədqiq etmək mümkün deyildir.





GÜNƏŞ SİSTEMİ



GÜNƏŞ ADLI ULDUZ

GÜNƏŞDƏ NƏLƏR GÖRÜNÜR

Yəqin, hamıya məlumdur ki, Günəşə adi gözlə, eləcə də çox tutqun xüsusi işıq süzgəcləri və ya işığı zəiflədən qurğular olmadan teleskopla baxmaq olmaz. Bu qadağadan imtina edən müşahidəçi gözlərində güclü yanıqların olması ilə risk edir.

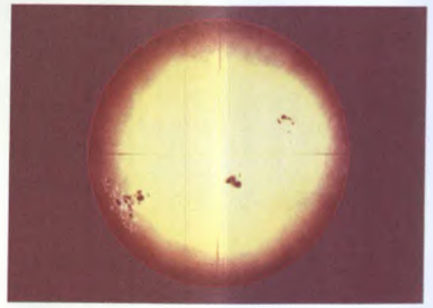
Günəşə baxmağın ən yaxşı üsulu onun xəyalını ağ ekran üzərinə salmaqdır. Hətta, kiçik həvəskar teleskopunun köməyi ilə Günəş diskinin böyüdülmüş xəyalını almaq olar. Bəs bu xəyalda nə görünür?

Günəşin teleskopda görünüşü.

Hər şeydən əvvəl, Günəş kənarının kəskinliyi diqqəti özünə cəlb edir. Günəş dəqiq sərhədi olmayan böyük qaz kürəsidir, sıxlığı mərkəzindən səthinə doğru getdikcə azalır. Bəs belə olan surətdə xəyalın çevrəsini aydın görməyimizə səbəb nədir? Günəşin bütün görünən şüalanması onun *fotosfera* adlanan çox nazik qatından yaranır (*yun.* "işıq sferası"). Fotosferanın qalınlığı 300 km-dən artıq deyildir. Məhz bu parıldayan nazik qat müşahidəçidə Günəşin "səthə" malik olması illüziyasını yaradır.

GÜNƏŞ ULDUZ KİMİ

Diametri	1391980 km
Kütləsi	$1{,}989 \cdot 10^{30}$ kq
Ekvatorda nöqtəsinin siderik fırlanma dövrü	25,380 sutka
İşıqlığı	$3{,}88 \cdot 10^{26}$ Vt
Görünən ulduz ölçüsü	$-26{,}58^{m}$
Spektral sinfi	G2V
Səthinin effektiv temperaturu	5800 K
Yaşı	təxm. 5 mlrd il
Yerdən Günəşin mərkəzinə qədər orta məsafə	149597870 km



QRANULYASİYA

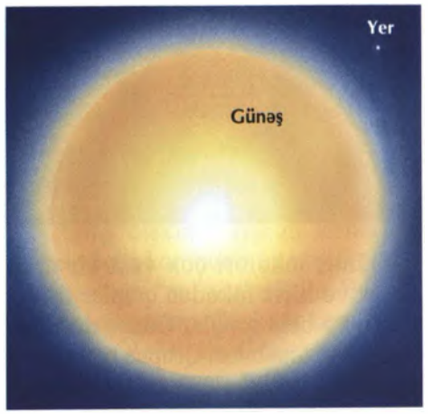
İlk baxışda elə görünür ki, Günəş diski bircinslidir. Lakin xəyala diqqətlə baxdıqda onun üzərində böyük və kiçik detalların olduğu görünür. Hətta, xəyal ən aydın göründüyü vaxt bütün fotosfera parlaq dənəciklərdən (*qranul* adlanır) və onların arasındakı tutqun qatlardan ibarət olur. Bir də bu, yüksəklikdə uçan təyyarədən baxdıqda aşağıda görünən bulud topalarına oxşayır. Qranulun ölçüsü Günəş miqyasına görə böyük deyil. Onun köndələn ölçüsü 1000-2000 km, aralarındakı məsafə isə nisbətən kiçik, eninə 300-600 km-dir. Günəşin səthində eyni zamanda milyona qədər qranul müşahidə etmək olar.

Qranulyasiya prosesi donmuş vəziyyətdə deyildir: qranulun biri məhv olduqda digəri yaranır. Qranullar 10 dəqiqədən artıq yaşamır. Qranullara xas olan bu əlamət qazanda mayenin qaynamasını xatırladır. Burada müqayisə təsadüfi deyil. Hər iki halda gedən fiziki proses eynixassəlidir. Bu konveksiyadır, yəni aşağı qatlardan böyük kütləli qaynar maddə axını qalxır, genişlənir və soyuyur.

Qranulyasiya ümumi fon yaradır ki, bu fonda daha təzadlı və böyük obyektləri – Günəş ləkələri və məşəllərini müşahidə etmək olar.

LƏKƏLƏR

Günəşin diskində tutqun rəngli törəmələr – *Günəş ləkələri* əmələ gəlir. Teleskopla Günəşin səthində mürəkkəb quruluşlu böyük ləkələr görünür. Ləkənin tutqunluğu çox olan mərkəzi hissəsi kölgə, kölgəni əhatə edən, tutqunluğu mərkəzi hissəyə nisbətən az, diametri isə kölgədən iki dəfədən də böyük olan qalan hissəsi isə yarımkölgə adlanır. Əgər ləkə Günəş diskinin kənarında müşahidə olunursa, o zaman həmin ləkə dərin boşqaba

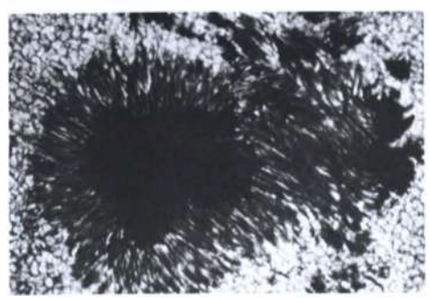


Günəşin və Yerin müqayisəli ölçüləri.

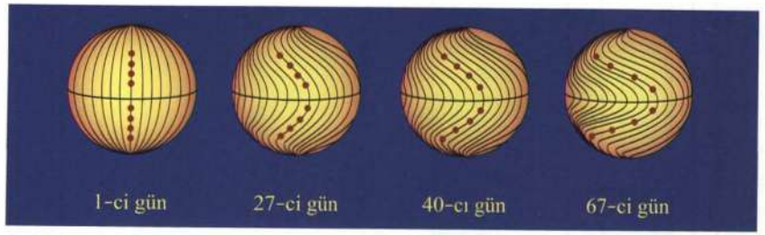
bənzəyir. Bu ona görə baş verir ki, ləkələrin üzərindəki qaz onu əhatə edən atmosferə nisbətən xeyli şəffafdır. Ona görə də burada daha dərin qatları görmək olur.

Ölçüsünə görə ləkələr müxtəlif olur: kiçik ləkələrin diametri təxminən 1000-2000 km-dir, elə nəhəng ləkələr də var ki, ölçüsü hətta Yer kürəsinin ölçüsündən böyük olur. Ayrılıqda diametri 40 min km-ə və bəzən hətta 100 min km-ə çatan ləkələr də müşahidə olunur.

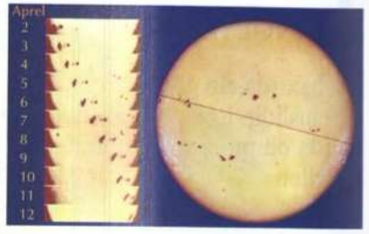
Müəyyən edilmişdir ki, ləkələr güclü maqnit sahəsinin Günəş atmosferinə çıxış yerləridir. Maqnit sahələri göy cisminin təkindən fotosferə gələn enerji selini azaldır, buna görə də onların səthə çıxışı yerində temperatur aşağı düşür. Ləkələr onları əhatə edən maddədən 1500 K soyuqdur və deməli, daha az parlaqdır. Məhz buna görə onlar ümumi fonda tutqun görünür.



Günəş ləkəsi. Orta tutqun hissə nüvədir. O, yarımkölgə ilə əhatə olunmuşdur.



▲
Günəşin müxtəlif enliklərdə fırlanması.



▶▶
Ləkələrin yerinin dəyişməsi Günəşin fırlanmasını göstərir.

Günəş ləkələri çox vaxt bir neçə böyük və kiçik ləkədən qruplar əmələ gətirir və belə qruplar Günəş diskində xeyli sahə tuta bilər. Qrupun mənzərəsi daim dəyişir, ləkələr yenidən yaranır, inkişaf edir və dağılır. Ayrı-ayrılıqda hər bir ləkənin və qrupun yaşama müddəti olur. Bəzən ləkə qruplarının yaşama müddəti uzanaraq, Günəşin 2-3 dəfə fırlanması vaxtına bərabər olur (Günəşin öz oxu ətrafında fırlanma dövrü 27 sutkadır).

MƏŞƏLLƏR

Müşahidələr göstərir ki, ləkələrin ətrafı həmişə parlaq sahə ilə əhatə olunur. Bu parlaq sahəyə *məşəl* deyilir. Temperaturu ətraf atmosferin temperaturundan 2000 K yüksək olan məşəlin mürəkkəb quruluşlu özəyi olur. Hər bir özəyin ölçüsü təxminən 30 min km-dir. Diskin mərkəzində təzadı çox zəif olan məşəl kənara yaxınlaşdıqca təzadlığı artaraq daha yaxşı görünür. Məşəllər ləkələrə nisbətən daha çox yaşayır və bəzən yaşama müddəti 3-4 ay çəkir. Məşəllərin ləkələrlə birlikdə yaşaması mütləq deyil, çox vaxt ləkələrsiz yaranır və onların daxilində ləkələr görünmür. Yəqin, məşəllərdə maqnit sahələrinin Günəşin üz qatlarına çıxdığı yerlərdir, ancaq bu sahələr ləkələrdə olduğundan zəifdir.

Günəşin fəallığı ləkələrin və məşəllərin sayına görə müəyyən edilir. Günəş fəallığının maksimumları hər 11 ildən bir təkrar olunur. Günəş fəallığının minimum olduğu illərdə uzun müddət bir dənə ləkə də olmaya bilər, maksimumda isə Günəşin səthində ləkələrin sayı onluqlarla hesablanır. Günəş fəallığının yaxın maksimumu dövründə daha çox (2010-2011) ləkə və məşəlin müşahidə edilməsi gözlənilir.

GÜNƏŞ ALƏTLƏRİ

Müşahidəçi astronom göydə nəyi müşahidə edirsə etsin, onun əsas aləti teleskopdur ("Teleskoplar – Qalileydən bizim günlərədək" məqaləsinə bax). Bütün teleskopların işləmə prinsipinin ümumi olduğuna baxmayaraq, astronomiyanın hər sahəsi üçün bu cihazın öz modifikasiyaları işlənib hazırlanmışdır.

Günəşin parlaqlığı böyük olduğuna görə onu müşahidə etmək üçün işıq gücü böyük olmayan optik sistemli teleskoplardan istifadə olunur. Çox maraqlıdır ki, böyük ölçülü xəyalı necə almaq olar? Ona görə də Günəş teleskoplarının fokus məsafəsi çox böyük götürülür. Fokus məsafəsi 90 m olan teleskoplarda xəyalın diametri 80 sm-ə yaxın olur.

Bu cür konstruksiyanı fırlatmaq asan olmazdı. Xoşbəxtlikdən, bu lazım da deyil. Günəş göy qübbəsində yalnız tərəfləri məhdud, eni 47° olan zolaq daxilində hərəkət edir. Ona görə də Günəş teleskopunu göyün istənilən nöqtəsinə tuşlamaq lazım deyil. Onun

qurğusu tərpənməz olur, Günəş şüaları isə hərəkət edən güzgülər sistemi ilə – selostatla tuşlanır.

Günəş teleskopları üfüqi və şaquli (qülləli) olur. Üfüqi teleskopu qurmaq asandır, çünki onun bütün hissələri üfüqi ox üzərində olur. Üfüqi teleskopla işləmək də asandır. Lakin onun mühüm bir çatışmazlığı var. Günəş çox istilik verir və teleskopun daxilindəki hava bərk qızır. Qızmış hava yuxarı qalxır, soyuq hava isə aşağı enir. Bu qarşılıqlı axına görə xəyal titrəyir və aydın olmur. Ona görə də son vaxtlar, əsasən, şaquli Günəş teleskopları qurulur. Burada havanın axını, demək olar ki, işıq şüalarına paralel olur və xəyalı az xələldar edir.

Teleskopun keyfiyyətinin üstünlüyü onun ayırdetməsinin əlverişli olması, yəni xəyal üzərində bir-birinə yaxın olan iki detalı ayırd etməsidir. Məsələn, ayırdetmə 1 bucaq saniyəsidirsə (1″), bu onu göstərir ki, aralarındakı bucaq qövsün 1 saniyəsinə (1″) bərabər iki obyekti bir-birindən fərqləndirmək olar. Günəşin görünən radiusu 1000″-dən bir az kiçikdir, həqiqətdə isə 700 min km-ə yaxındır. Beləliklə, Günəşin üzərində 1″-yə uyğun olan məsafə 700 km-dən bir az artıqdır. Ən əlverişli alətlə alınmış Günəşin yaxşı, təmiz fotoşəklində ölçüsü 200 km-ə yaxın olan detal görünür.

Adətən, Günəş teleskoplarından, əsasən, fotosferin müşahidəsi üçün istifadə edilir. Lakin Günəş atmosferinin ən kənar, ən şəffaf, zəif işıqlanan qatını – Günəş tacını müşahidə etmək üçün xüsusi cihazdan istifadə olunur. Ona *koronoqraf* deyilir. Onu 1930-cu ildə fransız astronomu Bernar Lio ixtira etmişdir.

Adi şəraitdə Günəş tacını görmək olmur, çünki onun işıqlığı gündüz səmada Günəş yaxınlığında işıqdan 10 min dəfə zəifdir. Ancaq tam tutulma zamanı, yəni Ay dairəsinin Günəş səthini tam örtdüyü vaxt tac görünür. Tutulma arabir və nadir hallarda, bəzən də Yer kürəsinin çətinliklə keçilə bilən rayonlarında olur. Bəzən də hava əlverişli olmur. Həm də tam tutulma vaxtı 7 dəqiqədən çox olmur. Koronoqraf isə tutulma olmadan gündüz tacı müşahidə etməyə imkan yaradır.

Günəş diskinin işığını kənarlaşdırmaq üçün koronoqrafın obyektivinin fokusuna süni "ay" yerləşdirilir. Bu özünü səthi güzgüdən olan kiçik konus kimi göstərir. Ölçüsü də Günəş xəyalının diametrindən bir az böyük olmaqla, təpəsi obyektivə tərəf istiqamətləndirilir. İşıq konus vasitəsilə yenidən teleskopun borusuna, ya da işıq "tələsinə" qaytarılır. Konusun arxasında olan linza Günəş tacının xəyalını qurur.

Bundan başqa, teleskopda səpələnən işığı yox etmək lazımdır. Ən əsası budur ki, obyektivin linzası yaxşı cilalansın və onun şüşəsinin daxilində heç bir qüsur olmasın. Onu diqqətlə toz zərrəciyindən qorumaq lazımdır. Hər bir tozcuq linzada

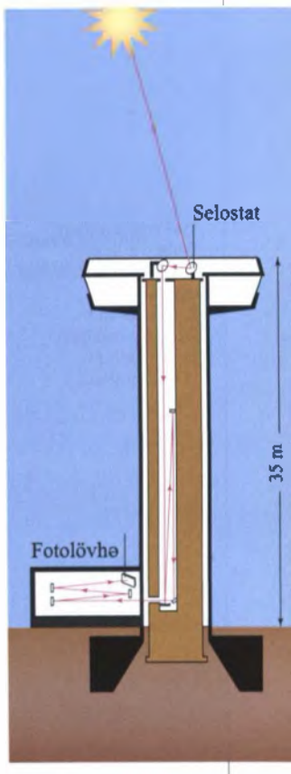






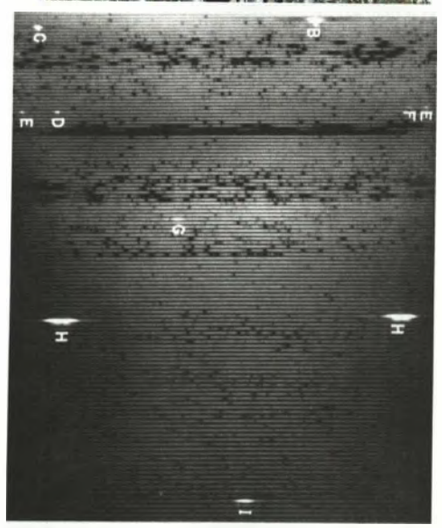
Kaliforniyada Böyük Ayı gölündə Günəş rəsədxanası (ABŞ).

Medon rəsədxanasının qülləli Günəş teleskopu (Fransa). Yuxarıda – selostatın qurğusu. Sağda – teleskopda şüaların optik yolunun quruluşu.





Krım astrofizika rəsədxanasının qülləli Günəş teleskopu.



Eşel spektroqramı. Emissiya xətləri aşağıdakı elementlərə uyğundur:
B, C – kalsium,
D, E, F – oksigen,
G, I – helium,
H – hidrogen.

Spektroqraf astrofiziki tədqiqatlar üçün ən vacib cihazdır. Bir çox Günəş teleskopları yalnız Günəş işığı dəstəsini spektroqrafa yönəltməyə xidmət edir. Onun əsas elementləri bunlardır: daxil olan işığı məhdudlaşdırmaq üçün yarıq; şüa dəstəsini paralelləşdirən kollimator (linza və yaxud güzgü); ağ işığı tərkib hissələrinə ayıran difraksiya qəfəsi; fotokamera və yaxud başqa xəyal detektoru.

Spektroqrafın "ürəyi" difraksiya qəfəsidir; o, üzərinə paralel ştrixlər çəkilmiş güzgülü şüşə plastinkanı xatırladır. Ən yaxşı qəfəsin üzərində cizgilərin sayı bir millimetrdə 1200-ə çatır.

Spektroqrafın əsas xarakteristikası onun spektri ayırd etməsindən ibarətdir. Ayırdetmə nə qədər yüksək olarsa, birbirinə yaxın spektral xətləri ayrı-ayrılıqda görmək mümkündür. Ayırdetmə bir neçə parametrdən ibarətdir. Bunlardan biri spektrin tərtibidir. Difraksiya qəfəsi müxtəlif bucaqlar altında görünən çoxlu spektr verir. Eyni zamanda onun çoxlu spektral tərtibi də var. Ən parlaq spektral tərtib birinci tərtibdir. Daha uzaqda olan tərtibin spektri zəif, lakin ayırdetməsi yüksəkdir. Ancaq spektrin uzaqda olan tərtibləri bir-birinin üzərinə toplanır. Madam ki, həm yüksək ayırdetmə, həm də parlaq spektr tələb edilir, onda qarşılıqlı güzəştə getmək lazım gəlir. Ona görə də müşahidələr üçün, adətən, spektrin ikinci-üçüncü tərtiblərindən istifadə olunur.

Ən maraqlı sistemlərdən biri *eşel spektroqrafıdır*. Onun daxilində eşel adlanan xüsusi qəfəsdən başqa, şüşə prizma da var. İşıq şüaları eşelin üzərinə çox itibucaq altında düşür. Bununla yanaşı, spektrin bir çox tərtibləri birbirinin üstünə qalanır. Onları qəfəsin tillərinə perpendikulyar işığı sındıran prizmanın köməyi ilə bir-birindən ayırırlar. Nəticədə hissələrə bölünmüş spektr alınır. Eşel spektroqrafı yarığının uzunluğunu çox kiçik edirlər – bir neçə millimetr və buna görə də spektrlər ensiz alınır.

Eşel spektri alt-alta düzülmüş və tutqun arakəsmələrlə bir-birindən ayrılmış zolaqlar toplusudur. Eşel spektroqrafında spektrin yüksək tərtiblərindən istifadə etmək imkanı spektral xətlərin incə strukturunun öyrənilməsində çox mühüm olan ayırdetmə gücündə üstünlük verir.

GÜNƏŞİN DAXİLİ QURULUŞU

Bizim Günəş, daxilində gedən mürəkkəb proseslər nəticəsində fasiləsiz enerji ayrılan və işıqsaçan nəhəng qaz küresidir. Günəşin daxili həcmini bir neçə hissəyə bölmək olar; bunlardakı maddə öz xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir və enerji müxtəlif fiziki mexanizmlər vasitəsilə yayılır. Lap mərkəzdən başlamaqla onlarla tanış olaq.

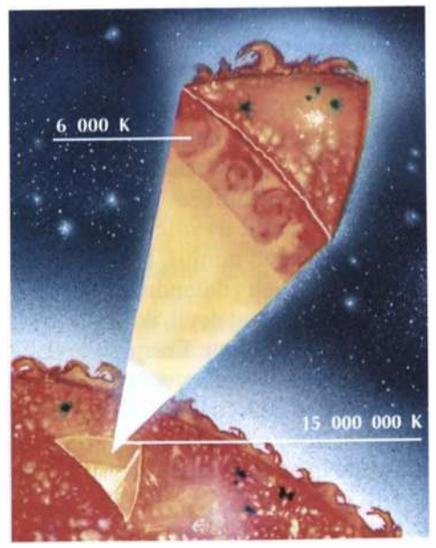
Günəşin mərkəzi hissəsində onun enerji mənbəyi yerləşir və ya məcazi mənada desək, onu qızdıran və soyumağa qoymayan "soba" yerləşir. Bu hissə nüvə adlanır. Günəşin xarici qatlarının ağırlığının təsiri nəticəsində onun daxilindəki maddə sıxılmışdır və dərinə getdikcə bu sıxılma daha da güclənir. Mərkəzə doğru getdikcə təzyiq və temperaturun artması ilə birlikdə onun sıxlığı da artır. Temperaturun 15 mln kelvinə çatdığı nüvədə enerji ayrılması baş verir.

Bu enerji yüngül kimyəvi elementlərin atomlarının birləşərək nisbətən ağır atomların nüvələrini yaratması nəticəsində ayrılır. Günəşin daxilində dörd hidrogen atomundan bir helium atomu yaranır. Məhz bu cür fövqəladə enerjini insanlar hidrogen bombasının partlayışı nəticəsində əldə etməyi öyrənmişlər. Ümid var ki, yaxın gələcəkdə insanlar bu enerjidən sülh məqsədilə də istifadə etməyi öyrənəcəklər.

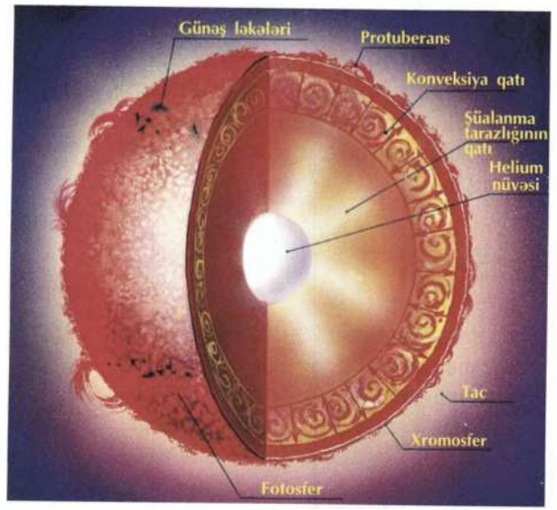
Nüvənin radiusu Günəşin ümumi radiusunun dörddəbirindən çox deyil. Lakin bu kiçik həcmdə Günəş kütləsinin yarısı cəmlənmişdir və praktik olaraq Günəşin işıqlanmasını təmin edən bütün enerji məhz burada ayrılır.

Lakin isti nüvənin enerjisi hansı yollasa bayıra, Günəşin səthinə çıxmalıdır. Mühitin fiziki şəraitindən asılı olaraq, müxtəlif enerjiötürmə üsulları mövcuddur: şüalanmanın köçürülməsi, konveksiya və istilikkeçirmə. Günəşdə və ulduzlarda energetik proseslərdə istilikkeçirmə böyük rol oynamır, amma şüalanma və konveksiya köçürmələri onlar üçün çox mühümdür.

Bilavasitə nüvənin ətrafında *şüalanma ilə enerjinin ötürülmə zonası* başlanır; burada enerji maddənin işıq porsiyaları olan kvantların udulması və yenidən şüalanması nəticəsində yayılır.



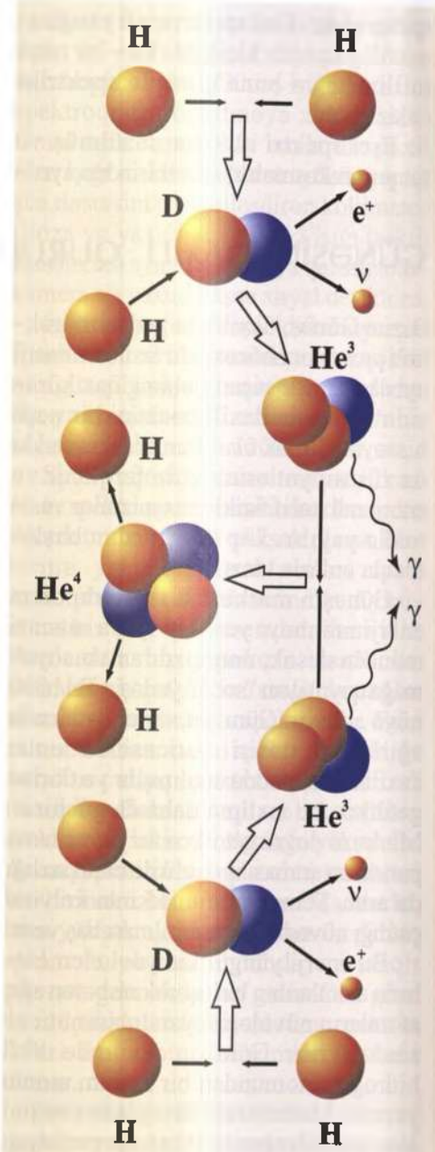
Günəşin səthində və daxilində hərarət.



Günəşin daxili quruluşu.

Sıxlıq, temperatur və təzyiq nüvədən uzaqlaşdıqca azalır və elə bu istiqamətdə də enerji seli axır. Ümumiyyətlə, bu proses çox ləng gedir. Kvantların Günəşin mərkəzindən fotosferə çatması üçün min illərlə vaxt lazımdır: axı, dəfələrlə yenidən şüalandırılan kvantlar hər zaman istiqamətlərini dəyişir və irəli getdiyi vaxt qədər də geriyə hərəkət edir. Lakin əvvəl-axır səthə çatdıqda bunlar artıq tamamilə başqa kvantlar olacaqdır. Bu kvantlara nə olur?

Günəşin mərkəzində qamma-kvantlar yaranır. Bunların enerjisi görünən işıq kvantlarının enerjisindən milyon dəfələrlə çoxdur, dalğa uzunluğu isə çox kiçikdir. Yol boyunca kvantlar heyrətamiz çevrilmələrə məruz qalır. Ayrıca bir kvant əvvəlcə hansısa bir atom tərəfindən udulur, amma həmin anda da yenidən şüalandırılır; adətən, bu zaman bir kvant deyil, iki və ya hətta bir neçə kvant yaranır. Enerjinin saxlanması qanununa əsasən onların ümumi enerjisi sabit qalır və buna görə də ayrılıqda hər birinin enerjisi azalır. Beləcə, get-gedə daha kiçik enerjiyə malik olan kvantlar yaranır. Elə bil ki, güclü qamma-kvantlar kiçik enerjili kvantlara



Proton-proton nüvə reaksiyası.
Qırmızı kürəcik – proton,
göy kürəcik – neytron,
H – hidrogen nüvəsi,
D – deyteri nüvəsi,
He^3, He^4 – helium izotoplarının nüvələri,
e^+ – pozitron,
ν – neytrino,
γ – şüalanma kvantı.

GÜNƏŞ ENERJİSİ HARADAN ALINIR?

Niyə Günəş milyardlarla illərdir ki, işıq saçır və soyumur? Hansı "yanacaq" ona bu enerjini verir? Alimlər bu suallara əsrlərdən bəri cavab axtarırdılar və yalnız XX əsrin əvvəlində düzgün cavab tapıldı. İndi artıq məlumdur ki, Günəş, digər ulduzlar kimi, onun daxilində gedən istilik-nüvə reaksiyaları sayəsində işıq saçır. Bunlar nə reaksiyalardır?

Əgər yüngül elementlərin atomlarının nüvələri birləşərək daha ağır elementin atomunun nüvəsini yaradırsa, onda yeni yaranan nüvənin kütləsi onu yaradan nüvələrin kütlələrinin cəmindən kiçik olur. Qalan kütlə isə enerjiyə çevrilir və reaksiya nəticəsində sərbəstləşən zərrəciklər tərəfindən aparılır. Bu enerji, demək olar ki, bütünlüklə istiliyə çevrilir. Atom nüvələrinin bu cür sintezi reaksiyasının getməsi yalnız yüksək təzyiq və 10 mln dərəcədən yuxarı temperaturda mümkündür. Buna görə də bu, istilik-nüvə reaksiyası adlanır.

Günəşin əsas tərkibini təşkil edən element – hidrogen onun ümumi kütləsinin təqribən 71%-ni təşkil edir. Təxminən 27% helium, qalan 2% isə karbon, azot, oksigen və metallar kimi ağır elementlərdir. Günəşin əsas "yanacağı" məhz hidrogendir. Dörd hidrogen atomundan çevrilmələr zənciri nəticəsində bir helium atomu yaranır. Reaksiyada iştirak edən hər bir qram hidrogendən isə $6 \cdot 10^{11}$ C miqdarında enerji ayrılır! Yerdə bu enerji 1000 m^3 suyu 0°C-dən qaynama nöqtəsinədək qızdırmağa kifayət edərdi!

Əksər ulduzlar üçün mühüm olan hidrogenin heliuma çevrilməsinin istilik-nüvə reaksiyasının mexanizminə baxaq. Hidrogen atomlarının iki nüvəsinin – protonların bir-birinə sıx yaxınlaşması ilə başlandığına görə bu reaksiya *proton-proton* reaksiyası adlanır.

Protonlar müsbət yüklüdür və bir-birini qarşılıqlı olaraq itələyir, Kulon qanununa əsasən isə, bu itələmə qüvvəsi məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasibdir və sıx yaxınlaşmada sürətlə artmalıdır. Lakin çox yüksək temperaturda və təzyiqdə zərrəciklərin istilik hərəkəti sürəti o qədər yüksəkdir və zərrəciklər o qədər sıx yerləşir ki, onların arasındakı çoxsürətliləri, hər halda, bir-birinə yaxınlaşır və nüvə qüvvələrinin təsir sferasına düşür. Sonda iki proton və iki neytrondan ibarət yeni helium nüvəsinin yaranması ilə nəticələnən zəncirvari çevrilmələr baş verə bilər.

Amma iki protonun hər ixtiyari toqquşması nüvə reaksiyasının baş verməsinə gətirib çıxarmır. Milyardlarla illər ərzində bir proton, nüvə çevrilməsinə məruz qalmadan, daim və dəfələrlə başqa protonlarla toqquşa bilər. Lakin əgər iki protonun sıx yaxınlaşma anında nüvə üçün azehtimallı başqa bir hadisə – protonun neytron, pozitron və neytrinoya parçalanması baş verərsə (bu proses *beta-parçalanma* adlanır), proton neytronla birləşərək, dayanıqlı ağır hidrogen atomunun nüvəsini – deyteriumu əmələ gətirir.

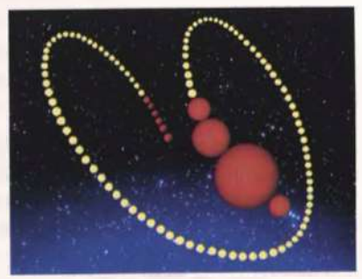
Deyterium nüvəsi (deyton) öz xassələrinə görə hidrogen nüvəsinə bənzəyir, lakin ondan ağırdır. Protondan fərqli olaraq, ulduzun daxilində deyterium uzun müddət qala bilmir. Artıq bir neçə saniyə sonra başqa bir protonla toqquşaraq, onu özünə birləşdirir, güclü qamma-kvant buraxır və helium izotopunun iki protonu, adi heliumda olduğu kimi, iki neytronla deyil, yalnız biri ilə birləşmiş nüvəsinə çevrilir. Bir neçə milyon ildə bir dəfə belə yüngül helium nüvələri bir-birinə o qədər yaxınlaşır ki, iki protonu "azadlığa buraxmaqla" adi helium atomu yarada bilir.

Beləliklə, ardıcıl nüvə çevrilmələri nəticəsində adi helium nüvəsi yaranır. Reaksiya zamanı yaranan pozitronlar və qamma-kvantlar enerjini ətrafdakı qaza verir, neytrinolar isə ulduzu tamamilə tərk edir, çünki onlar maddənin çox böyük qalınlıqlarından heç bir atoma toxunmadan keçmək xüsusiyyətinə malikdir.

* * *

Hidrogenin heliuma çevrilməsi reaksiyası hal-hazırda Günəşin daxilində heliumun miqdarının onun səthindəkindən həddən çox olmasına cavabdehdir. Təbiidir ki, ortaya sual çıxır: nüvədə olan hidrogen tamamilə yanıb heliuma çevrildikdən sonra Günəşə nə olacaq və bu nə vaxt baş verəcək?

Aydın olub ki, təqribən 5 mlrd ildən sonra Günəş nüvəsində olan hidrogenin miqdarı o qədər azalacaq ki, hidrogenin yanması artıq nüvə ətrafındakı təbəqədə başlanacaq. Bu isə Günəş atmosferinin genişlənməsinə, Günəşin ölçülərinin artmasına, səthində temperaturun azalmasına, nüvədə isə artmasına gətirib çıxaracaq. Günəş tədricən qırmızı nəhəngə – nisbətən soyuq və Yer orbitinin sərhədlərini ötüb-keçən çox iriölçülü atmosferə malik bir ulduza çevriləcək. Günəşin həyatı bununla bitməyəcək, o əvvəl-axır daxilində artıq heç bir istilik-nüvə reaksiyaları baş verməyən, soyuq və sıx qaz kürəsinə çevrilənədək bir çox dəyişikliklərə məruz qalacaq.



Günəşin təkamülü. O, qaz tozcuqları buludundan doğulur və varlığının çox hissəsində sabit sarı ulduz şəklində mövcud olur. Sonra Günəş tədricən qırmızı nəhəngə və bəyaz cırtdana çevrilir.

bölünür – əvvəl rentgen, sonra ultrabənövşəyi və axırda görünən və infraqırmızı şüalara. Nəticədə Günəş enerjisinin çox hissəsini görünən işıqla şüalandırır və təsadüfi deyil ki, bizim gözlərimiz məhz bu şüalanmaya həssasdır. Dediyimiz kimi, sıx Günəş maddəsini keçərək bayıra çıxması üçün kvantlara həddən çox vaxt tələb olunur. Buna görə də, əgər Günəşin daxilindəki "soba" birdən sönsə idi, biz bunu yalnız milyon illər sonra bilərdik.

Günəşin daxili qatlarından keçən enerji seli öz yolunda qazın qeyri-şəffaflığının artdığı sahə ilə qarşılaşır. Bu, Günəşin *konvektiv zonasıdır*. Burada enerji artıq şüalanma ilə deyil, konveksiya ilə ötürülür. Bəs konveksiya nədir? Maye qaynayanda qarışır. Qaz da özünü belə apara bilər. İsti bir gündə, Günəşin şüaları Yeri qızdırarkən uzaqda yerləşən əşyaların fonunda isti hava axınının yuxarı qalxdığı yaxşı görünür. Qaz pilətəsinin və ya qaz odluğunun alovunda da bunu asanlıqla müşahidə etmək olar. Günəşin konveksiya zonasında da eyni hadisə baş verir. Qaynar qazın nəhəng axınları yuxarı qalxaraq öz istiliyini ətraf mühitə verir, soyumuş qaz isə aşağı enir. Elə təsəvvür yaranır ki, Günəş maddəsi odun üstündə bişən düyü sıyığı kimi qaynayır və qarışır.

Konvektiv zona mərkəzdən təxminən 0,7 radius məsafəsində başlanır və praktik olaraq düz Günəşin görünən səthinə (fotosferinə), əsas enerji selinin köçürülməsinin yenidən şüalanma olduğu yerə qədər uzanır. Lakin ətalət sayəsində daha dərin konveksiya qatlarından gələn qaynar axınlar da buraya gəlib çıxa bilir. Müşahidəçiyə yaxşı məlum olan Günəş səthindəki qranulyasiya mənzərəsi konveksiyanın görünən təzahürüdür.

GÜNƏŞİN RƏQSLƏRİ. HELİOSEYSMOLOGİYA

Oxucu, ola bilsin ki, başlıqda yazılan sözə təəccüblənir. Helio? Seysmologiya? Günəşlə zəlzələ arasında nə əlaqə var? Bəlkə, ola bilsin ki, Günəşdə də zəlzələ və ya Günəş təkanları baş verir? Hər biri haqqında ardıcıl olaraq danışaq.

SƏSİN YAYILMASI

Səs elastik dalğalardır. Alçaq səsləri böyük, yüksək səsləri isə kiçik rəqslər perioduna malikdir. Periodu tez-tez herslərlə (Hs) ölçülən tərs kəmiyyətlə əvəz edirlər. 1 Hs saniyədə 1 rəqsə uyğundur. Səsin əlavə iki xüsusiyyəti də var: dalğa uzunluğu və yayılma sürəti.

Seysmoloqlar yüzdəbir Hs-dən bir neçə Hs-ə qədər səslərlə işləyirlər. Yerin səthinin rəqslərini öyrənərək, onun təbəqələrini təşkil edən süxurların xassələri haqqında çox şey bilmək olar. Onun daxili quruluşu haqqında məlumatların çox hissəsi məhz bu üsulla əldə edilib.

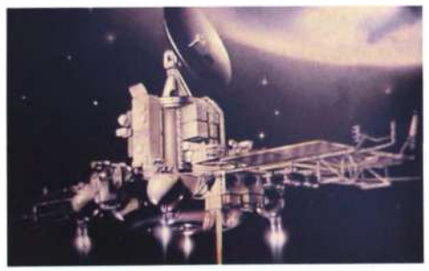
Seysmoloji tədqiqatlar səsin sürəti və sönməsinin ətraf mühitin xassələrindən asılı olmasına əsaslanır. Xüsusilə bərk cisimlərdə və maddələrdə səs qaza (havaya) nisbətən daha yaxşı yayılır. Səsin müxtəlif cisimlərdə yayılma sürəti onun tezliyindən də asılıdır. Bütün bunlardan seysmoloqlar istifadə edirlər. Yerin müxtəlif qatlarından (nüvə, mantiya, qabıq) keçmiş səsin gücünü (dalğanın amplitudasını) ölçərək, onları təşkil edən maddələrin sıxlığı və xassələri haqqında təsəvvür əldə etmək olar.

Yer seysmologiyası yer təkinin altında səsin yayılmasının xüsusiyyətlərinə əsaslanır. Lakin Günəşdə seysmoqraf (torpaqdakı rəqsləri qeyd edən cihaz) quraşdırmaq mümkün deyil. Buna görə də Günəşdə baş verən rəqslər tamamilə başqa üsulla ölçülür. Bunlardan başlıcası Dopler effektinə əsaslanır. Günəşin səthi ritmik olaraq gah qalxıb, gah düşdüyü üçün (rəqs edir), səthin yaxınlaşması-uzaqlaşması şüalanan işığın spektrinə təsir edir. Günəş diskinin müxtəlif sahələrinin spektrlərini tədqiq edərək, sürətlərin paylanma mənzərəsini alırlar; sözsüz ki, zaman keçdikcə o dəyişir – dalğalar qaçır. Bu dalğaların periodu təqribən 3-10 dəqiqə intervalındadır. İlk dəfə bu dalğalar aşkar edildikdə, onların periodunun qiyməti təxminən 5 dəq təşkil edirdi. O zamandan etibarən bunlar "beşdəqiqəlik" rəqslər adlanır. Günəş

səthinin rəqslərinin sürəti çox azdır – saniyədə onlarca metrdir və onları ölçmək inanılmaz dərəcədə çətindir. Lakin əksər hallarda sürətin qiyməti deyil, onun zamana görə dəyişməsi maraq kəsb edir (dalğalar səth boyunca necə hərəkət edir). Tutaq ki, adam pəncərələri kip pərdələnmiş otaqdadır; bayırda Günəş işıq saçır, otaqda isə yarıqaranlıqdır. Və birdən havanın kiçicik hərəkəti pərdəni bir az açır və koredici Günəş şüaları gözə düşür. Zəif küləkcik belə bir güclü effekt yaradır. Təqribən belə bir yolla alimlər Günəş səthinin şüa sürətinin cüzi dəyişmələrini ölçürlər. Pərdə rolunu Günəş spektrindəki udulma xətləri oynayır ("Görünən işığın analizi" məqaləsinə bax). Günəş işığının parlaqlığını ölçən cihaz elə quraşdırılır ki, bu yalnız hansısa bir ensiz udulma xəttinin dəqiq olaraq mərkəzinə uyğun dalğa uzunluğuna malik işığı buraxır. Onda cihazın girişinə dalğa uzunluğunun cüzi dəyişməsi zamanı tünd udulma xətti deyil, qonşuluqdakı fasiləsiz spektrin parlaq hissəsi düşür. Lakin bu hələ heç də hamısı deyil.

Dalğanın periodunu maksimal dəqiqliklə ölçmək üçün onu mümkün qədər uzun müddət ərzində və fasiləsiz olaraq müşahidə etmək lazımdır, əks halda, bunun həmin dalğa və ya başqası olduğunu təyin etmək mümkün olmayacaqdır. Bir tərəfdən də, Günəş hər axşam üfüqün arxasında gizlənir, hərdən isə qara buludlar Günəşin qabağını kəsir...

Problemin ilk hissəsinin həlli Cənub qütb dairəsinin arxasında, yayda Günəşin həftələrlə batmadığı və il ərzində aydın günlərin Qütbarxası sahələrə nisbətən çox olduğu yerlərdə müşahidələr aparılması oldu. Lakin Antarktidada astronomların işini qurmaq çox çətin və baha başa gələn işdir. Başqa bir yol daha realdır, lakin daha bahalıdır – kosmosdan müşahidə. Belə müşahidələr hərdən əlavə tədqiqatlar kimi aparılır (məsələn,



"Fobos" kosmik aparatı. Marsa uçuş zamanı Günəşin rəqsləri ondan tədqiq edilmişdir.

"Fobos" peyklərinin Mars istiqamətində uçuşları zamanı). 1995-ci ilin sonunda müxtəlif ölkələrin alimləri tərəfindən hazırlanmış çoxlu cihazla təchiz olunmuş beynəlxalq SOHO peyki (Solar and Heliospheric Observartory) kosmosa buraxılmışdır.

Amma müşahidələrin çox hissəsi yenə də Yer üzərindən aparılır. Gecə və pis hava şəraiti ilə bağlı yaranan müşahidə fasilələrini aradan qaldırmaq üçün Günəşi müxtəlif kontinentlərdən müşahidə edirlər, çünki Şərq yarımkürəsində gecə olduqda Cənub yarımkürəsində gündüz olur və əksinə. Müasir müşahidə üsulları bu cür müşahidələri fasiləsiz bir sıra kimi göstərməyə imkan verir. Az əhəmiyyət kəsb etməyən şərtlərdən biri də odur ki, teleskoplar və istifadə olunan cihazlar eyni olmalıdır. Bu cür müşahidələr böyük beynəlxalq layihələr çərçivəsində həyata keçirilir.

Bu cür qeyri-adi və səssiz səs dalğalarını tədqiq etməklə, Günəş haqqında nəyi öyrənmək mümkün oldu? İlk əvvəl, bu dalğaların təbiəti haqqında təsəvvürlər Yer qabığının rəqsləri haqqındakı məlum biliklərdən çox da fərqlənmirdi. Alimlər təsəvvür edirdilər ki, Günəşdə baş verən proseslər (məsələn, qranulyasiya) bu cür dalğaları necə yaradır və onlar, su səthindəki dəniz dalğaları kimi, Günəşin səthində necə hərəkət edir.

Lakin sonradan çox maraqlı bir fakt aşkar oldu: məlum oldu ki, Günəş diskinin müxtəlif hissələrində olan dalğalar bir-biri ilə əlaqəlidir (fiziklərin termini



ilə desək, eyni fazaya malikdir). Bunu belə təsəvvür etmək olar ki, sanki, bütün səth bərabər olaraq dalğalar toru ilə örtülmüşdür, lakin bəzi yerlərdə o görünmür, digər yerdə isə qabarıq şəkildə özünü göstərir. Belə alınır ki, müxtəlif hissələr ossilyasiyaların (rəqslərin) uzlaşdırılmış mənzərəsinə malikdir. Tədqiqatçılar belə bir qənaətə gəldilər ki, Günəş rəqsləri qlobal xarakter daşıyır: dalğalar çox böyük məsafələrə yayılır və Günəş diskinin müxtəlif yerlərində eyni bir dalğanın təzahürləri görünür. Beləliklə, demək olar ki, Günəş "zəng kimi vurur", yəni bir vahid kimi "səs verir". Yerdə olduğu kimi, Günəş səthinin rəqsləri də onun dərinliklərində yayılan dalğaların yalnız əks-sədası və ya izləridir. Bəzi dalğalar Günəşin mərkəzinədək çatır, digərləri isə yolun yarısında sönür. Bu isə, öz növbəsində, Günəşin dərinliklərinin müxtəlif hissələri xassələrinin öyrənilməsinə kömək edir. Müxtəlif dərinliklərə keçə bilən dalğaların öyrənilməsi nəticəsində səs sürətinin dərinlikdən asılılığını qurmaq mümkün olmuşdur! Konveksiya zonasının aşağı sərhədində səs sürətinin kəskin dəyişməsinin olmasını nəzəriyyədən bildiyimizə görə, Günəş konveksiya zonasının harada başlanmasını təyin etmək mümkün oldu. Hazırda bu, helioseysmologiyanın ən mühüm nailiyyətlərindən biri sayılır.

Helioseysmologiyanın öz problemləri də var. Məsələn, Günəş səthinin rəqslərinin səbəbini təyin etmək hələ də mümkün deyil. Hesab edilir ki, rəqslərin ən çox ehtimal olunan mənbəyi qranulyasiyadır: güclü fontan kimi səthə çıxan qızmar plazma selləri hər tərəfə yayılan dalğalar yaradır. Lakin, əslində, bu elə də sadə deyil və nəzəriyyəçilər həmin prosesi hələ məqbul izah edə bilməmişlər. Məsələn, hələ də aydın deyildir ki, niyə bu dalğalar belə dayanıqlıdır və sönmədən Günəşin ətrafına dolana bilir?

Helioseysmologiya üsullarının köməyi ilə Günəşin daxili hissəsinin (nüvəsinin) xarici təbəqələrə nisbətən daha tez fırlanması faktı aşkar edilmişdir. Günəşin qeyri-bərabər fırlanması rəqslərə zəngdə olan çatlar kimi təsir edir. Nəticədə "səs" çox təmiz olmur – mövcud rəqs periodları dəyişir və yeniləri meydana çıxır. Bu isə başqa üsullarla öyrənilməsi hələ mümkün olmayan daxili qatların fırlanmasını tədqiq etməyə imkan verir. Hesab edilir ki, məhz qeyri-bərabər fırlanma nəticəsində Günəş öz maqnit sahəsinə malikdir.

Gözlənilməz və sürətlə inkişaf edən bu yeni elm sahəsi, sanki, diqqəti cəlb etməyən ölçmələrdən – Günəş səthi hərəkətlərinin ölçmələrindən yaranmışdır.

GÜNƏŞ ATMOSFERİ

Yerin atmosferi nəfəs aldığımız hava, bizim üçün adiləşmiş qaz örtüyüdür. Belə örtüklər başqa planetlərdə də var. Ulduzlar tamamilə qazdan ibarətdir, lakin onların xarici qatlarını da atmosfer adlandırırlar. Şüalanmanın, heç olmazsa, bir hissəsinin maneəsiz, yuxarı qatlar tərəfindən udulmadan ətraf fəzaya yayıldığı qatlar xarici qatlar sayılır.

FOTOSFER

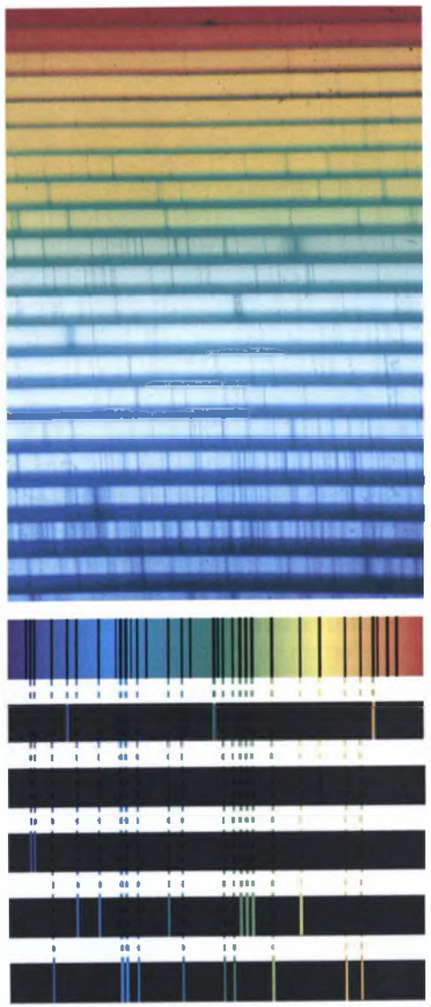
Günəşin atmosferi Günəş diskinin görünən kənarından 200-300 km dərinlikdə başlanır. Atmosferin bu dərin qatları *fotosfer* adlanır. Onların qalınlığı üçmindəbir Günəş radiusunu təşkil etdiyinə görə fotosferi hərdən şərti olaraq Günəşin səthi adlandırırlar.

Fotosferdə qazın sıxlığı Yerin stratosferindəki kimidir və Yerin səthindəkindən yüz dəfələrlə azdır. Fotosferin temperaturu 300 km dərinlikdə 8000 K-dən yuxarı qatlarda 4000 K-dək azalır. Şüalanması bizə çatan orta qatın temperaturu isə 6000 K-nə yaxındır.

Belə şəraitdə, demək olar ki, bütün qaz molekulları sərbəst atomlara ayrılır. Yalnız fotosferin ən yüksək qatlarında nisbətən az miqdarda H_2, OH, CH tipli sadə molekul və radikallar saxlanılır.

Günəş atmosferində xüsusi rol oynayan və Yer təbiətində rast gəlinməyən ikielektronlu proton hidrogenin mənfi ionudur. Bu qeyri-adi birləşmə fotosferin ən "soyuq" nazik üst qatında neytral hidrogen atomunun üstünə mənfi yüklü sərbəst elektronların "yapışması" nəticəsində yaranır. Sərbəst elektronlar isə asanlıqla ionlaşan kalsium, natrium, maqnezium, dəmir və digər metallardan ayrılır. Mənfi hidrogen ionu yarandıqda görünən işığın çox hissəsini şüalandırır. Həmin bu işıq ionlar tərəfindən xəsisliklə udulur və buna görə dərinə getdikcə atmosferin qeyri-şəffaflığı çox tez artır. Buna görə də biz Günəşin görünən kənarını çox aydın görürük.

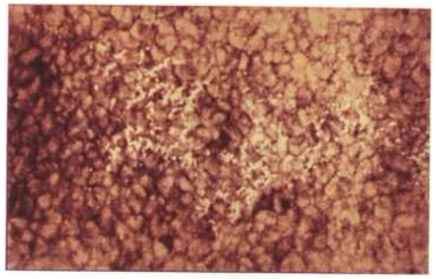
Günəş haqqında bütün bildiklərimiz, demək olar ki, onun spektrinin göy qurşağı təbiətli rəngbərəng zolaqlarının öyrənilməsinə əsaslanmışdır. İlk dəfə Nyuton Günəş şüasının qabağına prizmanı qoyaraq bu zolaqları almış və qışqırmışdır: "Spektrum!" (*lat.* spectrum – "görüntü"). Az sonra Günəşin spektrində tünd xətlər aşkarlanmış və bunları rənglərin sərhədi hesab etmişlər. 1815-ci ildə alman fiziki Jozef Fraunhofer ilk dəfə olaraq Günəş spektrindəki bu xətlərin ətraflı izahını vermişdir. Bu xətlər onun adı ilə adlandırılmışdır. Sonradan məlum olmuşdur ki, Fraunhofer xətləri müxtəlif maddələrin atomları tərəfindən güclü udulan spektrin ensiz



Günəş spektri. Yuxarıda – spektrin ümumi görünüşü (münasiblik üçün hissələrə bölünmüşdür); aşağıda – Günəş spektri xətlərinin vəziyyətləri ilə müxtəlif kimyəvi elementlərin xətləri arasında uyğunluq.

hissələrinə aiddir ("Görünən işığın təhlili" məqaləsinə bax).

Çox böyütmə qabiliyyətinə malik teleskopla fotosferin xırda detallarını müşahidə etmək olar: bütövlükdə bu, tünd cığırlar toru ilə bir-birindən ayrılmış və səpilmiş xırda parlaq dənəciklərə – qranullara bənzəyir. Qranulyasiya üzə çıxan isti qaz axınının və aşağı enən soyuq qaz axınının qarışmasının nəticəsidir. Üst qatlarda onlar arasındakı temperatur fərqi müqayisə olunacaq dərəcədə çox

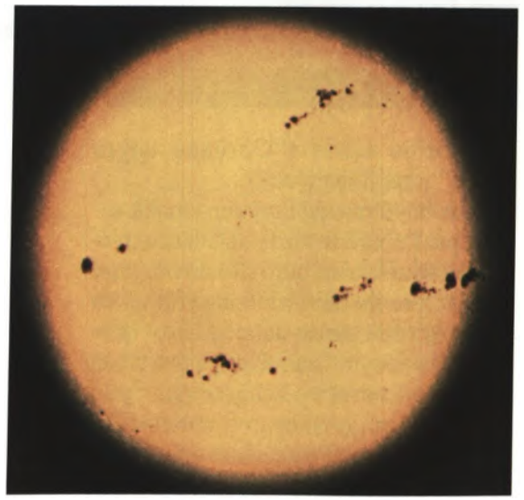


Günəş qranulyasiyası.

deyil (200-300 K), dərinlikdə isə konvektiv zonada bu fərq çoxdur və qarışma daha intensiv gedir. Günəşin xarici qatlarında konveksiya böyük rol oynayır və atmosferin ümumi strukturunu təyin edir. Son nəticədə konveksiya Günəş maqnit sahələrinin mürəkkəb əlaqəsi nəticəsində onun fəallığının müxtəlif törəmələrinin yaranmasına səbəb olur.

Maqnit sahələri Günəşdəki bütün proseslərdə iştirak edir. Arabir Günəş atmosferinin böyük olmayan bir hissəsində konsentrasiya olunmuş və Yerin maqnit sahəsindən min dəfələrlə güclü maqnit sahəsi yaranır. İonlaşmış plazma yaxşı keçirici olduğuna görə güclü maqnit sahəsinin induksiya xətlərinə perpendikulyar hərəkət edə bilmir. Buna görə də belə yerlərdə qarışma və isti qatların aşağıdan yuxarı qalxması tormozlanır və tutqun oblast – Günəş ləkəsi yaranır. Gözqamaşdırıcı fotosferin fonunda bunlar qara ləkə kimi görünür, əslində isə onların parlaqlığı cəmi 10 dəfə zəifdir.

Günəşdə ləkələr.



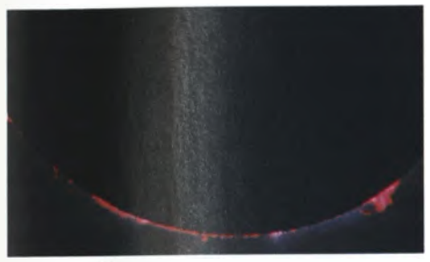
Zaman keçdikcə ləkələrin ölçüləri və forması çox dəyişir. Çətin ayırd edilə bilən nöqtə kimi yaranan ləkə getdikcə böyüyür və ölçüsü onlarca min km-ə çatır. İri ləkələr, bir qayda olaraq, tutqun hissədən (nüvədən) və strukturu ləkəyə burulğan görkəmi verən nisbətən tutqun yarımkölgədən ibarətdir. Ləkələr fotosferin məşəl və ya məşəl sahələri adlanan daha parlaq hissələri ilə əhatə olunur.

Fotosfer tədricən Günəş atmosferinin daha seyrəkləşmiş xarici qatlarına – xromosferə və taca keçir.

XROMOSFER

Xromosfer (*yun.* "rəng sferası") qırmızımtıl-bənövşəyi rənginə görə belə adlandırılmışdır. O, tam Günəş tutulması zamanı Günəşin qabağını yenicə kəsmiş qara Ay diskinin ətrafında parlaq üzük şəklində görünür. Xromosfer çox qeyriyekcinsdir və ona yanan ot görkəmi verən daralmış uzunsov dilciklərdən (*spikullardan*) ibarətdir. Bu xromosfer şırnaqlarının temperaturu fotosferdəkindən 2-3 dəfə yüksəkdir, sıxlığı isə yüz min dəfələrlə azdır. Xromosferin ümumi uzunluğu 10-15 min km-dir.

Xromosferdə temperaturun artması konvektiv zonadan bura daxil olan maqnit sahələri və yayılan dalğalar ilə izah olunur. Maddə təxminən nəhəng mikrodalğalı sobada qızdığı kimi qızır. Zərrəciklərin istilik hərəkət sürəti artır, aralarında toqquşmalar tezləşir, atomlar öz xarici elektronlarını itirir: maddə ionlaşmış isti plazmaya çevrilir. Həmin fiziki proseslər Günəş atmosferinin xromosferdən yuxarıda yerləşən ən xarici qatlarının qeyri-adi yüksək temperaturunu da tənzimləyir.



Tutulmalar zamanı (xüsusi spektral cihazların köməyilə isə tutulmaları gözləmədən) Günəşin səthi üzərində tez-tez xromosfer maddəsindən yaranmış qəribə formalı "fontanlar", "buludlar", "çuxurlar", "kollar", "tağlar" və s. görmək mümkündür. Onlar xromosferə axan və ya ondan axan, on və yüz min km-lərlə hündürlüyə qalxan rəvan əyilmiş şırnaqlarla əhatə olunmuş şəkildə hərəkətsiz olur və yaxud yavaş-yavaş dəyişir. Bu, Günəş atmosferinin ən nəhəng ünsürlərindən olan *protuberanslardır*. Hidrogen atomlarının şüalanmasını qırmızı spektral xətdə müşahidə etdikdə Günəş diskinin fonunda bunlar tutqun, uzun və əyilmiş liflərə bənzəyir.

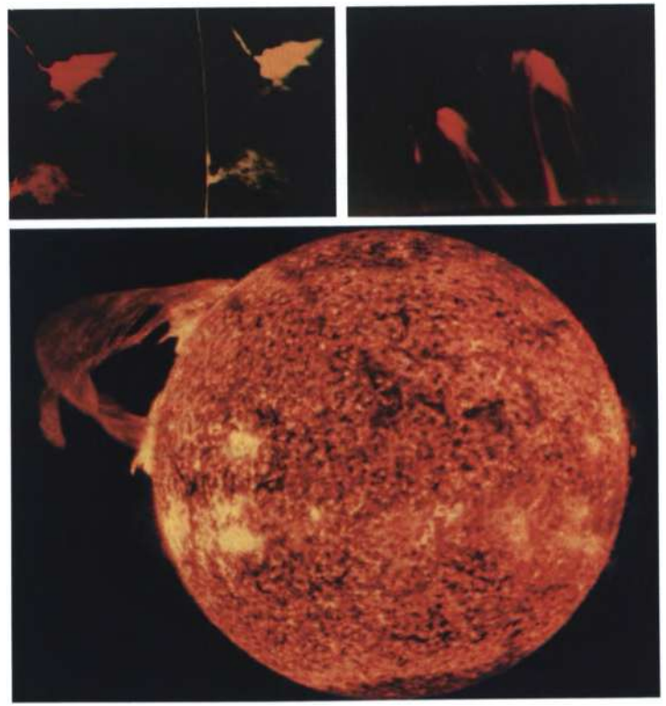
Protuberanslar təxminən xromosferdə olan sıxlıq və temperatura malikdir. Amma onlar xromosferin üzərində yerləşir, daha hündür və çox seyrəlmiş Günəş atmosferi qatları ilə əhatə olunmuşdur. Protuberanslar xromosferin üzərinə düşmür, çünki onların maddəsi Günəşin fəal oblastlarının maqnit sahələri tərəfindən saxlanılır.

İlk dəfə olaraq tutulmadan kənar protuberansların spektrini fransız astronomu Pyer Jansen və onun ingilis həmkarı Jozef Lokyer 1868-ci ildə müşahidə etmişlər. Spektroskopun yarığını elə yerləşdirirlər ki, o Günəşin kənarı ilə kəsişsin və əgər yaxınlıqda protuberans yerləşirsə, onun şüalanmasının spektrini almaq mümkündür. Yarığı protuberansın və ya xromosferin müxtəlif hissələrinə yönəldərək, onları hissə-hissə öyrənmək mümkündür. Protuberansın spektri, xromosferin spektri kimi, əsasən, hidrogenin, heliumun və kalsiumun parlaq xətlərindən ibarətdir. Digər kimyəvi elementlərin şüalanma xətləri də mövcuddur, lakin daha zəifdir.

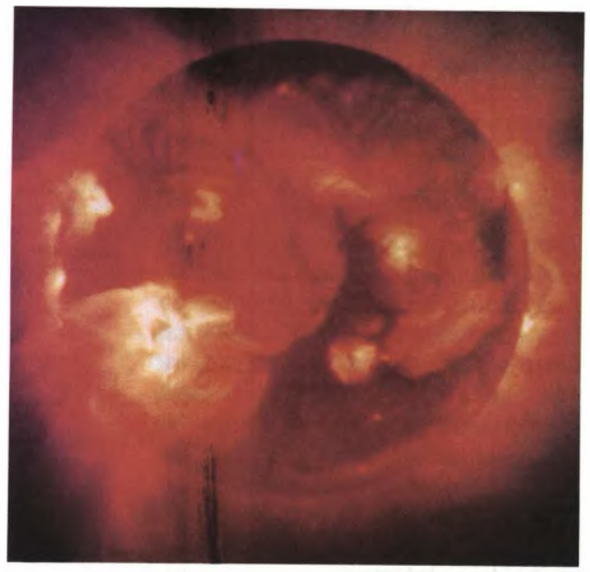
Bəzi protuberanslar uzun müddət dəyişməz qalır, qəflətən parlayır və maddə yüzlərlə km/san sürətilə planetlərarası fəzaya atılır. Xromosferin görünüşü də tez-tez dəyişir və bu onu təşkil edən qazların dayanmadan hərəkətinə işarə edir. Hərdən Günəş atmosferinin kiçik sahələrində partlayışa bənzər nəsə baş verir. Bunlar *xromosfer alışmalarıdır*. Onlar, adətən, on dəqiqələrlə davam edir. Hidrogen, helium, ionlaşmış kalsium və bəzi digər elementlərin spektral xətlərində alışmalar zamanı xromosferin ayrıca sahəsinin qəflətən işıqlanması on dəfələrlə artır. Ultrabənövşəyi və rent-

◂ Tam Günəş tutulması zamanı müşahidə edilən Günəş xromosferi.

Günəş protuberansları.



Ultrabənövşəyi şüalarda protuberans.



Günəş rentgen şüalarında. Ən parlaq yerlər – Günəş fəallığının təzahürü rayonlarıdır.

gen şüalanması xüsusilə çox artır: hərdən onun gücü alışmayadək spektrin bu qısadalğalı oblastında Günəşin şüalanmasının ümumi gücündən bir neçə dəfə çoxdur.

Ləkələr, məşəllər, protuberanslar, xromosfer alışmaları – bütün bunlar *Günəş fəallığının* təzahürləridir. Fəallıq artdıqca Günəşdə bu törəmələrin sayı çoxalır.

TAC

Fotosferdən və xromosferdən fərqli olaraq, Günəş atmosferinin ən xarici hissəsi olan *tac* çox böyük ölçüyə malikdir: on milyonlarla km uzanıb gedir ki, bu da bir neçə Günəş radiusuna uyğun gəlir, onun zəif davamı isə daha uzaqlara gedib çatır.

Günəş tacında maddənin sıxlığı hündürlük artdıqca Yerin atmosferində havanın sıxlığına nisbətən xeyli ləng azalır. Yuxarı qalxdıqca havanın sıxlığının azalması Yerin cazibəsi ilə müəyyən olunur. Günəşin səthində ağırlıq qüvvəsi qatqat çoxdur və düşünmək olar ki, onun atmosferi çox hündür olmamalı idi. Əslində isə o inanılmaz qədər genişdir. Deməli, hansısa qüvvələr var ki, onlar Günəşin cazibə qüvvəsinə əks-təsir göstərir. Bu qüvvələr tacda 1-2 mln dərəcəyə qədər qızdırılmış atom və elektronların yüksək hərəkət sürətləri ilə əlaqədardır.

Tam Günəş tutulması zamanı tacı daha yaxşı müşahidə etmək olur. Doğrudur, tutulmanın davam etdiyi bir neçə dəqiqə ərzində tacın nəinki ayrıca detallarını, hətta ümumi görünüşünü belə çəkmək çox çətindir. Müşahidəçinin gözü qəflətən düşmüş alaqaranlığa alışmağa başlar-başlamaz, Ayın kənarından görünən parlaq Günəş şüası artıq tutulmanın başa çatmasından xəbər verir. Buna görə də çox vaxt təcrübəli müşahidəçilər tərəfindən eyni Günəş tutulması zamanı tacın çəkilmiş rəsmləri bir-birindən olduqca fərqlənirdi. Hətta onun rəngini dəqiq təyin etmək belə olmurdu.

Fotoqrafiyanın ixtira olunması astronomlara obyektiv və sənədli tədqiqat üsulunu verdi. Lakin tacın yaxşı fotoşəklini almaq asan deyil. İş burasındadır ki, onun Günəşə yaxın və daxili tac adlanan hissəsi nisbətən parlaqdır, halbuki uzaqlara uzanıb gedən xarici tac çox solğun parıltıya malikdir. Buna görə də fotoşəkillərdə xarici tac yaxşı göründüyü halda, daxili tac çox saxlanmış olur, daxili tacın detallarının göründüyü şəkillərdə isə xarici tac əsla ayırd edilmir. Bu çətinliyi aradan qaldırmaq üçün tutulma vaxtı, adətən, tacın eyni zamanda bir neçə şəklini böyük və kiçik ekspozisiyalarla çəkməyə çalışır və yaxud tacın şəklini çəkərkən fotolövhənin qabağına tacın parlaq daxili hissələrinin işıqlığını azaldan xüsusi "radial" süzgəc yerləşdirirlər. Belə fotoşəkillərdə bir çox Günəş radiusu məsafəsinədək tacın strukturunu izləmək mümkündür.

Artıq ilk uğurlu fotoşəkillər tacda çoxsaylı detalları: tac şüalarını, müxtəlif "qövsləri", "şlemləri" və fəal oblastlarla müntəzəm əlaqədar olan başqa mürəkkəb törəmələri aşkarlamağa imkan vermişdir. Tacın əsas xüsusiyyəti şüalı strukturlu olmasıdır. Tac şüaları ən müxtəlif formalara malikdir: bəzən onlar qısa, bəzən uzundur, hərdən isə düz və ya çox əyri şüalar olur.

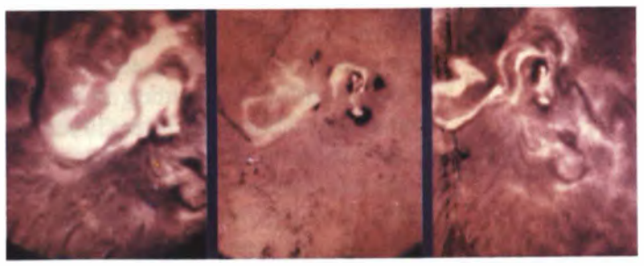
Hələ 1897-ci ildə Pulkovo astronomu Aleksey Pavloviç Qanski Günəş tacının ümumi görünüşünün vaxtaşırı dəyişdiyini aşkar etmişdir. Məlum olmuşdur ki, bu, Günəş fəallığının 11 illik tsikli ilə bağlıdır.

Günəş tacının forması, eləcə də ümumi parlaqlığı 11 illik periodla dəyişir. Günəş ləkələrinin maksimumu dövründə o nisbətən dairəvi formada olur. Düz və Günəş radiusu boyunca istiqamətlənən tac şüaları həm Günəş ekvatorunda, həm də qütb oblastlarında müşahidə olunur. Ləkələr az olduqda isə tac şüaları yalnız ekvatorial və 30-40° orta enliklərdə yaranır. Tacın forması uzadılmış olur. Qütblərdə xarakterik olan qütb fırçaları adlanan qısa şüalar əmələ gəlir. Bununla belə, tacın ümumi parlaqlığı azalır. Tacın bu maraqlı xüsusiyyəti, görünür, ləkəyaranma zonasının 11 illik tsikl ərzində öz yerini dəyişməsi ilə bağlıdır. Minimumdan sonra ləkələr ekvatordan hər iki tərəfdən 30-40° enliklərdə yaranmağa başlayır. Sonra isə ləkəyaranma zonası ekvatora tərəf enir.

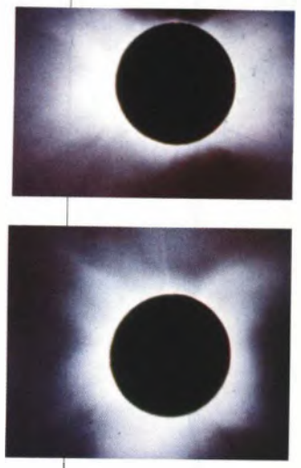
Dəqiq tədqiqatlar tacın strukturu ilə Günəş atmosferinin ayrı-ayrı ünsürləri arasında məlum əlaqə olmasını aşkar etmişdir. Məsələn, ləkələrin və məşəllərin üstündə, adətən, parlaq və düz tac şüaları müşahidə olunur. Qonşu şüalar da bunlara tərəf əyilir. Tac şüalarının əsasında xromosferin parlaqlığı artır. Bu oblastı, adətən, həyəcanlanmış adlandırırlar. O, ətrafdakı həyəcanlanmamış oblastdan isti və daha sıxdır. Ləkələrin üstündə tacda mürəkkəb parlaq ünsürlər olur. Protuberanslar da tez-tez tac maddəsindən olan örtüklərlə əhatə olunur. Tac nadir təbii bir laboratoriyadır ki, orada maddəni Yerdə mümkün olmayan ən müxtəlif şəraitdə müşahidə etmək olar.

XIX əsrin sonları və XX əsrin əvvəllərində, hələ plazma fizikası yaranmamışdan, tacın müşahidə olunan xüsusiyyətləri izah oluna bilməyən tapmaca kimi görünürdü. Belə ki, rənginə görə tac Günəşə çox bənzəyir və elə bil ki, onun işığı güzgüdə əks olunur. Lakin bununla belə, daxili tacda Günəşin spektri üçün səciyyəvi fraunhofer xətləri yox olur və yalnız Günəşdən uzaqda xarici tacda yenidən, amma çox zəif görünür. Bundan başqa, tacın işığı polyarlaşmışdır: işıq dalğalarının rəqs etdiyi müstəvilər, əsasən, Günəş diskinə toxunmuş olur. Günəşdən uzaqlaşdıqca polyarlaşmış şüaların payı əvvəlcə artır (təxminən 50%-ə qədər), sonra isə azalır. Nəhayət, tacın spektrində parlaq emissiya xətləri görünür. Bu xətləri, təxminən XX əsrin ortalarına qədər, məlum kimyəvi elementlərin heç birinin köməyi ilə eyniləşdirmək mümkün olmadı.

Məlum oldu ki, tacın bütün bu xüsusiyyətlərinin əsas səbəbi çox seyrək qazın yüksək temperaturudur. 1 milyon dərəcədən yuxarı temperaturda hidrogen atomunun orta sürəti 100 km/san-dən çox, sərbəst elektronların sürəti isə bundan 40 dəfə artıq olur. Belə sürətlərdə maddənin çox seyrək olduğuna baxmayaraq (1 sm^3-də cəmi 100 mln zərrəcik; bu, Yerdə olan havadan 100 mlrd dəfə



Günəşdə xromosfer alışma (ardıcıl çəkilmiş fotoşəkillər).



Günəşin fəallığından asılı olaraq tacın görünüşü. Gərilmiş tac sakit Günəşə uyğun gəlir (fəallıq minimumu).

seyrəkdir!), atomlar tez-tez elektronlarla toqquşur. Elektron zərbələri o qədər güclü olur ki, yüngül elementlərin atomları öz elektronlarını tamamilə itirir və yalnız "çılpaq" nüvələri qalır. Nisbətən ağır atomlar isə yalnız dərin qatlardakı elektronlarını saxlayaraq, yüksək dərəcədə ionlaşmış hala keçir.

Beləliklə, tac qazı yüksək ionlaşmış plazmadır; o müxtəlif kimyəvi elementlərin müsbət yüklü ionlardan, bir o qədər də hidrogen, helium və daha ağır atomların ionlaşması nəticəsində yaranan sərbəst elektronlardan ibarətdir. Belə bir qazda əsas rolu mütəhərrik elektronlar oynadığı üçün və orada eyni sayda müsbət yüklü ionların da mövcud olduğuna baxmayaraq, onu çox vaxt elektron qazı adlandırırlar, hərçənd, bununla bərabər, müsbət ionların elə bir miqdarda olması nəzərdə tutulur ki, o bütövlükdə plazmanın neytrallığını tamamilə təmin etmiş olsun.

Tacın ağ rəngi adi Günəş işığının sərbəst elektronlarda səpilməsi ilə izah olunur. Onlar səpilmə zamanı öz enerjisini sərf etmir: işıq dalğası ilə eyni taktda rəqs edərək, yalnız səpilən işığın istiqamətini dəyişməklə onu polyarlaşdırır. Spektrdə müəmmalı parlaq xətləri isə yalnız çox seyrək şəraitdə əmələ gələn yüksək ionlaşmış dəmir, arqon, nikel, kalsium və başqa elementlərin qeyri-adi şüalanması doğurmuşdur. Nəhayət, xarici tacdakı udulma xətlərini ulduzlararası mühitdə olan toz zərrəciklərində Günəş işığının səpilməsi doğurmuşdur. Daxili tacın spektrində xətlərin olmaması isə onunla əlaqədardır ki, yüksək sürətlə hərəkət edən elektronlarda səpilən bütün işıq kvantları o qədər mühüm tezlik dəyişmələrinə məruz qalır ki, hətta Günəş spektrinin güclü fraunhofer xətləri tamamilə "yuyulur".

Beləliklə, Günəş tacı onun atmosferinin ən xarici, ən seyrək və ən qaynar hissəsidir. Əlavə etmək olar ki, bu, Günəşin bizə ən yaxın olan hissəsidir: sən demə, o, daim hərəkətdə olan plazma axını – *Günəş küləyi* şəklində Günəşdən çox uzaqlara gedib çıxır. Yerin ətrafında onun orta sürəti 400–500 km/san-dir, hərdən isə, demək olar, 1000 km/san-yə çatır. Yupiter və Saturn orbitlərinin hüdudlarından çox-çox uzaqlara yayılan Günəş küləyi daha çox seyrək ulduzlararası mühitlə həmsərhəd olan nəhəng *heliosferanı* əmələ gətirir.

Faktik olaraq biz Günəş tacının əhatəsində yaşayırıq, hərçənd onun zərərli radiasiyasından Yerin maqnit sahəsi şəklində etibarlı sipərlə müdafiə olunuruq. Günəş tacı vasitəsilə Günəş fəallığı Yerdə baş verən bir çox geofiziki proseslərə təsir edir.

GÜNƏŞ YERƏ NECƏ TƏSİR EDİR

Günəş bizim planeti işıqlandırır, qızdırır və bunsuz Yerdə nəinki insanın, hətta mikroorqanizmlərin həyatı da mümkün olmazdı. Günəş Yerdə baş verən proseslərin başlıca (amma heç də yeganə olmayan) mühərrikidir. Yer Günəşdən təkcə istilik və işıq almır. Günəş şüalanmasının müxtəlif növləri və zərrəciklər seli Yerdəki həyata daim təsir göstərir.

Günəş Yerə çoxkilometrlik radiodalğalardan tutmuş qamma-şüalara qədər spektrin bütün sahələrini əhatə edən elektromaqnit dalğaları göndərir. Bundan başqa, Yer ətrafına müxtəlif, həm yüksək (Günəş kosmik şüaları), həm də aşağı və orta (Günəş küləyi selləri, alışmadan olan atılmalar) enerji yüklü zərrəciklər gəlib çatır. Nəhayət, Günəş elementar zərrəciklərin – neytrinonun güclü selini də göndərir. Lakin bu sonuncuların Yer proseslərinə təsiri həddən ziyadə azdır: Yer küresi bu zərrəciklər üçün şəffafdır və onlar Yerin içindən sərbəst keçə bilir.

Yüklü zərrəciklərin yalnız çox kiçik bir hissəsi planetlərarası fəzadan Yer atmosferinə daxil olur (qalanlarını geomaqnit sahə əks etdirir və ya tutub saxlayır). Lakin onların enerjisi kifayət edir ki, qütb parıltıları yaratsın və bizim planetin maqnit sahəsini həyəcanlandırsın.

GÜNƏŞ İŞIĞININ ENERJİSİ

Elektromaqnit şüalanması Yer atmosferində ciddi seçimə məruz qalır. O yalnız görünən işıq, yaxın ultrabənövşəyi və infraqırmızı şüalanmalar, həmçinin nisbətən dar diapazonda (santimetrlikdən metrlik diapazonlaradək) olan radiodalğalar üçün şəffafdır. Yerdə qalan şüalanma atmosfer tərəfindən ya əks olunur, ya da udulur, onun yuxarı qatlarını qızdırır və ionlaşdırır.

Rentgen və sərt ultrabənövşəyi şüaların udulması 300–350 km hündürlükdə başlanır; kosmosdan gələn ən uzun radiodalğalar da məhz bu hündürlüklərdə əks olunur. Günəş rentgen şüalanmasının güclü xromosfer coşmaları zamanı rentgen kvantları Yer səthindən 80–100 km hündürlüklərə qədər nüfuz edir, atmosferi ionlaşdırır və qısa dalğalarda rabiteni pozur.

Yumşaq (uzundalğalı) ultrabənövşəyi şüalanma daha dərinliklərə nüfuz etməyə qadirdir və 30–35 km hündürlükdə udulur. Burada ultrabənövşəyi kvantlar oksigen molekulunu (O_2) atomlara bölür (dissosiasiya edir) və ozon (O_3) yaradır. Beləliklə, ultrabənövşəyi şüalanma üçün qeyri-şəffaf olan və Yerdəki həyatı öldürücü şüalardan qoruyan "ozon ekranı" yaradılır. Uzundalğalı ultrabənövşəyi şüalanmanın udulmayan hissəsi Yer səthinə qədər gəlib çatır. Məhz bu şüalar insanlarda dərinin qaralmasına səbəb olur və hətta uzun müddət Günəş altında olduqda dəri yanıqları yaradır.

Görünən diapazonda şüalanma zəif udulur. Lakin o, buludlar olmadıqda belə, səpilir və onun bir hissəsi planetlərarası fəzaya qayıdır. Su damcıları və bərk zərrəciklərdən ibarət buludlar Günəş şüalanmasının əks olunmasını nəzərəçarpacaq dərəcədə gücləndirir. Nəticədə planetin səthinə Yer atmosferinin sərhədinə düşən işığın təqribən yarısı gəlib çatır.

Yer atmosferinin sərhədində Günəş şüalarına perpendikulyar olan 1 m^2 sahəyə malik səthə düşən Günəş enerjisinin miqdarına *Günəş sabiti* deyilir. Onu Yerdən ölçmək çətindir və bu səbəbdən kosmik tədqiqatların başlanğıcına qədər tapılmış qiymətləri həddən artıq təqribi idi. Böyük olmayan rəqslər (əgər onlar, həqiqətən, mövcud idisə) ölçmələrin qeyri-dəqiqliyi içərisində "itib-batırdı". Yalnız Günəş sabitinin təyini üzrə xüsusi kosmik proqramın həyata keçirilməsi onun etibarlı qiymətini tapmağa imkan verdi. Son məlumatlara görə, qiymət 0,5% dəqiqliyi ilə 1370 Vt/m^2-dir. 0,2%-dən artıq olan rəqslər ölçmələr zamanı aşkarlanmayıb.

Yerdə şüalanma quru və okean tərəfindən udulur. Qızmış Yer səthi, öz növbəsində, uzundalğalı infraqırmızı oblastda şüalandırır. Bu cür şüalanma üçün atmosferin azot və oksigeni şəffafdır. Lakin o, su buxarı və karbon qazı tərəfindən güclü surətdə udulur. Bu kiçik tərkiblərin sayəsində hava örtüyü istini saxlayır. Atmosferin *şitillik effektinin* mahiyyəti elə bundadır. Günəş enerjisinin Yerə gəlməsi və onun planetdə itkiləri arasında tarazlıq mövcuddur: nə qədər daxil olursa, bir o qədər də sərf edilir. Əks halda, Yer səthinin temperaturu atmosferlə birlikdə ya daim qalxmalı, ya da aşağı düşməli idi.



GÜNƏŞ KÜLƏYİ VƏ PLANETLƏRARASI MAQNİT SAHƏLƏRİ

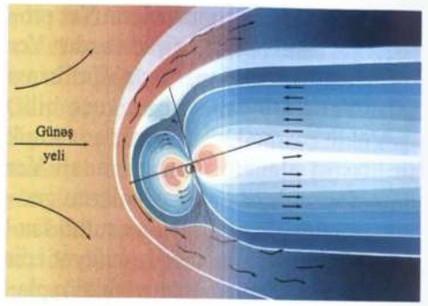
XX əsrin 50-ci illərinin sonunda Amerika astrofiziki Yucin Parker belə bir qənaətə gəldi ki, Günəş tacında olan qaz yüksək temperatura malik olduğundan və Günəşdən uzaqlaşdıqca saxlandığından o, fasiləsiz olaraq genişlənməli və Günəş sistemini doldurmalıdır. Sovet və amerikan kosmik aparatlarının köməyi ilə alınan nəticələr Parker nəzəriyyəsinin düzgünlüyünü təsdiq etdi.

Planetlərarası fəzada, həqiqətən də, Günəşdən istiqamətlənmiş və *Günəş küləyi* adını almış maddə seli axmaqdadır. O, genişlənən Günəş tacının davamını xatırladır; onun tərkib hissələri, əsasən, hidrogen atomu nüvələrindən (protonlardan) və helium atomu nüvələrindən (alfa-zərrəciklərdən), habelə elektronlardan ibarətdir. Günəş küləyinin zərrəcikləri saniyədə bir neçə yüz kilometr sürətlə uçur və Günəşdən onlarca astronomik vahid məsafəsinə – Günəş sisteminin planetlərarası mühitinin ulduzlararası seyrək qaza keçdiyi yerə uzaqlaşır. Küləklə birlikdə isə Günəşin maqnit sahələri də planetlərarası fəzaya aparılır.

Günəşin ümumi maqnit sahəsi formaca bir qədər Yerin maqnit induksiya



Maqnit sahəsinin induksiya xətləri boyunca hərəkət edən Günəş küləyi zərrəciklərinin trayektoriyaları. Onun spiralvarı quruluşu Günəşin fırlanmasından asılıdır.



Günəş küləyi tərəfindən deformasiya edilmiş Yer maqnitosferi.

xətlərinə bənzəyir. Lakin Yer sahəsinin qüvvə xətləri ekvator yaxınlığında qapanır və Yerə doğru yönəlmiş yüklü zərrəcikləri buraxmır. Günəş sahəsinin qüvvə xətləri isə, əksinə, ekvatorial oblastda açılmışdır və spiralabənzər formada əyilərək, planetlərarası fəzaya dartılır. Bu onunla izah olunur ki, qüvvə xətləri öz oxu ətrafında fırlanan Günəşlə bağlı şəkildə qalır. Günəş küləyi ona "calanmış" maqnit sahəsi ilə birlikdə kometaların qaz "quyruqlarını" formalaşdıraraq, onları Günəşdən əks tərəfə yönəldir . Öz yolu üstündə Yerlə qarşılaşan Günəş küləyi onun maqnitosferini güclü surətdə deformasiya edir və nəticədə bizim planet yenə də Günəşdən əks tərəfə yönəlmiş uzun maqnit "quyruğuna" malik olur. Yerin maqnit sahəsi onu ağuşuna alan Günəş maddəsi selinə həssas reaksiya verir.

ENERJİLİ ZƏRRƏCİKLƏRLƏ BOMBALANMA

Fasiləsiz olaraq "əsən" Günəş küləyi ilə yanaşı, işıq mənbəyimiz enerjisi 10^6-10^9 elektronvolt (eV) enerjili yüklü zərrəciklərin (əsasən, protonların, helium atomu nüvələrinin və elektronların) da mənbəyidir. Onları *Günəş kosmik şüaları* adlandırırlar. Günəşdən Yerə qədər olan məsafəni (150 mln km) bu zərrəciklərdən ən çox enerjisi olanları cəmi 10-15 dəqiqəyə qət edir. Günəş kosmik şüalarının əsas mənbəyi xromosfer alışmalarıdır.

Müasir təsəvvürlərə görə, alışma fəal zonanın maqnit sahəsində toplanmış enerjinin qəflətən ayrılmasıdır. Günəş səthindən müəyyən hündürlükdə maqnit sahəsi kiçik bir məsafədə qiymət və istiqamətcə kəskin dəyişən bir oblast yaranır. Hər hansı bir anda sahənin qüvvə xətləri qəflətən "yenidən birləşir", onun konfiqurasiyası kəskin şəkildə dəyişir. Bu isə yüklü zərrəciklərin yüksək enerjilərə qədər sürətlənməsi, maddənin qızması və sərt elektromaqnit şüalanmasının meydana çıxması ilə müşayiət olunur. Bu zaman yüksək enerjili zərrəciklərin planetlərarası fəzaya atılması baş verir və radiodiapazonda güclü şüalanma müşahidə olunur.

Alimlərin alışmanın "başvermə prinsipini" düzgün başa düşdüklərinə baxmayaraq, alışmanın dolğun nəzəriyyəsi hələ də mövcud deyildir.

Alışmalar Günəşdə, daha doğrusu, onun xromosferində müşahidə olunan ən güclü partlayışabənzər proseslərdir. Onlar cəmi bir neçə dəqiqə davam edə bilər, lakin bu zaman bəzən 10^{25} Coula çatan enerji ayrılır. Bir il ərzində Günəşdən bizim planetin bütün səthinə təqribən bu qədər istilik gəlir.

Sərt rentgen şüalanmasının və Günəş kosmik şüalarının alışmalar zamanı yaranan selləri Yer atmosferinin yuxarı hissələrində və yerətrafı fəzada gedən fiziki proseslərə güclü təsir göstərir. Əgər xüsusi tədbirlər görülməsə, mürəkkəb kosmik cihazlar və Günəş bata-

GÜNƏŞ FƏALLIĞI TSİKLLƏRİ

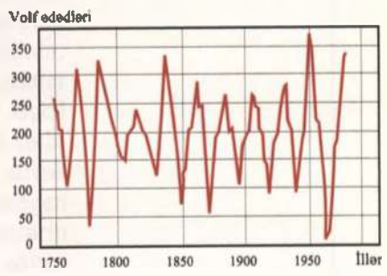
Günəş diskindəki ləkələrin sayı sabit deyil və həm gündən-günə, həm də böyük zaman kəsiklərində dəyişir. Günəş ləkələrinin 17 il ərzində sistemli müşahidəsini aparan alman həvəskar astronomu Henrix Şvabe qeyd etmişdi ki, ləkələrin sayı maksimumdan minimuma doğru azalır, sonra isə təqribən 10 illik bir müddət ərzində maksimal qiymətə qədər artır. Bu zaman maksimumda Günəş diskində 100 və daha çox ləkə görmək olar, minimumda isə cəmi bir neçə ləkə müşahidə olunur. Bəzən isə bütöv həftə ərzində bir ləkə belə görünmür. Öz kəşfi haqqında məlumatı Şvabe 1843-cü ildə dərc etdirdi.

İsveçrə astronomu Rudolf Volf dəqiqləşdirdi ki, ləkələrin sayının orta dəyişmə periodu 10 yox, 11 ildir. O, Günəşin fəallığını kəmiyyətcə qiymətləndirmək üçün şərti ölçü parametri təklif etdi (o vaxtdan *Volf ədədi* adlanır). Volf ədədi Günəşdəki ləkələrin ümumi sayı (f) və ləkə qruplarının (g) on mislinin cəmi kimi təyin olunur; bu zaman izolə olunmuş tək ləkə də qrup hesab olunur:

$$W = f + 10g.$$

Astronomiya dərsliklərində və populyar kitablarda Günəş fəallığı tsiklini 11 illik adlandırırlar. Lakin Günəş "öz bildiyi" kimi hərəkət edir. Belə ki, son 50 il ərzində maksimumlar arasındakı müddət orta hesabla 10,4 il olmuşdur. Ümumiyyətlə isə adı çəkilən period Günəşin müntəzəm müşahidələri ərzində 7-17 il arasında dəyişmişdir. Bu heç də hamısı deyildir. Teleskopla aparılan tədqiqatların başlandığı dövrdən ləkələrin müşahidələrini araşdıran ingilis astronomu Uolter Maunder 1893-cü ildə belə bir nəticəyə gəldi ki, 1645-ci ildən 1715-ci ilə qədər Günəşdə ümumiyyətlə heç ləkə olmamışdır. Bu nəticə növbəti işlərdə də öz təsdiqini tapdı. Bundan başqa, aydın oldu ki, daha uzaq keçmişlərdə də Günəşdə bu cür hadisələr olmuşdur. Yeri gəlmişkən, axırıncı minillikdə Avropada ən soyuq qış dövrləri "Maunder minimumuna" düşmüşdür.

Bununla Günəş tsikllərinin sürprizləri bitmir. Qrupda aparıcı ləkə (Günəşin fırlanma istiqamətindəki birinci ləkə), adətən, bir polyarlığa (məsələn, şimal), qapayan ləkə isə əks-polyarlığa (cənub) malik olur və bu qayda Günəşin bir yarımkürəsindəki bütün ləkə qrupları üçün yerinə yetirilir. Digər yarımkürədə mənzərə əksinədir: qruplarda aparıcı ləkələr cənub polyarlığına malik olur, qapayanlar isə – şimal polyarlığına. Lakin aydın olub ki, yeni nəsil (növbəti tsikl) ləkələrinin yaranması zamanı aparıcı ləkələrin polyarlığı əksinə dəyişir. Hər tsikldən bir, aparıcı ləkələr əvvəlki polyarlığını əldə edir. Beləliklə, "əsl" Günəş tsikli aparıcı ləkələrin əvvəlki maqnit polyarlığına qayıtması ilə 11 yox, 22 illi əhatə edir (əlbəttə, orta hesabla).



Günəş fəallığının tsikllər.



Qütb parıltısı.

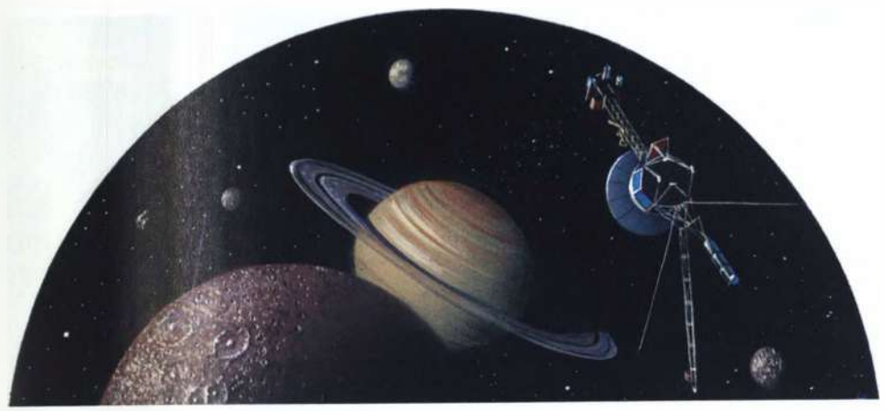
reyaları sıradan çıxa bilər. Hətta orbitdə olan kosmonavtların şüalanması kimi ciddi təhlükə yaranır. Bu səbəbdən müxtəlif ölkələrdə Günəş maqnit sahələrinin ölçülməsi əsasında Günəş alışmalarının elmi surətdə irəlicədən xəbər verilməsi istiqamətində işlər aparılır.

Rentgen şüalanması kimi, Günəş kosmik şüaları da Yerin səthinə çatmır, lakin onun atmosferinin yuxarı qatlarını ionlaşdıra bilər, bu isə uzaq məntəqələr arasında radiorabitənin davamlılığına təsir göstərir. Lakin zərrəciklərin təsiri bununla məhdudlaşmır. Sürətli zərrəciklər Yer atmosferində güclü cərəyanlar yaradır, planetimizin maqnit sahəsinin həyəcanlanmasına gətirib çıxarır və hətta atmosferdə havanın dövranına təsir göstərir.

Atmosferin Günəş zərrəcikləri ilə bombalanmasının ən parlaq və yaddaqalan təzahürü *qütb parıltılarıdır*. Bu, atmosferin yuxarı qatlarında ya səpgili (diffuz) formalara, ya ayrı-ayrı çoxsaylı şüalardan ibarət tac, yaxud pərdə (drapri) görkəminə malik işıqlanmadır. Parıltılar, adətən, qırmızı və ya yaşıl rəngdə olur: atmosferin əsas tərkib hissələri olan oksigen və azot enerjili zərrəciklərlə şüalandığı zaman məhz bu cür işıqlanır. Səssiz yaranan qırmızı və yaşıl zolaq və şüalar, rənglərin səssiz oyunu, tədricən və ya demək olar, dərhal sönən "pərdələr" insanda unudulmaz təəssürat oyadır. Bu cür hadisələr maqnit qütblərindən 10° və 20° enliklər arasında yerləşən qütb parıltıları ovalı boyunca daha yaxşı görünür. Maksimumu Günəş fəallığı dövründə şimal yarımkürəsində oval cənuba doğru sürüşür və parıltıları daha aşağı en dairələrində müşahidə etmək olur.

Qütb parıltılarının tezlik və intensivliyi Günəş tsikline kifayət qədər dəqiq uyğun gəlir: maksimum Günəş fəallığında az-az günlər parıltılarsız ötüşür, minimumda isə onlar aylarla olmaya bilər. Beləliklə, qütb parıltılarının olması və yaxud olmaması Günəş fəallığının heç də pis göstəricisi deyildir. Bu isə keçmişdə, Günəş ləkələrinin müntəzəm müşahidələrinin aparıldığı tarixi dövrdən də əvvəlki illərdə Günəş tsikllərini izləməyə imkan verir.





GÜNƏŞ SİSTEMİNİN PLANETLƏRİ

GÜNƏŞ SİSTEMİ NECƏ QURULMUŞDUR

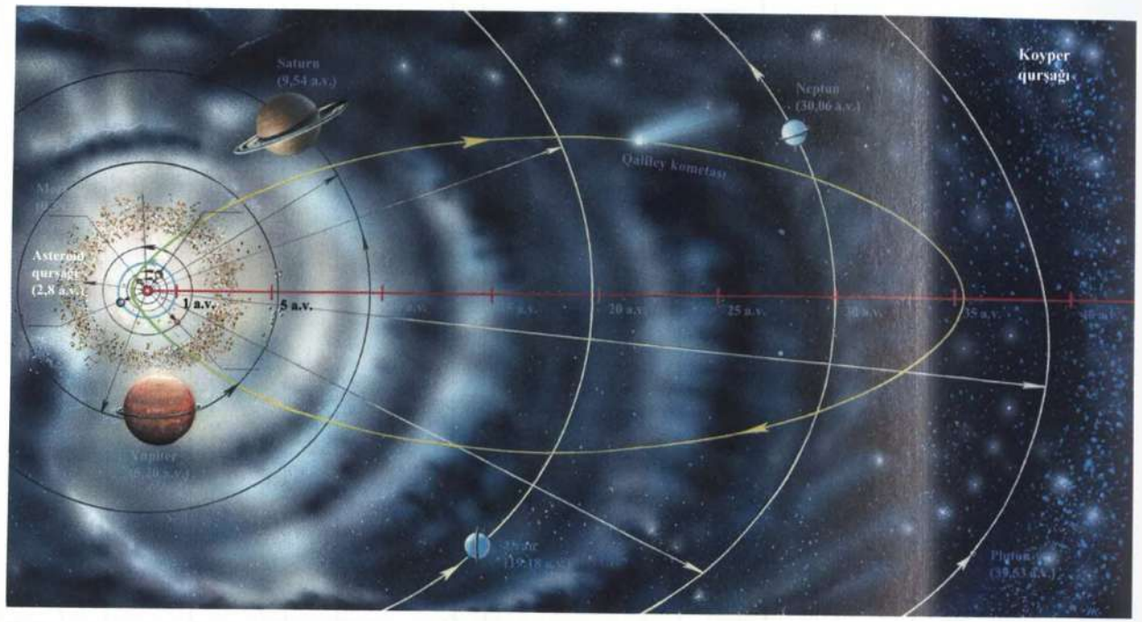
Günəş sistemi qarşılıqlı cazibə qüvvələri vasitəsilə bir-biri ilə sıx əlaqədə olan göy cisimləri sistemidir. Bu sistemə daxildir: mərkəzi cisim – Günəş, 8 böyük planet (doqquzuncu planet sayılan Pluton ölçülərinə və bəzi xassələrinə görə 2006-cı ildən asteroidlər sırasına daxil edilmişdir) və onların peykləri (peyklərin ümumi sayı hal-hazırda 100-dən çoxdur), bir neçə min kiçik planet və ya asteroid (8 mindən çoxu kəşf olunmuş, həqiqi sayı isə daha çoxdur), müşahidə olunmuş bir neçə yüz kometa və saysız-hesabsız meteor cisimləri.

Hələ eramızdan əvvəl, ulduzlardan fərqli olaraq, gecədən-gecəyə yerlərini dəyişən, ulduzlar arasında sayrışan göy cisimləri olduğu məlum idi. Qədim yunanlar bu göy cisimlərinə planet adı vermişlər (*yun.* "planetas" – seyr edən). Planetlərə mifik məna daşıyan adlar verilmişdir: Merkuri (ticarət allahı), Venera (gözəllik ilahəsi), Mars (müharibə allahı), Yupiter (göy – səma allahı), Saturn (vaxt – zaman allahı). Qədim ərəblər bu planetlərə uyğun olaraq Ütarid, Zöhrə, Mərrix, Müştəri, Zühəl adları vermişlər.

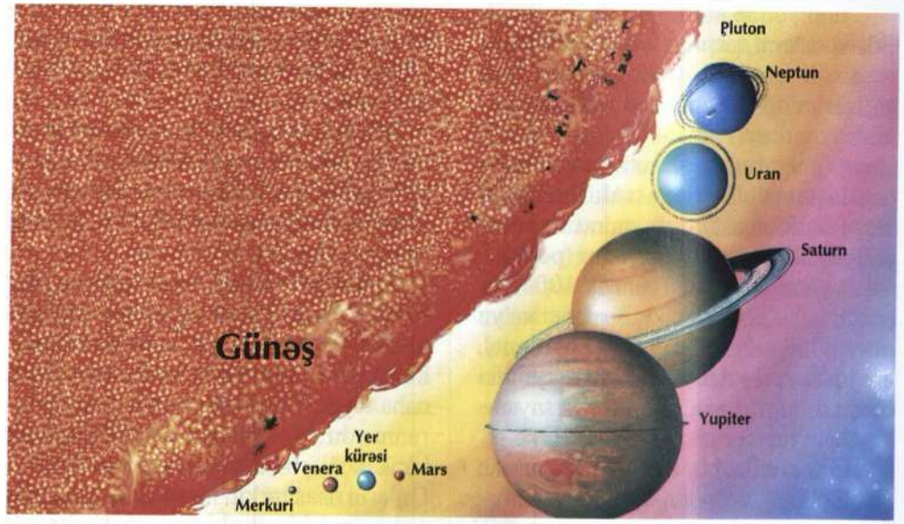
Böyük planetləri iki qrupa bölmək olar. *Yer planeti qrupu*: Merkuri, Venera, Yer və Mars; *Yupiter planeti qrupu* və yaxud *nəhəng planetlər*: Yupiter, Saturn, Uran və Neptun.

Planetlərin fiziki xüsusiyyətlərindəki fərqlər onunla əlaqələndirilir ki, Yer planeti qrupu Günəşə daha yaxın, nəhəng planetlər isə Günəş sisteminin daha soyuq hissəsində (periferiyada) yaranmışdır. Yer planeti qrupu nisbətən kiçik ölçülərə və böyük sıxlığa malikdir. Onların əsas tərkib hissələrini silikatlar (silisium birləşmələri) və dəmir təşkil edir. Nəhəng planetlərin isə bərk səthi yoxdur. Onlar, əsasən, kiçikölçülü nüvədən və qaz-maye halında olan hidrogen və heliumdan ibarətdir. Bu planetlərin atmosferləri tədricən sıxılaraq, rəvan halda maye mantiyaya keçir.

Günəş sisteminin ümumi kütləsinin əsas hissəsi (99,87 %) Günəşin özündə



▲ Günəş sisteminin planı. Günəş və planetlər arasındakı orta məsafə astronomik vahidlərdə göstərilmişdir (1 a.v.= = 149,6 mln km).



▶ Günəş və planetlərin müqayisəli ölçüləri.

cəmləşmişdir. Odur ki, Günəşin cazibəsi sistemin, demək olar, bütün qalan cisimlərinin: planetlərin, kometaların, asteroidlərin, meteor cisimlərinin hərəkətini idarə edir. Ancaq peyklər öz planetləri ətrafında hərəkət edir, bir-birinə yaxınlığı nəticəsində onların cazibəsi Günəşinkindən qüvvətli olur.

Bütün planetlər Günəş ətrafında bir istiqamətdə hərəkət edir. Bu hərəkət düz hərəkət adlanır.

Planetlərin orbitləri formaca dairəvi orbitlərə, orbit müstəviləri isə Günəş sisteminin əsas müstəvisinə (dəyişməz Laplas müstəvisinə) yaxındır. Lakin kütləsi kiçik olduqca planet bu qaydanı bir o qədər çox pozur. Bu, Merkurinin və Plutonun timsalında aydın görünür. Astronomiyada, adətən, planet orbitlərinin ekliptika müstəvisinə (yəni Yer orbitinin müstəvisinə) meyil bucaqları ölçülür.

Planet orbitlərinin formasının dairəvi hərəkətdən fərqi *ekssentrisitet* adlanır. Ekssentrisitet ellipsin fokusları arasındakı məsafənin onun böyük oxunun uzunluğuna nisbətidir. Dairənin ekssentrisiteti sıfıra bərabərdir. Ellipslərin ekssentrisiteti sıfırdan böyük, vahiddən kiçikdir. Parabolanın ekssentrisiteti vahidə bərabər hesab olunur.

Planetlərin Günəşdən məsafələri təqribən həndəsi silsilə şəklində artır (*Tisius-Bode qaydası*):

$$r = 0{,}4 + 0{,}3 \cdot 2^n \text{ (a.v.)},$$

burada Venera üçün n = 0, Yer üçün n = 1, Mars üçün n = 2, Yupiter üçün n = 4 və s. (n = 3 asteroidlər qurşağının vəziyyətinə uyğundur). Lakin Merkuri, Neptun və Pluton bu ardıcıllıqla uyğunlaşmır.

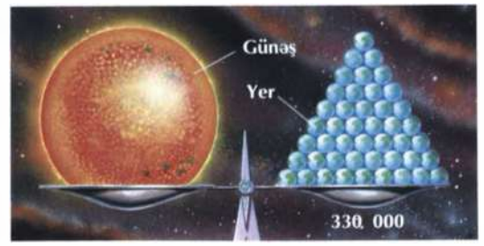
Demək olar, bütün planetlər öz oxu ətrafında da düz istiqamətdə fırlanır. Venera və Uran planetləri istisna təşkil edir (Uran planetinin fırlanma oxu həm də orbit müstəvisinə çox yaxındır).

Peyklərin əksəriyyəti öz planetləri ətrafında, planetlərin fırlandığı istiqamətdə hərəkət edir (belə hərəkət edən peyklər *requlyar peyklər* adlanır), onların orbit müstəviləri isə planetlərin ekvatorial müstəvisinə yaxındır. Tərs hərəkətə yalnız Yupiter planetinin (çox uzaq orbitlərdə yerləşən) dörd xarici peyki – Ananke, Karme, Pasife və Sinope; Saturnun xarici peyki Feba və Neptunun Triton peyki malikdir. Uran planetinin 10 peyki formal olaraq tərs hərəkətə malikdir, lakin planetin öz fırlanma hərəkətini nəzərə alsaq, onların da hərəkəti requlyardır. Ayın orbit müstəvisi, Yerin ekvator müstəvisinə yox, orbit müstəvisinə yaxındır. Yupiterin peykləri Leda, Himaliya, Lisiteya, Elara və Saturnun Yapet peyki planetlərin ekvatorial müstəvisinə nisbətən daha böyük bucaqlar altında (14°-dən 29°-yə qədər) hərəkət edir.

Kiçikkütləli cisimlərə keçdikcə onların ekssentrisiteti və orbitlərin mailliyi artır. Misal üçün, asteroidlərin ekssentrisiteti 0,3-0,5 (bəziləri üçün daha böyük) qiymət arasındadır, meyilləri isə 30°-yə çata bilər. Məlum olan asteroidlər düz hərəkət edir. Kometaların ekssentrisitetləri və meyilləri istənilən qiymətlər ola bilər, bəzi kometalar tərs də hərəkət edə bilər. Günəş sistemi fırlanır, bu fırlanma hərəkəti isə hərəkət miqdarı momenti ilə xarakterizə olunur. Günəş sistemi cisimləri arasında hərəkət miqdarı momentinin paylanması elədir ki, onun izahı xüsusi təhlil tələb edir.

Hər hansı oxun ətrafında, ondan r məsafəsində cisim fırlanırsa və onun ölçüləri r-dən çox-çox kiçikdirsə, onun hərəkət miqdarının anı mvr-ə bərabərdir (m – kütlə, v – sürət, r – məsafə). Söhbət nisbətən böyükkütləli cismin fırlanmasından gedirsə, onda həmin cismi, xəyali olaraq, bir neçə kiçik hissəyə bölmək və hər bir kiçik hissə üçün alınmış qiyməti toplamaq lazımdır. Beləliklə, sistemin hərəkət miqdarı momenti bu sistemi təşkil edən cisimlərin momentlərinin cəminə bərabər olur.

Mexanikanın danılmaz qanununa əsasən sistemin hərəkət miqdarı momenti yalnız xarici təsirlər nəticəsində dəyişə



Günəşin və Yerin kütlələrinin müqayisəsi.

PEYKLƏRİN ADLARI

1610-cu ildə Qalileo Qaliley teleskopda Yupiterin yaxınlığında dörd ulduzcuğun yerdəyişməsini müşahidə edərək müəyyənləşdirmişdir ki, onlar planet ətrafında mərkəzi cisim kimi fırlanır. O, kəşf etdiyi "ulduzcuqları" öz himayədarı, Toskaniyanın böyük hersoqu II Kozimo Mediçinin şərəfinə Mediçi cisimləri adlandırmışdı. Lakin Yupiterin dörd peykini bir-birindən necə fərqləndirmək lazım idi? Onları Günəş ətrafında fırlanan planetlərsayağı adlandırmağa cəhd etdilər: Yupiter Merkurisi, Yupiter Venerası, Yupiter Marsı və Yupiter Yupiteri. Qaliley özü onları, sadəcə, planetdən olan məsafənin artmasını müvafiq surətdə nömrələmişdi – I, II, III və IV.

Elmdə qəbul olunmuş "peyk" terminini 1618-ci ildə İohann Kepler təklif etmişdi. Başqa bir alman astronomu, Yupiterin peyklərinin kəşf olunması prioritetini Qalileyin əlindən almaq niyyətində olan Simon Mari, öz növbəsində, həmin peykləri öz himayədarı, Brandenburq hersoqunun şərəfinə Brandenburq cisimləri adlandırmışdı. 1614-cü ildə nəşr etdirdiyi "Yupiter dünyası" kitabında Mari, həmçinin, Keplerin hər peykə fərdi ad vermək ideyasını xatırlatmışdı: İo, Avropa, Qanimed, Kallisto.

Yunan mifologiyasından götürülmüş bu adların Yupiterə bilavasitə dəxli vardı. Səmaların ali hakimi şahzadələr İo və Avropaya və Arkad nimfası Kallistoya vurulmuşdu. Böyük Ayı bürcü haqqında rəvayətdə deyilir ki, Zevs-Yupiter sevgilisi Kallistonu öz qısqanc arvadı Geranın intiqamından xilas etmək üçün onu ayıya çevirmiş və səmada yerləşdirmişdi. Öz gözəlliyinə görə şahzadə Qanimed Müqəddəs Olimpə aparılmış və orada allahların yanında saqiyə çevrilmişdi.

Marinin kitabı heç də birdən-birə özünə diqqəti cəlb etmədi. Peyklərə sıra nömrələri verməkdə davam edirdilər. Lakin 1789-cu ildə Uilyam Herşel yenidən qurulmuş 40 futluq teleskopunu sınaqdan keçirərkən Saturnun altıncı və yeddinci peyklərini kəşf etdi. Həmin peyklər artıq məlum peyklərə nisbətən planetə daha yaxın idi. Bu hadisə onların işarələnməsinin qəbul edilmiş sistemini çıxılmaz vəziyyətdə qoydu: əgər VI və VII nömrələr, I, II, III, IV və V nömrələrə nisbətən planetə daha yaxın olsa, anlaşılmaz bir şey alınar. Əgər hər dəfə yeni peyklər kəşf olunduqdan sonra bütün nömrələr dəyişilərsə, ağlasığmaz bir qarışıqlıq yaranar!

Məsələ 1847-ci ildə həll olundu: Con Herşel (Uilyam Herşelin oğlu) Saturnun peyklərinə bu allahın qardaş və bacılarının adlarını verdi: Mimas, Entselad, Fetida, Diona, Reya, Titan. Buna görə də 1848-ci ildə Saturnun növbəti peyki aşkar olunduqda ənənənin davam etdirilməsinə görə o, Hiperion adını aldı.

O vaxt isə (təqribən iki yüz əlli il keçdikdən sonra!) Keplerin təklif etdiyi və Simon Marinin əsərində təsvir olunmuş prinsipi xatırlayaraq, Yupiterin peyklərini Zevs-Yupiterlə bağlı olan mifoloji personajların şərəfinə adlandırmaq qərarına gəldilər. Bu ənənə Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının Nomenklatura Komissiyası tərəfindən təsbit olundu. XX əsrin 70-ci illərinin ortalarında komissiya Yupiterin səkkiz xarici peykinin aşağıdakı adlarını təsdiq etdi: Himaliya, Elara, Pasife, Sinope, Lisiteya, Karme, Ananke, Leda. Peykin adındakı "e" sonluğu o deməkdir ki, o, bütün başqa peyklərə nisbətən orbit üzrə əks istiqamətdə hərəkət edir. Peykə ad vermək hüququ onu ilk kəşf edənə məxsusdur, bu şərtlə ki, ümumi ənənəyə riayət olunsun.

bilər. Sistemin elementlərinin bir-biri ilə qarşılıqlı təsiri heç vaxt sistemin hərəkət miqdarı momentini dəyişdirə bilməz.

Günəş sistemi fırlanan qaz-toz buludundan əmələ gəlmişdir. Onun sıxılması nəticəsində mərkəzi sıxlaşma əmələ gəlmiş, sonradan bu sıxlaşma Günəşin əmələ gəlməsinə gətirib çıxarmışdır. Günəşin tərkibinə daxil olan zərrəciklər özləri ilə öz hərəkət miqdarı momentini gətirmişdir. Bu zərrəciklərin fırlanma oxuna tərəf hərəkət etməsini nəzərə alsaq (məsafə kiçildiyi üçün), hərəkət miqdarı momentini saxlaması üçün onların sürəti artmalı idi. Protogünəş və sonradan Günəş özü tədricən daha böyük sürətlə fırlanmalı idi. Misal olaraq, fiquristin fırlanma hərəkəti elementini yerinə yetirməsini göstərmək olar; fırlanma sürətini artırmaq üçün o, əllərini bədəninə sıxır.

Qeyd olunduğu kimi, Günəş özündə Günəş sistemi kütləsinin 99%-ə qədərini cəmləşdirir. Bununla belə, o, sistemin ümumi hərəkət miqdarı momentinin 2%-dən də azına malikdir. Bir neçə onillikdir ki, astronomlar aşağıdakı suala cavab axtarırlar: Günəşin fırlanma sürəti niyə azdır? Hərəkət miqdarı momenti hansı mexanizmlər vasitəsilə Günəş sisteminin daxili sərhədlərindən onun xarici sərhədlərinə ötürülmüşdür?

Belə ötürmənin mexanizmlərindən biri məlumdur: bu, cismin fırlanmasını tormozlayan qabarma sürtünməsidir. Lakin Günəşə planetlərin qabarma təsiri çox kiçik olduğundan o, müşahidə edilən effektə səbəb ola bilməz.

Tormozlamaya gətirib çıxaran başqa bir amil maqnit sahəsidir ("Ulduzlararası maqnit sahələri" məqaləsinə bax). Bu cür izah prinsipial etirazlar doğurmur, lakin Günəş sisteminə tətbiqən problemin konkret həlli bir çox qeyri-müəyyənliklərlə qarşılaşır və hal-hazıradək real təcəssümünü tapmamışdır.

GÜNƏŞ SİSTEMİNİN İLK TƏSVİRİ

Yerin mütəhərrikliyinə heç bir şey mane olmadığına görə mən güman edirəm ki, belə bir məsələni nəzərdən keçirmək lazımdır: o bir neçə hərəkətə malik ola bilməzmi ki, onu planetlərdən biri hesab etmək mümkün olsun. Bütün bunlar çox çətin və hətta, demək olar, düşünmək namümkün olsa da, bir çoxlarının fikrinə rəğmən, əgər Allah imkan versə, biz bunu, heç olmazsa, riyaziyyat elmində naşı olmayan adamlar üçün Günəşdən də aydın edərik.

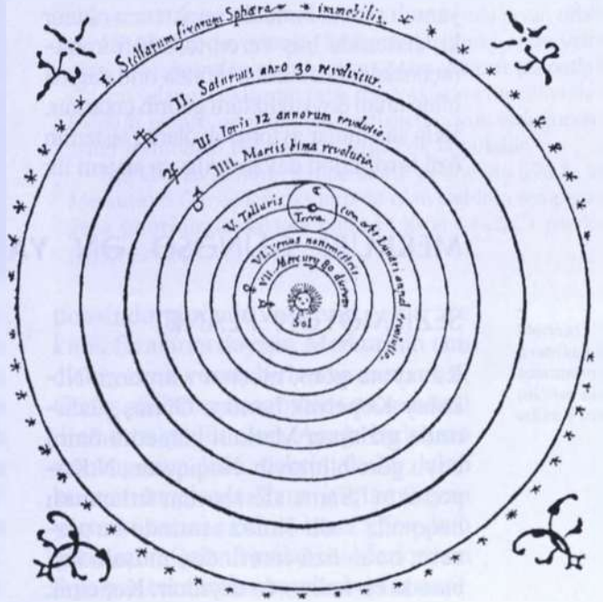
Öz-özünü və hər şeyi, buna görə də hərəkətsiz olanları saxlayan hərəkətsiz ulduzlar sferası hər şeydən birinci və ən yüksək sferadır. O, Kainatın yeridir və bütün qalan cisimlərin hərəkətləri və vəziyyətləri ona aiddir. Daha sonra öz fırlanmasını 30 il ərzində başa çatdıran Saturn planetlərin birincisidir, ondan sonra 12 illik dolanma müddətinə malik Yupiter, sonra isə ildə iki dəfə dövrə vuran Mars gəlir. Sıra ilə dördüncü yeri illik dövretmə müddətinə malik planet tutur, bu fəzada, bir növ epitsikl kimi, Yer Ay orbiti ilə birlikdə yerləşir. Beşinci yerdə doqquzuncu ayda qayıdan Venera durur. Nəhayət, altıncı yeri səksən günə dövrə vuran Merkuri tutur.

Bütün bunların mərkəzində Günəş yerləşir. Həqiqətən, belə əzəmətli məbəddə bu cismi onun eyni vaxtda hər şeyi işıqlandıra bildiyi yerdə deyil, başqa və daha yaxşı bir yerdə kim yerləşdirə bilərdi. Axı, bəziləri nahaq yerə Günəşi dünyanın çırağı, başqaları onun ağlı, üçüncülər isə hakimi adlandırmırlar. Hermes Trismegist (okkult elmlərin əfsanəvi banisi, magiyaya, astrologiyaya, əlkimyaya dair traktatların müəllifi hesab olunur) onu gözləgörünən ilahi, Sofokl Elektrasını isə hər şeyi görən adlandırır. Əlbəttə, Günəş məhz bu cür, sanki, şah taxtında oturaraq, onun ətrafında fırlanan cisimlərin ailəsini idarə edir. Yer də eynilə bu cür Ayın xidmətindən məhrum olmur, amma, Aristotelin dediyi kimi, Ay Yerlə daha çox qohumluğa malikdir. Eyni zamanda Yer hər il Günəşdən mayalanaraq bəhrə verir.

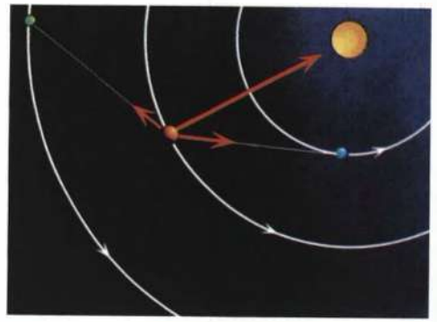
Beləliklə, biz belə bir yerləşmədə dünyanın qəribə mütənasibliyini və hərəkətlə, başqa üsulla aşkar edilməsi mümkün olmayan orbitlər kəmiyyəti arasında müəyyən ahəngdar əlaqə olduğunu aşkarlayırıq. İndi, yeni biliklərlə əlaqədar öz seyrlərində və düşüncələrində tənbəl olmayan adam öz-özünə aydınlaşdırmalıdır ki, Yupiterin geriyə hərəkətinin dəyişmələrinin hansı səbəbdən Saturndakına nisbətən çox, lakin Marsdakına nisbətən az olduğunu, habelə qarşıdurmada (onlar bütün gecə ərzində göründüyü vaxt) Saturn, Yupiter və Marsın Günəşin yaxınlığında göründüyü vaxta nisbətən Yerə daha yaxın olduğunu aydınlaşdırmaq lazımdır. Axı, məsələn, Mars bütün gecə ərzində göründükdə parlaqlığının ölçüsünə görə Yupiterə bərabər təsəvvür olunur (ondan yalnız qırmızımtıl rəngi ilə seçilməklə), başqa bir vaxtda isə o, ikiölçülü ulduzlar arasında zorla görünür və yalnız onu izləyənlərin diqqətli müşahidəsi nəticəsində dərk edilir. Bütün bunlar bircə səbəbdən baş verir ki, o da Yerin planetlər arasında hərəkətindən ibarətdir.

Bu cür heç bir dəyişikliyin (Yerin hərəkəti nəticəsində) tərpənməz ulduzlarda görünmədiyi isə yalnız onların ölçüyəgəlməz hündürlüyünü sübut edir ki, bu da hətta Yerin orbitini və ya onun inikasını görünməz olmağa məcbur edir. Ulduzların sayrışan işığı sübut edir ki, planetlərdən ən yüksəyi olan Saturnla hərəkətsiz ulduzlar sferası arasında hələ çox böyük aralıq vardır. Onlar öz sayrışması ilə planetlərdən daha çox fərqlənir, çünki belə bir cəhət zəruridir ki, hərəkətedənlə hərəkətsiz arasında ən çox fərq olsun. Ali nemət sahibinin və İlahinin xəlq etdiyi ilahi varlıq məhz bu cür böyükdür.

(Nikolay Kopernikin "Səma sferalarının fırlanmaları haqqında" kitabından. 1543-cü il)



Kopernikin dünya sistemi. "Səma sferalarının fırlanmaları haqqında" kitabından çertyoj.



Planet orbitlərinin sarsıntıları.

Hərəkət miqdarı momentinin paylanması problemi ingilis astronomu Ceyms Cinsin kosmoqonik hipotezi əsasında nisbətən asan həll olunur. O, nə vaxtsa Günəşin yaxınlığından başqa bir ulduzun keçməsi və bu ulduzun cazibəsi nəticəsində Günəşdən maddə atılması və sonradan həmin atılmış maddədən planetlərin yaranması hipotezini irəli sürmüşdür ("Ceyms Hopvud Cins" məqaləsinə bax). Lakin qeyd etmək lazımdır ki, hal-hazırda bu ideya mütəxəssislər tərəfindən dəstəklənmir.

Günəş sistemi dayanıqlıdırmı? Dayanıqlı sistem bununla xarakterizə olunur ki, sistemdə baş verən təsadüfi kənaraçıxmalar (sarsıntılar) sonda onu dağıda bilən artan dəyişikliklərə gətirib çıxarmır. Belə sarsıntılar avtomatik olaraq sistemin özü tərəfindən dayandırılır və sistem ilk vəziyyətinə qayıdır. Misal üçün, kiçik kürəciyi böyük kürənin təpəsində yerləşdirək. Kürəciyi yüngülcə itələyən kimi, o, aşağı diyirlənəcək: deməli, sistem qeyri-dayanıqsızdır. Əgər həmin kürəciyi yarımsferik camın içinə qoysaq və onu tərpətsək, o qayıdıb ilk vəziyyətini alacaq: deməli, sistem dayanıqlıdır.

Günəş sisteminin planetləri üçün sarsıdıcı amil onların bir-birinə qravitasiya təsiridir. Bu, yalnız təkcə Günəşin cazibəsinin təsiri altında hər planetin hərəkət edəcəyi orbitə nisbətən mövcud orbiti bir qədər dəyişir. Sual olunur: planet Günəşin üstünə düşənədək və ya Günəş sisteminin hüdudlarından uzaqlaşanadək bu sarsıntılar toplana bilərmi, yoxsa onlar vaxtaşırı xarakter dəşıyır və orbitlərin parametrləri yalnız hansısa orta qiymətlər ətrafında dəyişəcəkdir?

Son 200 ildən artıq müddət ərzində astronomlar tərəfindən aparılmış nəzəri və hesablama işlərinin nəticələri onu göstərir ki, Günəş sistemi dayanıqlı sistemdir. Bunu geologiya, paleontologiya və Yer haqqında başqa elmlər sübuta yetirir: 4,5 mlrd ildir ki, Günəşlə Yer arasındakı məsafə, əslində, dəyişməz qalır. Gələcəkdə də Yerin nə Günəşin səthinə düşməsi, nə də Günəş sistemindən uzaqlaşması problemi mövcud deyil.

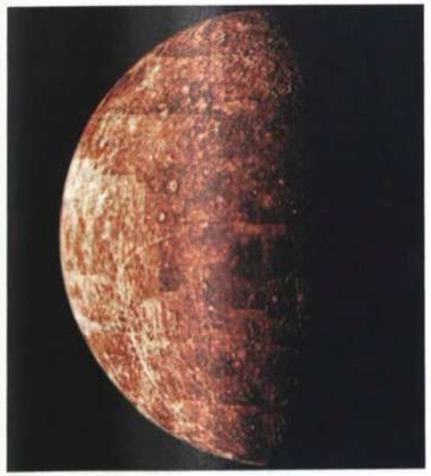
MERKURİ GÜNƏŞƏ ƏN YAXIN PLANETDİR

SEZİLMƏYƏN PLANET

Rəvayətə görə, məşhur astronom Nikolay Kopernik həmişə Günəş şüalarında gizlənən Merkuri planetini ömrü boyu görə bilməyib. Həqiqətən, N.Kopernikin "Səma sferalarının fırlanması haqqında" adlı ölməz əsərində bu planetin onun özü tərəfindən müşahidəsi barədə bir kəlmə də deyilmir. Kopernik Merkurinin hərəkətinə dair öz hesablamalarında Ptolemeyin, onun müasiri Teonun müşahidələrindən, daha yeni müşahidələrdən isə B.Valterin və İ.Şonerin 1491-1504-cü illərdə Nürnberqdə aparılmış müşahidələrindən istifadə edir. Lakin Krakov enliyində Merkurinin öyrənilməsinin çətinlikləri haqqında danışarkən Kopernik qeyd edir: "...hər halda, onu da tutmaq olar, bu şərtlə ki, buna bir qədər daha çox fəndlə girişəsən". Buradan belə bir nəticə çıxarmaq olar: Kopernik axır ki Merkurini "haqlamış", lakin Valterin və Şonerin gətirdikləri daha dəqiq göstəricilərdən istifadə etməyi üstün tutmuşdur".

Çətinlik orasındadır ki, Merkuri planeti Günəşdən 28°-dən artıq uzaqlaşmır. Odur ki, bu planeti Günəş batandan iki saat sonra axşam ulduzu kimi, Günəş çıxmazdan iki saat əvvəl səhər ulduzu kimi müşahidə etmək mümkündür. Planetin qərb və şərq istiqamətində görünməsi arasında 106 gündən 130 günə kimi vaxt keçir; bu böyük fərq Merkuri orbitinin böyük ekssentrisitetə (e = 0,206) malik olması ilə izah edilir.

Merkuri ilk dəfə Nil, Dəclə və Fərat vadilərində məskunlaşmış çox qədim çoban tayfaları tərəfindən kəşf olunmuşdur. Lakin nisbətən parlaq səhər və axşam "ulduzlarının" eyni səma cismi olması fikrinə gəlmək elə də asan məsələ deyildi. Odur ki, qədimdə bu planetin iki adı olmuşdur: ərəblər onu Set və Qor, hindlilər Budda və Rogineya, yunanlar Apollon və Hermes adlandırmışlar.



Merkuri. "Mariner-10" amerikan kosmik aparatının çəkdiyi şəkillər əsasında tərtib edilmiş mozaik təsvir.

Merkuri, Ay kimi, onun üzərinə Günəşdən gələn işığın əks olunması nəticəsində görünür və Yerin peyki Ay kimi, fazalarını dəyişir. Merkurinin tam diski yalnız yuxarı birləşmə zamanı, o, Günəş şüalarına qərq olanda ən minimal diametrə malik olur. Aşağı birləşmə zamanı onun diski maksimal olur, lakin bu zaman planet Yerə işıqlanmayan yarımkürəsini çevirir, buna görə də o görünmür. Qalan vaxtlar isə Merkurinin Aya bənzər fazalarını teleskoplar vasitəsilə müşahidə etmək mümkündür.

MERKURİ NECƏ FIRLANIR

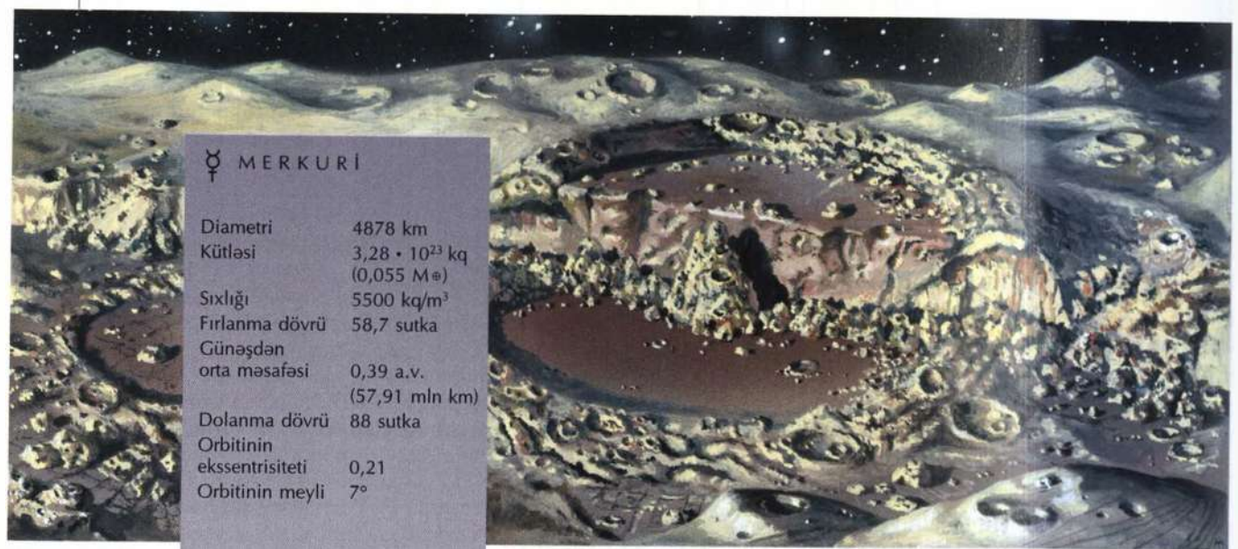
Merkurinin öz oxu ətrafında fırlanma periodunu təyin etməyə dəfələrlə cəhd göstərilmişdir. 1882-ci ildə italyan astronomu Covanni Skiaparelli Merkurinin bir tərəfinin Günəşə doğru çevrilməsini (Ayın Yerə tərəf çevrilməsi kimi), buna görə onun öz oxu ətrafında fırlanma periodunun 88 sutkaya – Günəş ətrafında dolanması periodunu bərabər olduğunu təxmin etmişdi. Bu fakt XX əsrin 60-cı illərinədək bütün astronomiya dərsliklərinə və soraq kitablarına daxil edilmişdi.

1965-ci ildə radiolokasiyanın tətbiqi bu periodun dəqiq qiymətini təyin etməyə imkan verdi – 58,7 sutka, yəni planetin Günəş ətrafında dolanma periodunun düz 2/3-si qədər. Nəzəriyyəçilər planetin belə fırlanmasının dayanıqlı olduğunu sübut etmişlər.

Bəs nə üçün təcrübəli müşahidəçilər olan C.Skiaparelli, fransız astronomu E.Antoniadi və başqaları Merkuri planetinin Günəşə doğru eyni tərəfinin çevrilmiş olduğunu hesab edirdilər? Məlumdur ki, Merkurinin ən yaxşı müşahidə olunan müddəti 116 sutkadan bir (Merkurinin sinodik periodudur) təkrarlanan onun ən böyük *elonqasiyaları* dövrüdür. Qeyd olunmalıdır ki, Yerin şimal yarımkürəsindən müşahidə aparmaq üçün hər elonqasiya yararlı deyil: axşamlar planetin qış və yaz fəsillərində, səhərlər isə yay və payızda baş verən elonqasiyalarda müşahidə olunması məqsədəuyğundur. Belə elonqasiyalar isə 348 sutkadan bir (üç sinodik period) təkrarlanır. Bu period isə Merkuri planetinin altıqat fırlanma periodu yaxındır: 58,7 × 6 = 352,2 sutka. Odur ki, müşahidəçilər onun səthində bir il əvvəl müşahidə olunan detalları görəcəklər.

Planetin fırlanma və Günəş ətrafında dolanma periodlarının nisbəti 2/3-yə bərabər olduğuna görə Merkurində Günəş sutkası 176 Yer sutkasına bərabər olur. Başqa sözlə, Merkuri gündüzü və gecəsi 88 Yer sutkasına bərabərdir. Merkurinin fırlanma oxu onun orbit müstəvisinə perpendikulyardır, odur ki, fəsillərin dəyişməsi onun yalnız Günəşdən olan məsafəsindən asılıdır (Yer, Mars, Saturn planetlərində fəsillər onların fırlanma oxlarının orbit müstəvilərinə meyilliyi ilə izah olunur). Merkuri planeti orbitinin ekssentrisiteti böyük olduğundan (e = 0,205) onun səthindəki temperatur fərqi çox böyükdür.

Merkurinin səthinin temperaturu: perihelidə 690 K, afelidə 560 K. Merkurinin Günəşdən əks tərəfdə olan səthinin temperaturu (planetin gecə yarımkürəsində) təqribən 111 K-dir (-162°C). Merkuri planetinin peyki yoxdur.



☿ MERKURİ

Diametri	4878 km
Kütləsi	$3{,}28 \cdot 10^{23}$ kq (0,055 M⊕)
Sıxlığı	5500 kq/m³
Fırlanma dövrü	58,7 sutka
Günəşdən orta məsafəsi	0,39 a.v. (57,91 mln km)
Dolanma dövrü	88 sutka
Orbitinin ekssentrisiteti	0,21
Orbitinin meyli	7°



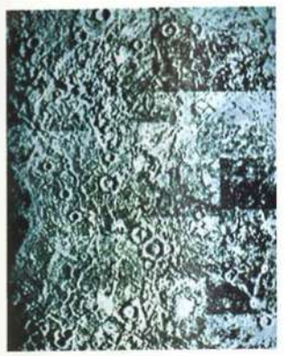
Fərq onda olacaq ki, oraqların ölçüləri (Aya nisbətən) daha tez bir zamanda dəyişəcək. Bu, Yerlə Merkuri arasındakı məsafənin dəyişməsi ilə əlaqədardır. Ən parlaq periodlarında Merkuri birinci ulduz ölçüsü parlaqlığında olur.

XX əsrin ortalarında astronomlar Merkurinin orbit elementlərini artıq kifayət qədər yaxşı bilirdilər. Lakin lap son illərədək planetin fiziki xassələri, onun təbiəti, öz oxu ətrafında fırlanma periodu barədə məlumatlar çox az idi. Merkurinin albedosunun (əksetdirmə qabiliyyətinin) az olması onu göstərir ki, planetin atmosferi yoxdur. Günəşə yaxınlığı və ona tərəf çevrilən yarımkürəsində temperaturun çox yüksək olması buna sübutdur. Bunu aparılan radiometrik ölçmələr də təsdiqləyir.

MERKURİ AYLA ƏKİZDİR

1974-cü ildə amerikan kosmik aparatı "Mariner-10" Merkurinin yaxınlığından keçmiş və planetin səthinin şəkillərini Yerə ötürmüşdür. Astronomlar duruxmuşdular: onlar ikinci Ayın şəkillərini seyr edirdilər! Ayın səthinə bənzər səth, çoxsaylı kraterlər. Fərq yalnız Merkurinin səthində tünd ləkələrin sayının (Aydakı dənizlərin) nəzərəçarpacaq dərəcədə az olmasındaydı.

Bundan bir qədər əvvəl Marsın peykləri Fobos və Deymosun səthlərində kraterlərin tapılması bu kraterlərin yaranmasının əsas səbəblərini müəyyən etməyə imkan verdi. Atmosferi olmayan (Ay, Merkuri, Fobos, Deymos) və ya atmosferi seyrək olan (Mars) bütün göy cisimlərində meteoritlərin zərbəsi nəticəsində kraterlərin əmələ gəlməsi dəqiq təyin olundu. Meteoritlərin yaratdığı kraterlər Yerdə də mövcuddur. Sonralar belə kraterlərin bəzi kiçik cisimlərin (asteroidlərin) və nəhəng planetlərin peyklərinin səthində olması müəyyən edilmişdir. Kraterlərin göy cisimlərində zərbə nəticəsində yaranması hipotezi ilk dəfə,







◂◂◂ Merkuridə Kaloris hövzəsi.

◂◂ Merkurinin səthində eskarp (çıxıntı).

◂ Merkurinin qütb rayonu.

nəzəri olaraq, 1947-ci ildə sovet alimləri V.V.Fedınski və K.P.Stanyukoviç tərəfindən irəli sürülmüşdür. Merkurinin səthində diametri 50 m-dən 200 km-ə qədər olan çoxsaylı kraterlər, ovalıqlar, hündürlüyü 4 km-ə çatan dağlar vardır.

MERKURİNİN QURULUŞU VƏ TƏKAMÜLÜ

Merkuri səthinin fotoşəkillərinin tədqiqi bu planetin təkamülü barədə təqribi fərziyyə irəli sürməyə imkan vermişdir. Merkuri yaranma tarixinin əvvəllərində güclü daxili isinməyə məruz qalmış, sonradan bir və ya bir neçə fəal vulkanizm dövrləri olmuşdur. Planetin yaranması prosesi başa çatdıqdan sonra onun səthi hamarlaşmışdır (belə qədim sahələr açıq-aydın görünür). Bundan sonra Merkurinin planetəqədərki yığnaq (planetezimal) qalıqları ilə intensiv bombardmanı dövrü gəlir. Bu zaman planetin səthində hövzələr (məsələn, diametri 1300 km-ə çatan Kaloris) və bəzi Aydakınabənzər kraterlər əmələ gəlir. Sonrakı mərhələ fəal vulkanizm və lava selinin böyük hövzələri doldurması ilə xarakterizə olunur. Təqribən 3 mlrd il bundan əvvəl bu mərhələ başa çatmışdır.

Merkurinin ölçüləri böyük deyil, o, Aydan bir qədər böyükdür; onun orta sıxlığı təqribən Yerin sıxlığına bərabərdir. Ehtimal olunur ki, planetin mərkəzində sıxlıq 9800 kq/m³-ə çatır. Bu isə o deməkdir ki, Merkurinin radiusu 1800 km-ə bərabər (planetin radiusunun 3/4-ü) dəmir nüvədən ibarət olmalıdır. Merkurinin kütləsinin 80%-i onun nüvəsinin payına düşür. Nüvədə halqavari elektrik cərəyanının generasiya olunması planetin zəif maqnit sahəsinin əmələ gəlməsi ilə nəticələnir. Halhazırda Merkuri planetinin quruluşu barədə yaranmış hipotezlər yeni alınan müşahidə məlumatları əsasında dəqiqləşdirilir. Buna baxmayaraq, Merkurinin əsas xüsusiyyəti məlumdur: onun xarici görünüşü Aya, daxili quruluşu isə Yerə bənzəyir.

BULUDLARLA ÖRTÜLMÜŞ VENERA

Bu planet ən gözəl göy cisimlərindən biridir. Təsadüfi deyil ki, qədim romalılar məhz ona məhəbbət və gözəllik rəmzi sayılan ilahənin adını vermişlər. Yerdən müşahidə edənlər üçün Venera Günəşdən 48°-dən artıq aralanmır. Bu onunla izah olunur ki, o, Yerə nisbətən, Günəşə daha yaxındır. Onun axşamlar və səhərlər görünməsi periodu 585 sutkadır.

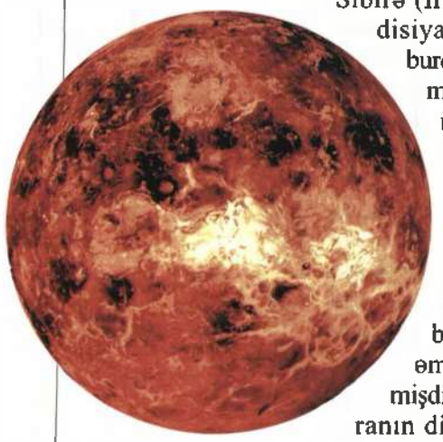
Günəş sisteminin, demək olar, hər bir planeti hər hansı kosmik "rekord"la

öyünə bilər. Misal üçün, Yupiter ən böyük planetdir, Yer ən böyük sıxlığa malikdir, ən uca dağlar Marsdadır. Veneraya gəlincə, bunu qeyd etmək olar ki, Yer qrupuna daxil olan planetlər arasında onun atmosferi ən böyük sıxlığa malikdir, öz oxu ətrafında ən kiçik sürətlə fırlanan və orbitinin ekssentrisiteti ən kiçik (e = 0,007) olan planetdir.

VENERANIN ATMOSFERİ

1761-ci ildə nadir göy hadisələrindən biri baş verməli idi: Venera planetinin Günəş diskinin üzərindən keçməsi. Astronomlar bu hadisəyə hazırlıq görürdülər, bir-birindən uzaqda yerləşən məntəqələrə ekspedisiyalar təşkil olunurdu. Bu onunla əlaqədar idi ki, Veneranın Günəş diskinin üzərindən keçməsinin ilkin anını və Günəş diskindən enməsi anını bir-birindən uzaq məntəqələrdən müşahidə etmək mümkün olsa, Yerdən Günəşə qədər məsafəni – astronomik vahidi (göy mexanikasının bir çox düsturlarına daxil olan, astronomiyanın ən vacib fundamental sabitlərindən birini) hesablamaq mümkün olar.

Venera diskinin radioxəyalı ("Magellan" kosmik aparatının çəkilişi).



Bu müşahidələrə rus astronomları da ciddi hazırlaşırdılar. Onların təşkilatçısı Mixail Vasilyeviç Lomonosov idi. O, Sibirə (İrkutsk vilayətinə) iki ekspedisiya yollamış, eləcə də Peterburqda universitet rəsədxanasında müşahidələr təşkil etmişdi. Özü isə bu hadisəni kiçik teleskop vasitəsilə evdə müşahidə etməyi qərara almışdı. Veneranın qara diski Günəş diskindən kənarlaşan zaman, Lomonosov Günəşin kənarındakı qövsün əyilməsini və bu yerdə parlaq törəmənin əmələ gəlməsini müşahidə etmişdi. Bir müddətdən sonra Veneranın diski göyün qaranlıq fonuna qovuşmuş və həmin törəmə yox olmuşdu. XX əsrdə bu hadisə "Lomonosov hadisəsi" adını almışdır. Lomonosov həmin hadisəni Günəş şüalarının Veneranın atmosferindən keçən zaman sınması ilə izah etmiş və tədqiqatını belə yekunlaşdırmışdır: "Bütün müşahidələrə rəğmən cənab məsləhətçi Lomonosov Venera planetinin məlum hava atmosferi ilə əhatə olunduğunu fərz edir, özü də bu, bizim Yer kürəsini əhatə eləyən atmosfer kimidir (bəlkə də, daha artıqdır)". Əslində, Veneranın atmosferi olması kəşf edilmişdir.

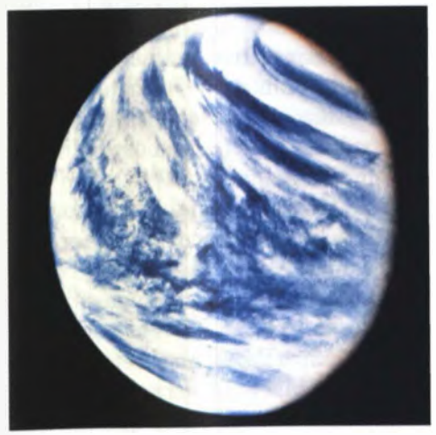
Lomonosov öz əsərini alman və rus dillərində çap etdirsə də, həmin məqalə astronomların nəzərindən yayınmış və yalnız XVIII əsrin 90-cı illərində U.Herşel və İ.Şreter ikinci dəfə Veneranın atmosferini "kəşf" etmişlər. XX əsrin 50-ci illərində Rusiya alimlərinin səyi nəticəsində Lomonosovun prioriteti bərpa olundu. Beləliklə, XVIII əsrin sonlarında məlum oldu ki, Venera sıx atmosfer və güclü bulud təbəqəsi ilə əhatə olunub. Bu atmosfer nədən ibarədir? Veneranın buludları hansı zərrəciklərdən təşkil olunub? Bu suallar cavabını gözləyirdi.

XIX əsrin 60-cı illərində astronomlar spektral analiz metodu vasitəsilə, ilk dəfə olaraq, Venera planetinin atmosferinin tərkibini araşdırmağa cəhd göstərdilər. Onlar atmosferdə "həyat qazlarını" – oksigen və su buxarını tapmağa böyük ümid bəsləyirdilər. Lakin onların gözlədikləri kimi olmadı. Axtarışlar XX əsrdə davam etdirildi. Pulkovoda akademik Aristarx Apollonoviç Belopolski, Vesto Melvin Slayfer Flaqstaffedə (ABŞ, Arizona ştatı) Veneranın çoxsaylı spektroqrammalarında oksigen və su buxarı zolaqlarının əlamətlərini tapmağa cəhd göstərsələr də, yenə bir nəticə hasil olmadı.

1932-ci ildə amerikan astronomları U.Adams və T.Denhem Veneranın spektrlərində karbon qazına (CO_2) aid üç zolaq aşkar etdilər. Onların intensivliyi göstərirdi ki, Venera atmosferində bu qazın miqdarı Yer atmosferindəkindən dəfələrlə çoxdur. Veneranın spektrində başqa qazların izlərinin tapılması məsələsi uzun müddət səmərəsiz qaldı. Planet, elə bil, çadra ilə örtülmüşdü, öz sirlərini verməyə tələsmirdi.

Alimlər Veneranın bulud örtüyünün xassələrinin tədqiqinə başladılar. 1923-cü ildə Edison Pettit və Set Nikolson Venera planetinin bulud örtüyünün temperaturunu ölçməyə başladılar. Bu ölçmələr sonralar bir çox astronomlar tərəfindən təkrarlandı. Ən dəqiq nəticələr 1955-ci ildə Uilyam Sinton və Con Stronq (ABŞ) tərəfindən alındı. Veneranın bulud örtüyünün temperaturu 233-240 K-nə (təqribən -40°C) bərabər oldu. Planetin qütblərində bu temperatur 205-213 K qədər aşağı düşdü. Venera buludlarının temperaturunun bu qədər aşağı olması o qədər də təəccüblü deyildi. Yerin də stratosferində aşağı temperaturlar hökm sürür.

Sovet alimləri N.P.Barabaşov, V.V.Şaronov, V.İ.Yezerski, fransız astronomu B.Lio tərəfindən aparılan xüsusi müşahidələr, eləcə də V.V.Sobolev tərəfindən inkişaf etdirilmiş planetlərin



sıx atmosferlərilə işığın yayılması nəzəriyyəsi Venera buludları zərrəciklərinin ölçüsünün bir mikrometrə yaxın olduğunu göstərirdi. Bu zərrəciklərin təbiəti necə idi? Astrofizikanın klassik üsulları bu suala cavab verə bilmədi.

1950-ci illərin ortalarında Veneranın radioastronomiya metodları ilə tədqiqi

◂ Veneranın ultrabənövşəyi şüalarda əksi.

VENERANIN FIRLANMASI

Hələ 1667-ci ildə D.Kassini ilk dəfə olaraq, Venera planetinin öz oxu ətrafında fırlanma periodunun tapılması məsələsini araşdırmışdır. Bunu etmək üçün o, planetin diskində dayanıqlı detallar tapa bilməmişdir. Yalnız zəif tutqun ləkələr əsasında Kassini periodun qiymətinin 23 saat 21 dəqiqə olduğunu tapmışdır.

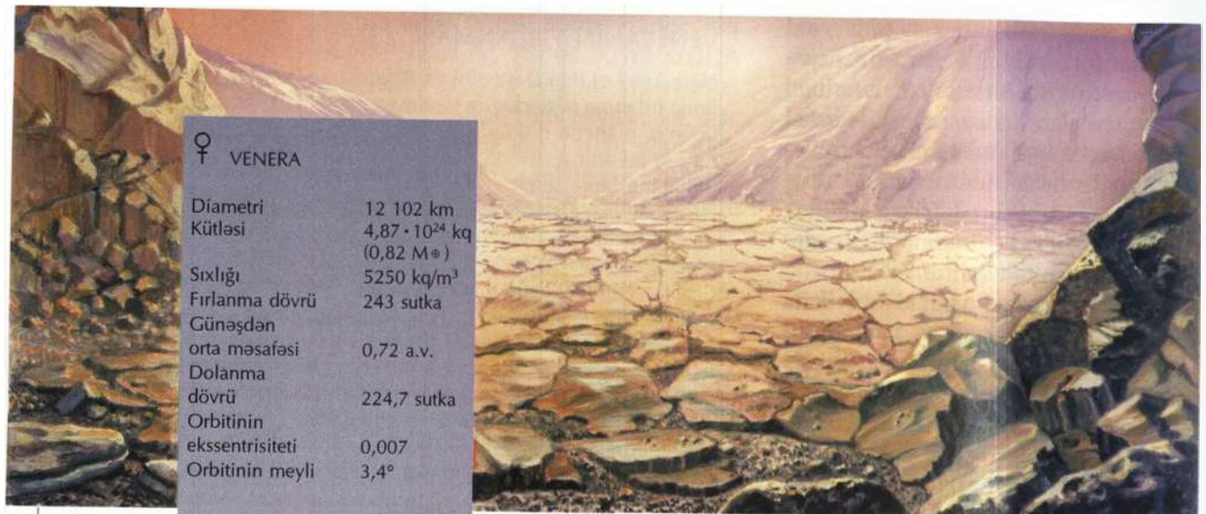
Əlbəttə ki, alınmış nəticə həqiqətdən çox uzaqdır. Veneranın müşahidəsi müddəti qısa olduğundan (ən əlverişli müddət 3 saatdan artıq deyil), Kassini planeti sutkada yalnız bir dəfə müşahidə etmişdir. O hər dəfə eyni zəif detalları gördüyü üçün düşünmüşdür ki, Venera öz oxu ətrafında bu müddət ərzində tam dönmüşdür. Yerin (24 saat) və Marsın (24 saat 37 dəq.) fırlanma periodunu bilərək, o hesab edirdi ki, belə periodlar Yer qrupu planetləri üçün səciyyəvidir. Veneranı gündüzlər də müşahidə etmək mümkündür, lakin bu zaman göyün səpilmə işığı hesablamalar aparmaq üçün planetin diskindəki bütün lazımi incə detalları yoxa çıxarır.

XIX əsrin 80-ci illərində italyan astronomu C.Skiaparelli Venera planetinin xeyli yavaş fırlanmasını təyin etdi. O, planetin həmişə eyni tərəfinin Günəşə doğru çevrilməsini (Ayın Yerə tərəf olduğu kimi) və buradan onun fırlanma periodunun planetin Günəş ətrafında dolanma periodu ilə bərabər olduğunu (225 sutka) təxmin etdi. Həmin nöqteyi-nəzər Merkuri planetinə də aid edildi, lakin sonralar bunun hər iki halda yanlış olduğu göstərildi.

Yalnız XX əsrin 60-cı illərində amerikan və sovet astronomları radiolokasiya üsullarından istifadə edərək, Veneranın öz oxu ətrafında fırlanmasının Günəş ətrafında dolanmasının əks istiqamətində olduğunu, yəni tərsinə hərəkət etdiyini təyin etdilər. Beləliklə, bu planet Yer, Mars, Yupiter və s. planetlərin fırlanma istiqamətində yox, onların tərs istiqamətində fırlanır. 1970-ci illərdə Amerika alimlərinin iki qrupu tərəfindən aparılmış müşahidələr nəticəsində, Venera planetinin fırlanma periodunun 243 Yer sutkasına bərabər olduğu dəqiq müəyyənləşdirildi.

Veneranın fırlanma və dolanma periodlarını bilərək, onun Günəş sutkası uzunluğunun hesablanması çətinlik törətmir. Göstərilmişdir ki, Venera sutkası Yer sutkasından 117 dəfə uzun, Venera ili isə iki belə sutkadan ibarətdir.

Fərz edək ki, biz Veneranı yuxarı birləşmədə, yəni Günəş Yerlə Venera arasında yerləşən zaman müşahidə edirik. Bu konfiqurasiya 585 Yer sutkası keçdikdən sonra təkrarlanacaq: orbitlərinin müxtəlif nöqtələrində yerləşən planetlər bir-birinə və Günəşə nisbətən həmin vəziyyətdə olacaqdır. Venerada həmin müddət ərzində 5 yerli Günəş sutkası (585 = 117 x 5) keçəcək. Deməli, o bundan əvvəlki birləşmə zamanı olduğu kimi, Günəşə (həmçinin Yerə) həmin yarımkürəsini çevirəcək. Planetlərin belə qarşılıqlı hərəkəti *rezonans hərəkət* adlanır; bu, Yerin cazibə sahəsinin Veneraya uzunmüddətli təsirinin nəticəsi kimi izah oluna bilər.



♀ VENERA

Diametri	12 102 km
Kütləsi	$4{,}87 \cdot 10^{24}$ kq (0,82 $M_\oplus$)
Sıxlığı	5250 kq/m³
Fırlanma dövrü	243 sutka
Günəşdən orta məsafəsi	0,72 a.v.
Dolanma dövrü	224,7 sutka
Orbitinin ekssentrisiteti	0,007
Orbitinin meyli	3,4°



başlandı, 1960-cı illərdə isə bu sirli planetə SSRİ və ABŞ alimləri və mühəndisləri tərəfindən yaradılmış planetlərarası stansiyalar uçdu. Keçən 40 il ərzində Veneranın təbiəti barədə alınmış məlumatlar, planet üzərində 350 il ərzində teleskopik müşahidələrdən alınmış nəticələrdən qat-qat çox olmuşdur.

1956-cı ildə ABŞ Dəniz Tədqiqatları Laboratoriyasının astronomları 3 sm dalğa uzunluğunda Veneranın istilik şüalanmasını qeydə aldılar. O, 600 K temperatura (300°C-dən yuxarı) uyğun gəlirdi. Uzun sürən diskussiyalardan sonra alimlər belə qənaətə gəldilər ki, bu, Venera səthinin temperaturudur. 1967-ci ildə bu nəticə "Venera-4" sovet planetlərarası stansiyasının Veneraya enməsi və ABŞ-ın "Mariner-5" stansiyasının planetin yaxınlığından keçməsi zamanı öz təsdiqini tapmışdır. Sonralar, "Venera-7" (1970, dekabr) və "Venera-8" (1972, iyul) stansiyalarının planetin səthinə endiyi zaman müəyyən olunmuşdur ki, planetin səthinin temperaturu daha yüksəkdir, yəni 730-740 K-dir.

Veneranın səthinin belə güclü isinməsinə səbəb nə ola bilər? Planet Yerə nisbətən Günəşdən yalnız iki dəfə artıq istilik alır. Əgər Yer planeti onun yerində olsaydı, bizim planetin temperaturu yalnız 60°C arta bilərdi. Deməli, yüksək temperaturu izah etmək üçün başqa səbəb olmalıdır. Bu izahı Amerika alimi Karl Saqan tapmışdır. Məsələ burasındadır ki, Veneranın qaz buludları nəhəng parnikdir. O, Günəşdən gələn istiliyi buraxır, geriyə isə istilik çıxa bilmir. Buludlar hətta planetin öz şüalanmasını da udur. İstiliyi udan isə atmosferin 96%-ni təşkil edən karbon qazı (CO_2) və atmosferin çox az hissəsini təşkil edən su buxarıdır (faizin hissələri qədər).

Bundan əlavə, Veneranın atmosferində azot (4%) və çox az miqdarda başqa qazlar (metan, ammonyak, kükürd, xlor və ftor birləşmələri, oksigen) aşkar olunmuşdur.

Astronomlar Veneranın atmosferində temperaturun, sıxlığın, təzyiqin və kimyəvi tərkibin hündürlüyə görə paylanmasını böyük dəqiqliklə öyrənmişlər. Planetin səthində təzyiq 90 atmosfera çatır. Bu son nəticə 1970-ci illərin əvvəllərində "Venera-7" və "Venera-8" stansiyaları vasitəsilə alınmış və bir neçə dəfə başqa eksperimentlər keçirildiyi zaman dəqiqləşdirilmişdir.

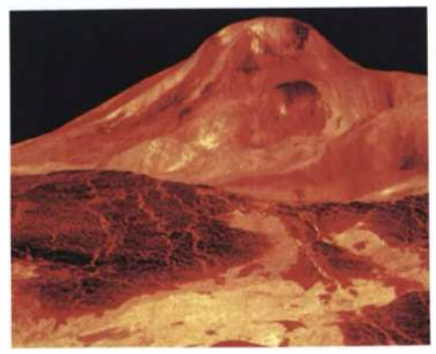
"Mariner-10" stansiyasından Veneranın bulud təbəqəsinin uzunmüddətli müşahidələri ultrabənövşəyi şüalarda özünü büruzə verən bir sıra dayanıqlı detalları müəyyən etməyə imkan vermişdir. Onların planetin fırlanma istiqamətində böyük sürətlə (4 sutkalıq periodla) hərəkət etdiyi müşahidə olunmuşdur. Bundan belə qənaətə gəlmək olur ki, buludların yuxarı sərhədi səviyyəsində (planetin səthindən 65-70 km hündürlükdə) şərqdən qərbə eyni istiqamətdə və 110 m/san sürətlə (ekvatorun yaxınlığında) güclü küləklər əsir. Yerdəki ölçülərə görə bu, fırtına gücünə malik küləkdir. Venera buludlarının tərkibi məsələsi uzun müddət diskussiyalara səbəb olmuşdur. Venera buludlarının su damcılarından, buz kristallarından, CO_2 damcılarından, toz dənəciklərindən ibarət olması hipotezləri bir-birini inkar edirdi. 1967-ci ilin əvvəlində fransız astrofizikləri Pyer və Janna Konn cütlüyü Venera buludlarının spektrində xlor və ftor birləşmələrinin (HCl və HF) izlərini aşkar etdikləri zaman buna da bulud qatının mümkün zərrəciklərinin tərkibi kimi baxmışdılar.

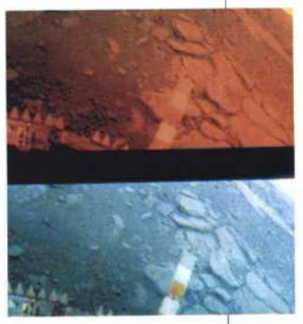
Məsələnin həlli yalnız 1972-ci ildə Amerika tədqiqatçıları Luiza və Endrü Yanq, onlardan asılı olmayaraq Qodfri Sill tərəfindən tapılmışdır. Venera buludlarının müşahidələrindən alınmış bütün



nəticələri (spektral xarakteristikalar, onların sınma göstəriciləri) izah etmək üçün buludların konsentrasiya olunmuş sulfat turşusunun (H_2SO_4) damcılarından ibarət olması fikri irəli sürülmüşdür. Bildiyimiz kimi, sulfat turşusu su ilə çox asanlıqla birləşir. Buludlardan yuxarıda su buxarının təzyiqi elə qiymət alır ki, o yalnız buludlar sulfat turşusunun 80%-li məhlulunun damcılarından ibarət olduğu təqdirdə əmələ gələ bilər. Belə damcılar Yer atmosferinin stratosferində müşahidə olunur. Lakin Veneranın buludlarında onlar əsas rol oynayır.

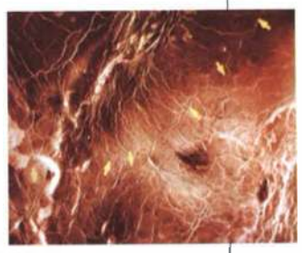
Veneranın atmosferində sulfat turşusu haradan alınır? Tədqiqatlar göstərir ki, bu turşu kükürd anhidrindən (SO_2) kimyəvi yolla əmələ gəlir. Dioksidlərin mənbəyi isə vulkanik püskürmələr və planetin səthində kükürd birləşmələri olan süxurlar ola bilər. Venera planetində vulkanların mövcudluğu məsələsini araşdırmaq lazım idi.





İnfraqırmızı şüalarda Venera buludlarının əksi.

"Venera-13" stansiyasının enən modulundan çəkilmiş Venera planetinin səthi. Yuxarıdakı şəkil Veneranın natural işıqlanmasını əks etdirir; aşağıdakı şəkil Yer işıqlığında həmin səthin görünüşünü göstərir.



Venerada "məcra". Çox güman ki, nə zamansa burada su deyil, lava axırmış.

Venera səthinin bir hissəsi. "Magellan" aparatı vasitəsilə alınmış kompüter xəyalı. Şaquli miqyas bir qədər böyüdülmüşdür.



Veneranın səthində çatlar.



Veneranın səthində lava selləri.



Venerada Sif dağı.

SƏTHİN QURULUŞU

1984-cü ildə "Venera-15" və "Venera-16" avtomat stansiyaları planetin peykləri orbitlərinə çıxarılmış və onların vasitəsilə Veneranın şimal yarımkürəsinin dəqiq radiolokasiya çəkilişləri aparılmışdır. Nəticədə məlum olmuşdur ki, bir çox dağ zirvələrinin ətəklərində lava sellərinin izləri müşahidə olunur. Veneranın peyki orbitində dörd il işləmiş (1990-1994-cü illər) amerikan aparatı "Magellan"ın Yerə ötürdüyü radioxəyallarda bu özünü daha dürüst büruzə vermişdir.

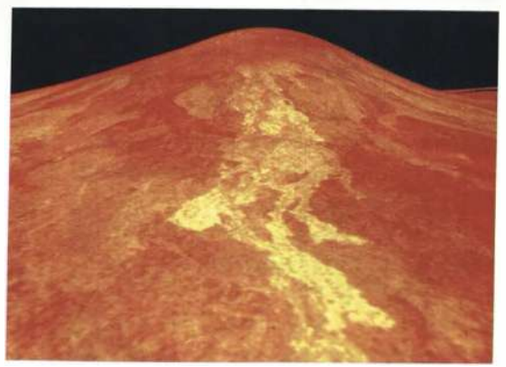
Vulkanlar özünü başqa cür də büruzə verir. Vulkanik püskürmələr güclü elektrik boşalmaları yaradır – Venera atmosferində əsl ildırımlar çaxır, onlar bir neçə dəfə "Venera" seriyalı stansiyaların cihazları vasitəsilə qeydə alınmışdır.

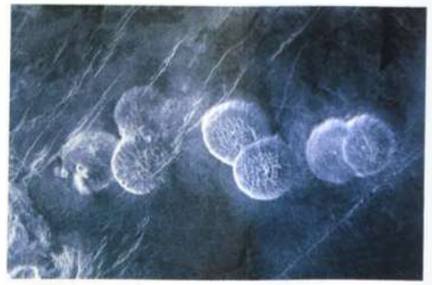
Qeyd etmək lazımdır ki, hələ 1968-ci ildə Azərbaycan EA Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında 2 m-lik teleskopu vasitəsilə Venera planetinin spektral müşahidələri aparılmış, bu planetin atmosferində baş verən ildırım hadisəsi aşkar edilmişdir.

Şübhə yoxdur ki, bu planetdə zəlzələlər də baş verir. Bir il intervalında "Magellan" aparatı ilə alınmış şəkillərin müqayisəsi planet səthinin formalarının aşkar dəyişmələrini göstərmişdir.

"Venera" seriyalı stansiyaların (xüsusilə "Venera-15" və "Venera-16") işi nəticəsində planetin şimal yarımkürəsi relyefinin xəritələri tərtib olunmuşdur. Bunun üçün Rusiya mütəxəssisləri orijinal (iki radiolokatordan istifadə etməklə sonradan kompüter vasitəsilə xəyalların işlənməsi) metodikasından istifadə etmişlər. Rusiya geoloqları Veneranın şimal yarımkürəsi relyefinin ətraflı analizini aparmışlar. Daha sonra amerikan aparatı "Magellan" vasitəsilə planetin tam relyefi çəkilmişdir.

Hal-hazırda məlumdur ki, planetin relyefi dağ silsilələri ilə kəsişən böyük düzənliklərdən və yayla tipli təpələrdən ibarətdir. Dağlıq oblastları Yerin materiklərinə bənzəyir. Veneranın iki "kontinenti" – İştar Torpağı və Afrodita Torpağı – sahələrinə görə ABŞ-ın kontinental hissəsi ilə müqayisə oluna bilər. İştar Torpağı Maksvell dağları ilə səciyyələnir. Onların hündürlüyü 11 km-ə bərabərdir, bu isə Yerdəki Everest dağından hündürdür. Afrodita Torpağının şərq kənarı ilə uzunluğu 2200 km olan iki rift vadisi uzanır, onlar Veneranın səthinin orta səviyyəsindən aşağıdır. Beta dağlıq oblastı iki nəhəng qalxanvari formalı vulkandan ibarətdir. Bu, Yerin Havay adalarındakı vulkanlara bənzəyir. Yerdəki əkizləri kimi, onların hündürlüyü 4000 m-dir, lakin sahəsi daha böyükdür.





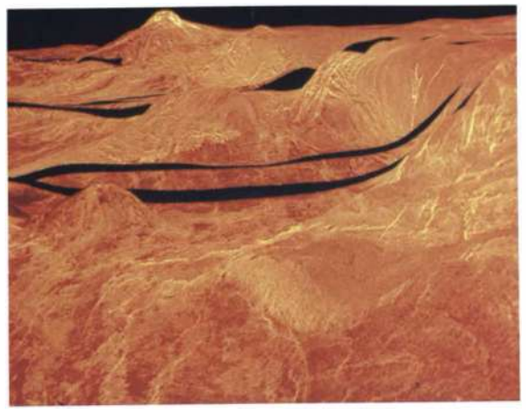
Bu "kökələr" vulkanizmin özünəməxsus təzahürüdür: bu zaman ön çatlar arasından böyük özlülüyə malik lava basılıb çıxarılır.

Veneranın düzənlikləri Yerin okean hövzələrinə bənzəyir və planetin səthinin yalnız altıda bir hissəsini, Yerdə isə üçdə iki hissəsini tutur. Veneranın səthində zərbədən yaranmış kraterlər də (Ayda olduğu kimi) mövcuddur. Böyük meteoritlər, asteroidlər və kometa nüvələri üçün planetin hətta sıx atmosferi maneə törətmir. Veneranın səthinin əsas hissəsi kraterəbənzər strukturlardan ibarət təpəli düzənliklərdir.

Veneranın vulkanizmi onun fəallığını göstərir. Lakin bu fəallıq bizim planetdəki kimi elə də qlobal xarakter daşımır. Yer qabığı bir neçə əlahiddə plitəyə parçalanmışdır. Onların sərhədlərində duru mantiyanın konvektiv axınları bu qabığı daim təzələyir. Venerada isə bu axınlar qalın bazalt qabığı ilə bağlanmışdır, odur ki, lavanın çox hissəsi səthə gedib çıxmır.

Veneranın duru dəmir nüvəsi olmalıdır, lakin onun daxilində maddə hərəkəti baş vermir, yüklü zərrəciklərin yerdəyişməsi, yəni elektrik cərəyanı yoxdur və deməli, planetin öz maqnit sahəsi əmələ gəlmir.

Beləliklə, kosmik texnikanın və radiolokasiyanın tətbiqi sayəsində Veneranın sıx atmosfer və buludlar altında gizlənən sirləri bəşəriyyət qarşısında açıldı.



Venerada Lakşmi vadisi. (Tutqun zolaqlar xəyalın işlənməsi defektləridir).

YER PLANETİ

Yer planeti, ilk baxışda, Günəş sisteminin adi planetlərindən biridir. O, planetlərin nə ən böyüyü, nə də ən kiçiyidir. Nə Günəşin ən yaxınlığında, nə də planetlər sisteminin kənarında yerləşir. Lakin Yer planeti nadir bir xüsusiyyətə malikdir ki, bu da planetdə həyatın olmasıdır. Ancaq kosmosdan Yerə baxanda bu o qədər də sezilmir. Onun atmosferində üzən buludları, buludların arasından seçilən materikləri görmək mümkündür. Yerin çox hissəsini isə okeanlar təşkil edir.

Yer planetində həyatın, canlı maddənin – biosferin yaranması onun təkamülünün nəticəsidir. Öz növbəsində, biosfer bütün sonrakı təbii proseslərin gedişinə öz təsirini göstərmişdir. Belə ki, Yerdə həyat olmasaydı, onun atmosferinin kimyəvi tərkibi tamamilə başqa cür olardı.

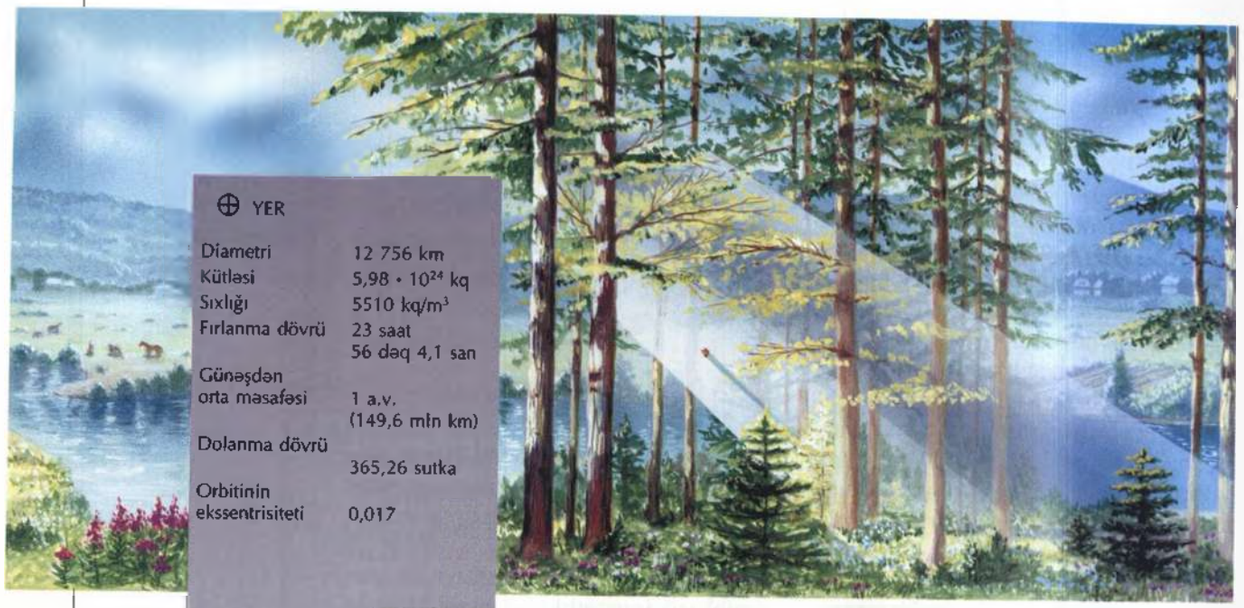
Şübhəsiz ki, Yerin hərtərəfli öyrənilməsi bəşəriyyət üçün çox böyük əhəmiyyətə malikdir. Yer barədə biliklərin qalan Yer qrupuna aid planetlərin öyrənilməsində özünəməxsus yeri var.

Yer planetinin kosmosdan görünüşü.

YERİN DAXİLİ QURULUŞU



Yerin təkinə "nəzər salmaq" elə də asan məsələ deyil. Quruda qazılan ən dərin quyuların dərinliyi 10-15 kilometrdir. Okeanlarda qranit qatı yoxdur, onu bərkimiş çöküntülər qatı əvəz edir. Qazılan quyular bu qatı keçərək, bazalt özülün yalnız 1,5 km dərinliyinə çatır. Lakin Yerin quruluşunu tədqiq etmək üçün başqa üsullardan istifadə olunur. Səhiyyədə rentgen şüaları vasitəsilə



⊕ YER

Diametri	12 756 km
Kütləsi	$5{,}98 \cdot 10^{24}$ kq
Sıxlığı	5510 kq/m³
Fırlanma dövrü	23 saat 56 dəq 4,1 san
Günəşdən orta məsafəsi	1 a.v. (149,6 mln km)
Dolanma dövrü	365,26 sutka
Orbitinin ekssentrisiteti	0,017



insanın daxili orqanlarını görmək mümkün olduğu kimi, planetin də təkini tədqiq etmək üçün, əsasən, seysmik dalğalardan istifadə olunur. Seysmik dalğaların sürəti onların keçdiyi süxurların sıxlığından və elastikliyindən asılıdır. Bundan başqa, bu dalğalar süxurların növündən asılı olaraq, onların sərhədlərini keçdikdə onlardan əks edilir və bu sərhədlərdə onların sınması baş verir.

Seysmoqramlar – zəlzələlər zamanı Yer səthinin rəqslərinin yazılması vasitəsilə öyrənilmişdir ki, Yerin təki üç əsas hissədən ibarətdir: *nüvə*, *mantiya* (örtük) və *qabıq*. Yerin qabıq hissəsi örtükdən (mantiyadan) sərhədlə ayrılır, sərhəddə seysmik dalğaların sürəti sıçrayışla artır, bu isə həmin maddənin sıxlığının kəskin artması ilə əlaqədardır. Bu sərhəd 1909-cu ildə serb seysmoloqu *Moxoroviçiç* tərəfindən kəşf edilmiş və onun adını daşıyır. Yerin qabıq hissəsinin qalınlığı sabit deyil. O, Yerin okean hissələrində bir neçə kilometrdən, materik hissələrinin dağlıq ərazilərində bir neçə on kilometrə qədər dəyişir. Yerin ən qaba modellərində, Yer qabığının qalınlığı 35 km-ə bərabər bircinsli qat kimi götürülür. Moxoroviçiç səthindən təqribən 2900 km dərinliyədək uzanan mantiya yerləşir. Mantiya, Yerin qabığı kimi, mürəkkəb quruluşa malikdir.

Hələ XIX əsrdə məlum idi ki, Yerin çox sıx nüvəsi olmalıdır. Həqiqətən, Yerin qabığının üst qatının sıxlığı qranitlər üçün təqribən 2800 kq/m³, bazaltlar üçün təqribən 3000 kq/m³, Yer planetinin orta sıxlığı isə 5500 kq/m³-dir. Eyni zamanda dəmir meteoritlər mövcuddur və bundan da artıq dəmir konsentrasiyasının olması mümkündür. Bu, Yerin dəmir nüvəsi barədə hipotez üçün əsas oldu. XX əsrin əvvəllərində onun mövcudluğu barədə ilk seysmoloji təsdiqləmələr alındı.

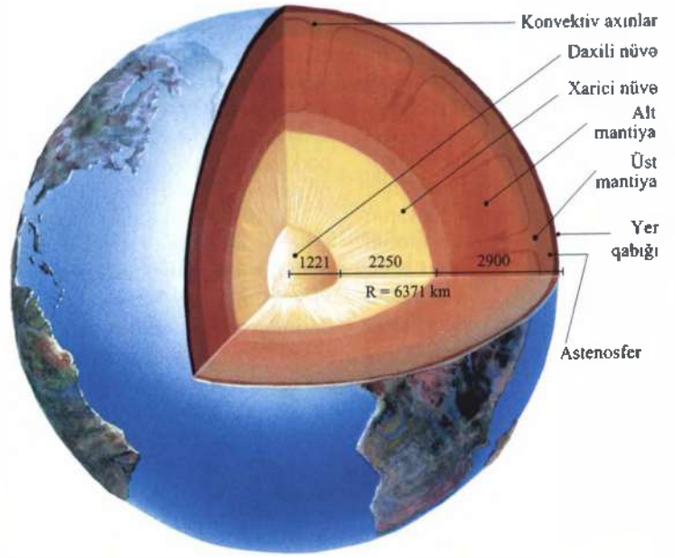
Nüvə ilə mantiya arasında sərhəd özünü daha qabarıq göstərir. Bu sərhəd uzununa (P) və eninə (S) seysmik dalğaları güclü əks etdirir və P-dalğalar sındırır. Bu sərhəddən aşağı P-dalğaların sürəti kəskin enir, maddənin sıxlığı isə 5600 kq/m³-dən 10000 kq/m³-dək artır. S-dalğalar nüvəni ümumiyyətlə buraxmır. Bu isə o deməkdir ki, nüvədəki maddə maye halındadır.

Planetin nüvəsinin maye dəmirdən ibarət olmasını təsdiqləyən daha bir neçə dəlil var. Belə ki, 1905-ci ildə kəşf olunan Yerin maqnit sahəsinin fəzada və intensivliyinə görə dəyişməsi onu sübut edir ki, maqnit sahəsi planetin dərinliklərində yaranır. Belə sahənin mənbəyinin maye dəmir nüvədən (yəni cərəyanları keçirən) ibarət olduğu daha çox ehtimal edilir. Orada öz-özünə həyəcanlanan dinamonun mexanizmi üzrə əmələ gələn hərəkətlər meydana çıxır. Onda elektromaqnitdə naqilin dövrələrini qaba şəkildə xatırladan cərəyan ilmələri mövcud olmalıdır. Onlar geomaqnit sahənin müxtəlif hissələrini generasiya edir.

1930-cu illərdə seysmoloqlar müəyyən etmişlər ki, Yerin daxili bərk nüvəsi də var. Daxili və xarici nüvələrin sərhədlərinin fərqi təqribən 5150 km, onlar arasındakı keçid zonasının qalınlığı 5 km-dir.

Yerin xarici zonasının sərhədi 70 km dərinlikdə yerləşir və *litosfer* adlanır. Litosferə yerin qabığı və mantiyanın yuxarı hissəsi daxildir. Litosfer on böyük plitəyə parçalanmış və Yerdəki zəlzələlərin əksəriyyəti məhz onların sərhədlərində baş verir.

Litosferin altında, təqribən 70 km-dən 250 km-dək dərinlikdə yüksək axarlığa



Yerin daxili quruluşu.

malik daha bir qat mövcuddur. Bu qat Yerin *astenosferi* adlanır. Sərt litosfer plitələr "astenosfer okeanda" üzür.

Astenosferdə mantiya maddəsinin temperaturu onun ərimə temperaturuna yaxınlaşır. Dərinə getdikcə təzyiq və temperatur artır. Yerin nüvəsində təzyiq 3600 kbar-dan artıqdır, temperatur isə 6000°C-dir.

YERİN İSTİLİK ENERJİSİ

Yerin təkində temperaturun yüksək olması alimlərə çoxdan məlum idi. Vulkanik püskürmələr və dərin şaxtalara endikcə temperaturun artması bunu sübut edirdi. Yerin səthinə yaxın onun orta temperaturu hər kilometrə 20° artır.

Yerin təkinin istilik enerjisi planetin səthindən *istilik seli* şəklində ayrılır. İstilik seli vaxt vahidi ərzində sahə vahidindən ayrılan istilik miqdarı ilə ölçülür. Yerin istilik selinin ölçülməsi yalnız XX əsrin ikinci yarısında mümkün olmuşdur.

Yer qabığının kontinental hissəsinin şərti olaraq 15 km qalınlıqda qranit təbəqə və onun həmin qalınlıqda bazalt

PLİTƏLƏRİN TEKTONİKASI

Hələ 1912-ci ildə alman tədqiqatçısı Alfred Vegener qitələrin dreyfi hipotezini irəli sürmüşdü. Onu bu ideyaya Afrika və Cənubi Amerika materiklərinin sahil xətləri çevrələrinin heyrətamiz uyğunluğu, habelə keçmişdə dünyanın bir çox regionlarında iqlimin qlobal dəyişikliyinin açıq-aşkar izləri sövq etmişdi. Lakin bu hipotez əvvəlcə elmi ictimaiyyət tərəfindən rədd edildi, çünki dreyfin səbəblərini göstərmirdi. 30-cu illərdə ingilis geoloqu Artur Holms qitələrin hərəkətinin istilik konveksiyası ilə izah olunmasını təklif etdi.

50-ci illərdə, okean dibinin geniş tədqiqatları aparıldığı vaxt, litosferdə iri üfüqi yerdəyişmələr haqqında hipotez yeni təsdiqini kəsb etdi. Okean dibinin ibarət olduğu süxurların maqnit xassələrinin öyrənilməsi bu sahədə əhəmiyyətli rol oynadı.

Hələ XX əsrin əvvəllərində müəyyən edilmişdi ki, müasir lavaların maqnitləşməsi Yerin hazırkı maqnit sahəsinə uyğundur, qədim lavalarda isə o çox vaxt böyük bucaqlar altında səmtlənmişdir, yaxud da müasir sahənin istiqamətinə müqabildir. Əslində, bu mənzərə əvvəlki geoloji dövrlərdə maqnit sahəsinin vəziyyətini əks etdirir. Bazalt lavalarda çoxlu dəmir var və onlar soyuduqda bərkiyərək, o dövrdə mövcud geomaqnit sahəyə müvafiq surətdə maqnitləşirdi.

Qütblüyün dəyişməsi haqqında göstəricilər də vardı: Yerin şimal maqnit qütbü cənub maqnit qütbünə çevrilirdi və əksinə, son bir neçə milyon il ərzində maqnit qütblərinin 16 inversiyası qeydə alınmışdır (qütblərin bu cür yerdəyişməsinin səbəbləri indiyədək aydınlaşdırılmamışdır, ehtimala görə, onu maye nüvədə baş vermiş proseslər doğurmuşdur). Beləliklə, məlum oldu ki, bu inversiyaların qrafiki materiklərin irimiqyaslı yerdəyişmələrinin xeyrinə dəlalət edirdi.

1955 və 1957-ci illərdə Sakit okean dibinin maqnit planaalması anomal gərginlikli maqnit sahələrinə malik, demək olar, paralel surətdə şimaldan cənuba uzanıb gedən "zolaqları" aşkara çıxardı. 1963-cü ildə isə Hind okeanında Karlsberq sıra dağlarına paralel uzanıb gedən zolaqlı maqnit anomaliyaları kəşf olundu. 1960-cı ildə Prinston Universitetinin (ABŞ) professoru Harri Hess tərəfindən irəli sürülən və sonralar spredinq, yaxud "dəniz dibinin genişlənməsi" adlandırılan hipotez o vaxtadək artıq kifayət qədər tanınmış hipotez olmuşdu. Bu hipotezə görə, yarımərimiş isti mantiya kütləsi orta okean sıra dağları altında qalxır, güclü sellər şəklində onlardan kənara yayılır, bu sellər litosfer plitələrini parçalayır və müxtəlif tərəflərə itələyir. Mantiya maddəsi sıra dağların hər iki tərəfində əmələ gəlmiş çatları – *riftləri* doldurur.

Lakin Yer səthinin sahəsi (eləcə də onun həcmi) onun mövcudluğu müddətində, əslində, dəyişməmişdir. Buna görə də əgər səthin yeni sahələri sıra dağlar boyunca artırsa, bu halda onlar haradasa məhv olmalıdır. Çox güman ki, bu hadisə okean dərinliklərindəki navalçalarda baş verir. *Subduksiya* (udulma) zonaları adlanan bu zonalar Sakit okeanda Aleut adaları boyunca Alyaskadan Yaponiyaya, Marian adalarına və Filippinə doğru lap Yeni Zelandiyayadək və Amerika sahilləri ilə uzanıb gedən vulkanik qövslər boyunca yerləşmişdir. Bu zonalarda Yer qabığı 100-150 km dərinliyinədək endiyi vaxt maddənin bir hissəsi əriyərək, maqma əmələ gətirir, sonra bu maqma lava şəklində özünə yol açıb yuxarı qalxır və vulkanlarda püskürülür.

Beləliklə, Yer qabığı okeanların rift zonalarında yaranır və lentəoxşar konveyer kimi, ildə 5 sm orta sürətlə hərəkət edərək, tədricən soyuyur.

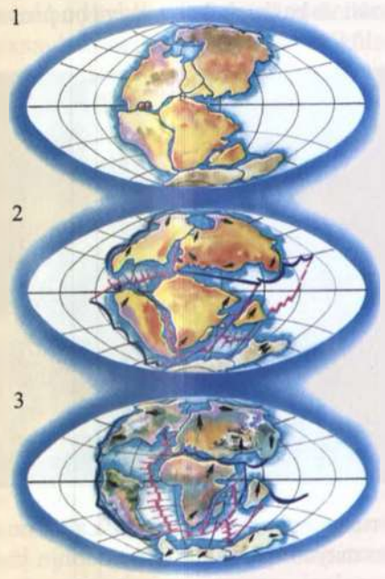
Spredinq hipotezi dəniz dibinin maqnit anomaliyalarını yaxşı izah edə bilər. Əgər orta-okean sıra dağlarında tökülən ərimiş süxur onlardan hər iki tərəfdə bərkiyir, sonra isə əks istiqamətlərdə yoxa çıxırsa, o, zolaqlar yaradacaq və bu zolaqlar özlərinin soyuması dövründə maqnit sahəsinin istiqamətində müvafiq surətdə maqnitləşdirilmiş olacaqdır. Qütblük dəyişəndə yenidən əmələ gəlmiş dəniz dibi əks istiqamətdə maqnitləşir. Zolaqların növbələşməsi fəal sıra dağlardan hər iki tərəfdə dəniz dibinin formalaşmasının müfəssəl mənzərəsini verir, həm də bir tərəf digər tərəfin aynadakı əksidir.



Yer qabığı ilə mantiya arasında maddə mübadiləsi (metabolizm) gedir. Orta-okean sıra dağları – yuxarı mantiya maddəsinin çıxış yerləri. Kontinental şelflər və vulkanik qövslər rayonlarında qabıq maddəsinin mantiyaya dalması hadisəsi baş verir.

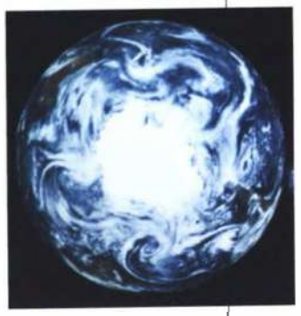
Şimali Amerikanın sahilləri yaxınlığında, Xuan-de-Fuka rayonunda Sakit okean dibinin ilk maqnit xəritələri isə ayna simmetriyasının mövcudluğunu göstərdi. Atlantik okeanında mərkəzi sıra dağların hər iki tərəfində daha çox simmetrik bir mənzərə aşkar edilmişdir.

Materiklərin dreyfinin hazırda "yeni qlobal tektonika" kimi məlum olan konsepsiyasından istifadə edərək, uzaq keçmişdə qitələrin qarşılıqlı yerləşməsini bərpa etmək olar. Sən demə, 200 mln il əvvəl onlar vahid bir materik imiş.



Kontinentlərin dreyfi:
1 – qədim mərhələ – vahid Pangeya materiki;
2 – Lavraziyanın və Qondvananın ayrılması mərhələsi;
3 – müasir təsəvvürlərin əmələ gəlməsi mərhələsi. Qırmızı xətt genişlənmə oblastını, qara xətt toqquşma oblastını göstərir.

təbəqə üstündə yerləşdiyini təsəvvür edək. İstilik mənbələri olan radioaktiv izotopların bazalt və qranitlərdə konsentrasiyası yaxşı öyrənilmişdir. Bunlar, əsasən, radioaktiv kalium, uran və toriumdur. Hesablanmışdır ki, onların parçalanması zamanı təqribən 130 C/(sm^2·il) istilik ayrılır. Hər il Yer səthindən səpələnən istilik seli orta hesabla 130-170 C/(sm^2·il)-ə bərabərdir. Deməli, o təqribən bütünlüklə qranit və bazalt təbəqələrdə ayrılan istiliklə təyin edilir.



Yerin cənub qütbünün proyeksiyası.

Okean qabığına gəldikdə isə, o, kontinental qabıqdan xeyli nazikdir və onun əsasını 5-6 km-lik bazalt təbəqə təşkil edir. Bu təbəqədəki radioaktiv elementlərin parçalanması cəmi 10 C/(sm^2·il) qədər istilik seli verir. Lakin 1956-cı ildə okeanlarda istilik selini ölçəndə onun təqribən materiklərdəki kimi olduğu aşkara çıxdı.

Hazırda müəyyən olunmuşdur ki, okeanaltı qabığa istilik litosfer plitələr vasitəsilə mantiyadan ötürülür. Mantiya maddəsi daim hərəkət edir. Onun təbəqələri arasında əmələ gələn temperaturlar fərqi maddənin fəal qarışmasına gətirib çıxarır: daha soyuq və müvafiq olaraq, daha sıx maddə batır, daha isti maddə isə yuxarı qalxır. Buna istilik konveksiyası deyilir.

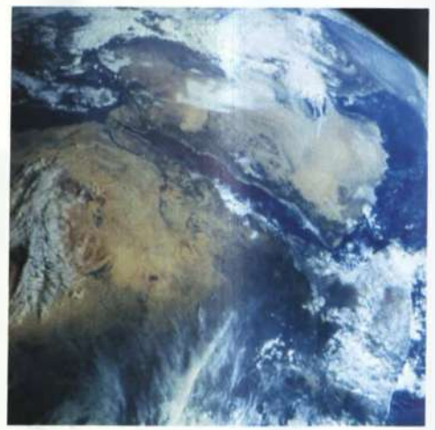
Mantiyada istilik konveksiyasının saxlanması üçün tədqiqatçıların çoxu üç mümkün enerji mənbəyini göstərir. Birincisi, mantiya hal-hazıradək planetin yaranması zamanı toplanmış böyük miqdarda istiliyi hələ də qoruyub saxlayır. Bu istiliyin miqdarı o qədərdir ki, Yerin hazırkı yaşından bir neçə dəfə artıq müddətə kifayət edə bilər. Odur ki, planetin soyuması çox ləng gedir. İkincisi, ola bilsin ki, müəyyən qədər istilik mantiyaya nüvədən gəlir. Nəhayət, üçüncü mənbə radioaktiv elementlərin parçalanmasıdır (mantiyada onların miqdarını qiymətləndirmək çətindir).

YERİN TƏKAMÜLÜ

Yerin erkən təkamülü məsələsi onun mənşəyi nəzəriyyəsi ilə əlaqədardır. Hazırda məlumdur ki, planetimiz təqribən 4,6 mlrd il bundan əvvəl yaranmışdır. Yerin protoplanet buludun zərrəciklərindən əmələ gəlməsi prosesində onun kütləsi yavaş-yavaş artıb. Dartı qüvvəsi artdıqca, planetə düşən zərrəciklərin sürətləri də artırdı. Zərrəciklərin kinetik enerjisi istiliyə çevrilir və Yer getdikcə daha bərk qızırdı. Zərbələr zamanı onun üzərində kraterlər əmələ gəlir, onlardan atılan maddə Yerin cazibə qüvvəsindən çıxa bilməyərək, geri düşürdü.

Düşən cisimlərin ölçüləri böyük olduqca, onlar Yeri daha çox qızdırırdı. Zərbə enerjisi Yerin səthində yox, onun daha dərin qatlarında ayrılırdı (dərinlik düşən cisimlərin ölçüsünün təqribən iki misli-nə bərabərdir). Bu mərhələdə planetə düşən cisimlərin ölçülərinin bir neçə yüz kilometr olmasını nəzərə alsaq, onda enerjinin ayrılmasının təqribən 1000 km təbəqədə baş verdiyini görərik. Enerji fəzaya şüalanmağa imkan tapa bilmədiyindən Yerin təkində qalırdı. Nəticədə 100-1000 km dərinlikdə temperatur ərimə temperaturuna yaxınlaşır. Temperaturun əlavə qalxması, ehtimal ki, qısaömürlü radioaktiv izotopların parçalanmasına səbəb olurdu.

Ehtimal ki, ilk yaranan ərintilər maye dəmir, nikel və kükürddən ibarət idi. Ərinti yığılaraq, yüksək sıxlığa malik olduğundan daha dərin qatlara nüfuz edir və tədricən yer nüvəsini formalaşdırırdı. Beləliklə, Yer maddəsinin diferensiasiyası (təbəqələrə bölünməsi) onun hələ formalaşması mərhələsində başlana bilərdi. Səthin zərbə nəticəsində dəyişməsi və başlanan konveksiya bu proses-



lərin gedişinə mane olurdu. Lakin buna baxmayaraq, daha ağır maddənin bəzi hissələri qarışan təbəqənin altına düşməyə imkan tapırdı. Öz növbəsində, sıxlığa görə diferensiasiya konveksiyanı dayandırır və əlavə istiliyin ayrılmasına gətirib çıxarırdı. Bu isə Yerdə zonaların formalaşması prosesini sürətləndirirdi.

Yerin nüvəsinin təqribən bir neçə yüz milyon ilə yaranması fərz olunur. Planetin tədricən soyuması nəticəsində, yüksək ərimə temperaturuna malik nikel ilə zəngin dəmir-nikel ərintisi kristallaşmağa başlamış – bərk daxili nüvə yaranmışdır. Hal-hazırda bərk nüvə Yer kütləsinin 1,7%-ni təşkil edir. Maye halında olan nüvənin xarici hissəsində Yer kütləsinin 30%-ə qədəri toplanmışdır.

Başqa örtüklərin inkişafı daha uzun müddət davam etmiş və hal-hazırda da davam edir.

Kiçik qalınlığa malik olan litosfer əmələ gəldikdən dərhal sonra çox dayanıqsız olub. O, mantiya tərəfindən udulur, böyük və çoxsaylı meteoritlərin zərbələri nəticəsində, xüsusilə böyük bombardman epoxası adlandırılan dövrdə (4,2-3,9 mlrd il bundan əvvəl) dağılırdı. Ayda meteorit bombardmanının nəticələrini bu gün də görmək mümkündür – çoxsaylı kraterlər və dənizlər (tökülən maqma ilə dolmuş sahələr). Bizim planetdə baş verən fəal tektonik proseslər, atmosfer və hidrosferin təsiri nəticəsində bu dövrün izləri silinmişdir.

3,8 mlrd il bundan öncə, ilk yüngül və deməli, "batmayan" qranit qabıq əmələ gəlmişdir. Bu dövrdə planetimiz okean və hava atmosferinə malik idi; onların yaranması üçün lazımı qazlar Yerin təkindən gəlirdi. Atmosfer o zamanlar, əsasən, karbon qazından, azot və su buxarından ibarət idi. Oksigenin miqdarının çox az olmasına baxmayaraq, onun yaranması üçün şərait vardı: əvvələn, suyun fotokimyəvi dissosiasiyası və ikincisi, sadə orqanizmlərin (göy-yaşıl yosunların) fotosintezləşdirmə fəaliyyəti.

600 mln il bundan əvvəl Yerdə, müasir plitələrə olduqca oxşar, bir neçə mütəhərrik kontinental plitə var idi. Yeni nəhəng ifrat materik Pangeya xeyli sonradan əmələ gəlmişdir. O, 300-200 mln



Meşə yanğınları. Kosmosdan çəkilmiş şəkil.

il öncə mövcud idi, sonradan isə, hissələrə parçalanmış və bunlar indiki materikləri yaratmışdır.

Gələcəkdə Yeri nə gözləyir? Bu suala çox böyük ehtimalla cavab vermək olar. Xarici kosmik təsirləri (böyük kometa və asteroidlərlə Yerin toqquşması təhlükəsi) və insanların fəaliyyəti nəticəsində ətraf mühitə mənfi təsirləri istisna etsək, aşağıda verilən ssenari ağlabatandır.

Gec-tez Yerin təki o dərəcədə soyuyacaq ki, mantiyada konveksiya, yəni materiklərin hərəkəti (eləcə də dağların yaranması, vulkanların püskürməsi, zəlzələlər) yavaş-yavaş zəifləyəcək və səngiyəcək. Küləklər nəticəsində Yer qabığının kələ-kötürlüyü yox olacaq və planetin səthi sulara qərq olacaq. Onun sonrakı taleyi illik orta temperaturdan asılı olacaq. Temperatur aşağı düşsə, onda okeanlar buz bağlayacaq və Yer səthi buz təbəqəsi ilə örtüləcək. Əgər temperatur yüksəlsə (böyük ehtimalla Günəşin istiliyinin artması buna gətirib çıxarmalıdır), suyun tam buxarlanması nəticəsində planetin hamar səthi görünəcək. Məlumdur ki, hər iki halda insanların Yer planetində yaşaması qeyri-mümkün olacaq.

Mərkəzi And dağları. Kosmosdan çəkilmiş şəkil.



▸ Afrika çıxıntısı. Kosmosdan çəkilmiş şəkil.

YERİN ATMOSFERİ

İndiki zamanda Yer təxminən $5{,}15 \cdot 10^{18}$ kq atmosfer kütləsinə malikdir ki, bu da planetin kütləsinin milyonda bir hissəsindən də azdır. Üst qat yaxınlığında onun tərkibini 78,8% azot, 20,95% oksigen, 0,94% təsirsiz qaz, 0,03% karbon qazı və cüzi miqdarda digər qazlar təşkil edir.

Atmosferdə təzyiq və sıxlıq yüksəkdə azalır. Havanın yarısı aşağı 5,6 km-də cəmləşir, demək olar, bütün ikinci yarısı 11,3 km yüksəkliyədək toplanmışdır. 95 km yüksəklikdə havanın sıxlığı üst qatda olduğundan milyon dəfə azdır. Bu səviyyədə atmosferin kimyəvi tərkibi də başqa cürdür. Yüngül qazların payı artır, hidrogen və helium üstünlük təşkil edir. Molekulların bir hissəsi ionlara parçalanaraq *ionosferi* yaradır.

1000 km-dən yuxarıda radiasiya qurşaqları yerləşir. Onlara da atmosferin hidrogen atomlarının olduqca enerjili nüvələri və planetin maqnit sahəsi tərəfindən tutulan elektronlar ilə dolmuş bir hissəsi kimi baxmaq olar.

YERİN HİDROSFERİ

Yer kürəsinin üst qatının 70%-dən çoxunu su örtmüşdür. Dünya okeanının isə orta dərinliyi 4 km-dir. Hidrosferin kütləsi təxminən $1{,}46 \cdot 10^{21}$ kq-dır. Bu, atmosfer kütləsindən 275 dəfə artıqdır, bütün Yer kütləsinin isə yalnız 1/4000-i qədərdir.

Hidrosferin 94%-ni duzların (orta hesabla 3,5%) həll olduğu Dünya okeanının suları və eləcə də bir sıra qazlar təşkil edir. Okeanın üst qatının tərkibində 140 trilyon ton karbon qazı, 8 trilyon ton həll olmuş oksigen vardır.

AY BİZİM KOSMİK PEYKİMİZDİR

Ay yeganə göy cismidir ki, qədim zamanlardan bəri onun Yer ətrafında dolanması heç kəsdə şübhə doğurmurdu. Hələ e.ə. II əsrdə Hipparx Ay orbitinin ekliptika müstəvisinə meyilli olmasını təyin etmiş və Ayın hərəkətinin bir sıra xüsusiyyətlərini aşkar etmişdir. O, öz zamanına görə, Ayın hərəkətinin çox mükəmməl nəzəriyyəsini, habelə Günəş və Ay tutulmalarının nəzəriyyəsini yaratmışdır.

II əsrdə isgəndəriyyəli Klavdi Ptolemey Ayın Yer ətrafında dolanması nəzəriyyəsini daha da inkişaf etdirmiş və özünün "Almagest" adlı sanballı əsərinin kitablarından birini bu məsələyə həsr etmişdir. Göy cisimlərinin hərəkətini idarə edən ümumdünya cazibə qanunu İsaak Nyuton tərəfindən kəşf edildikdən sonra (1687-ci il), bu nəzəriyyə sırf kinematik (hərəkətin həndəsi xassələrini təsvir edən) nəzəriyyədən dinamik (cisimlərin hərəkətinə onlara sərf edilən qüvvələrin təsiri altında nəzər salan) nəzəriyyəyə çevrilir.

Əgər hər hansı bir planetin (məsələn, Marsın) Günəş ətrafında dolanmasına baxsaq, görərik ki, onun hərəkətini tənzimləyən əsas qüvvə Günəşin cazibəsidir. Başqa planetlərin təsiri Günəşin təsirindən bir neçə dəfə azdır, çünki planetlərin kütlələri Günəşin kütləsindən min, on min və yüz min dəfələrlə kiçikdir. Başqa planetlərin (Yerin, Veneranın, Yupiterin) cazibəsinin Marsa verdiyi əlavə təcillərin çox kiçik olduğunu nəzərə alıb, onlara ayrı-ayrılıqda baxmaq, sonra isə toplamaq mümkündür. Ayla vəziyyət bir qədər başqadır. Onun hərəkətinin dəqiq nəzəriyyəsini qurmaq üçün Günəşin və Yerin cazibəsini nəzərə almaq lazımdır. Yer orbiti elliptik olduğundan Günəşin təsiri il boyu, Ayın öz orbiti üzrə hərəkəti üzündən isə, üstəlik, bir ay ərzində də dəyişir. Bundan əlavə, Yer və Ay orbitlərinin müstəviləri bir-birinə uyğun gəlmir, hərçənd kiçik bucaq altında (5°9′) da öz təsirini göstərir. Tədqiqatçılar bütün bunları nəzərə almalıdırlar. Odur ki, Ayın hərəkətinin dəqiq nəzəriyyəsinin qurulması məsələsi yüzilliklər ərzində göy mexanikasının ən çətin məsələlərindən biri olmuşdur.

Ayın teleskopda görünüşü.



Hazırda Ay orbitinin parametrləri böyük dəqiqliklə məlumdur. Ayın Yer ətrafına dolanması 27,32166 sutka və ya 27 sutka 7 saat 43 dəqiqə ərzində baş verir. Bu, Ayın ulduz və ya siderik ayı adlanır (göydə Ayın ulduzlara nisbətən periodik hərəkəti). Ay fazalarının dəyişmə periodu və ya sinodik ay siderik aydan 2 sutkadan da uzundur və 29,530588 sutka və ya 29 sutka 12 saat 44 dəqiqədir. Bu ondan irəli gəlir ki, Ayın fazaları onun Günəşə nisbətən vəziyyətindən asılıdır, o isə il ərzində ekliptika üzrə yerini dəyişir (Yerin il ərzində hərəkətinə görə).

Ay fazalarının növbələşməsi mərhələsi, yaxud sinodik ay siderik aydan ona görə iki sutka yarım uzun çəkir ki, Ayın fazaları onun Günəşə nisbətən vəziyyətindən asılı olur, o isə il ərzində ekliptika üzrə yerini dəyişir (Yerin illik hərəkətinə görə). Sinodik ayın uzunluq düsturunu hesablamaq çətin deyildir:

$$\frac{1}{P}=\frac{1}{S}-\frac{1}{T},$$

burada P, S və T müvafiq olaraq sinodik və siderik ayın, eləcə də siderik ilin uzunluğu, həm də Yerin Günəş ətrafında dövr etməsi mərhələsidir. Bu düstur üzrə sinodik ayın 29,530588 sutka və yaxud 29 sutka 12 saat 44 dəqiqə olduğunu tapırıq.

Astronomlar əlavə olaraq *əjdaha* və *anomaliya* aylarını fərqləndirirlər. Əjdaha ayı – orbit düyünlərinə, yəni onun ekliptika müstəvisi ilə kəsişmə nöqtələrinə nisbətən Ayın dolanma periodudur. Bu Günəş və Ay tutulmalarının əvvəlcədən hesablanması zamanı əsas rol oynayır. Anomaliya ay perigeyə, onun orbitinin Yerə ən yaxın nöqtəsinə nisbətən Ayın dolanma periodudur. Əjdaha ayının müddəti 27,21222 və ya 27 sutka 5 saat 5 dəqiqə, anomalistik ayın müddəti 27,55455 sutka və ya 27 sutka 13 saat 18 dəqiqədir.

Bu ədədlərdən görünür ki, Əjdaha ayı siderik aydan qısadır, anomaliya ayı isə, əksinə, ondan uzundur. Bu onunla bağlıdır ki, Ay orbiti qovşaqlarının xətti Ayın hərəkətinə doğru ləng dönərək, tam dövrəni 18,6 ilə başa çatdırır, halbuki Ay orbitinin böyük oxu Ayın 8,85 il periodu ilə hərəkət etdiyi eyni tərəfə dönür. Nyuton bu hərəkətlərin səbəblərini izah etmişdir: sən demə, bütün iş Günəşdən asılı imiş.

Günəş Ayın hərəkətində daha tam bir sıra periodik sarsıntılar doğurur. Hələ Ptolemeyin dövründən gələn ənənəyə görə onları *bərabərsizliklər* adlandırırlar, hərçənd bu məfhumun mənası (sarsınmamış hərəkətdən kənaraçıxmalar) riyaziyyatda olduğundan tamamilə başqa cürdür.

Yer-Ay sisteminə qoşa planet kimi baxmaq olar. Axı təkcə Ay Yer ətrafında dolanmır, Yer də, öz növbəsində, Ayın cazibəsi nəticəsində onların ümumi kütlə

Aydan baxanda Yerin və Yerdən baxanda Ayın görünüşü.





AYIN FIRLANMASI

Bəzən belə bir rəy eşitməli oluruq ki, guya, Ay əsla fırlanmır, çünki onun bir tərəfi Yerə baxır. Əslində isə, bu belə deyildir. Əgər Ayı Yerdən deyil, başqa planetdən (məsələn, Marsdan) müşahidə etsək, onun fırlanmasını sezə bilərik. Sadəcə, Ayın öz oxu ətrafında fırlanması vaxtı siderik aya dəqiq uyğun gəlir.

Belə bir vəziyyət Yer-Ay sistemi təkamülünün milyardlarla ili ərzində Ay qabığında Yerin doğurduğu qabarmaların təsiri altında əmələ gəlmişdir. Yer öz kütləsinə görə Aydan 81 dəfə böyük olduğu üçün onun qabarmaları Ayın planetimizdə doğurduğu qabarmalardan təqribən 20 dəfə güclüdür. Doğrudur, Ayda okeanlar yoxdur, lakin onun qabığı Yer tərəfindən qabarma təsirinə məruz qalır, necə ki, Yer qabığı Ayın və Günəşin təsiri altında qabarmalara məruz qalır. Buna görə də, əgər uzaq keçmişdə Ay indikindən daha sürətlə fırlanırmışsa, milyardlarla il ərzində onun fırlanması tormozlanmışdır.

Ayın öz oxu ətrafında fırlanması ilə onun Yer ətrafında fırlanması arasında əsaslı fərq vardır. Ay Yer ətrafında Keplerin qanunları üzrə, yəni qeyri-bərabər sürətdə fırlanır: perigeyin yaxınlığında daha sürətlə, apogeyin yaxınlığında isə daha yavaş hərəkət edir. Öz oxu ətrafında o tamamilə müntəzəm fırlanır. Bunun sayəsində bəzən şərqdən, bəzən isə qərbdən Ayın əks tərəfinə bir qədər "nəzər salmaq" mümkündür. Bu cür hadisə *uzunluq üzrə optik librasiya* adlanır (*lat.* "libratio" – "yırğalanma", "titrəyiş"). Ay orbitinin ekliptikaya kiçik meyli isə vaxtaşırı gah şimaldan, gah da cənubdan Ayın əks tərəfinə "nəzər salmağa" imkan verir. Bu *optik librasiya enliyə görədir*. Birlikdə götürülən hər iki librasiya Yerdən Ay səthinin 59 %-ni müşahidə etməyə imkan verir. Ayın optik librasiyasını Qalileo Qaliley 1635-ci ildə, katolik inkvizisiyanın hökmündən sonra kəşf etmişdir.



☾ Ay

Diametri	3474 km
Kütləsi	$7{,}34 \cdot 10^{22}$ kq
	0,012 $M_⊕$
Sıxlığı	3341 kq/m³
Fırlanma dövrü	27,3 sutka
Yerdən orta məsafəsi	0,00257 a.v. (384400 km)
Dolanma dövrü	27,3 sutka
Orbitinin ekssentrisiteti	0,055
Orbitinin meyli	5,15°



mərkəzi ətrafında kiçik orbit üzrə hərəkət edir. Ancaq bu orbit Ay orbitindən 8 dəfə kiçikdir. Yer-Ay sisteminin kütlə mərkəzi Yerin daxilində, planetin mərkəzindən 4750 km məsafədə yerləşir. Hər halda, astronomlar Yerin bu kiçik hərəkətini dəqiq hesablamalar zamanı nəzərə alırlar.

AY XƏRİTƏSİ

Adi gözlə Aya baxdıqda onun diskinin üzərində ayrı-ayrı fiqurları, əşyaları xatırladan tutqun ləkələri görmək mümkündür. Bu ləkələri hələ XVII əsrdə dənizlər adlandırmışlar. O zamanlar Ayda suyun və Yerdəki kimi, dəniz və okeanların olmasını fərz edirdilər. İtaliya alimi Covanni Riççoli onlara indi də istifadə edilən adlar vermişdi: Fırtınalar Okeanı, Yağışlar Dənizi, Soyuqlar Dənizi, Aydınlıq Dənizi, Sakitlik Dənizi, Bolluq Dənizi, Buludlar Dənizi, Böhranlar dənizi, Bürkü Körfəzi və s. Bu toponimlər belə bir çoxdankı və tamamilə yanlış təsəvvürü əks etdirirdi ki, guya, Ay Yer iqliminə təsir göstərir.

Ay səthinin daha işıqlı sahələri quru hesab olunurdu.

1753-cü ildə xorvat astronomu Rucer Boşkoviç isbat etmişdi ki, Ayın atmosferi yoxdur. Ay ulduzu örtən kimi, o bir anda yox olur, amma Ayın atmosferi olsaydı, ulduz tədricən sönərdi. Bundan belə qənaətə gəlmək olur ki, Ayın səthində maye su ola bilməz, çünki atmosfer təzyiqinin yoxluğu şəraitində su dərhal buxarlanmalıdır.

Hələ Qaliley Ayda dağlar kəşf etmişdi. Onların bir çoxuna yerdəki dağların adları verilmişdi: Alp, Apennin, Pireney, Karpat, Qafqaz və s. Ayda xüsusi – halqavari dağlara da rast gəlmək mümkündür, onları krater və ya sirklər adlandırırdılar (*yun.* "krater" – kasa).



Riççoli kraterlərə qədim dövrün və Yeni zamanın böyük alimlərinin adlarını verməyi təklif etdi. Ayda Platon, Aristotel, Arximed, Aristarx, Eratosfen, Hipparx, Ptolemey, habelə Kopernik, Kepler, Tiho (Brahe), Qaliley kraterləri bu cür meydana gəldi. Bu çox məşhur adlarla yanaşı, indi heç bir astronomiya kitabında tapmaq mümkün olmayan, məsələn, Aristill, Avtolik, Lanqren, Teofil kimi adlar da vardır. Lakin o vaxt, XVII əsrdə, bu alimləri tanıyır və xatırlayırdılar.

Ayın sonralar öyrənilməsi zamanı Riççolinin verdiyi adlara yeniləri də əlavə olundu. Ayın görünən tərəfinin daha sonrakı xəritələrinə Flemstid, Delandr, Piatsi, Laqranj, Darvin (Ayın mənşəyinin ilk nəzəriyyəsini yaratmış Corc Darvin), Struve, Delil kimi adlar salınmışdır.

"Luna" seriyalı sovet avtomat planetlərarası stansiyaları Ayın əks tərəfinin fotoşəkillərini çəkdikdən sonra onun xəritələrinə rus alimlərinin və kosmos fatehlərinin: Lomonosov, Siolkovski, Qaqarin, Korolyov, Mendeleyev, Kurçatov, Vernadski, Kovalevskaya, Lebedev, Çebışev və Pavlovun, astronomlarından isə Blajko, Bredixin, Belopolski, Qlazenap, Numerov, Parenaqo, Fesenkov, Seraskı və Şterenberqin adlarını daşıyan kraterlər salındı.



◂◂ Ay səthində böyük kraterlərdən biri.

◂ Ayın qərb yarımsferi. Ayın belə şəklini yalnız kosmik aparatlardan müşahidə etmək mümkündür, çünki Yerdən bu yarımsferin ancaq yarısı görünür.



Ayın şimal qütb rayonu.

AY SƏTHİ

Ay kraterləri necə əmələ gəlmişdir? Bu sual uzun sürən diskussiyaya səbəb olmuş və ispan astronomu Antonio Palüzi-Borel tərəfindən bu diskussiya "Yüzillik müharibə" adlandırılmışdır. Söhbət iki hipotez tərəfdarlarının mübarizəsindən gedir: Ay kraterlərinin yaranması vulkanik, yoxsa meteorit mənşəyə malikdir?

XVIII əsrin 80-ci illərində alman astronomu İohann Şreter tərəfindən irəli sürülmüş vulkanik hipotezə əsasən, kraterlər çox güclü püskürmələr nəticəsində yaranmışdır. 1824-cü ildə onun həmvətəni Frans fon Qruytuyzen kraterlərin əmələ gəlməsini meteoritlərin Ay sət-

AY KRATERLƏRİNİN İŞIQLI ŞÜALARI

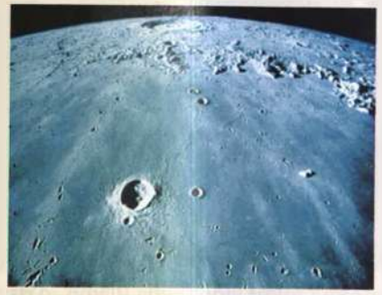
Ayın ilk teleskopik müşahidələri dövründən bəri astronomlar buna diqqət yetirmişlər ki, işıqlı zolaqlar və ya şüalar yalnız radiuslar üzrə bəzi Ay kraterlərindən fərqlənir. Kopernik, Kepler, Aristarx kraterləri işıqlı şüaların mərkəzləridir. Lakin Tiho krateri ən güclü şüalar sisteminə malikdir: onun bəzi şüaları 2000 km boyunca uzanmışdır.

Ay kraterlərinin şüalarını əmələ gətirən işıqlı maddə nədir? O haradan meydana gəlmişdir?

1960-cı ildə, Ay kraterlərinin mənşəyi haqqında mübahisə hələ başa çatmadığı bir vaxtda Rusiya alimləri Kirill Petroviç Stanyukoviç və Vitali Aleksandroviç Bronşten (hər ikisi onların əmələ gəlməsinin meteorit hipotezinin qızğın tərəfdarı olmuşdur) şüa sistemlərinin təbiətinin aşağıdakı izahını təklif etmişlər.

İri meteoritin və ya kiçik asteroidin Ay səthinə zərbəsi partlayışla müşayiət olunur: zərblə dəyən cismin kinetik enerjisi bir anda istiliyə çevrilir. Enerjinin bir hissəsi Ay maddəsinin müxtəlif bucaqlar altında tullanılmasına sərf olunur. Tullanılan maddənin xeyli hissəsi Ayın cazibə qüvvəsini aradan qaldıraraq, kosmosa uçur. Lakin kiçik bucaqlar altında və çox da böyük olmayan sürətlərlə səthə tərəf tullanılmış maddə yenidən Aya düşür. Yerdəki partlayışlarla aparılan eksperimentlər göstərir ki, maddənin tullanılması şırnaqlarla baş verir. Bu cür şırnaqlar bir neçə ədəd təşkil etdiyinə görə şüalar sistemi alınır.

Lakin onlar nə üçün işıqlıdır? İş burasındadır ki, şüalar xırda doğranmış maddədən ibarətdir və bu maddə isə həmişə eyni tərkibli sıx maddədən də işıqlıdır. Bunu professor Vsevolod Vasilyeviç Şaronovun və onun əməkdaşlarının təcrübələri müəyyən etmişdir. İlk astronavtlar Ayın səthinə ayaq basdıqları və tədqiqat üçün Ay şüaları maddəsini götürdükləri vaxt bu hipotez təsdiq olundu.



Tiho kraterinin işıqlı şüaları.

hinə düşməsi ilə izah edən meteorit nəzəriyyəsini irəli sürmüşdür. Onun fikrincə, belə zərbələr zamanı Ay səthinin sıxılması baş verir.

Yalnız 113 il sonra, 1937-ci ildə, rusiyalı tələbə Kirill Petroviç Stanyukoviç (gələcək elmlər doktoru və professor) sübut etdi ki, meteoritlərin zərbələri zamanı kosmik sürətlərlə partlayış baş verir, onun nəticəsində təkcə meteorit deyil, habelə süxurun bir hissəsi zərbə yerində buxarlanır. Stanyukoviçin partlayış nəzəriyyəsi 1947-1960-cı illərdə onun özü, sonralar isə digər tədqiqatçılar tərəfindən işlənib hazırlanmışdır.

Ay səthində cavan krater. Ay relyefinin dəyişməsi, əsasən, meteorit və mikrometeorit bombardımanı sayəsində baş verir.



1964-cü ildən "Reyncer" seriyalı Amerika kosmik aparatlarının Aya uçması, Mars və Merkuridə, sonradan planetlərin peyklərində və asteroidlərdə kraterlərin kəşfi yüz ildən artıq davam edən "yüzillik müharibəyə" son qoydu. Meteorit nəzəriyyəsi hazırda hamı tərəfindən qəbul olunur.

1811-ci ildə fransız astronomu Fransua Araqo Aydan əks olunan işığın polyarlaşmasını kəşf etdi. Bu onu göstərirdi ki, Ayın səthi narın döyülmüş süxur təbəqəsi ilə örtülmüşdür. Dənizlərdə polyarlaşma materiklərə nisbətən daha güclü idi.

1918-ci ildə rus alimi Nikolay Barabaşov Ay törəmələrinin parlaqlığı və Günəşdən gələn işıq selinin düşmə bucağından asılılığını tədqiq edərək, qeyri-adi vəziyyətlə qarşılaşdı. Ay səthinin hər bir sahəsi maksimal parlaqlığa gözlənildiyi kimi, Günəş zenitdə ikən yox, səmada bədirlənmiş Ay göründükdə (yəni, əks olunan şüa, düşən Günəş şüaları ilə qarşılaşdıqda) çatır.

1959-cu ildə Ay süxurunun əmələ gəlməsinin meteor-şlak nəzəriyyəsi təklif olunur. Bu nəzəriyyəyə əsasən, meteoritlərin zərbəsi nəticəsində Ayın üst örtüyünə (*reqolitə*) ötürülən istilik onun əriməsinə və şlakların əmələ gəlməsinə sərf olunur. 1966-cı ildə "Luna-9" planetlərarası kosmik aparat, Ay səthinə enəndən sonra meteor-şlak nəzəriyyəsi öz təsdiqini tapdı.

Amerika astronomu Tomas Qoldun toz hipotezi bir müddət meteor-şlak nəzəriyyəsinə qarşı dururdu. O hesab edirdi ki, Ay elə qalın toz təbəqəsi ilə örtülmüşdür ki, onun səthinə enən kosmik aparatlar və astronomların özləri bu təbəqəyə qərq ola bilərlər. 1966-cı il fevralın 3-də "Luna-9" sovet avtomat planetlərarası stansiyasının Aya ehmalca enməsi bu nöqteyi-nəzəri bütünlüklə təkzib etdi. 1969-cu il iyulun 21-də Ay səthinə ilk dəfə ayaq basmış Amerika astronavtları Nil Armstronq və Edvin Oldrin meteor-şlak nəzəriyyəsinin ədalətli olduğunu yəqin edə bildilər.

Hələ XIX əsrdə Ay səthinin temperaturu ölçülmüş və onun Ay sutkası ərzində dəyişməsi izlənilmişdir. Atmosferin yoxluğu gündüz saatlarında (bu isə 14,7 Yer sutkası deməkdir) Ayın səthinin 120-130°C-yə qədər qızır. Gecələr isə Ayın istiliyi kosmik fəzaya yayılır və temperatur -150°C-dək enir. Ay tutulmaları zamanı da buna bənzər vəziyyət müşahidə edilir. Ay səthinin temperaturu XIX əsrdə ölçülmüş və onun Ay sutkası ərzində dəyişməsi izlənmişdir. Atmosferin yoxluğu gündüz saatlarında (bu isə 14,7 yer sutkası deməkdir) Ayın səthinin 120-130°C-yə qədər qızmasına, gecələr isə Ay istiliyinin kosmik fəzaya ötürülməsi və temperaturunun -150°C-yə enməsinə səbəb olur.

AYIN DAXİLİ QURULUŞU

Ayın sıxlığı 3340 kq/m^3-ə bərabərdir, yəni o, təqribən Yer mantiyasının sıxlığı kimidir. Bu isə o deməkdir ki, bizim peykimiz sıx dəmir nüvəyə malik deyil və ya çox kiçikdir.



Ayın daxili quruluşu barədə daha dəqiq məlumatlar seysmik eksperimentlərin aparılması zamanı əldə olunmuşdur. Bu eksperiment 1969-cu ildən, Amerikanın "Apollon-11" kosmik aparatının Aya enməsindən sonra keçirilməyə başlamışdır. "Apollon-12, -14, -15 və -16" ekspedisiyalarının aparatları dörd stansiyadan ibarət seysmik şəbəkə yaratdı və bu şəbəkə 1977-ci il oktyabrın 1-dək fəaliyyət göstərdi. Şəbəkə üç tip seysmik təkanları qeydə aldı: istilik təkanları (gündüz və gecə temperatur fərqlərinin kəskin dəyişməsi nəticəsində Ay süxurlarının çatlaması); litosferdə (yuvası 100 km-dən artıq olmayan dərinlikdə yerləşən) Ay zəlzələləri (plitələrdaxili zəlzələ hallarında olduğu kimi, böyük toxunan gərginliklərin olması ilə şərtlənmiş); dərinfokuslu (yuvaları 700-1100 km dərinlikdə yerləşən) Ay zəlzələləri (onlar üçün enerji mənbəyi Ay qabarmalarıdır).

Qeyd etmək lazımdır ki, il ərzində Ayda seysmik enerjinin tam ayrılması Yerdəkindən milyard dəfə azdır. Bu onunla əlaqədardır ki, Ayın tektonik fəallığı neçə milyard il əvvəl başa çatıb, Yerdə isə bu proseslər indiyədək davam edir.

Ayın səthaltı təbəqələrinin quruluşunu müəyyən etmək üçün fəal seysmik eksperimentlər aparılmışdır: seysmik dalğalar "Apollon" kosmik aparatlarının işlənmiş hissələrinin Ay səthinə düşməsi və ya Ay səthində süni partlayışların törədilməsi ilə yaradılırdı.

Aydınlaşdırılmışdır ki, Ayın reqolit örtüyünün qalınlığı 9-12 m həddindədir,

onun altında bir neçə on metrdən bir neçə yüz metrədək qalınlıqda təbəqə yerləşir ki, bunun da maddəsi böyük kraterlərin əmələ gəlməsi zamanı yaranan tullantılardan ibarətdir. Ayın mantiyasını üç tərkib hissəsinə bölmək olar: yuxarı, orta və aşağı. Yuxarı qatın qalınlığı 400 km, orta qatınkı 500-1000 km-dir. Seysmik dalğaların sürətinin artdığı aşağı mantiya 1100 km dərinlikdə yerləşir.

Ayın tədqiqinin əsas sensasiyalarından biri qalınlığı 60-100 km-ə çatan güclü qabığın kəşfi olmuşdur. Bu, nüvəsində ərimə zamanı təkamülünün ilkin 100 mln ilində örtüyün yaranmasının baş verdiyi Ayda maqma okeanının əmələ gəlməsini göstərir. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, Ayın və Yerin oxşar mənşəyi olmuşdur.

Amma Aydakı plitələrin tektonik rejimi Yerinkindən fərqlənir – əriməkdə olan bazalt maqması Ay örtüyünü yaradır. Elə buna görə də o belə qalındır.

AYIN MƏNŞƏYİ HAQQINDA NƏZƏRİYYƏLƏR

Son 120 il ərzində Ayın mənşəyi haqqında üç fərziyyə irəli sürülmüşdür. Birinci fərziyyəni 1879-cu ildə məşhur ingilis təbiətşünası Çarlz Darvinin oğlu, astronom və riyaziyyatçı Corc Darvin irəli sürmüşdür. Onun fərziyyəsinə görə, Yer maye halında olanda Ay Yerdən ayrılmışdır (Yerin belə halda olması haqqında təsəvvürlər XIX əsrin axırlarında hökm sürmüşdür). Ay orbiti təkamülünün öyrənilməsi, həqiqətən, göstərirdi ki, Ay haçansa Yerə indikindən daha çox yaxın olmuşdur.

Yerin keçmişinə baxışlar dəyişdiyindən və Darvin fərziyyəsinin Rusiya geofiziki V.Lodoçnikov tərəfindən tənqidi alimləri 1939-cu ildən başlayaraq Ayın əmələ gəlməsinin başqa yollarını axtarmağa məcbur etdi. 1962-ci ildə amerikalı geofizik Harold Yuri belə bir fərziyyə irəli sürdü ki, Yer artıq hazır, formalaşmış Ayı "zəbt etmişdir". Lakin belə bir hadisənin çox az ehtimal olunmasından başqa, Ay və Yer mantiyası tərkibinin oxşarlığı da Yuri fərziyyəsinin əleyhinə idi.

1960-cı illərdə Rusiya tədqiqatçısı Yevgeniya Leonidovna Ruskol öz müəllimi, akademik Otto Ulyeviç Şmidtin ideyasını inkişaf etdirərək, bir zaman Yerin və Ayın Günəşi əhatə edən əlavə cisimlər buludundan qoşa planet kimi birgə əmələ gəlməsi nəzəriyyəsini irəli sürdü. Bu nəzəriyyəni bir çox Qərb alimləri müdafiə etdilər. Ayın yaranması ilə ən çox məşğul olmuş Avstraliya geofiziki Edvard Rinqvudun fikrincə, "Apollon" seriyalı kosmik aparatların uçuşuna qədər bütün fərziyyələrin içərisində yalnız Ruskol modeli ciddi nöqsanlara malik deyil. Onun axtarışları davam edir.

Ayın səthindəki kraterlərdən biri görkəmli Azərbaycan astronomu və riyaziyyatçısı Nəsirəddin Tusinin şərəfinə "Tusi" krateri adlanır.

AY MİNERALOGİYASI

Amerika astronavtlarının Aya ekspedisiyaları (1969-1972-ci illər), "Luna-16, -20 və -24" sovet avtomat stansiyalarının Ay səthinə enməsi (1970-1976-cı illər) və Ay süxurlarının Yerə gətirilməsi nəticəsində yeni elm sahəsi – Ay mineralogiyası yaranmışdır. Beləliklə, Ay süxurları mütəxəssislərin əlinə keçmiş və onların quruluşu və tərkibinin Yerdəki minerallar və meteorit qalıqları ilə müqayisəsini aparmağa imkan vermişdir.

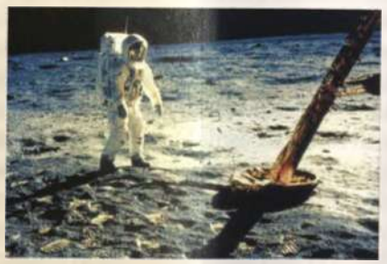
Radioaktiv izotopların miqdarı əsasında Ay süxurlarının yaşı təyin olunmuşdur. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, onların ən qədimləri 4,46 mlrd il əvvəl yaranmışdır. Yerdəki ən qədim dağ süxurlarının yaşı da təxminən o qədərdir (4,6 mlrd il). Deməli, təqribən 4,5 mlrd il bundan əvvəl Günəş sistemi, o cümlədən Yer, Ay və meteorit qalıqları şəklində Yerə düşən cisimlər yaranmışdır.

Ay minerallarının analizi onun materik və dəniz ərazilərinin fərqini öyrənməyə imkan verdi. Məlum oldu ki, dənizlər, əsasən, bazaltlarla (vulkanik süxurlarla) örtülmüşdür. Böyük meteoritlərin zərbəsi nəticəsində əmələ gələn kraterlərin nisbətən azsaylı, aparılan radioaktiv analiz isə onların nisbətən cavan olduğunu göstərdi.

Beləliklə, nə vaxtsa Ay dənizləri su yox, həqiqətən, əsl dənizlər, lakin lava dənizləri olmuşdur. Radioaktiv analiz göstərmişdir ki, dənizlərin çoxu (Aydınlıq Dənizi, Buxar Dənizi, Sakitlik Dənizi, Fırtınalar Okeanı) 4 mlrd il bundan əvvəl yaranmışdı. Yağışlar Dənizi bir qədər cavandır: onun əmələ gəlməsindən 3,87 mlrd il keçib. Ola bilsin ki, göstərilən dövrdə Aya, Yeri və Ayı əmələ gətirən cisimlərin qalıqları düşmüşdür.



"Apollon" seriyalı aparatlardan birinin endiyi yer.



Astronavt Edvin Oldrin Ay səthində. 1969-cu il.



Gümüş Mahmız qayası. Süxurların laylara ayrılması görünür ki, bu da onların çöküntülərdən əmələ gəldiyini göstərir.



Astronavt Ceyms İrvin Ay səthində. 1971-ci il.

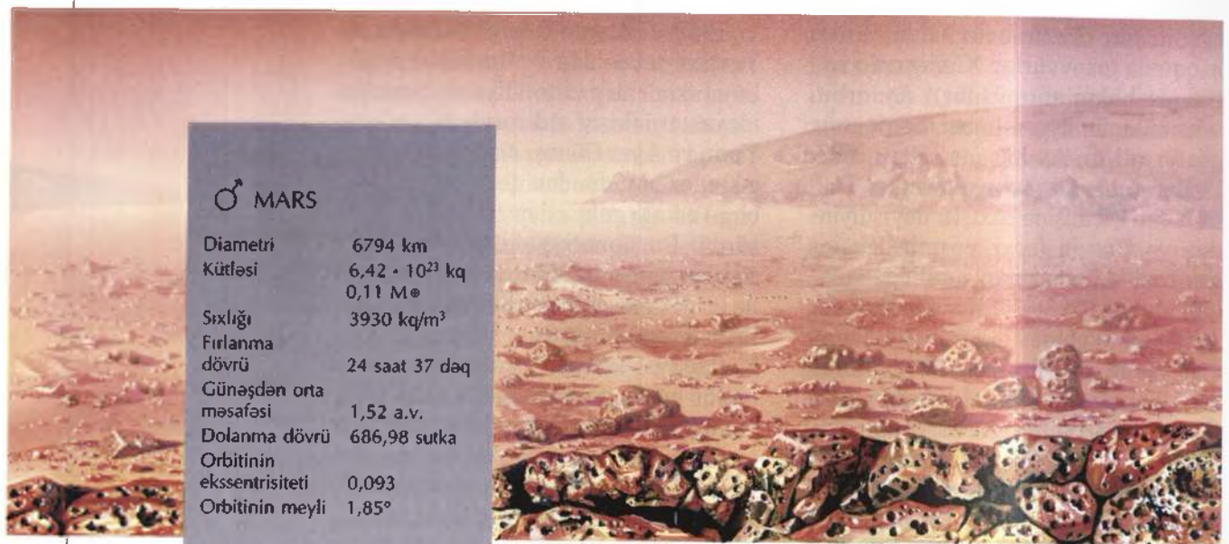
MARSLILARSIZ MARS

Məşhur antropoloq Ceyms Frezerin "Qızıl qanad" kitabında Marsın əvvəllər müharibələr yox, yaşıllıq tanrısı hesab edilməsindən bəhs olunub. Orada qeyd olunur ki, romalılar bol məhsul yığımı ilə əlaqədar dualar oxuyardılar və məhz ona görə də bu planeti yazın ilk ayı martla rəmzləşdirmişlər.

Hələ qədim dövrlərdən insanlar qırmızı rəngə çalan və ulduzların proyeksiyalandığı göy sferasında müxtəlif vaxtlarda görünən, nisbətən parlaq səma cisminə daha çox diqqət yetirmişlər. Qədim misirlilər və Babilistan əhalisi onu qırmızı ulduz, məşhur riyaziyyatçı Pifaqor isə "alovlu ulduz" adlandırmışlar. Ulduzlu səmada planetlər yaxın olduğundan yerlərinin daim dəyişməsi yaxşı izlənilə bilir. Onları "gəzəyənlər – səyyarələr" adlandırırlar. Qədim yunanlar planetləri tanrıların şərəfinə adlandırmışlar. Müharibə tanrısı Aresin adına ən münasib rəmz, əlbəttə, qaranlıq səmada qırmızı rəngə çalan ulduz, Roma mifologiyasında isə Aresə Mars tanrısı uyğun gəlirdi. Beləliklə, bu planet indiki adını qazandı. Rusiyada XVIII əsrə qədər planetlərin yunan adları işlədilirdi və Mars Arris və ya Arey kimi adlandırılırdı. Azərbaycanda Marsı Mərrix adlandırırdılar.

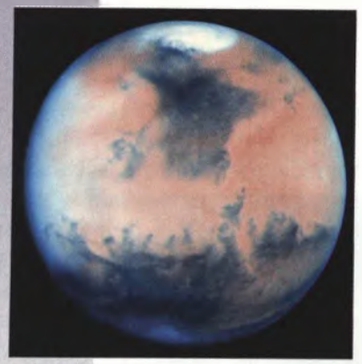
1877-ci ildə amerikalı astronom Asaf Holl tərəfindən Marsın iki böyük peyki kəşf olundu. Müharibə insanlara qorxu, dəhşət gətirdiyi kimi, müharibə tanrısının adı ilə adlandırılmış Marsın peyklərini də Fobos (Qorxu) və Deymos (Dəhşət) adlandırmışlar. Bir çox fantast yazıçılar Qırmızı planetdə dəhşətli, çılğın insanların olması barədə əsərlər yaratmışlar. Hətta Uellsin "Dünyaların müharibəsi" əsərində Yerə marslıların gəlməsindən bəhs olunur. Məşhur amerikalı astronom Persival Lovell Marsın öyrənilməsi üçün xüsusi rəsədxanaların yaradılmasının zəruriliyini söyləyirdi.





♂ MARS

Diametri	6794 km
Kütləsi	$6{,}42 \cdot 10^{23}$ kq 0,11 M⊕
Sıxlığı	3930 kq/m³
Fırlanma dövrü	24 saat 37 dəq
Günəşdən orta məsafəsi	1,52 a.v.
Dolanma dövrü	686,98 sutka
Orbitinin ekssentrisiteti	0,093
Orbitinin meyli	1,85°



O, insanları inandırmağa çalışırdı ki, bir gün avropalılar Amerikanı zəbt etdikləri kimi, marslılar da Yeri zəbt edəcəklər. Məhz bu təkidlə çıxış edən Persival Lovellin yaratdığı rəsədxanada 9-cu planetin kəşfi mümkün oldu və həmin planetin adını Pluton qoysalar da, rəmzi işarəsini Persival Lovellin adı və soyadının baş hərfləri ilə işarə etdilər (P və L hərflərinin üst-üstə yazılması). (Xatırlatmaq lazımdır ki, 2006-cı ilin avqustunda Beynəlxalq Astronomiya İttifaqı Ali Məclisinin qərarı ilə Pluton böyük planetlər sırasından çıxarılmışdır.)

MARS PLANET KİMİ

Yer Mars ilə Günəşin arasında olduqda Qırmızı planeti öyrənmək asan olur. Yer, Mars və Günəşin bir düz xətt üzərində olması anı *qarşıdurma* adlanır və bu hadisə 26 aylıq dövrlə təkrarlanır. Qarşıdurmanın baş verdiyi ayda Mars meridiandan gecəyarısı keçir və bütün gecəni görünür. Onun parlaqlığı 1-ci ulduz ölçüsünə çatır və parlaqlığına görə Venera və Yupiterdən geri qalmır. Marsın orbiti çox dartılmış olduğundan onun hər qarşıdurması zamanı Yerdən olan məsafəsi dəyişir. Əgər Yerlə belə qarşıdurma planet afelidə olarkən baş verərsə, onların arasındakı məsafə 100 mln km-dən çox olar. Əksinə, əgər Marsın Yerlə qarşıdurması onun orbitinin perihelisində baş verərsə, bu məsafə 56 mln km-ə qədər azalacaqdır (bu, *böyük qarşıdurma* adlanır). Marsın belə qarşıdurması 15-17 ildən bir təkrarlanır. Sonuncu böyük qarşıdurma 1988-ci ildə baş vermişdir.

Mars Yerə nəzərən Günəşdən 1,5 dəfə uzaqdır. Onun da fazaları var. Lakin onun görünməsi Ayın fazaları kimi dəyişən deyil.

Marsın fırlanma oxu onun orbit müstəvisinə 22° meyillidir (bu qiymət Yerin fırlanma oxunun ekliptika ilə əmələ gətirdiyi bucaqdan 1,5° kiçikdir). O da, Yer kimi, Günəşin ətrafında dolandığı müddətdə növbə ilə gah şimal, gah da cənub yarımkürələri ilə Günəşə doğru dönmüş olur. Ona görə, həm Yerdə, həm də Marsda fəsillərin növbələşməsi baş verir. Mars sutkası da Yerdəkindən az fərqlənir və 24 saat 37 dəqiqə təşkil edir.

Marsın kütləsi az olduğundan onun səthində sərbəstdüşmə təcili Yerdəkinə nisbətən təqribən 3 dəfə (g_0=3,82 m/san²) azdır. Hal-hazırda Marsın qravitasiya sahəsinin quruluşu ətraflı öyrənilmişdir. Bu tədqiqatlar göstərmişdir ki, planetdə sıxlığın paylanması bircins paylanmadan az kənara çıxır. Marsın nüvəsi onun radiusunun yarısına qədər çatır. Çox güman ki, Marsın nüvəsi ya təmiz dəmirdən və yaxud Fe–FeS (dəmir – dəmir sulfidi) ərintisindən və ola bilsin ki, bu ərintidə həll olunmuş hidrogendən ibarətdir. Ehtimal ki, Marsın nüvəsi qismən, yaxud tamamilə maye halındadır. "Mars" kosmik aparatlarının köməyi ilə planetin zəif məxsusi maqnit sahəsinin aşkar edilməsi bu söylənilənlərin doğru olduğunu təsdiqlədi.

Mars qalınlığı 70-100 km-ə çatan örtüyə malikdir. Planetin nüvəsi ilə qabıq örtüyünün arasında dəmirlə zəngin olan silikat mantiyası var. Marsın səth örtüyündə dəmirin qırmızıya çalan oksidi planetin rəngini müəyyən edir.

Hal-hazırda Mars soyumaqda davam edir. Planetin seysmik fəallığı zəifdir. "Vikinq-2" kosmik aparatının endirilən qurğusunda qoyulmuş seysmoqraf bir il işlədiyi müddətdə yalnız bir yüngül təkan qeydə almışdır ki, bu da tektonik proses yox, planetin səthinə böyük meteorit düşməsi ilə əlaqədar olmuşdur.

Əlbəttə, Marsda tektonik rejim Yer üçün xarakterik olan layların tektonik



"Vikinq" kosmik aparatından Marsın ümumi görünüşü. 1976-cı il.

rejimindən fərqlənir. Yer üçün səciyyəvi hal budur ki, əriyən maddənin əsas hissəsi okean örtüyü ilə birlikdə mantiyaya qayıdır. Marsın mantiyasında konveksiya səthə çıxmır və əriyən bazalt maqması örtüyünün əmələ gəlməsinə sərf olunur. Belə fərqin yaranmasına səbəb Marsın kütləsinin kiçikliyi (Marsın kütləsi Yerin kütləsindən təqribən 10 dəfə kiçikdir) və Günəşdən daha uzaqda – bu planetin yaranması prosesində böyük rol oynamış nəhəng Yupiterin yaxınlığında olmasıdır.

MARSIN SƏTHİ

> Teleskopun böyütməsi Marsın diskini görməyə imkan verdiyi andan, narıncı fonda mavi-yaşıl ləkələrlə örtülmüş qlobusun təpələrində ağ qütb papağını seyr etmək olur.
>
> *P.Lovell*

1659-cu ildə Niderland alimi Xristian Hüygens ilk dəfə Marsın səthində tutqun sahələri təsvir etdi. Elə həmin vaxtlarda italyan alimi Covanni Domeniko Kassini planetdə qütb papağını kəşf etdi. Marsın səthindəki detalların təbiətinə dair çoxlu fərziyyə irəli sürülməsinə baxmayaraq, Marsa kosmik uçuşlara qədər onların



Qışda Marsın qütb papağı. Bu örtük, əsasən, bərk karbon qazından ibarətdir və o, yayda buxarlanaraq, əsl su buzundan ibarət kiçik bir sahəyə çevriləcəkdir.

(detalların) təbiətini açmaq mümkün olmamışdı. XX əsrin 60-70-ci illərində sovet "Mars"ları və amerikan "Mariner"-ləri vasitəsi ilə Qırmızı planetin relyefini yaxın məsafədən çəkən, "Vikinq" kosmik aparatı vasitəsilə bilavasitə onun səthindən fototəsvirlər Yerə göndərilmişdi.

İlk baxışda Marsın səthi Ayın səthini xatırladır. Lakin əslində onun relyefi daha çox rəngarəngliyi ilə fərqlənir. Marsın uzun sürən geoloji tarixi ərzində püskürən vulkanlar və zəlzələlər onun səthini kəskin dəyişdirmişdir. Marsın səthindəki dərin yarğanları meteoritlər, küləklər, su və buzlar əmələ gətirmişdir.

Planetin səthi təzadlığına görə kəskin fərqlənən iki hissədən ibarətdir: cənub yarımkürəsini örtmüş qədim yüksək dağlar və şimal enliklərində cəmləşmiş çox cavan düzənliklər. Bundan əlavə, iki böyük vulkanik rayon seçilir: Elizium və Farsida. Marsda dağ və düzənlik oblastlarının fərqi 6 km-ə çatır. Müxtəlif rayonların bir-birindən belə çox fərqlənməsinin səbəbi indiyədək aydın deyil. Marsın səthində belə bölünmə,



Qütb papağı yaxınlığında kraterlərlə örtülmüş Mars səthinin bir hissəsi.

ola bilsin ki, lap çoxdankı fəlakətlə – planetin səthinə böyük asteroidin düşməsilə əlaqədardır.

Marsın səthinin yüksək dağlıq hissəsində 4 milyard il öncə baş vermiş fəal meteorit bombardmanının izləri qalmışdır. Planetin səthinin 2/3 hissəsi meteorit kraterləri ilə örtülmüşdür. Qədim dağ yüksəkliklərində onların sayı, demək olar, Aydakı qədərdir. Lakin Marsdakı kraterlərin çoxu küləklərin təsirindən "formasını itirmişdir". Onların bəziləri, ehtimal ki, su selləri ilə yuyulmuşdur.

Şimal düzənlikləri tamam başqa cür görünür. 4 mlrd il əvvəl onlarda da çoxlu meteorit krateri var idi. Lakin artıq xatırlatdığımız fəlakətli hadisə sonralar planet səthinin 1/3 hissəsindən onları silib apardı və bu oblastda onun relyefi yenidən formalaşmağa başladı. Sonralar da oraya tək-tük meteoritlər düşürdü, bütövlükdə, planetin şimalında zərbə kraterlərinin sayı azdır.

Bu yarımkürənin görünüşünü onun vulkanik fəaliyyəti təyin etmişdir. Bəzi düzənliklər başdan-başa püskürülmüş qədim süxurlarla örtülmüşdür. Maye lava selləri planetin səthi ilə axır, donur, onların üzəri ilə yeni sellər axırdı. Bu "daşlaşmış çaylar" böyük vulkanların ətrafında toplaşmışdı. Lava dillərinin Yerdəki çöküntü süxurlarına oxşar quruluşu müşahidə olunur. Çox ehtimal ki, püskürülən közərmiş kütlələr Mars torpağının altındakı buzu əritmiş və səthinə qurtaracaqlarında kifayət qədər geniş su hövzələri yaratmış və bunlar tədricən qurumuşdur. Lava ilə torpağın altındakı buzun qarşılıqlı təsirindən çoxsaylı şırımlar və çatlar əmələ gəlmişdir. Şimal yarımkürəsində vulkanlardan uzaqdakı düzənliklərdə qum təpələri uzanıb gedir. Onlar Marsın şimal qütb papağı ətrafında xüsusilə çoxdur.

Marsın səthində vulkanik mənzərələrin bolluğu onun kifayət qədər uzun





◂◂ Mars səhrasında böyük daş. Şəkil bu rayonun səthinə enmiş "Vikinq" aparatı ilə çəkilmişdir.

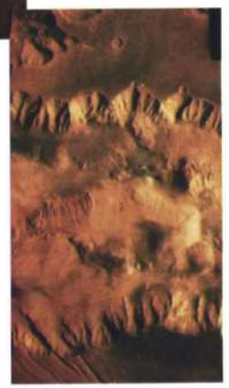
◂ Mars səhrasının panoramı.

fırtınalı geoloji mərhələ keçdiyini sübut edir. Çox güman ki, bu mərhələ bir milyard il əvvəl sona çatmışdır. Ən çox fəal proseslər Elizium və Farsida ərazisində baş vermişdir. Vaxtilə onlar Marsın nüvəsi tərəfindən basılaraq onun səthində möhtəşəm hündürlüyə qalxmışdır: Elizium 5 km, Farsida isə 10 km hündürlüyündədir. Elizium və Farsida yüksəkliklərinin ətrafında çoxsaylı yarğanlar, çatlar, Mars qabığında qədim proseslərin izləri toplanmışdır. Marsın səthində dərinliyi bir neçə km olan ən möhtəşəm dərələr sistemi Mariner dərəsidir ki, Farsida dağlarının təpəsindən başlayaraq şərqə tərəf 4 min km uzanır. Dərənin mərkəzi hissəsində onun eni bir neçə yüz km-ə çatır. Mars atmosferinin sıx olduğu qədim dövrdə kanyonlardan su axa və dərin göllər əmələ gələ bilərdi. Marsdakı vulkanlar Yerdəki vulkanlardan çox fərqlənir. Bunların içərisində Farsida dağlarının şimal-qərbində yerləşən Olimp vulkanı daha çox seçilir. Bu dağın oturacaq hissəsi 550 km, hündürlüyü isə 27 km-dir, yəni Yerin ən hündür zirvəsi Everestdən üç dəfə ucadır. Olimp vulkanı kraterinin diametri 60 km-dir. Ən hündür Farsida dağlarının ən yüksək hissəsindən şərq tərəfdə daha böyük vulkan – Alba aşkar edildi. Bu vulkan hündürlüyünə görə Olimp ilə müqayisə olunmasa da, oturacağının diametri Olimpinkindən 3 dəfə böyükdür.

Marsdakı vulkanik konuslar tərkibinə görə Yerdəki Havay adaları vulkanları-



Mariner vadisi – Marsda nadir kanyonlar sistemi. Uzunluğu 4 min km-ə, eni 200 km-ə, dərinliyi 5 km-ə yaxındır.



nın lavasına bənzəyən çox duru lavanın sakit axıb tökülməsi nəticəsində əmələ gəlmişdir. Digər dağların yamaclarında vulkan külünün izləri fərz etməyə imkan verir ki, bəzən Marsda fəlakətli püskürmələr də baş verirdi.

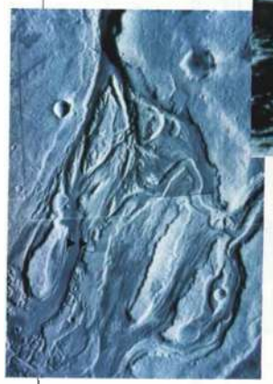
Keçən müddət ərzində Mars relyefinin formalaşmasında axar sular böyük rol oynamışdır. "Mariner-4"ün verdiyi ilk fotoşəkillərdə Mars astronomlara səhralı və susuz planet kimi göründü. Lakin planetin səthinin yaxın məsafədən fotoşəkilləri alındıqda məlum oldu ki, qədim yüksək dağlar ərazisində su axınlarının yaratdığı çala-çuxurlara tez-tez rast gəlinir. Onlardan bəziləri elə görünür ki, sanki, qədimdə onları sürətli coşqun sellər açmışdır. Bunlar bəzən yüzlərlə km boyunca uzanır. Belə "çayların" bir qisminin yaşı kifayət qədər çoxdur. Başqa vadilər Yerdəki sakit axan çayların məcralarına çox bənzəyir. Onlarca çoxsaylı axınlar birləşir, aşağıya doğru onların eni genişlənir; bu "çayların" meydana gəlməsi, ehtimal ki, torpağın altındakı buzların əriməsinin nəticəsidir.



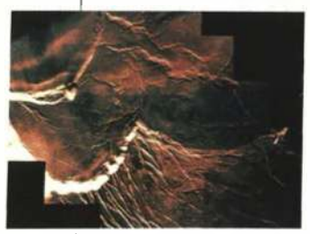
Marsda Olimp vulkanının və Yerdə ən yüksək zirvələrin müqayisəli ölçüləri.



Hündürlüyü 27 km-ə çatan Olimp dağı. Mərkəzdə – mürəkkəb quruluşa malik kaldera; bu, keçmişdə çoxsaylı püskürmələrə dəlalət edir.



Mars səthində quru çay yataqları. Görünür, keçmişdə planetin iqlimi başqa cür olmuş və burada su selləri axmışdır.



Olimp vulkanı kalderasının detalı.

Marsın qütb oblastlarının relyefi qütb papaqlarının dəyişmələri ilə bağlı olan proseslər hesabına formalaşmışdır və indi də formalaşır. Hər iki qütbdən ekvatora doğru şimalda 4-6 km və cənubda 1-2 km qalınlığında çöküntü süxurlarının qalaqları yüz kilometrlərlə uzanıb gedir. Onların səthi çatlar və uçurumlarla kəsik-kəsikdir. Çatlar qütblər ətrafında burulur: şimal qütbündə saat əqrəbinin əks istiqamətində və cənub qütbündə saat əqrəbinin istiqamətində. Qalaqlar laylı quruluşa malikdir ki, bu da, yəqin, Mars iqliminin vaxtaşırı dəyişmələri ilə izah olunur.

ATMOSFERİ VƏ İQLİMİ

Marsın atmosferi Yerin hava örtüyündən daha seyrəkdir. Onun atmosferi tərkibinə görə Veneranın atmosferini xatırladır və 95%-ni karbon qazı təşkil edir. Atmosferin təqribən 4%-i azot və arqondan ibarətdir. Oksigen və su buxarı Marsda 1%-dən azdır.

Marsda orta temperatur Yerdəkindən çox aşağı olub, -40°C-yə yaxındır. Yayda ən yaxşı əlverişli şəraitdə gündüz yarımkürəsində temperatur 20°C-dək çata bilir. Bu isə Yer şəraitindəki canlılar üçün ən əlverişli temperaturdur. Amma qış vaxtı gecələr temperatur -125°C-dək enir. Temperaturun belə kəskin dəyişməsi onu göstərir ki, Marsın çox seyrək atmosferi istiliyi saxlaya bilmir.

Marsın səthində tez-tez sürəti 100 km/saata çatan küləklər əsir. Marsın səthində ağırlıq qüvvəsinin az olması (sərbəstdüşmə təcili Yerdəkindən təqribən 3 dəfə azdır) seyrək hava tozlu buludlar yarada bilir. Bəzən Marsın səthinin çox böyük hissəsini toz fırtınası bürüyür. Onlar əksərən qütb papaqları ərazisində meydana çıxır. Marsda qlobal toz fırtınaları "Mariner-9" kosmik aparatı vasitəsilə onun səthinin fotosunu almağa mane oldu. Bu toz fırtınası 1971-ci ilin sentyabrında başlanıb 1972-ci ilin yanvarında qurtardı və Mars atmosferinə 10 km-dən çox hündürlüyə milyard tona yaxın toz qaldırdı.

Su buxarı Marsda çox azdır, planetdəki kiçik təzyiq və temperatur şəraitində su buxarı doyma halına çox yaxındır və əsasən, buludlarda yığılır. Mars buludları Yer atmosferindəki buludlar kimi cəlbedici deyil. Teleskoplarda yalnız Marsın ən böyük buludları görünür, amma kosmik aparatların köməyilə bu planetin müxtəlif formalı buludlara – lələkvari, dalğalı, güclü küləklərin tutmadığı uca dağların ətəklərində, böyük kraterlərin yamaclarında müşahidə olundu. Kraterlərin dibində, kanyonlar və vadilər üzərində, çox aşağı yerlərdə sutkanın soyuq vaxtlarında (məsələn, gecələr) tez-tez duman dayanır. 1979-cu ilin qışında "Vikinq-2"nin endiyi əraziyə nazik qar örtüyü düşdü və bir neçə ay qaldı.

Marsda fəsillərin dəyişməsi Yerdəki kimi baş verir. Mövsümi dəyişmələr qütb papaqları ərazisində özünü ən parlaq halda büruzə verir. Qış vaxtı qütb papaqları böyük ərazini tutur. Şimal qütb papağının sərhədi ekvatora tərəf uzanaraq, bu məsafənin 1/3-i, cənub qütb papağının sərhədi isə bu məsafənin 1/2-i qədər uzaqlaşa bilər. Belə bir fərq ondan irəli gəlmişdir ki, şimal yarımkürəsində qış, Mars öz orbitinin perihelisindən (Günəşə ən yaxın nöqtədən) keçəndə, cənub yarımkürəsində işə qış, planet öz orbitinin afelisindən, yəni (Günəşdən maksimum uzaqlaşma dövründə) başlanır. Ona görə də Marsın cənub yarımkürəsində qış şimal yarımkürəsindəkinə nisbətən soyuq olur.

Yazın gəlməsilə qütb papağı "büzüşməyə" başlayır və tədricən yoxa çıxan buz adacıqları qoyub gedir. Eyni zamanda planetin qütblərindən ekvatoruna doğru tutqunlaşma dalğası yayılmağa başlayır. Müasir nəzəriyyələr onu bununla izah edir ki, yaz külәkləri meridian boyunca çoxlu miqdarda müxtəlif əksetdirmə xassələrinə malik torpaq gətirir.

Ehtimal ki, Qırmızı planetin qütb papaqlarının heç biri tamamilə yoxa çıxmır. Marsın kosmik zondlarla tədqiqindən əvvəl güman edilərdi ki, onun qütb oblastları donmuş su ilə örtülüdür. Daha dəqiq müasir yerüstü və kosmik ölçmələr zamanı Mars buzunun tərkibində donmuş karbon qazının olduğu aşkar edilmişdir. Yayda buz buxarlanır və atmosferə daxil olur. Küləklər karbon qazı buxarını əks-qütb papağına tərəf aparır və orada o yenidən donur. Mars atmosferi təzyiqinin sabit olmaması karbon qazının bu dövranı və qütb papaqlarının müxtəlif ölçüləri ilə izah edilir. Ümumiyyətlə, planetin səthində

DƏYİŞKƏN MARS İQLİMİ

Müasir Mars çox qonaqsevməz dünyadır. Seyrək atmosferi, həmçinin, tənəffüs üçün arzuolunmaz dəhşətli tozu, fırtınaları, suyun olmaması, bütün ilboyu və sutka ərzində temperaturun kəskin düşməsi onu sübut edir ki, Marsa canlı köçürmək sadə iş deyil. Amma orada vaxtilə çaylar axmışdır. Marsda əvvəllər başqa iqlim olmuşdurmu?

Bunu təsdiq etmək üçün faktlar var. Birincisi, çox qədim kraterlər əslində Marsın səthindən silinmişdir. Müasir atmosfer belə dağıntılara səbəb ola bilməzdi. İkincisi, axar suyun çoxsaylı izləri var ki, bu da atmosferin hazırkı vəziyyətində mümkün deyil. Kraterlərin əmələ gəlməsi və eroziyası sürətinin öyrənilməsi müəyyən etməyə imkan verdi ki, hər şeydən güclü külək və su onları təqribən 3,5 mlrd il əvvəl dağıtmışdır. Bir çox oyuqların da yaşı təqribən bu qədərdir.

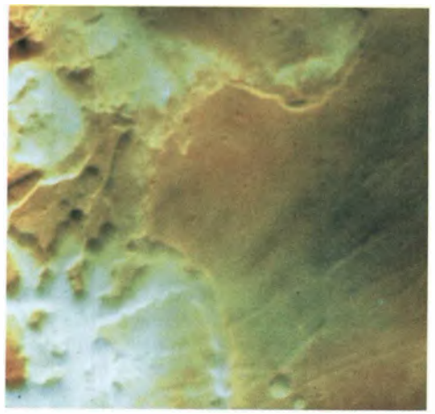
Çox təəssüf ki, hazırda iqlimin bu cür kəskin dəyişməsinə nəyin səbəb olmasını müəyyənləşdirmək mümkün deyil. Aydındır ki, Marsda maye halında suyun qalması üçün onun atmosferi hazırkından çox fərqlənməli idi. Bəlkə də, iqlimin belə kəskin dəyişməsinin səbəbi planetin həyatının birinci milyard ilində onun təkindən çoxlu miqdarda yüngül qazların çıxması və yaxud Marsın hərəkəti xarakterinin dəyişməsidir. Ola bilsin ki, Mars orbitinin ekssentrisitetinin, fırlanma oxunun meylinin böyük və nəhəng planetlərə yaxın olması planetdə həm qısadövrlü, həm də kifayət qədər uzundövrlü güclü rəqslərin əmələ gəlməsinə gətirib çıxarmışdır. Bu cür dəyişmələr Marsın səthində udulan enerjinin artmasına və ya azalmasına səbəb olur. Qütb papaqları ərazisində buzların buxarlanması və torpağın altındakı buzlaqların əriməsi nəticəsində keçmişdə Mars iqliminin güclü isinməsi baş verə bilərdi.

Mars iqlimində güclü dəyişikliklərin olması fərziyyəsi bu yaxınlarda Habbl kosmik teleskopu ilə aparılmış müşahidələrlə də təsdiqlənmişdir. Yerətrafı orbitdə (atmosferdən kənarda) Habbl teleskopu ilə Marsın atmosfer xarakteristikalarının dəqiq ölçüləri aparılmış və orada hava proqnozunu vermək mümkün olmuşdur. Nəticələr kifayət qədər gözlənilməz oldu. Marsın iqlimi "Vikinq" kosmik aparatlarının 1976-cı ildə endiyi vaxtdan keçən müddətdə kəskin dəyişilmişdir; onun iqlimi daha quru və soyuq olmuşdur. Ola bilsin ki, bu hadisənin baş verməsinə səbəb 70-ci illərin əvvəllərində Marsda güclü fırtınalar nəticəsində külli miqdarda xırda toz zərrəciklərinin atmosferə qalxması olmuşdur. Bu toz Marsın soyumasına, su buxarlarının kosmik fəzaya yayılmasına mane olmuş və yenidən planetin səthinə enəndən sonra o, öz adi vəziyyətinə qayıtmışdır.

Marsın 1971-ci ildə böyük qarşıdurması zamanı keçmiş SSRİ-də ilk dəfə Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında (ŞAR) planetin müxtəlif rənglərdə irimiqyaslı şəkilləri alınmışdır. Qırmızı planetin atmosferində müxtəlif törəmələr tədqiq edilmişdir. Marsın geniş-miqyaslı tədqiqinə görə 1982-ci ildə Beynəlxalq Astronomiya İttifaqı Ali Məclisinin qərarı ilə Qırmızı planetin səthindəki iri kraterlərdən birinə ŞAR-ın alimi Nadir Baba oğlu İbrahimovun adını verilmişdir.

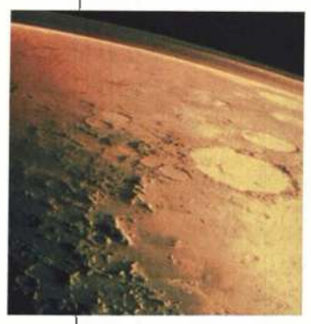


Marsda səthaltı buzun əriməsi nəticəsində əmələ gəlmiş uçuq.



Gecə labirintində (Marsdakı kanyon sistemi) səhər dumanları.

təzyiq Yerdəki təzyiqin 0,006 hissəsini təşkil edir, lakin 0,01-dək də qalxa bilir.



Marsda Ellada rayonunun perspektivli şəkli. Atmosferdə toz buludları görünür.



Marsın peyki Fobos. Ən iri krater Stiknini əmələ gətirən meteoritin zərbəsi o qədər güclü olmuşdur ki, az qala, peyki dağıdacaqmış.

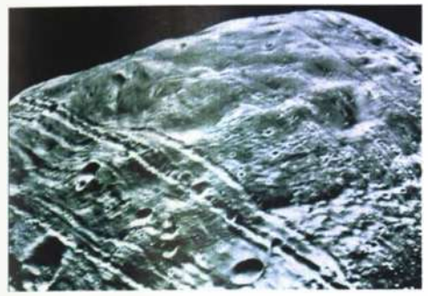
MARSIN PEYKLƏRİ: FOBOS VƏ DEYMOS

Marsla bağlı çoxsaylı müəmmalar var və onlardan biri Conatan Sviftin "Qulliverin səyahəti" əsərində qələmə alınmışdır. Romanda qeyd olunur ki, Qulliver bir adaya səyahət edir və orada yerli astronomlarla görüşür. Onlar Qulliverə söyləyirlər ki, Marsın ətrafında hərəkət edən iki peykin olduğunu kəşf etmişlər. Bu peyklərdən biri planetin mərkəzindən onun diametrinin üç mislinə, ikincisi isə beş mislinə bərabər məsafədə hərəkət edir. Həqiqətdə isə Marsın peyklərini 1877-ci ildə Asaf Holl kəşf etdi. İngilis yazıçısının 150 il əvvəl söylədiyi Marsın iki peykinin olması fikri təsdiqləndi. Fobos və Deymos peykləri Yerdən yalnız böyük teleskopun köməyilə parlaq Mars diskinin yaxınlığında çox zəif işıqverən nöqtələr kimi görünür.

Fobos Marsın ətrafında planetin mərkəzindən 9400 km məsafədə dövrə vurur, həm də onun fırlanma sürəti o dərəcədə böyükdür ki, bir dövrəni o, Mars sutkasının üçdəbiri müddətində başa vuraraq, planetin sutkalıq dövrəsini qabaqlayır. Buna görə Fobos planetin qərbində görünür və şərqində batır, bəzən də bir Mars gecəsi ərzində iki dəfə görünür. Deymos isə özünü bizim üçün daha adi aparır. O, planetin mərkəzindən 23 min km-dən artıq məsafədə hərəkət edir və Deymosun bir tam dövrü üçün Fobosunkundan bir sutka çox lazım gəlir.

Fobosun Marsa yaxın olması nəticəsində əmələ gələn güclü qabarma sürtünməsi peykin hərəkəti enerjisini azaldır, o tədricən planetin səthinə yaxınlaşır. Əgər bu yaxınlaşmada Marsın qravitasiya sahəsi onu qəlpələrə parçalamasa, o, nəhayət, planetin səthinə düşəcəkdir. Marsın peykləri haqqında dəqiq məlumat yoxdur; alimlər Fobosun kütləsini təyin etməyə cəhd göstərsələr də, səhvən fərz edirlər ki, onun hərəkətinin yavaşımasına səbəb planetin atmosferində tormozlanmasıdır. Elə bu zaman astronomların aldıqları nəticə başgicəlləndirici oldu. Belə məlum oldu ki, peykin ölçülərinin böyük olmasına baxmayaraq, o çox yüngüldür. Məşhur astrofizik İosif Şklovski, hətta, belə fərziyyə irəli sürdü ki, Marsın peyklərinin içi boşdur və onlar süni cisimlərdir.

Mars peykləri təsvirlərinin kosmik zondlar vasitəsilə Yerə ötürülməsindən sonra bu nöqteyi-nəzərdən əl çəkmək lazım gəldi. Marsın hər iki peyki uzunsov kartofa oxşayır. Fobosun ölçüləri 28×20×18 km-dir. Deymosun ölçüləri onunkundan kiçikdir: 16×12×10 km. Onların hər ikisi bəzi meteoritlərin və asteroidlərin maddəsinə bənzər eyni tutqun süxurdan əmələ gəlmişdir. Onların səthi meteorit kraterləri ilə qazıq-qazıqdır. Fobosda olan ən böyük krater Stikni adlanır. Onun ölçüləri peykin özünün ölçüsü ilə müqayisə edilə bilər. Bu cür krateri əmələ gətirə bilən zərbə Fobosu güclü silkələməli idi. Çox güman ki, məhz belə zərbələr nəticəsində Stikni kraterinin yaxınlığında müəmmalı paralel şırımlar əmələ gəlmişdir. Bu



şırımların uzunluğu təqribən 30 km, eni 100-200 m, dərinliyi isə 10-20 m-dir.

Marsın hər iki peyki onun tərəfindən güclü qabarma təsirinə məruz qalır, elə buna görə də onların həmişə bir üzü Marsa tərəf yönəlmişdir. Fobos və Deymos planetin ekvator müstəvisi ilə üstüstə düşən müstəvidə təqribən dairəvi orbit üzrə hərəkət edir. Bəzi tədqiqatçılar hesab edirlər ki, Marsın peykləri bu orbitlərə "öz iradəsi olmadan" düşmüş, yəni asteroidlər qurşağından elə keçirilmişdir. Göründüyü kimi, "müharibə allahı" Yer üçün təhlükəli deyil, amma öz yaxınlarına qarşı sərtdir.

MARSDA HƏYAT

Marsı hər an Yerdən müşahidə etmək çox çətindir. Qarşıdurma anlarında Günəş Marsı müşahidəçinin arxasında dayanan cisim kimi işıqlandırır. Belə işıqlanma zamanı Marsın səthindəki detallar kölgə sala bilmir, yalnız müxtəlif rənglər və parlaqlıq sayəsində seçilir. Qalan vaxtlar isə Marsı müşahidə etmək mümkün deyil. Detallar haqqında yalnız onların parlaqlığına görə mühakimə yürütməklə asanlıqla səhv etmək olar.

Böyük qarşıdurma ili olan 1877-ci il Mars üzərində müşahidələrdə əlamətdar mərhələ oldu. Həmin il Fobos və Deymos peykləri kəşf olundu. Daha sonra italyan astronomu Covanni Skiaparelli Marsın səthinin ilk xəritəsini tərtib etdi və astronomiya elmində uzun illər hakim olmuş ən dayanıqlı illüziyalardan birinin başlanğıcını qoydu. Xatırlatdığımız səbəblərdən Marsın səthində Skiaparelli yalnız işıqlı və tutqun sahələri fərqləndirə bilirdi. Alim bu sahələrin şəklini çəkdi və onlara adlar verdi. Həmin adların çoxundan indiyədək istifadə olunur.

Skiaparelli işıqlı ləkələrə xüsusi diqqət yetirir, dönmədən təkid edirdi ki, bu ləkələrdə bir-biri ilə kəsişən çoxsaylı nazik xətlər var. Alim bunları da xəritəyə köçürdü və onları kanallar adlandırdı (*ital.* "canali" – axınlar). Sonrakı iki qarşıdurma vaxtı Skiaparelli daha çox və daha nazik xətləri də müşahidə etdi. O, bu kanalların bir neçə yüz km-dən minlərlə km-dək uzandığını söylədi və Marsın səthini tutan hörümçək toruna bənzətdi. Əvvəlcə bu kanalları Skiaparellidən başqa heç kəs görə bilmirdi. Sonra onları başqa bir müşahidəçi gördü və beləliklə, Marsdakı kanallara böyük maraq "epidemiyaya" çevrildi. XIX əsrin sonunda və XX əsrin başlanğıcında Marsın tədqiqi üçün bu məqsədlə Flaqstaffda (ABŞ, Arizona ştatı) rəsədxana tikdirən amerikalı astronom Persival Lovell məşğul olurdu. O, qeyri-adiliyilə seçilən bir nəzəriyyə irəli sürdü. P.Lovell söylədi ki, kanallar Marsda olan irriqasiya sistemidir və marslılar onları planetin quraqlıq olan ərazilərinə suyun ötürülməsi üçün çəkmişlər. Lovell hesab edirdi ki, doğrudan da, Yerdən müşahidə olunan nazik zolaqların eni bir neçə yüz km-ə çatır. Skiaparellinin kanallar adlandırdığını Lovell həqiqətdə su axınları boyunca davam edən bitki zolaqları kimi təsdiq etdi.

Kanalların süni mənşəyinə az-az alimlərin inandığına baxmayaraq, Marsdakı nəbati həyatın varlığı problemi tamamilə ciddi müzakirə olunurdu. Hətta xüsusi bir elm – kanallarda və tutqun ərazilərdə mövsümi dəyişmələri bitkilərin

◂ Fobosda şırımlar.



Marsın peyki Deymos. Onun ölçüsü cəmi 15 kilometrdir.

MARSDAN "QONAQ"

1996-cı il avqustun 7-də ABŞ Milli Aeronavtika və Kosmik Fəzanın Tədqiqi İdarəsi (NASA) amerikalı alimlərin görkəmli kəşfinə həsr olunmuş mətbuat konfransı keçirdi. Mars mənşəli olduğu fərz edilən bu meteoritdə onlar mikroorqanizmlərin izlərini və uzaq keçmişdə Qırmızı planetdə üzvi həyatın mövcudluğunun digər əlamətlərini aşkar etdilər. Bu kəşf o dərəcədə əhəmiyyətli idi ki, konfransa toplaşanları ABŞ prezidenti Bill Klinton özü təbrik etdi.

Bu meteoritin tarixçəsi belədir. Onun kosmik yaşı 1,5-3,5 mlrd ilə çatır. Məhz elə həmin vaxtlar o, Mars qabığında formalaşmışdır. 16 mln il əvvəl kometanın və yaxud asteroidin zərbəsi Marsın qabığından bu qəlpəni "vurub" kosmosa atmışdır. Marsın cazibə qüvvəsinə üstün gələn bu qəlpə sərbəst səma cisminə çevrilmiş, 13 min il əvvəl Yerlə "görüşmüş" və Antarktidaya düşmüşdür. Orada onu 1984-cü ildə tapmışlar. Kütləsi 1,9 kq olan ALH 84001 saylı meteorit 9 il rəfdə qaldıqdan sonra, nəhayət, mütəxəssislərin əllərinə düşmüşdür. Əvvəlcə onda karbonat kürəcikləri (karbonatlar – karbon birləşmələri) tapdılar. Sonra isə başqa planetdən gələn bu "qonağı" elektron mikroskopu altında işıqlandırmağa başladılar.

Alınmış fotoşəkillərdə bakteriyaları xatırladan törəmələr aydın seçilirdi. Onların yaxınlığında isə üzvi birləşmələrin – politsiklik aromatik karbohidrogenlərin izləri aşkar edildi. Karbonat kürəciklərinin kənarında çox xırda oksid və dəmir sulfidi zərrəcikləri aşkar olundu. Yerdəki daşlaşmış qalıqların öyrənilməsi təcrübəsindən məlum idi ki, bu zərrəciklər bakteriyaların həyat fəaliyyətinin məhsuludur.

Lakin bu bakteriyalar Yer mənşəli ola bilməzdimi? Buna mənfi cavab verildi, çünki meteoritin dərinliyinə nüfuz etdikcə bakteriyaların sayı artırdı. Amma meteorit Yerdəki bakteriyalarla "çirklənsə" idi, hər şey əksinə olmalı idi. Nəhayət, lazer-kütlə spektroqrafının köməyilə meteoritdə üzvi birləşmələr aşkar edildi.

Bütün bu faktlar sistemləşdirildikdən sonra astronomlar mətbuatda, Amerikanın nüfuzlu "Science" ("Elm") jurnalı səhifələrində oxucuları onlarla tanış etməyi qərara aldılar. Məqalələr 1996-cı il avqustun 16-da, həmin mətbuat konfransından bir həftə sonra dərc olundu.



Antarktidanın buzlarında tapılmış Mars mənşəli meteorit. Daşın çatlarında bakteriyaların daşlaşmış izlərinə oxşar mikroskopik formalar aşkar olunmuşdur (arxa planda).

varlığı ilə izah edən astrobotanika meydana gəldi.

Yazda tutqunluq dalğasının qütb papağından ekvatora doğru yayılması, guya, bitkilərin həyata oyanmasının nəticəsidir. Əriməş qar-buzun suyunu içən bitkilər tez çiçəklənir, sonra isə növbəti yazın intizarında yenidən yuxuya gedir. İnsanlar buna elə inanmaq istəyirdilər ki, başqa fərziyyələr, sadəcə, bir yana atılıb qalırdı. Onlar soruşurdular: "Əgər bunlar bitkilər deyildirsə, onda nədir?" Həqiqətən də, tutqun sahələrin və kanalların qəribə davranışını başqa cür izah etmək mümkün deyildir.

Nəhayət, 1965-ci ildə "Mariner-4" stansiyası Marsın qısa məsafədən çəkilmiş ilk fotoşəkillərini Yerə ötürdü. Çox təəssüf ki, bu təsvirlər Mars kanallarının sirrini açmağa kömək etmədi. Təsvirlərdə kanallar, sadəcə, yox idi! ABŞ və SSRİ-nin göndərdikləri bütün sonrakı zondların məlumatı Marsda bitkilərin və ya süni qurğuların heç bir əlamətini aşkar etmədi. Endirilən "Vikinq-1" və "Vikinq-2" kosmik aparatları həyat əlamətləri olmayan Mars peyzajlarının təsvirlərini ötürdü ki, bunlara bənzərlərini Yerdə yalnız səhralarda tapmaq olar: qırmızımtıl səma altında daşlar və qum. Amma insanlar ümidlə yaşayırdılar. Əgər bitkilər yoxdursa, heç olmasa, bakteriyalar tapmaq mümkündürmü?

"Vikinq"lərdə planlaşdırılmış xüsusi bioloji təcrübələr buna əsaslanırdı ki, əgər Marsda həyat varsa, onda kimyəvi təbiətinə görə o, Yerdəkindən o qədər fərqlənməməlidir. "Vikinq"dəki birinci təcrübə Mars süxurlarında fotosintezin izlərinin axtarılmasına istiqamətlənmişdi; ikincisi, mikroorqanizmlərin fəaliyyəti prosesində süxurların kimyəvi tərkibinin dəyişməsini aşkarlamaq; üçüncüsü, süxurlara qidalandırıcı bulyon qarışdırıb və ondakı dəyişkənliyi qeyd etmək məqsədi daşıyırdı. Bütün bu üç eksperiment göstərdi ki, Marsda hətta mikroorqanizm belə yoxdu; bütün bunlara baxmayaraq, bəzi kimyəvi mürəkkəbliklər ucbatından yenə də "Marsda həyat varmı?" sualına cavab vermək mümkün olmadı.

Beləliklə, Marsda həyat axtarışlarının tarixçəsini məyusluq tarixçəsi adlandırmaq olar. İnsanlar çoxdan öz idrak qardaşları ilə görüşmək arzusunda idilər və Mars onların ən çox güman edilən vətəni ola bilərdi. Amma müasir müşahidələr bu arzuya qarşı son dərəcə rəhmsiz oldu. Çox ehtimal ki, Günəş sistemində biz tənhayıq. Çox qədimdə Marsda, onun əlverişli iqlim şəraitində həyatın olması məsələsi açıq qalır. Belə ki, 1996-cı ilin avqustunda amerikalı tədqiqatçılar Antarktidada tapılan meteoritdə həyatın mövcud olmasının izlərini aşkar etdilər. Güman ki, yaşı 1,5 mlrd ildən artıq olan bu meteorit Marsın çox iri asteroidlə toqquşması nəticəsində kosmik fəzaya tullanılmış Mars süxurunun qəlpəsidir.

Ola bilsin ki, əvvəllər bu sirli planetdə mikroorqanizmlər formasında həyat mövcud imiş.

NƏHƏNG YUPİTER

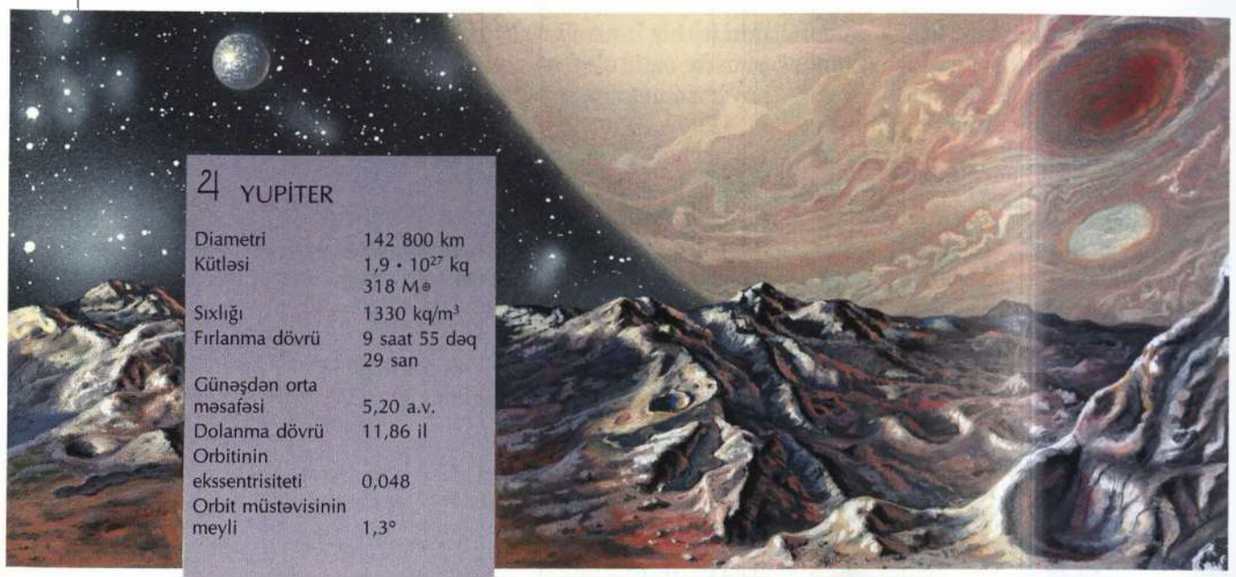
Yupiter parlaqlığına görə Veneradan sonra ikinci planetdir. Lakin Veneranı yalnız səhər, yaxud axşam görmək mümkündürsə, Yupiter bəzən bütün gecəni parlaq işıq saçır. Bu planet ulduzlar arasında yerini tədricən dəyişdiyindən qədim yunanlar Yupiterə allahlar allahı Zevsin adını vermişlər. Roma panteonunda (qədim Romada allahların şərəfinə tikdirilmiş məbəd) ona Yupiter uyğun gəldi. Azərbaycan dilində Yupiter Müştəri adlanır.

Astronomiya tarixində Yupiter iki dəfə çox mühüm rol oynamışdır. O, peykləri kəşf olunmuş birinci planetdir. 1610-cu ildə Q.Qaliley ilk teleskopu Yupiterə yönəltmiş, planetin ətrafında adi gözlə görünməyən dörd ulduzcuğun olduğunu qeyd etmişdir. Ertəsi gün onlar həm Yupiterə nisbətən, həm də bir-birinə nisbətən öz vəziyyətini dəyişmişdi. Qaliley yeni kəşf olunmuş "ulduzları" bir neçə gecə izləyərək, bu nəticəyə gəldi ki, o, mərkəzi cisim kimi Yupiterin ətrafında onun fırlanan peyklərini müşahidə edir. Bu, Günəş sisteminin kiçildilmiş modeli idi! Yupiterin Qaliley peyklərinin – İo, Avropa, Qanimed və Kallistonun – sürətli və yaxşı sezilən yerdəyişməsi onları əlverişli "səma saatına" çevirir və dənizçilər açıq dənizdə gəminin vəziyyətini müəyyənləşdirmək üçün ondan uzun müddət istifadə etmişlər.

Digər tərəfdən, Yupiter və onun peykləri ən qədim müəmmanı həll etməyə kömək göstərdi: işıq ani yayılır, yoxsa onun sürəti sonludur? Yupiter peyklərinin tutulmalar (peykin planetin arxasından çıxma anları) üzərində müntəzəm müşahidələr aparan və bu göstəriciləri ilkin hesablamaların nəticələri ilə tutuşduran



"Voyacer" kosmik aparatından Yupiterin görünüşü. Avropa və Qanimed peykləri də görünür.



4 YUPİTER

Diametri	142 800 km
Kütləsi	$1{,}9 \cdot 10^{27}$ kq 318 $M_\oplus$
Sıxlığı	1330 kq/m³
Fırlanma dövrü	9 saat 55 dəq 29 san
Günəşdən orta məsafəsi	5,20 a.v.
Dolanma dövrü	11,86 il
Orbitinin ekssentrisiteti	0,048
Orbit müstəvisinin meyli	1,3°



TANIŞ OLUN: YUPİTER

Yupiter bütün Günəş sistemi planetləri kütləsinin 2/3-ni özündə cəmləşdirən nəhəng planetdir. Yupiter Yerdən kütləcə 318, həcmcə 1300 dəfə böyükdür. Yupiterin orta sıxlığı 1330 kq/m³ olub, suyun sıxlığı ilə müqayisə oluna bilər və Yerinkindən 4 dəfə kiçikdir. Planetin görünən səthi Yerinkindən 120 dəfə böyükdür və orada Yerdəki kimi tikinti aparmaq olmaz. Yupiterin kimyəvi tərkibi tamamilə Günəşinki ilə eynidir və o hidrogendən təşkil olunmuş çox böyük ölçülü kürədir. Yupiterdə temperatur həddən artıq aşağı olub, -140°C-dir.

Yupiter böyük sürətlə fırlanır. Mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsiri ilə planet qütblərdən basıqdır, 71400 km-ə bərabər ekvator radiusundan 4400 km kiçikdir. Yupiterin maqnit sahəsi Yerinkindən 12 dəfə güclüdür və orada onun qütb radiusu, kompasın əqrəbinin şimal ucu həmişə cənub tərəfə istiqamətlənmiş olacaqdır.

Yupiter ətrafında beş amerikan kosmik aparatı olmuşdur: 1973-cü ildə "Pioner-10", 1974-cü ildə "Pioner-11", danimarkalı astronom Ole Ryomer 1675-ci ildə aşkar etdi ki, Yer və Yupiter Günəşdən müxtəlif tərəflərdə yerləşərsə, müşahidələr və hesablamalar fərqli olacaqdır. Bu halda peyklərin tutulma anı təqribən 1000 saniyə gecikir. Ryomer hesablamanı konkret olaraq İo peyki üçün apararaq, düzgün nəticəyə gəlmişdir ki, Yer və Yupiter Günəşin müxtəlif tərəflərində olduqda İodan axan işığın planetimizin orbitinin diametri qədər əlavə məsafəni qət etməsi lazım gəlir. Yer orbitinin diametri 300 mln km olduğundan işığın sürətinin təqribən 300000 km/san olduğu aydınlaşır.

1979-cu ilin mart və iyul aylarında isə ona daha iri və "ağıllı" – "Voyacer-1" və "Voyacer-2" aparatları "baş çəkmişdir". 1995-ci ildə planetlərarası "Qalileo" stansiyası Yupiterin yaxınlığına uçmuşdur. "Qalileo" kosmik stansiyası Yupiterin süni peyki olmuş və onun atmosferinə zond salmışdır. İndi Yupiterin dərinliklərinə fikrən kiçik səyahət edək.

ATMOSFERİ. Yupiter atmosferinin təzyiqi Yer atmosferinin təzyiqinə çatanda dayanaq və ətrafa nəzər salaq. Yuxarıda adi mavi səma görünür, ətrafda kondensasiya etmiş ammonyakın ağ qalın buludları burula-burula qalxır. Onun iyi insan üçün xoşagələn deyil, ona görə də müşahidələr məntəqəmizin havasını dəyişməyə dəyməz, bundan əlavə, bayırda şaxta vardı: -100°C.

Yupiter buludlarının qırmızıya çalması orada çoxsaylı və mürəkkəb kimyəvi reaksiyaların getdiyini göstərir. Atmosferdə müxtəlif növ kimyəvi reaksiyalar Günəşin ultrabənövşəyi şüalanması, güclü ildırım boşalmaları (Yupiterdə ildırım çaxması güclü olur!) və həmçinin planetin daxilindən gələn istilik hesabına baş verir. Yupiter Günəşdən aldığı enerjidən iki dəfə çox miqdarda şüalandırır. Ona görə də uzun müddət belə hesab edirdilər ki, Yupiter işıq verməyən ulduzdur. Amma əslində belə deyil: Yupiter "elektrik stansiyasına" malik deyil (daha doğrusu, onun daxilində istilik-nüvə reaksiyaları getmir). O çox yaxşı istilik akkumulyatorudur və formalaşarkən yığdığı "ilkin" istiliyi (məlum olduğu kimi, kütləsi böyük olan ütü gec soyuyur) tədricən verir. Yupiteri mərkəzində istilik-nüvə reaksiyalarının gedə biləcəyi ən kiçik ulduza çevirmək üçün onun kütləsini 100 dəfə artırmaq lazım gələrdi.

Yupiterin atmosferində hidrogendən (87%), az miqdarda heliumdan başqa, (13%) bir qədər metan, ammonyak və su buxarı da var. Bundan əlavə, alimlər orada asetilen, etan, dəm qazı, sianid turşusu, germanium hidridi, fosfin və propan olduğunu da söyləyirlər. Bu qədər kimyəvi tərkibli qarışığın içərisindən atmosferin narıncı boyayıcı roluna əsas "iddiaçıları" seçmək çətindir; bunlar fosfor, kükürd birləşmələri və yaxud üzvi birləşmələr ola bilər.

Səyahətimizi davam etdirək. Növbəti buludlar yarusu -10°C temperaturda, qırmızı-qəhvəyi ammonium hidrosulfid kristallarından ibarətdir. Su buxarı və su kristalları 20°C temperaturda və bir neçə atmosfer təzyiqdə Yupiter okeanının lap səthi üzərində daha aşağı buludlar yarusu əmələ gətirir. Bu təəccüblü hadisələr bulud örtüyünün qalınlığı 1000 km-ə çatan atmosfer qatında baş verir.

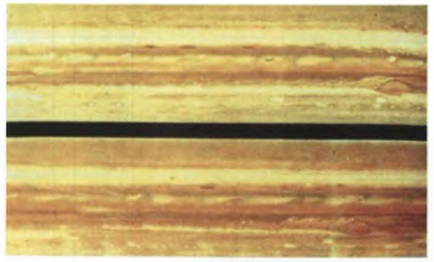
İçərisində bütün bu heyrətamiz bulud strukturlarının əmələ gəldiyi atmosfer təbəqəsinin qalınlığı 1000 km-dir. Ekvatora paralel tutqun zolaqlar və işıqlı zonalar müxtəlif istiqamətli atmosfer axınlarına uyğundur (bəziləri planetin fırlanmasından geri qalır, digərləri isə onu qabaqlayır). Bu axınların sürəti saniyədə 100 m-ə çatır. Müxtəlif istiqamətli axınların sərhədində nəhəng burulğanlar əmələ gəlir.

Yupiterin diskində Böyük Qırmızı Ləkə ölçüsü 15×30 min km-ə çatan,



Böyük Qırmızı Ləkə ilə Yupiterin görünüşü. Bu dayanıqlı atmosfer törəməsi 300 ildən artıqdır ki, müşahidə olunur.

Yupiterin altı ay intervalı ilə qeydə alınmış zolaqlar sisteminin açılmaları, zolaqların, ləkələrin və digər detalların vəziyyətində baş verən dəyişikliklər aydın nəzərə çarpır. Bütün bunlar planetin atmosferindədir.



elliptik formalı möhtəşəm atmosfer burulğanı xüsusilə yaddaqalandır. Onun nə vaxt meydana gəldiyi məlum deyil, amma yerüstü teleskoplarla o 300 ildir ki, müşahidə olunur. Bu antisiklon hərdən, demək olar ki, yoxa çıxır və sonra yenidən peyda olur. Aydındır ki, onun Yerdəki antisiklonlarla oxşarlığı var, amma ölçülərinə görə fərqlənir və uzunömürlüdür. Böyük Qırmızı Ləkənin yaşı yüzilliklərlə və bəlkə də, minilliklərlə ölçülür. Bu burulğanda maddənin tam dövranı bir həftədir. Yupiterin atmosferində daha kiçik ölçüyə malik və daha azömürlü, yaşı təqribən 2 il olan digər burulğanlar da meydana çıxır.

"Voyacer"lər çox güclü ildırım boşalmalarını qeydə almış, lakin orada göy gurultusunu hələ heç kəs eşitməyib. Ola bilsin ki, nə vaxtsa Yupiterin atmosferinə uzunömürlü elmi stansiya – dirijabl endirmək və planetin fırtınaları, siklonları və tufanları ilə yaxından tanış olmaq mümkün olacaqdır.

OKEAN. Yupiter okeanı planetdə əsas kimyəvi element olan hidrogendən ibarətdir. Kifayət qədər yüksək təzyiq altında hidrogen mayeyə çevrilir. Atmosfer altında Yupiterin bütün səthi mayeləşmiş molekulyar hidrogendən ibarət nəhəng okeandır.

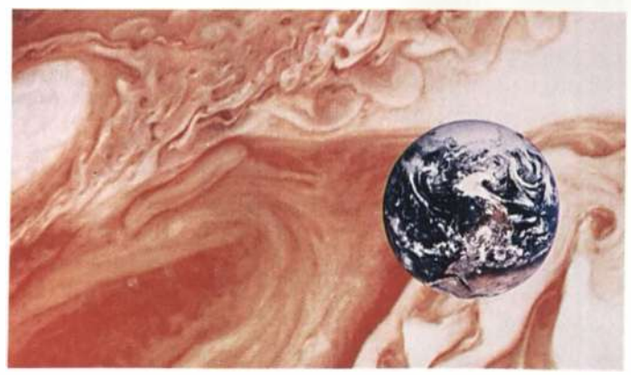
Saniyədə 100 m sürətlə ifrat sıx küləklər əsəndə maye hidrogen okeanında hansı dalğalar yarana bilər? Yəqin ki, hidrogen dənizinin səthi dəqiq sərhədə malik ola bilməz: yüksək təzyiqlərdə səthdə qaz-maye hidrogen qarışığı əmələ gəlir. Bu, Yupiter okeanının bütün səthinin fasiləsiz "qaynaması" kimi görünür. 1994-cü ildə onun səthinə kometanın düşməsi kilometrlərlə hündürlüyündə nəhəng sunami yaratmışdı.

20 min km boyunca Yupiter okeanına daldıqca təzyiq və temperatur sürətlə artır. Bu artım nə vaxt dayanacaqdır? Yupiterin mərkəzindən 46 min km məsafədə təzyiq 3 mln atmosferə, temperatur isə 11 min dərəcəyə çatır (xatırladaq ki, Günəşin səthində temperatur 6000°C-dir). Hidrogen çox yüksək təzyiqə tab gətirə bilmir və maye metallik hala keçir.

Civə kimi maye metal hamıya yaxşı məlumdur. Maye metallik hidrogeni necə təsəvvür edək? Bu barədə danışmaq çətindir, çünki o, laboratoriya şəraitində müşahidə olunmamışdır. Metallik hidrogen qələvi metal olmalıdır. Hidrogen molekulu atomlara parçalanır, elektronlar aralanır və maye elektrik keçiriciliyinə malik olur. Yupiter okeanının ikinci aşağı hissəsində gedən maqnitohidrodinamik, elektrik və konveksiya proseslərini təsvir edən tənliklər hətta müasir kompüterlər üçün ifrat çətindir. Amma onun təsvirləri göz qabağındadır: onlar planetin maqnit sahəsini yaradır. Elektron və protonlardan ibarət olan Günəş küləyinin təsirindən Yupiterin maqnitosferində əmələ gələn işıqlanmanı görmək mümkün olsaydı, bizim səmada Yupiterin ətrafında ölçüsü Aydan böyük meduzayabənzər struktur müşahidə olunardı.

▸▸
Şumeyker – Levi 9 kometası nüvəsinin bir hissəsinin Yupiter səthinə düşməsi. 1994-cü il.

▾
Böyük Qırmızı Ləkə. Yerin şəkli miqyasların müqayisəsi üçün verilmişdir.

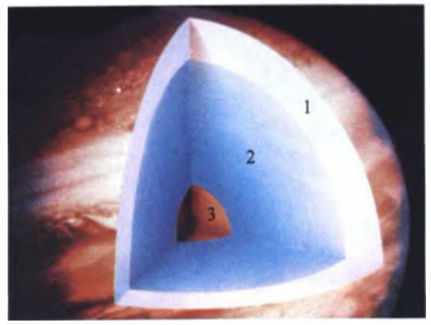




NÜVƏSİ. Yupiterin daxilinə 30 min km dərinliyində ikinci okeana nəzər yetirək. Bu dərinlikdə temperatur 30 min dərəcəyə, təzyiq isə 100 mln atmosferə çatır: kürənin nüvə adlanan bu hissəsinin kütləsi Yerin kütləsindən 15 dəfə böyükdür və okeandan fərqli olaraq, o, daş və metallardan ibarətdir. Təəccüblü deyil ki, Günəşin tərkibində də ağır elementlərin qarışığı var. Nüvə ağır kimyəvi elementlərdən ibarət zərrəciklərin bir-birinə yapışmasından əmələ gəlmişdir. Məhz elə bundan da planet əmələ gəlməyə başlamışdır ("Günəş sisteminin tarixi" məqaləsinə bax).

YUPİTERİN HALQASI

Yupiter çoxlu sürpriz təqdim edir: o, güclü qütb parıltılarının və qüvvətli radioküylərin mənbəyidir; Yupiterin yaxınlığında planetlərarası aparatlar toz fırtınalarını – planetin maqnitosferində elektromaqnit prosesləri nəticəsində tullanılmış xırda bərk zərrəciklərin axınlarını müşahidə edir. Günəş küləyi ilə şüalanma zamanı elektrik yükü alan xırda zərrəciklər çox maraqlı dinamikaya malik olur: makro



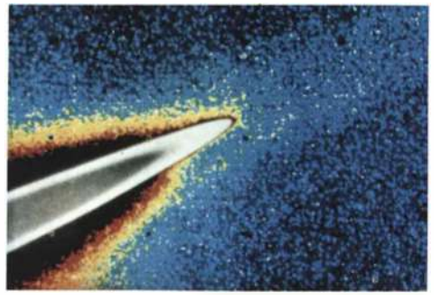
Yupiterin daxili quruluşu. Planetin bərk səthi yoxdur: müəyyən dərinlikdə atmosfer maddəsi (1) xüsusi hala, qaz-maye (2) halına keçir. Mərkəzdə bərk nüvə (3) təsvir edilmişdir.

və mikrocisimlər arasında aralıq mövqe tutan bu zərrəciklər qravitasiya sahələrinə də, elektromaqnit sahələrinə də eyni dərəcədə reaksiya verir.

1979-cu ilin martında kəşf olunmuş Yupiter halqası, əsasən, məhz belə xırda daş zərrəciklərindən ibarətdir (halqanın 1974-cü ildə "Pioner" kosmik aparatının köməyilə dolayısı ilə aşkar edilməsi qəbul olunmamış qalmışdı). Əslində, Yupiter halqasının olmasını XX əsrin 60-cı illərində ukraynalı alim S.K.Vsexsvyatski söyləmişdir. Bu halqanın əsas hissəsinin radiusu 123-129 min km-dir. Bu müstəvi halqanın qalınlığı 30 km-ə çatır və çox seyrəkdir – üzərinə düşən işıq faizinin yalnız bir neçə mində bir hissəsini əks etdirir. Daha zəif toz strukturları əsas halqadan Yupiterin səthinə "can atır" və halqa üzərində ən yaxın peyklərə qədər uzanan qalın halə əmələ gətirir. Yupiterin halqasını Yerdən görmək praktik olaraq mümkün deyil: O çox nazikdir və Yupiterin fırlanma oxu orbit müstəvisinə azmeyilli olduğu üçün həmişə tili ilə müşahidəçiyə tərəf dönmüşdür.

YUPİTERİN PEYKLƏRİ

Yupiterin 16 peyki məlumdur. Onlardan ikisinin – İo və Avropanın – ölçüləri bizim Ay qədərdir. Digər ikisinin – Qanimed və Kallistonun – diametrləri isə Ayın ölçüsündən (diametrindən) təqribən



Yupiterin halqası. Yerdən müşahidə zamanı halqanı görmək olmur, çünki o çox nazikdir və həmişə tili ilə bizə yönəlmişdir.

1,5 dəfə böyükdür. Qeyd etmək lazımdır ki, onlar öz planetindən Ay və Yerlə müqayisədə daha uzaqdadır. Yupiterin səmasında ancaq İo, Ay ölçülərində parlaq qırmızımtıl disk (və ya hilal) kimi görünür; Avropa, Qanimed və Kallisto isə Aydan bir neçə dəfə kiçik görünür.

Yupiterin əhatə dairəsi kifayət qədər genişdir: səkkiz xarici peyki ondan o qədər uzaqdadır ki, planetin özündən onları adi gözlə müşahidə etmək olmazdı. Bu peyklərin mənşəyi müəmmalıdır: onlardan yarısı Yupiterin ətrafına planetin fırlanmasının əks istiqamətində dolanır (digər 12 peyk Yupiterin sutkalıq fırlanma istiqamətində hərəkət edir). Yupiterdən ən uzaqda yerləşən peyki planetin ən yaxın peykindən 200 dəfə uzaqdadır. Əgər Yupiterin ən yaxın peyklərinin birindən baxsaq, planetin narıncı rəngli diski göy qübbəsinin yarısını örtmüş olar. Amma planetin ən uzaq peykinin orbitindən baxsaq, nəhəng Yupiterin diski, Ayın ölçülərindən, demək olar ki, 2 dəfə kiçik görünəcək. Ayrı-ayrılıqda öz "siması", nadir tarixi olan Yupiter peyklərinin ecazkar aləmi ancaq kosmik erada bizə açılmışdır.

İO. Bu, Yupiterə ən yaxın olan Qaliley peykidir. O, planetin mərkəzindən 422 min kilometr uzaqda, yəni Yerlə Ay arasındakı məsafədən bir qədər çox məsafədə hərəkət edir. Yupiter nəhəng kütləyə malik olduğundan, İonun fırlanma periodu Ayınkından kiçik olub, 42,5 saata bərabərdir. Teleskopla müşahidə aparan üçün bu peyk ən "köçəri" peykdir. Praktik olaraq İo, Yupiterin bir tərəfindən digərinə keçərək, hər gün yeni məkanda müşahidə edilir.

Kütləsinə və radiusuna (1815 km) görə İo Aya oxşayır. İonun ən sensasiyalı xüsusiyyəti onun vulkanik fəal olmasıdır. "Voyacer"lər İonun sarı-narıncı səthində 300 km-dək yüksəkliyə püskürən 12 fəal vulkan olduğunu qeyd etmişdir. Vulkanların püskürdüyü əsas qaz kükürd dioksididir və sonradan bu qaz peykin səthində ağ bərk maddə şəklində buzlaşır. Peykin rənginin narıncıya çalmasının əsas səbəbi püskürülən maddənin tərkibində kükürd birləşmələrinin, İonun vulkanik fəal zonalarının 300°C qədər qızmış olmasıdır.

300 km hündürlüyə yüksələn qaz fontanı çox ecazkar mənzərədir. Təsəvvür edin: güclü yeraltı uğultu peykin səthini titrədir, vulkanın kraterindən yüksək sürətlə çıxan (axın sürəti saniyədə 1 km-ə çatır) qaz kütlələrinə qarışmış daşlar çox böyük hündürlüyə qalxaraq, atmosfersiz fəzada vulkandan yüz kilometrlərlə məsafədə peykin səthinə səpələnir. Bəzi vulkanik kalderlərdən (vulkanın zirvəsinin çökməsi nəticəsində əmələ gələn çökəkliklər) ərimiş qara kükürd maddələri püskürür və qaynar çaylar şəklində ətrafa dağılır. "Voyacer"lərin göndərdiyi fotoşəkillərdə ərimiş kükürd gölləri və hətta dənizləri görünür.

Loki vulkanı yaxınlığındakı ən böyük lava-vulkan palçığı dənizinin eni 200 km-ə çatır. Bu dənizin ortasında bərk kükürddən əmələ gəlmiş və səthi çatlarla örtülmüş narıncı rəngli ada yerləşir. İonun qara dənizlərinin dalğaları narıncı sahillərə çırpılır və dəniz üzərindəki səmada nəhəng Yupiter "sallanmış" görünür. Bir çox rəssamlar belə mənzərələrin təsiri altında əsərlər yaratmışlar.

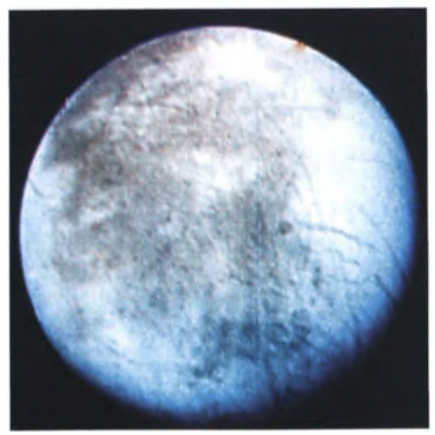
İonun vulkanik fəallığı Yupiter sistemindəki cisimlərin bu peykə qravitasiya təsiri ilə bağlıdır. İlk öncə, nəhəng planet özü güclü cazibə sahəsi ilə peykin səthində iki növ qabarma donqarlığı yaratmışdır ki, bunun da nəticəsində onun fırlanması tormozlanmış və ona görə də Yerdən həmişə Ayın bir üzü göründüyü kimi, Yupiterdən İonun bir tərəfi görünür. İonun orbiti dəqiq çevrə olmadığından onun səthindəki donqarlar yerlərini azacıq dəyişir ki, bu da peykin təkinin qızmasına gətirib çıxarır. Bu effekt daha böyük dərəcədə Yupiterin digər böyük kütləli peyklərinin, ilk növbədə, İoya ən yaxın olan Avropanın (yeri gəlmişkən, qeyd edək ki, bu peyklərin fırlanma periodları 1 : 2 rezonansı vəziyyətindədir, yəni Avropanın bir dövrü müddətində İo iki dəfə dövr edir) qabardıcı təsiri ilə bağlıdır. Qabarma donqarlarının rəqsi hərəkəti İonun alt qatlarını o dərəcədə qızdırmışdır ki, bunun nəticəsində İo Günəş sisteminin ən fəal vulkanik cisminə çevrilmişdir.

Güclü püskürmələri epizodik olan Yer vulkanlarından fərqli olaraq, İodakı vulkanlar fəallığına ara vermədən "işləyir". İodakı vulkan və qeyzerlərin püskürdüyü maddələr hətta kosmosa da atılır. Buna görə də İonun orbiti boyu oksigen və kükürdün ionlaşmış atomlarından ibarət plazma şleyfi (izi) uzanır, həmçinin atomar natrium və kalsiumdan təşkil olunmuş neytral buludlar, riyaziyyatda tor adlandırılan bublikvari fəza cisimləri əmələ gətirir. İoda zərbələr nəticəsində əmələ gəlmiş kraterlər yoxdur, çünki vulkanik fəallıq nəticəsində onun səthi daim dəyişir. İonun səthində hündürlüyü 9 km-ə çatan daş massivlər vardır. İonun sıxlığı kifayət qədər böyükdür – 3000 kq/m^3. Silikatlardan ibarət olan yarımərimiş halda olan təbəqənin altında, peykin mərkəzində dəmir və onun birləşmələri ilə zəngin olan nüvə yerləşir.



Yupiterin peyki İo. O, Günəş sisteminin ən fəal vulkanik cismidir.

AVROPA. Avropa ölçülərinə görə (radiusu 1569 km) İodan bir az kiçikdir və öz fəal qonşusuna heç bənzəmir. Qaliley peyklərinin sırasında ən parlaq səthə malik olanı Avropadır. Çox güman ki, mərkəzində kütləsi böyük silikat nüvəyə malik olan peykin onlarca kilometrə çatan qabığının (su buzu) altında su okeanı mövcuddur. Peykin sıxlığı yüksəkdir – 3500 kq/m^3. İo və Avropanın tərkibinin müxtəlifliyi onunla bağlıdır ki, Avropa Yupiterdən daha uzaqda – 671 min km məsafədə yerləşir. Avropanın geoloji tarixi qonşu peyklərin tarixindən xeyli fərqlənir. Bu, Günəş sisteminin ən hamar səma cisimlərindən biridir. Avropada hündürlüyü 100 m-dən artıq olan yüksəklik yoxdur. Onun gənc buzlu səthi çox uzun, ensiz, işıqlı və tünd zolaqlar şəbəkəsi ilə örtülmüşdür. Uzunluğu minlərlə kilometrə çatan tünd zolaqlar qlobal



Yupiterin peyki Avropa. Onun səthi çatlarla örtülmüş buz qabığından ibarətdir.

çatlar sisteminin izləridir. Peykin buz örtüyü kifayət qədər mütəhərrikdir və daxili gərginliklər, tektonik proseslər nəticəsində dəfələrlə çatlayıb parçalanmışdır. Peykin səthi gənc olduğundan ("cəmi" 100 mln il) onun üzərində, demək olar ki, meteoritlərin zərbələrindən yaranan kraterlər yoxdur, çünki belə kraterlər 4,5 mlrd il qabaq çoxlu miqdarda yaranırdı. Alimlər Avropada diametrləri 10-30 km olan yalnız beş krater aşkar etmişlər.

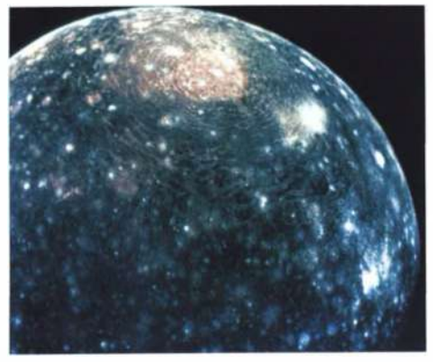
QANİMED. Radiusu 2631 km olan Qanimed Günəş sisteminin ən iri peykidir. O, Yupiterdən 1,07 mln kilometr məsafədə fırlanır. Qanimedin səthinin 40%-ni çoxlu meteorit krateri ilə örtülmüş qədim, qalın buz qabığı təşkil edir. Bu qabıq qismən parçalanmış və sonralar təqribən 3,5 mlrd il əvvəl baş verən fəal geoloji proseslər nəticəsində yeniləşmişdir. Bu proseslər Qanimedin səthinin qalan 60%-də burumlardan ibarət qəribə zonalar yaratmışdır.

Kosmik geoloqun nöqteyi-nəzərincə, Qanimed Yupiterin peykləri arasında ən maraqlısı, cazibədarıdır. Onun tərkibi silikat-buz qarışığından, mantiyası su buzundan, nüvəsi isə daşdan ibarətdir.



Peykin sıxlığı 1930 kq/m^3-dir. Qanimedə və Yupiterin digər peyklərinə şamil edilən "su buzu" anlayışı bizim üçün qeyri-adi məna kəsb edir. Aşağı temperatur və yüksək daxili təzyiq şəraitində su buzu müxtəlif kristallik barmaqlıq tiplərinə məxsus bir neçə modifikasiyada mövcud ola bilər. Qanimedin zəngin geologiyası su buz modifikasiyalarının mürəkkəb transformasiyaları ilə sıx bağlıdır. Peykin səthi qalınlığı bir neçə metrdən onlarca metrə çatan məsaməli daş-buz tozu ilə naxışlanmışdır.

KALLİSTO. Kallisto ölçülərinə görə Yupiter sisteminin ikinci peykidir və radiusu 2400 km-ə bərabərdir. Qaliley peykləri arasında bu ən uzaq peykdir: onun Yupiterdən məsafəsi 1,88 mln km, orbital dolanma periodu isə 16,7 sutkaya



◄◄ Yupiterin peyki Qanimed. Onun qabığı buz və tünd rəngli dağ süxurlarının qarışığından ibarətdir.

◄ Yupiterin peyki Kallisto. Buradakı kraterlərin sayı Günəş sisteminin hər hansı cismindəki kraterlərin sayından çoxdur.

bərabərdir. Əgər Yupiteri 10 sm-lik kürə (alma) şəklində təsəvvür etsək, bu halda Kallisto ondan 130 sm məsafədə yerləşən 3 mm-lik sancaq başlığı kimi görünər. Silikat-buz tərkibli Kallistonun sıxlığı azdır – 1830 kq/m^3. Qanimeddən fərqli olaraq, Kallistonun qədim buz səthi meteorit kraterləri ilə çox zəngindir. Onun tünd rəngi isə silikatın və digər aşqarların nəticəsidir.

Çox güman ki, Kallisto Günəş sisteminin kraterlərlə ən zəngin göy cismidir. Kosmik geoloqlar üçün bu peyk Qanimeddən heç də maraqsız olmaz. Dəhşətli qüvvəyə malik meteorit zərbəsi peykin səthində nəhəng strukturlar, dairəvi konsentrik dalğalar ilə əhatə olunmuş Valxallar yaratmışdır. Bu strukturun mərkəzində diametri 350 km-ə çatan krater, 2000 km radiusda isə konsentrik çevrələr boyunca dağ silsilələri yerləşir.

YUPİTERİN DAXİLİ VƏ XARİCİ PEYKLƏRİ

İonun orbitinin daxilində Yupiterin bir neçə kiçik peyki kəşf edilmişdir. Onlardan üçü – Metida, Adrasteya və Teba – planetlərarası stansiyaların köməyilə kəşf edilmişdir və onların haqqında məlumat azdır. Metida və Adrasteya (onların diametrləri müvafiq surətdə 40 və 20 km-dir) Yupiterin əsas halqasının kənarı boyunca, 128 min km radiuslu orbit üzrə hərəkət edir. Bu ən sürətli peyklər Yupiterin ətrafına 100000 km/saatdan artıq sürətlə 7 saata dolanır.

Daha uzaqda olan Teba peyki İo və Yupiter arasında ortada – planetdən 222 min km məsafədə yerləşir; onun diametri 100 km-ə yaxındır.

Yupiterin ən böyük daxili peyki olan Amalteya qeyri-düzgün formaya (ölçüləri: 270×165×150 km) malikdir və səthi kraterlərlə örtülmüşdür; onun tərkibi tutqun-qırmızı rəngli, çətinəriyən süxurdan ibarətdir. Amalteya peyki, Yupiterin sayca 5-ci peyki; 1892-ci ildə amerikan astronomu Eduard Barnard tərəfindən kəşf edilmişdir. Bu peyk radiusu 181 min km olan orbit üzrə hərəkət edir.

Yupiterin daxili peykləri və dörd əsas ayı (peyki) planetin ekvator müstəvisinə yaxın dairəvi orbitlər üzərində yerləşir. Bu səkkiz peykin orbitlərinin ekssentrisitetləri və meyli o qədər kiçikdir ki, onlardan heç biri "ideal" dairəli trayektoriyadan heç 1% də kənara çıxmır. Qeyd edək ki, belə peyklər requlyar peyklər adlanır.

Yupiterin digər səkkiz peyki qeyri-requlyar (qeyri-nizamlı) tipə aid edilir, həmçinin böyük ekssentrisiteti və meyilliyi ilə səciyyələnir. Öz hərəkəti zamanı bu peyklər planetə qədər olan məsafələrini 1,5-2 dəfə dəyişə və ekvatorial müstəvidən milyonlarla kilometr kənarlaşa bilir. Yupiterin bu səkkiz xarici peykini iki qrupa ayırır və bu qrupları onlara daxil olan ən böyük peykin adı ilə adlandırırlar: belə ki, Himalay qrupuna Leda, Lisiteya və Elara, Pasife qrupuna isə Ananke, Karme və Sinope daxildir. Bu peyklər Yerdən teleskoplar vasitəsilə 70 il ərzində (1904-1974-cü illər) kəşf edilmişdir.

Əgər Yupiteri albalı ölçülərinə qədər kiçiltsən, Qaliley peyklərinin ən xaricində yerləşən Kallisto planetdən 13 sm aralı, daha sonra 80-85 sm radiuslu Himalay qrupu və nəhayət, 150-170 sm məsafədə Pasife qrupu hərəkət edəcək. Real halda Himalay qrupunun orta radiusu 11,1-11,7 mln km, Pasife qrupununku isə 21,2-23,7 mln km-dir. Himalay qrupunun peykləri Yupiter ətrafına 240-260 sutkaya, Pasife qrupunun peykləri isə 630-760 sutkaya, yəni 2 ildən çox bir müddətə dövr edir. Peyklərin öz radiusları isə çox kiçikdir. Himalay qrupundakıların ölçüləri 8 km-dən (Leda) 90 km-ə (Himalay) qədərdir; Pasife qrupunda 15 km-dən 35 km-ə çatır. Onlar qara və kələ-kötürdür. Bu qruplara daxil olan xarici peyklər Yupiterin ətrafına əks-istiqamətdə dolanır.

Alimlər qeyri-requlyar peyklərin mənşəyi haqqında hələ vahid bir fikrə gəlməmişlər (fərz olunur ki, requlyar daxili peyklər planetlərətrafı qaz-toz diskində çoxsaylı kiçik zərrəciklərin birləşməsi nəticəsində əmələ gəlmişdir). Xarici peyklərin yaranmasında Yupiter tərəfindən asteroidlərin "zəbt edilməsi" əsas rol oynamışdır. Kompüter hesablamaları göstərir ki, ola bilsin, Pasife qrupu planet tərəfindən müntəzəm olaraq, xırda zərrəciklərin və asteroidlərin Yupiterətrafı diskin xarici oblastındakı əks-orbitlərdə "zəbt olunması" hesabına əmələ gəlmişdir.

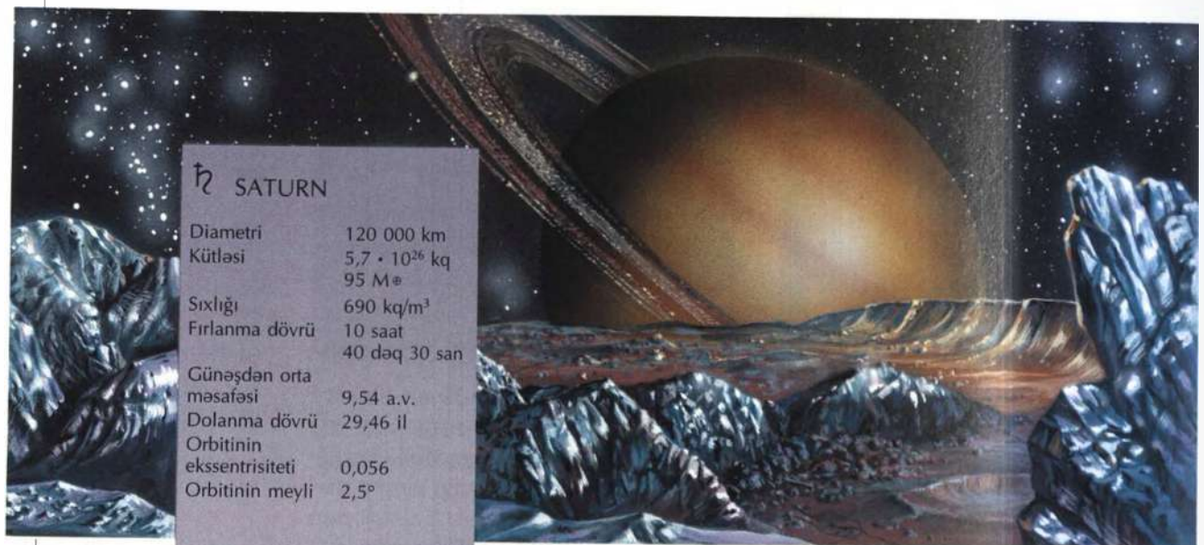


Yupiterin peyki Amalteya. Bu çox da böyük olmayan cisim hətta sferik formaya malik deyil.

SATURN: HALQALARIN ECAZKARLIĞI

Saturn adi gözlə 1-ci ulduz ölçüsünə malik ulduz kimi görünür və o, parlaqlığına görə Venera, Yupiter və Marsdan xeyli zəifdir. Onun tutqun-ağ çalarlı sönük işığı və həmçinin, göydə onun çox ləng hərəkəti bu planet haqqında pis fikirlər doğurmuşdu; belə ki, Saturnun işarəsi altında doğulmaq pis əlamət kimi qəbul olunurdu.

Orta güclü teleskop vasitəsilə yaxşı görünür ki, Saturnun kürəsi çox güclü, Yupiterdən də güclü şəkildə batıqdır. Planetin səthində, Yupiterdə olduğundan daha zəif şəkildə, ekvatora paralel zolaqlar müşahidə olunur. Bu zolaqlar üzərində çoxsaylı, çox da parlaq olmayan detallar görmək olar. Məhz bu detallar sayəsində Uilyam Herşel Saturnun fırlanma perio-



♄ SATURN

Diametri	120 000 km
Kütləsi	$5{,}7 \cdot 10^{26}$ kq 95 $M_{\oplus}$
Sıxlığı	690 kq/m³
Fırlanma dövrü	10 saat 40 dəq 30 san
Günəşdən orta məsafəsi	9,54 a.v.
Dolanma dövrü	29,46 il
Orbitinin ekssentrisiteti	0,056
Orbitinin meyli	2,5°



dunu təyin etmişdi. Bu period çox qısa – cəmi 10 saat 16 dəqiqəyə bərabər olmuşdu. Hərdənbir planetin diski üzərində daha aydın nəzərə çarpan detallar görünür. Belə ki, 1876-cı ilin fevralında Saturnun ekvatorunda böyük ağ ləkə əmələ gəlmişdi və bu ləkə 10 saat 14 dəqiqə periodu ilə dövr edirdi. Periodlar arasındakı bu kiçik fərq təəccüblü deyil, çünki Günəşdə və Yupiterdə olduğu kimi, Saturnun atmosferinin ekvatorial zonalardakı sürəti qütblərin yaxınlığındakından çoxdur.

Açıq-sarı rəngli Saturn öz narıncı rəngli qonşusu Yupiterə nisbətən daha "təmkinli" görünür. Saturnun bulud örtüyü o qədər də cazibədar deyil, hərçənd atmosferinin strukturu, demək olar, Yupiterinki kimidir. Yupiter kimi, Saturn da, əsasən, hidrogen və heliumdan ibarətdir. Lakin onun atmosferində heliumun miqdarı azdır və o, planetin bütün kütləsi üzrə daha bərabər paylanmışdır. Saturnun cazibə qüvvəsi az olduğundan (Yupiterə nisbətən) onun atmosferi Yupiterin atmosferindən daha dərindir. Çox güman ki, Saturnun işıqlı lələkvari ammonyak buludlarının üst qatı Yupiterdəkindən daha güclü olduğundan o, Yupiterə nisbətən daha az "rəngli" və zolaqlı görünür. Planetin ekvatoru boyu eni on min kilometrlərlə ölçülən və sürəti 500 m/san-yə çatan nəhəng atmosfer cərəyanı keçir. Saturnda baş verən atmosfer burulğanının ölçüləri Yupiterin Qırmızı Ləkəsinin ölçüsündən geri qalmır və orada baş verən güclü fırtınalar, hətta Yerdən də müşahidə olunur.

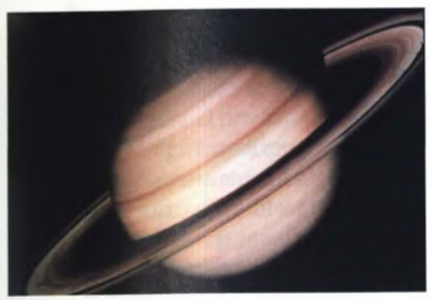
Atmosferdən aşağıda maye molekulyar hidrogen okeanı yerləşir. Planetin radiusunun yarısı qədər dərinlikdə təzyiq 3 mln atmosferə çatır və hidrogen artıq molekulyar formada mövcud ola bilmir. O, maye halını saxlasa da, artıq metallik fazaya keçir. Bu metallik okeandakı cərəyanlar kifayət qədər güclü maqnit sahəsi yaradır. Planetin mərkəzində daşdan, dəmirdən və ola bilsin ki, buzdan ibarət, kütləsi böyük olan (20 Yer kütləsinədək) nüvə yerləşir.

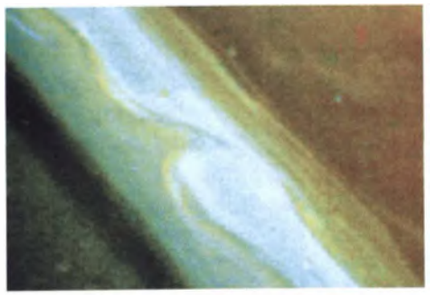
Sual oluna bilər ki, Saturnun mərkəzində 10 min dərəcədən çox temperaturda buz necə mövcud ola bilər? Suyun bizə yaxşı məlum olan kristallik forması adi buz normal atmosfer təzyiqində artıq 0°C temperaturda əriyir. Ammonyakın, metanın, karbon qazının daha "zərif" görünən kristallik formalarını da alimlər buz adlandırırlar. Məsələn, bərk karbon qazı (müxtəlif estrada şoularında istifadə olunan quru buz) adi normal şəraitdə dərhal, maye fazaya keçmədən qaz halına keçir (sublimasiya edir).

Eyni bir maddə müxtəlif kristallik quruluşlu barmaqlıqlar yarada bilir. Elmə suyun müxtəlif kristallik modifikasiyaları məlumdur; soba hisi (qara qurum) onunla eyni kimyəvi tərkibə malik olan almazdan nə qədər fərqlidirsə, suyun kristallik modifikasiyaları da birbirindən o qədər fərqlənir. Ona görə də Saturnun mərkəzində milyonlarla atmosfer təzyiqi altında su, metan və ammonyakın kristallarının qarışığından ibarət buz qatının olması bizi təəccübləndirməməlidir.

SATURNUN HALQALARI

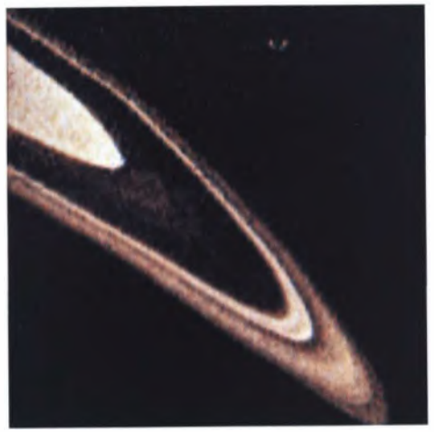
1610-cu ildə Qalileo Qaliley belə bir məzmunda kodlaşdırılmış məlumat çap etdirmişdi: "Ən uzaq planeti üçlük şəklində müşahidə etdim". O dövrlərdə Saturnu ən uzaq planet hesab edirdilər və onun halqaları Qalileyin teleskopunda planetin kənarlarında iki dumanlı ləkə kimi görünürdü. 1655-ci ildə holland alimi Xristian Hüygens planetin halqa ilə əhatə olunması ideyasını irəli sürmüşdü. İlk dövrlərdə onun bu hipotezi ortodokslar tərəfindən bərk tənqid atəşinə tutulmuşdu. Saturnun halqaları nadir formasına görə daim alimlərin diqqətini cəlb etmişdir. Görkəmli astronomlar, mexanik və riyaziyyatçılar C.D.Kassini, P.S.Laplas, C.K.Maksvell, J.A.Puankare bu halqaların tədqiqi ilə məşğul olmuşlar. Qeyd etmək maraqlıdır ki, Saturnun halqalarının ensiz zolaqlardan ibarət olması faktını hələ 1755-ci ildə öz orijinal nəzəri mühakimələrinə əsaslanaraq, alman filosofu İmmanuil Kant əvvəlcədən söyləmişdi.



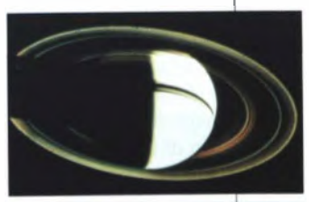


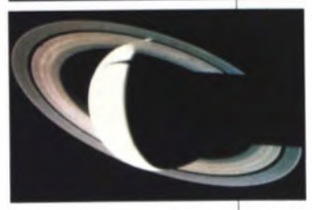
◄◄ "Voyacer" kosmik aparatından Saturnun görünüşü.

◄ Saturnun atmosferində burulğanlar.



Saturnun halqası və Tefiya peyki.





▼▼ Planetin kölgəsi halqaların üzərinə düşdükdə onlar görünməz olur.

▼ Kölgə tərəfdən çəkilmiş şəkildə Saturn halqalarının görünüşü. Günəş ancaq onların kənarlarını işıqlandırır.

Saturn ekvatorunun, halqalarının və peyklər sisteminin müstəvisi Yer orbitinin müstəvisinə nisbətən 26° meyillidir. Bu vəziyyət Saturn halqalarının müşahidəsi üçün yaxşı şərait yaradır. Saturn halqalarının Yerdən görünməsi şərtlərinin necə dəyişiləcəyini başa düşmək üçün sadə bir təcrübə aparmaq olar: stolun üstünə nəlbəki qoyaq və onun bir tərəfini qaldıraq (məsələn, altına bir qənd parçası qoyaq). Əgər gözlərimizi stol səviyyəsində saxlayıb onun ətrafına fırlansaq, bu zaman bir dövrə ərzində nəlbəkinin həm üz (çökük) tərəfi, həm də qabarıq alt tərəfi və 2 dəfə də tili müşahidə olunacaq.

HALQALARIN YARANMASI

Uzun müddət alimlər belə düşünürdülər ki, nə vaxtsa Saturna "ehtiyatsız" bir peyk çox yaxınlaşıb və planetin güclü qabardıcı qüvvələri nəticəsində o dəhşətli şəkildə parçalanmışdır. Lakin "Voyacer"lərin verdiyi məlumatlar geniş yayılmış bu fikri təkzib etdi. İndi müəyyən olunmuşdur ki, Saturnun (və eləcə də digər planetlərin) halqaları uzunluğu milyonlarla kilometrə çatan nəhəng planetlərətrafı buludun qalıqlarıdır.

Bu buludun xarici oblastlarından peyklər əmələ gəlmişdir, daxili oblastlarda isə peyklərin əmələ gəlməsi "qadağan olunmuşdur". Planetə yaxınlaşdıqca zərrəciklərin bir-biri ilə toqquşması sürətləri artır, ona görə də hər bir planetin yaxınlığında elə bir oblast var ki, orada hissəciklər müəyyən ölçülərə çatdıqdan sonra qarşılıqlı toqquşmalar zamanı dağılır, parçalanır. Milyard illər ərzində baş verən toqquşmalar nəticəsində 10 metrlik kəsəklər elə bir boşalmış hala düşür ki, saniyədə millimetr sürətlə hərəkət zamanı kiçik bir toqquşmadan parçalanır. İstənilən böyük zərrəcik bir neçə gün və ya həftə ərzində dağılmadan tutmuş bərpaya qədər tam bir tsikl keçir.

Böyük peyklərin əmələ gəlməsinə imkan verməyən bu qarşılıqlı rəqabət, planetdən uzaqlaşdıqca zəifləyir və müəyyən məsafədən sonra maddənin bir hissəsi peyklərə çevrilir, bir hissəsi isə hələ də parçalanmış şəkildə – halqalar şəklində mövcud olur. Maraqlıdır ki, halqalar öz "həyatı boyu" artıq trilyon dövrə vurmuşdur və bu say peyklərin və planetlərin öz orbitləri ətrafındakı dövrələrindən dəfələrlə çoxdur. Saturnun buz halqalarının ümumi kütləsi onun radiusu 200 km olan Mimas peykinin kütləsi ilə müqayisə edilə bilər.

Nə üçün halqalar müstəvi şəklindədir? Onların belə basıq şəkildə olması iki rəqabətaparıcı qüvvənin – qravitasiya və mərkəzdənqaçma qüvvələrinin nəticəsidir. Qravitasiya qüvvəsi sistemi hər tərəfdən sıxmağa çalışır, fırlanma hərəkəti isə fırlanma oxuna perpendikulyar müstəvidə sıxılmağa mane olur. Planetlərin halqaları daxil olmaqla, müxtəlif kosmik disklərin yaranması mexanizmi də məhz belədir.

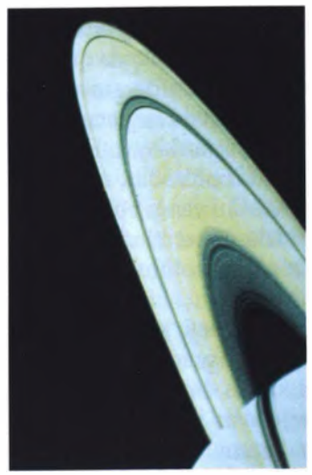
Faktik olaraq, demək olar ki, eyni vəziyyət Saturnun yerdən müşahidəsi zamanı baş verir. Saturnun Günəşdən olan məsafəsi Yerin Günəşdən olan məsafəsindən təqribən 10 dəfə böyükdür. Ona görə də biz həmişə Saturna, elə bil ki, Günəş tərəfdən baxırıq. Planetin bir orbital (dolanma) dövrəsi zamanı (təxminən 30 il) o bizə gah şimal, gah da cənub qütbünü yönəldir. Ona görə də halqalar gah "yuxarıdan", gah da "aşağıdan" görünür və hərdən tamamilə gözdən itir (müşahidəçiyə tili ilə yönəldikdə). Son dəfə halqalar "til" vəziyyətində 1995-ci ilin yayında keçmişdi və sonrakı illərdə onlar şimal yarımkürəsində "yuxarıdan" görünəcək.

Saturnun müxtəlif parlaqlığa malik üç halqası – A, B, C yerdən yaxşı müşahidə olunur. Saturn halqalarının xarici radiusu 137 min kilometrə bərabərdir. Kassininin kifayət qədər geniş bölgüsünə görə A və B halqaları qara zolaq ilə ayrılır. Halqaların xarici kənarının yaxınlığında Enkenin daha az hiss edilən bölgüsü müşahidə olunur. Bu bölgülər onları kəşf edən alimlərin adlarını daşıyır (bölgülər dedikdə, yarıqlar nəzərdə tutulur). XX əsrdə Saturnun yaxınlığında 3 amerikan kosmik aparatı: "Pioner-11" (oktyabr, 1979-cu il), "Voyacer-1" (noyabr, 1980-ci il) və "Voyacer-2" (avqust, 1981-ci il) keçdi. Bu planetlərarası stansiyalar Saturn halqalarının və peyklərinin bir neçə km dəqiqliklə çəkilmiş minlərlə fotoşəklini Yerə göndərmişdir. Halqaların radiosiqnallar vasitəsilə tədqiqi onların incə quruluşunu aşkar etmişdir.

Əgər Saturnla bizi ayıran 1,5 mlrd km məsafəni "tullanıb", halqalara 100-200 min km məsafədən baxsaq, görərik ki, bu halqalar minlərlə halqacıqlardan ibarət qatlara bölünür. Bunların içində dairəvi orbital hərəkətdən kənara çıxan nazik cərəyanlar da var. Bəzi halqaların kənarları girintili-çıxıntılı şəkildədir və onların özləri peyklərin qravitasiya təsiri altında əyilərək dalğavari şəkil alır. Halqalar aləminin çoxlu ecazkar forması var: spiral dalğalar, elliptik halqalar, nazik halqa parçalarının maraqlı kombinasiyası və s.

Əgər halqalara lap yaxınlaşsaq, görərik ki, onlar öz "monolitliyini" itirir və nəhəng saydan ayrı-ayrı xırda "peyklərə" çevrilir. Bu zərrəciklər müxtəlif ölçülərdə – xırda tozcuqlardan tutmuş en kəsiyi 10-15 m-ə çatan kəsəklərə kimi adi su buzlarından ibarətdir. Saturn halqalarının əsas kütləsi metrlik zərrəciklərdə toplanmışdır. Lakin bunlar bütöv buz parçaları şəklində deyil, Yerdə gördüyümüz yenicə düşən qırov kimi (amma, çətin ki orada naxışlı qar dənəcikləri olsun) boş, yumşaq qar topaları şəklindədir.

Bu qar cisimləri Saturn ətrafında təxminən 10 km/san sürətlə dövr edir. Bu zərrəciklərin sürətləri bir-birinə o qədər yaxındır ki, onlar bir-birinə nisbətən tərpənməz görünür. Lakin, əslində onlar müxtəlif istiqamətlərdə çox kiçik sürətlə – 1-2 sm/san – yerlərini dəyişir. Yerdəki ilbizlər təqribən bu sürətlə sürünürlər. Hərdənbir nadir səhnənin – iki böyük zərrəciyin toqquşmasının şahidi oluruq. Məsələn, ölçüləri bağ evləri boyda olan iki qayma yavaş-yavaş bir-birinə toxunur və bunun nəticəsində onların səthindəki bütöv boş (yumşaq) yığınlar ovxalanır. Onların "bəxti gətirmədi", onlar toqquşma zamanı yavaş-yavaş hissələrə parçalandı. Halqalar üçün tipik olan bu səhnə saniyədə millimetr sürətlə hərəkəti zamanı baş verən "qəzadır". Əvvəlki toqquşan cisimlərin iki böyük qalığı öz hərəkətlərini davam etdirir, lakin onların səthlərindən qopmuş qaz yığınları, topaları və qar tozları uzaq Günəşin şüaları altında parlayaraq, yavaş-yavaş müxtəlif istiqamətlərdə hərəkət edir. Bir neçə gündən sonra "zərərçəkmiş"

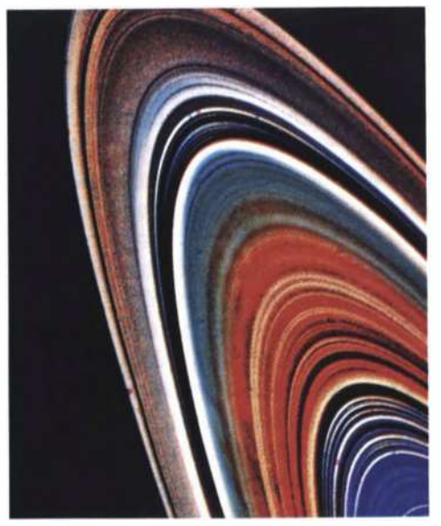




◂◂ Parlaq halqalar arasında yerləşən Kassini bölgüsü, daxili (krep) halqanın maddəsinə oxşar maddə ilə doldurulmuşdur.

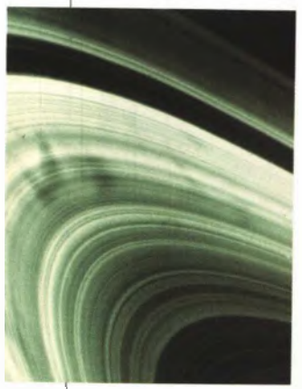
hissəciklər halqalarda olan çoxsaylı xırda qar zərrəciklərini tutmaqla yenidən böyüyür.

Halqaların qalınlığı olduqca nazik olub, 10-20 m təşkil edir. Eninin qalınlığı nisbətinə görə papirus kağızı planetin halqalarından çox-çox qalındır. Əgər Saturnun halqalarının ölçülərini metrə qədər azaltsaq, onda onların qalınlığı millimetrin mində bir hissəsi qədər olar. B halqasında zərrəciklər o qədər sıx yerləşir ki, biz əgər onun ortasına



▲ İrimiqyaslı şəkildə görünür ki, Saturnun halqaları çoxsaylı nazik halqacıqlardan ibarətdir.

Saturnun halqaları. Burada rənglər təbii olmayıb, halqaların müxtəlif mineral tərkibə malik olduğunu aydın nümayiş etdirmək üçündür.



Şəkildəki dəndənələr (millər, yaxud tutqun halqalardakı eninə zolaqlar) planetin maqnit sahəsinin təsiri altında maddənin hərəkəti nəticəsində əmələ gəlir.

daxil olsaq, heç bir ulduz görünməz. Qeyd etmək lazımdır ki, burada qaranlıq yoxdur, çünki hər tərəfdə sınan, əks olunan Günəş şüaları ilə işıqlanan minlərlə qar zərrəciyi parıldayır. Halqalar içində daha şəffaf oblastlar, məsələn, C halqası və Kassini yarığı bölgüsü var; belə oblastlardakı zərrəciklərin səthlərinin cəmi halqanın səthinin bir neçə faizini təşkil edir.

Əgər halqaların səth müstəvisi üzərində azacıq qalxsaq, sonsuz qarlı çölü görə bilərik. Onun daxilində Saturnun nəhəng Günəş şüaları ilə işıqlanan yarımkürəsi ucalır. Saturn halqaları sisteminin əsas hissəsinin eni 60 min km-ə bərabərdir (bu sahədə Yer kimi yüzlərlə planet yerləşə bilər). Lakin halqaların bərabər rəvanlığı pozulur və onlar hündürlüyü bir neçə yüz metrə çatan dalğalar şəklində əyilir. Bu, peykin qravitasiya təsirinin nəticəsidir. Günəş halqaların müstəvisi üzərində alçaq səviyyədə dayandığı zaman onun şüaları bu möhtəşəm "dağların" təpələrini işıqlandırır və "dərələr" kölgədə qalır. Saturnun yaxınlığından uçarkən "Voyacer"lər bu cür səhnəni qeydə almışdır. 1995-ci ildə Yerdən Saturnun tilinin müşahidəsi zamanı işıq şüaları halqaların səthi üzərində məhz bu cür "sürüşürdü".

Kepler qanunlarına müvafiq surətdə zərrəciklər halqaların müxtəlif radiuslarında müxtəlif sürətlərlə, planetə yaxınlaşdıqca isə daha sürətlə hərəkət edir. Sıxlığı ən çox olan halqalarda elə oblastlar var ki, orada zərrəciklər 10,5 saat periodla, yəni Saturnla eyni bucaq sürəti ilə fırlanır. Deməli, belə zərrəciklər planetin səthinə nəzərən tərpənməz qalır. Analoji olaraq, yerüstü stansiyaların tele və radio siqnallarını retranslyasiya edən geostasionar peyklər Yerin üstündə "asılmış" vəziyyətdə qalır. Onların dolanma periodu 24 saata bərabərdir.

Fırlanmanın bu xüsusiyyəti sayəsində B halqasının daxilində "millər" (təkərin halqasını fırlanma oxu ilə birləşdirən bərkidici elementlər) radius boyunca dartılan narın toz buludları uzanır. Bu effektin əmələ gəlməsinə səbəb odur ki, Günəş küləklərinin təsiri ilə azca elektrik yükləri qazanmış halqalardakı xırda qaz zərrəcikləri Saturnun maqnit sahəsinin təsiri ilə nizamlanır. B halqalarında bu zərrəciklər planetin maqnit sahəsində ən aşağı sürətlərə malik olduğundan, onlar uzunluğu on minlərlə kilometrə çatan nəhəng ölçülü "millər" yarada bilir, əks halda, onlar Kepler hərəkətinə görə parçalanıb səpələnməli idi.

PEYKLƏR

1995-ci ilə qədər Saturnun 22 peyki məlum idi (hal-hazırda onların sayı 60-dan artıqdır) və bu peyklərə titanlar və nəhənglər haqqında antik miflərin qəhrəmanlarının şərəfinə onların adları verilmişdir. Bütün bu kosmik cisimlər işıqlı olub, əsasən, su buzundan ibarətdir. Onların sıxlığı 1200-1400 kq/m^3-dir (Titandan başqa). Ən böyük peyklərdə daşdan ibarət daxili nüvə formalaşır.

Hiperion və Febadan başqa, peyklərin əksəriyyəti məxsusi sinxron fırlanmaya malikdir və onlar həmişə Saturna bir tərəfi ilə yönəlmişdir (Ay-Yer sistemində olduğu kimi). Ən kiçik peyklərin fırlanma xüsusiyyətləri haqqında məlumat yoxdur. Planetə yaxın peyklərdən başlayaraq, Saturnun peyklərinin xülasəsini verək.

Planetlərarası aparatların və kosmik teleskopların köməyi ilə Saturn halqalarının xarici kənarında 10 kiçik (diametrləri 10-100 km) buz peyk aşkar edilmişdir. Onlardan ikisi – **Prometey** və **Pandora** (orbitlərinin radiusu uyğun olaraq 139 və 142 min km) onların arasında yerləşmiş nazik halqanı, sanki, "qoruyur". "Çoban" funksiyasını yerinə yetirən bu peyklər, aralarında yerləşən oblastda güclü həyəcanlandırıcı təsir göstərərək, sanki, hörük şəklində formalaşmış halqa illüziyası yaradır. Digər 2 peyk – **Yanus** və **Epimeti** – eslində radiusu 151 min km olan digər bir orbitdə yerləşir. Onlar vaxtaşırı yerlərini dəyişərək (gah bir, gah da digər peyk planetə yaxınlaşır), sanki, orbitdə "rəqs edir".

Mimas U.Herşel tərəfindən 1789-cu ildə (Saturnun digər peyki Enselad ilə birlikdə) kəşf olunmuşdu. Onun forması sferikdir. Herşelin adı ilə adlandırılmış, eni 130 min km olan nəhəng krater peykin diametrinin (400 km) 1/3-ni təşkil edir. Təbii ki, bu, peykin nəhəng meteoritlə toqquşmasının izidir. Əgər meteoritin ölçüləri daha böyük olsa idi, o, peyki hissələrə parçalaya bilərdi. Mimasın orbitinin radiusu 185,5 min kilometrdir.

Enselad (diametri 500 km, orbitinin radiusu 238 min km) onun üzərinə düşən işığı əslində 100% əks etdirir. Bu, Günəş sisteminin ən işıqlı cismidir və çox güman ki, onun səthi tam şəkildə nazik təzə qırov qatı ilə örtülmüşdür. Enselad Saturnun geoloji cəhətdən ən fəal peykidir. Onun səthində su vulkanları (qeyzerlər) fəaliyyət göstərə bilər və onlar səthdəki qırovun təzələnməsinə və peykin orbiti boyunca seyrək toz halqalarının yaranmasına xidmət edir. Enseladın vulkanik və geoloji fəallığının energetik mənbəyi məlum deyil.

Tefiya (diametri 1050 km, orbitinin radiusu 295 min km) eni 400 km olan (peykin diametrinin 2/5 hissəsi) Odissey krateri və 3 min km məsafəyə uzanan nəhəng İtaka kanyonu ilə əlamətdardır. Bu peyk Günəş sisteminin yeganə peykidir ki, iki kiçik (20 km ölçüdə) koorbital peykə – **Telesto** və **Kalipso** peyklərinə malikdir (onlar Tefiyedan 60° irəlidə və geridə, Laqranj nöqtələri adlanan nöqtələrdə yerləşir). Eyni orbitdə 3 peyk! Bu cür vəziyyət ancaq Yupiterdə müşahidə olunur, Yupiter də öz orbitində 2 asteroidlər yığımını "otarır". Tefiya Diona ilə birlikdə 1684-cü ildə Covanni Domeniko Kassini tərəfindən kəşf edilmişdir.

Diona (diametri 1120 km, orbitinin radiusu 377 min km-dir) Tefiyaya oxşayır və özündən 60° irəlidə kiçik koorbital **Yelena** peykinə malikdir. Məlum deyil ki, Dionanın 60° geridə yerləşən koorbital peyki olubmu və əgər olubsa, hara itib?

Reya (diametri 1530 km, orbitinin radiusu 527 min km) ölçüsünə görə Saturnun ikinci (Titandan sonra) böyük peykidir və səthi kraterlərlə sıx örtülmüşdür. Səthində üst qabığın deformasiyaları müşahidə olunan Dionaya nisbətən Reyanın geoloji fəallığı zəifdir. Bu peyk 1672-ci ildə C.D.Kassini tərəfindən kəşf edilmişdir.

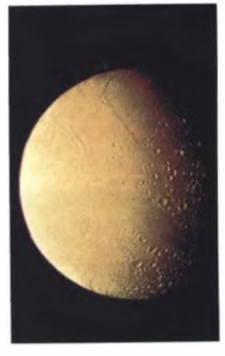
Titan Saturnun ən iri peyki olub, kütləsi qalan bütün peyklərin ümumi kütləsindən 20 dəfə ağırdır. Bu, ölçüsünə görə Günəş sisteminin ikinci (Qanimeddən sonra) böyük peykidir; onun diametri 5150 km-dir ki, bu da Merkurinin diametrindən böyükdür. Onun orbitinin radiusu 1,222 mln km-dir. Bu peyk X.Hüygens tərəfindən 1655-ci ildə kəşf olunmuşdur.

Titanın sıxlığı 1880 kq/m^3-dir. Onun daxili quruluşu Yupiterin peykləri olan Qanimed və Kallistonun daxili quruluşuna oxşayır, yəni onun daşdan ibarət nüvəsi və buz mantiyası var. Yupiterin peyklərinin əmələ gəldiyi temperatur şəraitindən xeyli aşağı temperaturda formalaşan Titan, su buzlarından başqa, daha uçucu ammonyak və metan buzlarına da malik ola bilər.

Titanın nadirliyi ondadır ki, o, sıx aerozol tüstüsü və buludları da olan güclü atmosferə malikdir. O, Günəş sistemində yeganə peykdir ki, səthini adi optik üsullarla tədqiq etmək mümkün



Saturnun peyki Mimas.



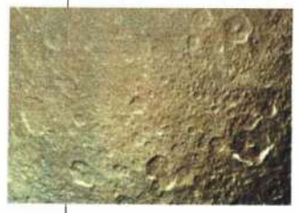
Saturnun peyki Enselad. Onun səthində həm meteorit bombardmanının, həm də daxili qüvvələrin təsiri altında deformasiyaların izləri görünür.



Saturnun peyki Diona.



Saturnun peyki Titan çox güclü atmosferə malikdir.



Saturnun peyki Reyanın səthindən fraqment.

deyil. Titanın rəngi qırmızı-qəhvəyi olub, mövsümi dəyişikliklərə məruz qalır. Onun atmosferi metan və ola bilsin ki, arqon izləri olan azotdan ibarətdir, səthindəki təzyiq 1,6 atmosferdir.

Nəzəri modellərə görə, Titanın səthində temperaturu -180°C olan və dərinliyi bir neçə kilometrə çatan etan-metan okeanı mövcud ola bilər. Ona görə də, bir amerikan alimi zarafatla demişdir ki, Titanın okeanlarında balıq tutmaq şansı yox dərəcəsindədir.

Hündürlüyü 200 km-ə çatan güclü atmosferin və maye karbohidratlardan ibarət səth okeanının varlığı fantastik görünə bilər. Əslində xassələrinə və qanunauyğunluqlarına bələd olmadığımız tam bir planet ölçüsündə yeni bir dünya kəşf edilmişdir. Titanın meteorologiyası çox maraqlıdır: bir neçə lay buludlar, atmosfer axınları, maye metan yağışları və s. Alimlər Titanın atmosferində, okeanında və bərk maddələrində su, metan, ammonyak və azot komponentləri arasında baş verən mürəkkəb kimyəvi qarşılıqlı münasibətləri durmadan tədqiq edirlər. Orada quru (torpaq) varmı? Görəsən, etan dalğaları buz qayalara çırpılaraq necə səslər çıxarır? Titanda göy tez-tez guruldayırmı? Görəsən, soyuq karbohidrogenlər okeanının milyard illər ərzində təkamülü nəticəsində hansı mürəkkəb üzvi quruluşlar yaranmışdır? Bu suallara hələlik cavab yoxdur.

Hiperion bir neçə həftə ərzində periodu onlarca faiz dəyişilən, xaotik məxsusi fırlanmaya malik, düzgün forması olmayan (330 × 240 × 200 km) tutqun peykdir. O, Titanın 4 : 3 rezonansı ilə (Saturn ətrafında Titanın 4 dövrəsinə Hiperionun üç orbital dövrəsi uyğun gəlir) bağlıdır. Onun orbitinin radiusu 1,481 milyon kilometrdir. Bu peyk 1848-ci ildə amerikan astronomları Corc Bond və Uilyam Bond və onlardan qeyri-asılı ingilis alimi Uilyam Lassel tərəfindən kəşf edilmişdir.

Yapet (diametri 1440 km, orbitinin radiusu 3,561 mln km) yarımkürələrinin parlaqlığının kəskin asimmetrikliyi (on dəfə!) ilə məşhurdur. Alimlər Yapetin qabaq tərəfinin (hərəkət istiqamətində) bərk qaralmasını xarici peyk Febadan gələn narın tozun bombardmanı ilə əlaqələndirirlər. Yapetin səthi kraterlərin sıx şəbəkəsi ilə örtülmüşdür. Bu peyki C.D.Kassini 1671-ci ildə kəşf etmişdir.

Feba Saturnun ətrafında əks istiqamətdə hərəkət edən ən qaranlıq və ən uzaq (12,95 mln km) peykidir. Demək olar ki, kürəvari formaya malik olan bu peykin diametri 220 km-dir. Feba Saturn ətrafında bir dövrəsini 1,5 ilə edir. İki qonşu planet olan Saturn və Yupiterin hər ikisinin peyklər sisteminin ən kənarında yerləşən peyklər əks istiqamətdə hərəkət edir. Bu fakt onu göstərir ki, belə sirli obyektlərin yaranma səbəbləri oxşardır. Feba peyki 1898-ci ildə amerikan astronomu Uilyam Pikerinq tərəfindən kəşf edilmişdir. Alimlər düşünürlər ki, Saturnun peyklər imperiyasında hələ də kəşf edilməmiş kiçik peyklər var.

URAN: GÜNƏŞ ƏTRAFINDA "BÖYRÜ ÜSTƏ"

XVIII əsrdə Günəş sisteminin sərhədi qədim dövrlərdən bəri məlum olan Saturnla təyin olunurdu. Heç kim ağlına gətirməzdi ki, bu planetin arxasında hələ heç kimə məlum olmayan planet var. 1781-ci il mart ayının 13-də, əvvəllər astronomlar aləmində heç kimə məlum olmayan ingiltərəli musiqi müəllimi Uilyam Herşel yeni planeti – Uranı kəşf etmişdir.

Öz teleskopu ilə müşahidə aparan Herşel bu zaman göydə hərəkət edən işıqlı diski kometa hesab edir və yeni göy cisminin kəşf edildiyi barədə məlumatı Qrinviçdəki peşəkar astronomlara çatdırır. Tezliklə məlum olur ki, kəşf edilmiş obyekt yeni planetdir və bu xəbər bütün Avropaya yayılır.

Maraqlıdır ki, məşhur alman astronomu İohann Bode bu nadir kəşf haqqında rəsmi məlumat hazırlayarkən planeti kəşf edənin adının necə yazıldığını bilmirdi və müxtəlif mənbələrə əsaslanaraq, onun adını bir neçə variantda yazmışdı. Uranın (bu ad Bode tərəfindən verilmişdir) kəşfindən sonra Herşel çox məşhurlaşdı, London Kral Cəmiyyətinin üzvü seçildi və saray astronomu vəzifəsinə təyin olundu. Sonrakı 40 il ərzində o, çoxsaylı diqqətəlayiq kəşflər etdi; məsələn, ilk dəfə Uranın 2 peykini (1787-ci il) və Saturnun 2 peykini (1789-cu il) müşahidə etmişdir. Lakin, şübhəsiz ki, onun ən böyük kəşfi Günəş sisteminin məlum sərhədlərini iki dəfə genişləndirmiş Uran oldu.

Yer haqqında "mavi planet" deyimi əslində mülayim istəkdən doğan mübaliğədir. Onun əsas palitrasını ağ (buludlar və buzlar), sarı-qəhvəyi (quru) və boz-qurğuşun (okean) rəngləri təşkil edir. Əsl mavi planet isə uzaqda yerləşən Urandır! Bunun səbəbi Uranın atmosferinin xüsusiyyətləri və temperaturu ilə bağlıdır. Planetin hidrogen-helium atmosferinin yuxarı qatlarında – 218 °C temperaturda kondensasiya olunmuş metan tüstüsü mövcuddur. Metan qırmızı şüaları yaxşı udur və mavi, yaşıl şüaları əks etdirir. Ona görə də Uran gözəl akvamarin (göyümtül-yaşıl) rəngini almışdır.

Yupiter və Saturn üçün tipik olan ammonyak buludları Uranın atmosferinin aşağı qatlarında formalaşır və ona görə də görünmür. Ancaq aşağı enliklərdə bir neçə işıqlı buluda rast gəlmək olur. Onların hərəkətinə görə yuxarı enliklərdə küləyin sürəti 100 m/s həddinə çata bilir. Uranın bircins diskində başqa heç bir struktur tapılmamışdır – bütün atmosfer axınları metan dumanı ilə örtülmüşdür.

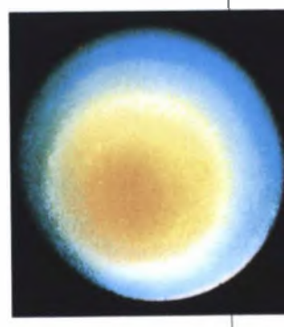
Uranın yuxarı atmosferində Yerdə baş verən qütb parıltılarına oxşar müxtəlif "elektroparıltılar" müşahidə olunur. Bu parıltıları planetin qaz təbəqəsini bombardman edən elementar zərrəciklər (protonlar, elektronlar) selləri doğurur. Bu növ parıltılar güclü maqnit sahəsinə malik nəhəng planetlər üçün tipikdir.

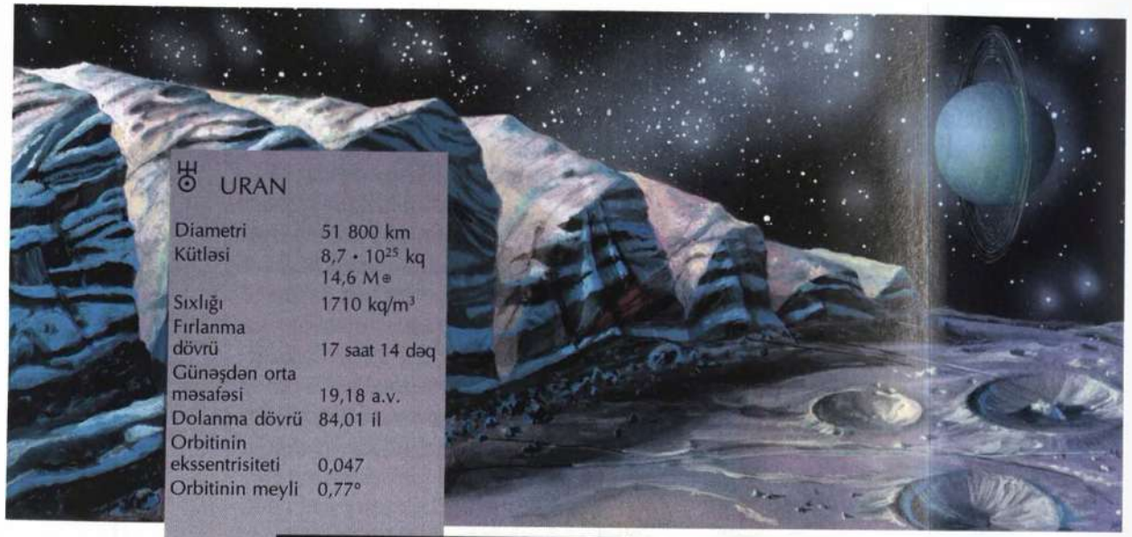
Uranın güclü maqnit sahəsi, demək olar ki, Yerin maqnit sahəsi kimidir. Lakin onun konfiqurasiyası qeyri-adidir: maqnit qütbü coğrafi qütbdən, təqribən 60° fərqlidir. Burada kompas coğrafi qütbü göstərməyəcək. Uran planetinin ən əlamətdar xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bu planet "böyrü üstə uzanmış" (hətta bir qədər "başıaşağı") vəziyyətdə dövr edir, onun fırlanma oxunun meyli 98°-dir.

Uran bizim planetdən təqribən 400 dəfə az işıq alır. Həssas göz üçün bu işıqlıq Yerdə təxminən Günəş batandan dərhal sonra alaqaranlıq başlanmamış mövcud olan işıqlanmaya uyğun gəlir. Müqayisə üçün əlavə etmək olar ki, Urandakı işıqlanma Yer üzündə bədirlənmiş aydın aylı gecədəki işıqlanmadan 1000 dəfə çoxdur.

8 min km-dən (planetin radiusunun üçdəbiri!) qalınlığında qaz qatının altında səth temperaturu 2200°C olan sudan, ammonyakdan və metandan ibarət sıx okean yerləşir. Okean səviyyəsində atmosfer təzyiqi Yerdəki 200 min atmosfer təzyiqinə bərabərdir. Saturn və Yupiterdən fərqli olaraq, Uranda metallik hidrogen yoxdur və 10 min kilometr qalınlığında ammonyak-metan-su örtüyü bərk süxurlardan ibarət mərkəzi dəmir-daş nüvəyə keçir. Orada temperatur 7000°C-yə, təzyiq isə 6 mln atmosferə çatır.

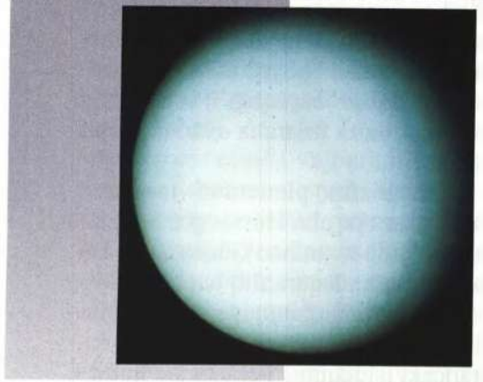
Uranın təzadlı rəngli şəklində Yupiterin və Saturnun zolaqlarına oxşar zolaqlar görünür.





♅ URAN

Diametri	51 800 km
Kütləsi	$8{,}7 \cdot 10^{25}$ kq 14,6 M⊕
Sıxlığı	1710 kq/m³
Fırlanma dövrü	17 saat 14 dəq
Günəşdən orta məsafəsi	19,18 a.v.
Dolanma dövrü	84,01 il
Orbitinin ekssentrisiteti	0,047
Orbitinin meyli	0,77°



XARİCİ PEYKLƏR

Uranın 30-dan çox peyki məlumdur. Bu peyklər sistemi planetin ekvatorial müstəvisində, yəni onun orbital müstəvisinə perpendikulyar (masa üzərində böyrü üstə diyirlənən sikkə və ya parkda olan şeytan çarxı kimi) şəkildə yerləşir. XX əsrin sonunda Uran qütbü ilə Yerə doğru yönəlmiş və Yerdəki müşahidəçinin baxışı peyklərin orbitlərinin müstəvisinə, demək olar ki, düzbucaq altında istiqamətlənmişdi.

Uranın Herşel tərəfindən kəşf olunmuş iki ən uzaq peyki – **Oberon** və **Titaniya** planetdən müvafiq surətdə 582,6 və 435,8 mln km məsafədədir. Onlar, demək olar ki, əkizdir. Diametrləri müvafiq surətdə 1520 və 1580 km olan bu peyklər Uranın ən böyük peykləridir. Xarici peyk – Oberon – meteorit kraterləri ilə güclü "şumlanmış" qədim buz səthinə malikdir. Burada iri tektonik parçalanmaların və geoloji hərəkətlərin izləri zəif nəzərə çarpır. Titaniyada isə, çoxsaylı kraterlərdən başqa, böyük tektonik parçalanmalar şəbəkəsi və qədim vulkanizmin nişanələri var.

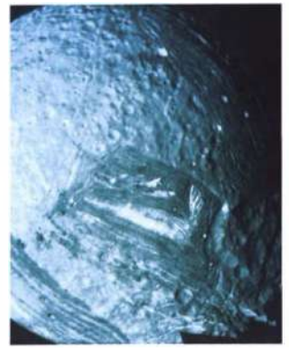
1851-ci ildə ingilis astronomu Uilyam Lassel Malta adasında tikdirdiyi güclü teleskopun köməyi ilə Uranın digər iki peykini – **Umbrieli** və **Arieli** kəşf etmişdir. Onların da ölçüləri, demək olar ki, eynidir: diametri 1170 km olan Umbriel Uranın ətrafına 265 min km məsafədə fırlanır; diametri 1160 km olan Ariel isə radiusu 191 min km olan orbit üzrə hərəkət edir. Umbriel Uran sisteminin ən qaranlıq peykidir və üzərinə düşən işığın ancaq 19%-ni əks etdirir; onun səthi çoxlu kraterlə örtülmüşdür. Ariel isə ən işıqlı peykdir, o, Günəş işığının 40%-ni əks etdirir. Onun səthində irimiqyaslı geoloji hərəkətlərin izləri və qədim vulkanizmin açıq-aşkar əlamətləri qalmışdır. Arielin gənc səthində böyük kraterlər, demək olar ki, yoxdur.

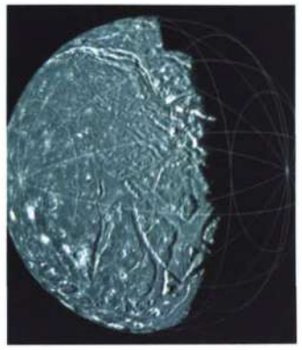
İlk dəfə 1948-ci ildə amerikan astronomu Cerard Koyper Uranın beşinci peyki **Mirandanı** müşahidə etmişdi. Planetdən 130 min km məsafədə yerləşən bu kiçik peykdə (diametri 470 km) gözlənilməz qədim coşqun geoloji fəallığın izləri var.

1986-cı ilin yanvarında "Voyacer-2" Mirandanın 1 km-dək dəqiqliklə çəkilmiş yüksəkkeyfiyyətli şəkillərini göndərdi. Bu şəkillərə əsasən mütəxəssislər onun ekzotik relyefinin bir hissəsinin stereoskopik təsvirini qurmağa nail olmuşlar. Bu təsvirdə şumlanmış torpaq sahələrini xatırladan geniş zolaqlar oblastı aydın görünür. Zolaqların bucaq altında rastlaşdığı oblastın qeyri-rəsmi adı "şevron"dur. Onun kənarında, cənub qütb zonasında, 15 km hündürlüyündə şaquli uçurum var. Mirandada belə geoloji fəallığın energetik mənbəyi məlum deyil.

Uranın peyklərinə adlar verilməsi yunan-Roma ənənələrindən uzaqlaşmağın başlanğıcını qoydu. Məsələ ondadır ki, bu peyklərin kəşfinə qədər yunan tanrısı Uranın uşaqlarının – titanların və nəhənglərin adları artıq Saturnun peyklərinə verilmişdi. Buna görə də Herşel Uranın peyklərini Uilyam Şekspirin "Yay gecəsində yuxu" komediyası qəhrəmanlarının şərəfinə Oberon və Titaniya adlandırmışdı. Umbriel adı Aleksandr Popun poemasından, Ariel və Miranda isə Şekspirin "Fırtına" pyesindəki personajların adlarından götürülmüşdür.

1980-ci ildə Ukrayna və Azərbaycan alimləri S.Vsexsvyatski və Ə.Quliyev Uranın peyklərindən Yerdən görünə biləcək böyük və kiçik cisimlərin (kometa, meteorit, meteor və s.) atılması şərtlərini öyrənərək, bu prosesin riyazi tərəflərini





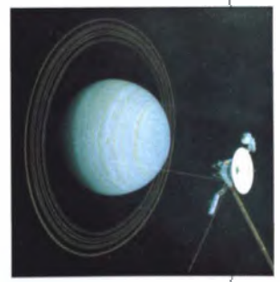
◂◂ Uranın peyki Miranda.

▲ Uranın peyki Ariel.

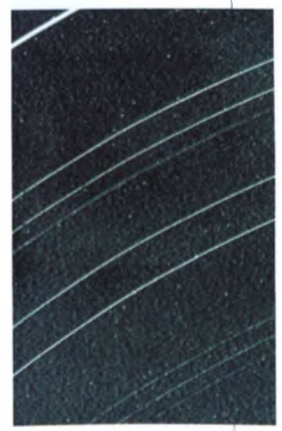
tədqiq etmişlər. Məlum olmuşdur ki, belə prosesin ən kiçik başlanğıc sürəti ilə həyata keçməsi üçün optimal vəziyyət planet 256° və 76° ekliptik uzunluqda yerləşərkən yaranır. Uranla əlaqədar olan periodik kometaların hərəkəti təhlil edilərkən aydın oldu ki, həqiqətən də, onların afeli nöqtələri ekliptikanın 256° uzunluğu istiqamətində toplaşıb. Buradan da Uran kometalarının partlayış nəticəsində yaranması versiyası irəli sürüldü. Alimlərin hesablamaları Moskvada nəşr olunan "Astronomiya" jurnalında dərc olunmuşdur. Maraqlıdır ki, o zamandan 30 ilə yaxın vaxt keçməsinə baxmayaraq (bu dövrdə Uranla əlaqədar kometaların sayı bir neçə dəfə artmışdır), müvafiq kometalara xas olan həmin qanunauyğunluq itməmişdir. O, kometa kosmoqoniyasının ən parlaq nəticələrindən biri hesab olunur (Uran sisteminin geoloji fəallığı barədə diskussiyaların tarixi haqqında "Azərbaycan astronomiyası" bölməsinə bax).

URANIN HALQALARI

Uran sisteminin öyrənilməsi tarixində yeni dövr 1977-ci il martın 10-da başlandı. Həmin gün Uran səmada hərəkəti zamanı kifayət qədər parlaq ulduzu öz diski ilə örtürdü. Bu hadisəni müşahidə etmək üçün bir çox astronomlar, o cümlədən "Boinq" təyyarəsində yerləşdirilmiş



Uranın halqaları və "Voyacer" kosmik aparatı.



Uranın halqaları iri miqyasda.

DAXİLİ PEYKLƏR

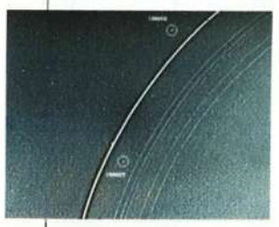
1986-cı ildə "Voyacer-2" planetdən 50-86 min km-lik zonada astronomlar A.Fridman və N.Qorkavının bir il öncə elmi ictimaiyyətə söylədikləri yerdə 10 yeni kiçik peyk kəşf etdilər. Bu peyklərə də Şekspir qəhrəmanlarının adları verilmişdi. Onlardan altısının orbitlərinin isə bundan əvvəl tapılmışların orbitlərinə yaxın olduğu aşkara çıxdı.

Adı	Orbitin radiusu, min km	
	1985-ci ildə öncədən xəbər verilmişdir	1986-cı ildə kəşf edilmişdir
Portsiya	66,45	66,10
Dezdemona	62,47	62,66
Kressida	61,86	61,77
Bianka	58,60	59,16
Ofeliya	55,38	53,76
Kordeliya	51,58	49,75

Qalan 4 peyk – Pek, Belinda, Rozalinda, Cülyetta, əsasən, Şekspirin gözəl qəhrəmanlarının adlarını daşısa da, özləri kömür kimi qapqaradır. Bunlardan ən böyüyü Pekin (diametri 150 km) səthində kraterlər var. Bu, yeni peyklər sırasında kişi adı ilə adlandırılmış yeganə peykdir. Bu peyk Urandan 86 min km məsafədə – halqalar ilə Miranda arasında yerləşir.

uçan amerikan Koyper rəsədxanasının əməkdaşları da ciddi hazırlaşırdılar. İri teleskop (güzgüsünün diametri 91 sm) vasitəsilə ulduzdan gələn işığın zəifləməsini ölçməklə onlar Uranın atmosferi haqqında yeni informasiya almaq fikrində idilər. Teleskopu və əlaqədar aparatları əvvəlcədən işlək vəziyyətə gətirmişdilər. Tamamilə gözlənilmədən cihazlar eksperimentin nəzərdə tutulan başlanğıc anından əvvəl ulduzun qısamüddətli tutulma hadisəsini qeyd etməyə başladı. Planetin diski ulduzu örtənə qədər və örtəndən sonra cihazlar ulduzun doqquz "işıqsaçmasını" qeyd etdi. Beləliklə, Uranın bir-birindən uzaqda yerləşən, kömür kimi qara, sıx və nazik doqquz halqası kəşf edildi. Bu, sensasiya oldu: Günəş sistemində Saturndan sonra ikinci planet halqaları sistemi aşkar edilmişdi! Bu iki halqalar sistemi bir-biri ilə əkslik təşkil edirdi: Saturnun işıqlı, enli, qarlı halqaları və onlardan 1000 dəfə ensiz, qara, daşlıqdan ibarət Uran halqaları idi.

Sonralar Uranın ulduzları örtməsi hadisəsi 200 dəfədən çox müşahidə olunmuşdur ki, bunların nəticəsində halqaların xassələri öyrənilmiş və radiusları dəqiqləşdirilmişdir.



Halqanın daxili və xarici tərəflərində yerləşən iki kiçik peyk maddə zərrəciklərinin halqanı tərk etməsinə imkan vermir.

Uranın halqaları 9 qara "hörümçək toru"ndan ibarət bir dəsti xatırladır. Onların radiusları 40-50 min km diapazonunda yerləşir, enləri isə 1-10 km təşkil edir; yalnız xarici halqaların ən enli yeri 96 km-ə çatır. Hər bir halqanın enli hissəsi planetdən ən uzaq məsafədə müşahidə olunur. Bu halqaların qalınlığı isə, Saturnda olduğu kimi, on metrlərlə ölçülür. Halqaları əmələ gətirən zərrəciklərin ölçüləri bir neçə metrə çatır və onların üzərinə düşən işığın 3%-ni əks etdirir. Halqalar kiçik elliptikliyə və Uranın ekvatorial müstəvisinə nəzərən meyilliyə malikdir. Onlar dürüst kənarlara malikdir və hər bir halqa əslində bir tam kimi hərəkət edir. Daha enli halqalarda kilometrlərlə ölçülən radial quruluşlara rast gəlmək olur.

Halqaların sabitliyi və ensizliyi astronomların diqqətini yeni problemlərə yönəldir. Belə qəribə halqaların əmələ gəlməsinə səbəb, bəlkə, Uranın ətrafında hələ kəşf olunmamış peyklərin mövcud olmasıdır? 1985-ci ildə aşkar edildi ki, bu halqaların yerləşməsi maraqlı rezonans münasibətlərə tabe olur. Bəzi alimlərin fərziyyəsinə görə, halqaların xarici sərhədi ilə Miranda arasında hələ kəşf olunmamış bir neçə peyk var. Hətta planetdən 50-70 min km məsafədə ehtimal olunan 6 peykin orbitlərinin radiusları da alimlər tərəfindən hesablanmışdır.

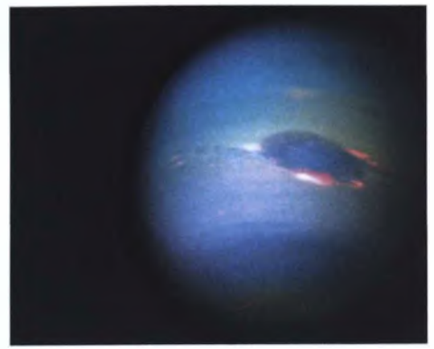
1986-cı ilin yanvarında "Voyacer-2" Uranın yaxınlığından keçərək, onun ensiz halqalarını tədqiq etmişdir. Sıx halqalar arasındakı oblast şəffaf narın toz qatı ilə dolmuşdur. Bu qara toz oblast boyu bircins paylanmamış və bir sıra halqa strukturları yaradır. Gözlənilmədən elmə məlum oldu ki, Uranın üst atmosferi halqalara qədər uzanır və bu da, öz növbəsində, onların zərrəciklərinin tormozlanmasına gətirib çıxarır. Beləliklə, halqaların mənşəyi və sabitliyi problemi çox mürəkkəb olmuşdur.

NEPTUN VƏ TRİTON – ŞAXTA SƏLTƏNƏTİ

Neptunun kəşfi səma mexanikasında özünə görə bir zəfər idi. Günəş sistemində onun varlığını əvvəlcə nəzəriyyəçilər "hesabladılar" və yalnız bundan sonra planeti göydə onların qabaqcadan söylədikləri yerdə aşkar etdilər.

1781-ci il martın 13-də kəşf olunan Uran planetinin müşahidələri onun dəqiq hərəkət nəzəriyyəsini verməyə imkan yaratdı. Belə ki, əvvəlki müşahidələrə əsasən planetin güman olunan vəziyyətini göstərən cədvəl tərtib etmək mümkün oldu. Amma XIX əsrin birinci onilliklərində bunun uyğunluğu mümkün olmadı: Uran gah sürətlə qabağa gedir, gah da hesablamalarda alınan qiymətlərdən geri qalırdı. Uranın özünü belə "pis" aparmasını aydınlaşdırmaq üçün cəhdlər edildi: beləliklə, alimlər müəyyən etdilər ki, Urandan uzaqda Günəş sisteminin daha bir planeti də mövcuddur. Bu planet özünün cazibəsi ilə Uranı "həqiqi yoldan" çıxarır. Bu naməlum planeti tapmaq üçün Uranın əvvəlcədən hesablanmış vəziyyətindən kənara çıxmalarına görə onun hərəkətinin xarakterini və səmada yerini təyin etmək tələb olunurdu.

Bu çətin məsələnin həlli ilə iki cavan alim – ingilis Con Adams və fransız Urben Leverye məşğul oldular. Onların ikisi də yaxın nəticələr aldı, amma Adamsın bəxti gətirmədi: onun hesablamalarına inanmadılar və mahiyyətinə uyğun müşahidələr başlanmadı. Əksinə, alman müşahidəçisi İohann Halle Leveryedən naməlum planetin vəziyyətinə aid məktub alan kimi axtarışa başladı. Ertəsi gün, o, 1846-cı il sentyabrın 23-də diski sezilən, koordinatları isə məlum ulduzlarınkından fərqlənən bir nöqtədə işıq verən cismi tapdı. Beləliklə, Günəş sisteminin 8-ci böyük planeti – Neptun "qələmin ucunda" kəşf olundu.



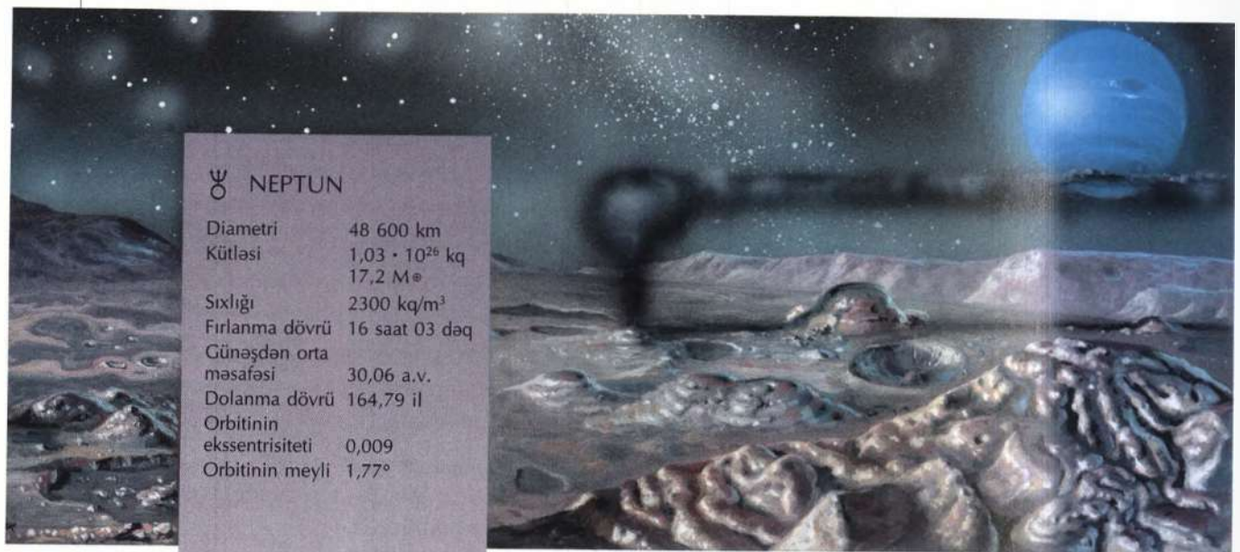
Neptundakı Böyük Tutqun Ləkə. Şəkil "Voyacer" kosmik aparatından çəkilmişdir.

Neptun öz parlaqlığını, demək olar ki, dəyişmir və 8-ci ulduz ölçüsü qədərdir. Bu planetin yerini dəqiq bilərək, onu adi binokl ilə səmada görmək olar. Neptunun atmosferində də (Uranda olduğu kimi) hidrogen və helium Yupiter və Saturndakından azdır. Neptun adi gözlə xoş göy rəngdə görünür ki, buna da səbəb onun atmosferində qırmızı şüaların metan tərəfindən udulmasıdır. Neptunda antisiklonlar ləkə şəklində qeyd olunur. Onlardan ən irisi Böyük Tutqun Ləkə adlanır. Bu Ləkənin kənarları ağ buludlarla bəzənmiş və dolanma dövrü 16 gündür.

Quruluşuna və tərkibinə görə Uran və Neptun oxşardır. Radiusları yaxındır və kütlələri az fərqlənir. Neptunun maqnit sahəsi Yerin maqnit sahəsinə uyğundur. Planetin maqnit qütbü coğrafi qütbündən 47° geridir.

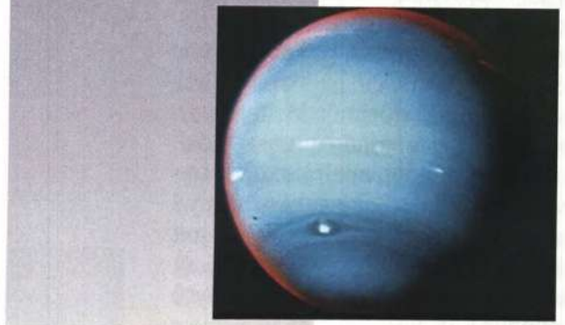


Tritonda buz gölü.



♆ NEPTUN

Diametri	48 600 km
Kütləsi	$1{,}03 \cdot 10^{26}$ kq 17,2 $M_\oplus$
Sıxlığı	2300 kq/m³
Fırlanma dövrü	16 saat 03 dəq
Günəşdən orta məsafəsi	30,06 a.v.
Dolanma dövrü	164,79 il
Orbitinin ekssentrisiteti	0,009
Orbitinin meyli	1,77°



Neptun Günəşin ətrafında Yerdən 30 dəfə böyük radiuslu nəhəng orbit üzrə dövrə vurur. 1999-cu ilə qədər Pluton elliptik orbit üzrə fırlanaraq, Neptun orbitinin daxilində hərəkət edirdi. Buna görə də Neptun axırıncı planet sayılırdı.

PEYKLƏRİ

1846-cı ilin oktyabr ayında həvəskar ingilis astronomu Uilyam Lassell Neptunun peyki **Tritonu** kəşf etdi. Bu peyk qeyri-adi idi: o, planetin fırlanmasının əks-istiqamətində hərəkət edir. İndi müəyyən edilmişdir ki, Yupiterin dörd xarici peyki və o cümlədən Saturnun ən kənar peyki Feba da planetin hərəkətinin əksinə dövr edir. Bütün bunlara baxmayaraq, Triton onların arasında seçilir. Onun diametri 2700 km və kütləsi Neptunun peykləri sisteminin kütləsinin yarısına bərabərdir. Bundan başqa, Triton Neptuna çox yaxın – 355 min km məsafədə dövr edir. Tərsinə hərəkət edən planetin digər peyklərinin diametri 30 km-dən 220 km-ə çatır. Onlar planetlərdən 13-25 mln km məsafədə olmaqla, öz peyklər sistemləri kütləsinin az hissəsini təşkil edir.

1949-cu ildə Cerard Koyper Neptunun ikinci peykini – diametr 340 km olan **Nereidanı** kəşf etdi. O da Günəş sistemində mövcud olan peyklərdən orbiti ən böyük ekssentrisitetə malik olması ilə fərqlənir ($e = 0{,}75$). Neptunla Nereida arasında məsafə bir tam dövr zamanı perihelidən afeliyə qədər 7 dəfədən çox artır. Bununla da, Nereida Neptunun ən kənar peyki olur və onun orbitinin radiusu orta hesabla 5,5 mln km-ə çatır (beləliklə, Triton tərsinə hərəkət edən yeganə daxili peyk olaraq qalır). Nereida Neptun ətrafında 360 günə, Triton isə 6 sutkaya dövr edir.





1989-cu ilin avqustunda "Voyacer-2" Neptunun yaxınlığından keçdi. Bu kosmik aparat 12 il kosmosda qalaraq planlaşdırılmış bütün məsələləri praktik olaraq həll etdi və öz vəzifəsini yerinə yetirdi. "Voyacer-2" Neptun sistemindən Yerə 9 min təsvir ötürdü, Günəş sisteminin kənarından bizim üçün yeni dünya açdı. O, diametrləri 50 km-dən 400 km-dək və orbitlərinin radiusu isə 48 min km-dən 118 min km-dək olan Neptunun altı yeni peykinin fotoşəkillərini çəkdi. Bu cisimlər qaradır və kraterlərlə örtülüdür.

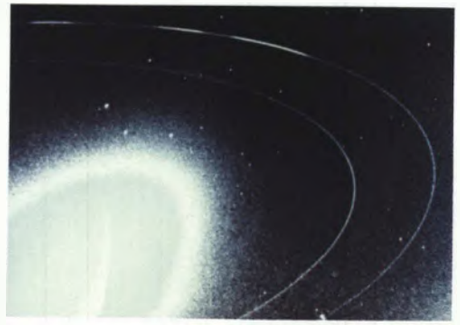
Triton yenidən təəccübləndirdi. O, Günəş sistemində ikinci peykdir ki, atmosferə malikdir (birincisi Saturnun peyki Titandır). Tritonun atmosferinin tərkibi metanla qarışıq azotdur, təzyiq isə Yerdəkindən 70 min dəfə azdır. Tritonun temperaturu -235°C-dir. Bu, Günəş sistemində yaxınlıqda tədqiq olunan ən aşağı temperatura malik cisimdir. Neptunun başqa peyklərindən fərqli olaraq, Tritonun səthi işıqlıdır və Günəş şüalarının 70-90%-ni əks etdirir.

"Voyacer" çəhrayı rəngə çalan Tritonda əvvəllər rast gəlinməyən geoloji strukturlar, çatlar və naxışlı düzənliklər aşkar etdi. Onun səthində meteorit kraterləri, demək olar ki, qalmamışdır. "Voyacer" gözlənilmədən burada soyuqluqda fəaliyyətdə olan hündür qeyzerlər – sultanlar aşkar etdi. Peykin səthi buzludur, belə temperaturda nəinki su və hətta azot da donur. Tritonun cənub qütb papağı məhz qeyzerlərin püskürdüyü bərk azotdan ibarətdir. Günəş şüalarının təsiri ilə şəffaf azot buzunda parnik effekti yaranır ki, bu da vulkanik fəaliyyət üçün enerji mənbəyidir. Tritonun cənub qütbündə yaz gəldikdə (yaz fəsli 40 ildən çox davam edir) qütb papağında buzun altında maye azotdan olan linzalar yaranır və onlar da qeyzerlər şəklində kənara çıxır. Sütunu 8-10 km hündürlüyündə olan qeyzer dağılır və zəif küləklərlə atmosferdə onlarca km məsafəyə yayılır. "Voyacer-2" bu təsirli mənzərənin, çox təəssüf ki, uzaq məsafədən fotoşəklini almışdır.

Son illərdə Neptunun peykinin tərsinə dolanmasının səbəbini aydınlaşdırmaq mümkün olmuşdur. Kompüter hesablamaları göstərir ki, peyklər sistemi nə qədər uzaq olsa, tərsinə fırlanan cisimlərin sayı bir o qədər çox olur. Günəşdən uzaqlaşdıqca onların özlərinin peyklər sistemi də bir o qədər yavaş formalaşır. Neptun planetinin ətrafında peyklərin formalaşması prosesi yavaş getmiş, orada

◂◂ Tritonun səthindəki tutqun rəngli şleyflər vulkanizmin izləridir.

▲ Neptunun peyki Triton. Qütb papağı donmuş azotdan ibarətdir.



Neptunun halqaları bir-birindən uzaqda yerləşmiş qövslərdən ibarətdir.

tərsinə fırlanan cisimlər üstünlük təşkil etməyə başlamış və Triton kimi böyük cisim əmələ gəlmişdir.

NEPTUN HALQALARINDA TAĞLAR

1977-ci ildə ulduz tutulması zamanı Uranın halqaları aşkar edildikdən sonra analoji müşahidələri Neptun üçün aparmağa başladılar. Həqiqətən, 80-ci illərin ortalarında alimlər bu planetin ətrafında çox qəribə açıq halqalar kəşf etdilər. Bunları *qövslər*, yaxud *tağlar* adlandırdılar. Həmin halqalarda maddə qeyri-müntəzəm paylanaraq, qövsün kənarlarında kəskin azalır. Orbitin bir tərəfindən başlayaraq zərrəciklərin sabit paylanmasını təsvir etmək mümkün deyil. Çünki asılı olmayan zərrəciklərin, az da olsa, dolanma periodları bir-birindən fərqlənir, ona görə də bütün topalar zaman keçdikcə orbit boyunca yayılacaq və halqa əmələ gətirəcəkdir.

1989-cu ilin avqustunda "Voyacer-2" nadir törəmələrin – üç sıx parlaq tağlararası kəsilməz nazik və şəffaf toz halqacıqların fotosunu çəkdi. Tağların daxilində bir-birindən bir neçə yüz km aralı olan ayrı-ayrı topalar görünürdü. Tağların tədqiqi göstərir ki, onlar ortada eni 15 km olan və 50 km enində şəffaf toz şleyfi ilə əhatə edilmiş sıxlaşmaya malikdir.

Mürəkkəb hesablamalar belə bir nəticə çıxarmağa imkan verdi ki, Neptunun tağları əvvəllər elmə məlum olmayan bərk zərrəciklərdən ibarət antisiklon tipli elliptik burulğanlar zəncirləridir. Ən böyük zərrəciklərin ölçüsü, ola bilsin ki, bir neçə yüz metrə çatır. Bu nadir burulğanlar *epitonlar* adlandırılmışdır. Onlar, əsasən, ən yaxın peyklə (Qalateya ilə) və öz aralarında və arasıkəsilməz toz halqaları ilə qarşılıqlı təsirdə olur.

İTİRİLMİŞ DÜNYA: PLUTON VƏ XARON

1930-cu ilin fevralında gənc amerikan astronomu Klayd Tombo Flaqstaffda yerləşən Lovell rəsədxanasında müşahidə apararkən Günəş sisteminin Pluton adlandırılan yeni, doqquzuncu planetini kəşf etmişdir.

Qədim yunanların təsəvvürlərinə görə, həmişə zülmət içərisində olan yeraltı dünyanın tanrısı Pluton (Aid) idi. Günəş sisteminin Pluton hərəkət edən hissəsi, doğrudan da, çox qaranlıqdır. Plutonun Günəşdən orta məsafəsi Yerin Günəşə qədər məsafəsindən 40 dəfə uzundur və ona görə də o, Yerə nisbətən 1600 dəfə az işıq və istilik alır. Plutonun səmasında Günəş görünən diskə malik olmayan çox parlaq ulduz kimi nəzərə çarpır. Buna baxmayaraq, onun verdiyi işıq tam bədirlənmiş Ayın verdiyi işıqdan 300 dəfə parlaqdır.

Plutonun kəşfi təsadüfi olmamışdır. Flaqstaffda yerləşən rəsədxanada Neptundan uzaqda yerləşməsi ehtimal olunan planetin axtarışı 15 il davam etdirilmişdi. Bu rəsədxananın əsasını qoyan Persival Lovellin hesablamalarına görə, hansı böyük səma cismi isə Uran və Neptunun hərəkətlərinə, az da olsa, təsir edirdi. Tezliklə bu axtarışlar uğurla nəticələndi. Plutonun təsvirləri 1914-cü ildən başlayaraq çoxlu fotoşəkildə də özünü göstərdi. Bütün bu məlumatlara əsasən Plutonun orbiti hesablandı.

Kəşf olunduğu vaxt Plutonun parlaqlığı 15-ci ulduz ölçüsünə uyğun gəlirdi. Bu planeti ancaq güclü teleskoplar vasitəsilə müşahidə etmək olar. Planetin görünən diskinin çox kiçik olması onun diametrinin təyinini çox çətinləşdirirdi.

Ona görə də alimlər dolayı metodlardan istifadə etdilər. Əgər şərti olaraq Marsı Plutonun yerinə qoysaq, onun səthi Günəş tərəfindən 625 dəfə az işıqlandırılacaqdır. Digər tərəfdən, planet Yerdən uzaqlaşdırıldığından onun işığı bizə 1600 dəfə zəif görünəcək. Nəticədə Marsın parlaqlığı 15-ci ölçülü ulduz parlaqlığına düşəcək, yəni Plutondakı kimi olacaq. Deməli, ölçülərinə görə Pluton Marsla müqayisə olunandır və əgər onun albedosu (əksetdirmə qabiliyyəti) Marsdan az olsa, onun ölçüləri Yerlə də müqayisə edilə bilər.

Ona görə də 40 il ərzində Pluton ölçü və kütləsinə görə Yerə, ən uğursuz halda isə Marsa bərabər götürülürdü. 1965-ci ilin aprelində Pluton 15-ci ulduz ölçüsünə malik ulduzun yaxınlığından keçirdi və əgər onun diametri 5500 km-dən böyük olsa idi, o, ulduzu tam örtərdi. Lakin müşahidə göstərdi ki, ulduzun tam tutulması baş vermişdi. Buradan belə bir nəticə çıxarmaq olar ki, Plutonun diametri 5500 km-dən kiçikdir.

Plutonun tədqiqində yeni mərhələ 1978-ci ildə başlandı. Həmin il Flaqstaffda yerləşən Dəniz rəsədxanasında Ceyms Kristi adlı astronom bir metr yarımlıq (1,5 m) reflektorun köməyi ilə Plutonun qeyri-parlaq peykini kəşf etdi. Bu peyki Xaron (qədim yunan mifologiyasına görə, ölənlərin ruhunu yeraltı dünyanın çaylarından keçirənin adıdır) adlandırdılar. Bu peykin planet ətrafında fırlanma perioduna görə astronomlar Plutonun kütləsinin $1{,}3 \cdot 10^{22}$ kq, yəni

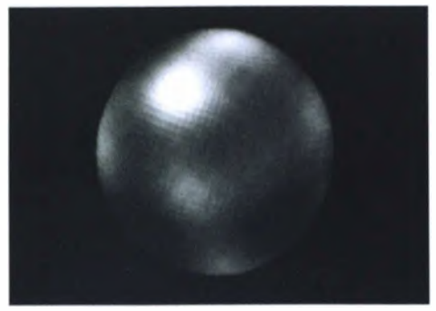


Pluton və Xaron. Şəkil Habbl kosmik aparatından çəkilmişdir.

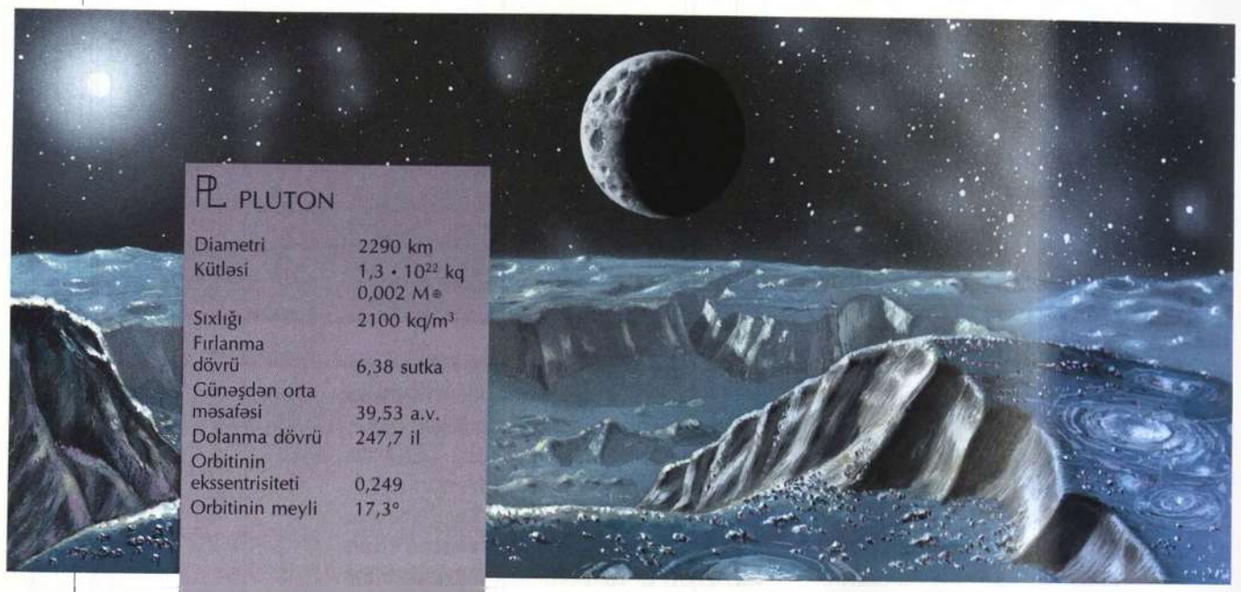
Yer kütləsinin 1/500-i, Ay kütləsinin isə 1/6-i qədər olduğunu hesabladılar.

Lakin Pluton və Xaronun dəqiq ölçüləri hələ də məlum deyildi. Yenə də alimlərin bəxti gətirdi. Xaronun orbiti elə yerləşmişdir ki, 124 ildə (Plutonun Günəş ətrafına fırlanma periodunun yarısı) bir dəfə Yerdəki müşahidəçilər üçün elə bir beşillik period gəlib çatır ki, bu dövrdə Xaron hər 6,4 sutkadan sonra Plutonun diski qarşısından keçir və həmin intervalla (lakin 3,2 sutka tez və ya gec) planetin arxasında gizlənir. Son dəfə müşahidə üçün əlverişli vəziyyət 1985-1990-cı illərə təsadüf etdi.

Bu hadisələr üzərində müşahidələr Plutonun (2290 km) və Xaronun (1186 km) diametrlərini dəqiq təyin etməyə imkan verdi. Plutonun ölçüləri 1988-ci il iyunun 9-da onun başqa ulduzu örtməsi üzərində müşahidələr əsasında müstəqil müəyyən olundu. Hər iki cismin orta sıxlığı hesablandı – 2100 kq/m^3. Bu, qaya süxurlarının sıxlı-

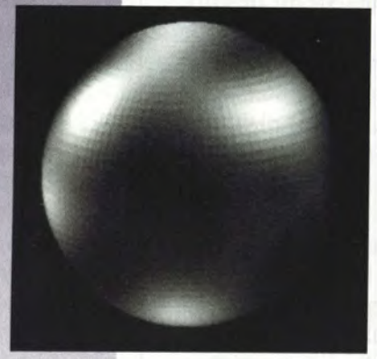


Plutonun səthindəki ləkələr. Kompüter vasitəsilə işlənmiş bu şəkil Habbl kosmik aparatından çəkilmişdir.



♇ PLUTON

Diametri	2290 km
Kütləsi	$1{,}3 \cdot 10^{22}$ kq 0,002 M⊕
Sıxlığı	2100 kq/m³
Fırlanma dövrü	6,38 sutka
Günəşdən orta məsafəsi	39,53 a.v.
Dolanma dövrü	247,7 il
Orbitinin ekssentrisiteti	0,249
Orbitinin meyli	17,3°



ğından azdır, lakin buzun sıxlığından iki dəfə çoxdur. Görünür, Plutonun tərkibi hər iki maddədən ibarətdir.

Beləliklə, Pluton böyük planetlər arasında ən kiçiyidir (əvvəllər bu "rütbə" Merkuriyə məxsus idi). Bundan başqa, o, ən böyük peykə (peykin kütləsinin planetin kütləsinə olan nisbəti) malikdir (əvvəllər Yer nəzərdə tutulurdu). Doğrudan da, Ayın kütləsi Yerin kütləsinin 1/81, Xaron isə Plutonun kütləsinin təqribən 1/8-1/10 (hələlik bu nisbət dəqiq təyin olunmamışdır) hissəsini təşkil edir.

Hələ 1976-cı ildə Deyl Krukşenk və onun Havay ştatının universitetindən olan həmkarları Plutonun metandan (CH_4) ibarət seyrək atmosferə malik olduğunu təyin etmişlər. Sonrakı tədqiqatlar onların kəşfini təsdiq etdi. Planetin səthində bu atmosferin təzyiqi Yer səthindəki atmosfer təzyiqindən 7000 dəfə azdır.

Plutonun səthi metan buzu ilə örtülmüşdür və ona görə də səthində qaya süxurları və su buzları üstünlük təşkil edən, qırmızımtıl rəngə çalan Xarondan fərqlənir, bozumtul rəngə çalır.

Plutonun perihelidən keçməsindən bir neçə il əvvəl və sonra o, Neptundan Günəşə daha yaxın olur. Bu dövrü Pluton üçün "yay mövsümü" saymaq olar. Hətta bu halda planetin səthindəki temperatur (müxtəlif hesablamalara görə) 45 K-dən 67 K-yə qədər (-228°C-dən -206°C-yə qədər) olur. Son dəfə Pluton öz perihelisindən 1989-cu il sentyabrın 9-da keçmişdir. 124 il sonra, Pluton afelidə olanda onun səthinə Günəş hərarətinin axını 3 dəfə azalacaq və temperatur 32-50 K-yə enəcək. Pluton orbitinin ekssentrisiteti kifayət qədər böyük olduğundan 1979-cu ildən 1999-cu ilədək o, Günəşdən məsafəsinə görə 8-ci planetə çevrildi.

1995-ci ildə amerikan alimləri Habbl orbital teleskopunda qurulmuş xüsusi cihazların köməyi ilə Plutonun bütün səthinin fotoşəkillərini çəkmiş və bunun əsasında planetin xəritəsini hazırlamışlar. Planetin şimal qütbü donmuş qazlarla örtülmüşdür. Digər oblastlarda işıqlı və tünd zonalar uzunsov parlaq zolaqlar ilə bir-birindən ayrılır. Fərz edilir ki, belə peyzajın yaranmasına səbəb qırov təbəqələridir: ultrabənövşəyi şüaların təsiri ilə artıq parçalanmış qədim zonalar daha tünd çalarlara, nisbətən təzə zonalar isə işıqlı çalarlara malikdir. Pluton və Neptunun orbitləri müxtəlif müstəvilərdə yerləşdiyindən onlar kəsişmir. Bundan başqa, Neptun və Plutonun dolanma dövrləri 2 : 3 kimi olduğundan bu planetlərin hərəkəti, hətta, onların arasında məsafə 18 a.v.-dən kiçik olmasa da, rezonans yaradır. Bəzən hətta Uran Plutona Neptundan da yaxın olur.

1936-cı ildə ingilis alimi Reymond Litlton belə bir ideya irəli sürdü ki, Pluton keçmişdə Neptunun təbii peyki olmuşdur. Lakin çoxsaylı koyper obyektləri tapıldıqdan sonra bu mülahizə öz əhəmiyyətini bir az da itirdi. Pluton və Xaron uzaq bir aləmdə həyat sürən göy cisimləridir. Onların səthindən yavaş-yavaş metan buxarlanır, bunun hesabına planetin ətrafında çox az sıxlığa malik atmosfer mövcud olmaqdadır. Pluton və onun peyklərinin səthinə çoxsaylı meteor cisimləri düşür. Azərbaycan alimlərinin hesablamalarına görə, koyper cisimlərinin təxminən 7 faizinin Plutonla toqquşması ehtimalı var. Plutonun müşahidə olunan kometa sisteminin mənbələrindən biri olması ehtimalı da Azərbaycan alimlərinə məxsusdur.

2005-ci ilin iyulunda Plutondan daha uzaq, 97 a.v. məsafəsində onuncu planetin olması haqqında məlumat yayıldı. Amma nə Plutonun, nə də yeni kəşf olunmuş cismin ölçüləri Ayla müqayisədə çox fərqlənmirdi. Bu cisimlər planet olmaq şərtlərinə cavab vermədiyi üçün onların Günəş sisteminin planetləri sırasına salınması 2006-cı ilin avqust ayında Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının müzakirə mövzusu oldu və onlara cırtdan planetlər adı verildi. Beləliklə, Günəş sisteminin 8 iri planetinin olması qərara alındı. Pluton Günəş sisteminin planetləri sırasından çıxarıldı. Merkuri, Venera, Yer və Mars – Yer növlü planetlər; Yupiter, Saturn, Uran və Neptun isə nəhəng planetlər adlandırıldı. Qalanları isə cırtdan planetlər hesab olundu. Bu cırtdan planetlər sırasına başqa cisimlərin də daxil olunacağı istisna edilmir. Azərbaycan alimi Əyyub Quliyevin apardığı riyazi hesablamalar cırtdan planetlərin əsas kometa "təchizatçıları" olduğunu göstərir.





GÜNƏŞ SİSTEMİNİN KİÇİK CİSİMLƏRİ

ASTEROİDLƏR

XVIII əsrin sonlarında astronomlar Günəş sistemində yeddi planet olduğunu müəyyən etmişdilər. Merkuri, Venera, Mars, Yupiter və Saturn lap qədimdən məlum idi; 1781-ci ildə ingilis alimi Uilyam Herşel böyük teleskopla Uran adlandırılan yeddinci planeti aşkar etdi. O vaxta qədər planetlərin dövretmə periodları və onların orbitlərinin ölçüləri səma mexanikası metodları ilə artıq kifayət qədər dəqiqliklə müəyyən edilmişdi.

Planetlərin orbitlərinin planı çəkilərsə, məlum olar ki, onların Günəşdən məsafələri təqribən həndəsi silsilə ilə artır. Bu qanunauyğunluq onu aşkar etmiş alman alimlərinin adları ilə *Tisius-Bode qaydaları* adını almışdı. Bunu aşağıdakı cədvəllə nümayiş etdirmək mümkündür:

$0,4 + 0$	$= 0,4$	Merkuri
$0,4 + 0,3$	$= 0,7$	Venera
$0,4 + 0,3 \times 2$	$= 1,0$	Yer
$0,4 + 0,3 \times 4$	$= 1,6$	Mars
$0,4 + 0,3 \times 8$	$= 2,8$	...
$0,4 + 0,3 \times 16$	$= 5,2$	Yupiter
$0,4 + 0,3 \times 32$	$= 10,0$	Saturn
$0,4 + 0,3 \times 64$	$= 19,6$	Uran

Bu cədvəl planetlərin Günəşdən orta məsafələrinin qiymətlərini astronomik vahidlərlə olduqca düzgün verir.

Belə bir fakt diqqəti cəlb edir ki, Marsla Yupiter arasında beşinci sıra üzvünə uyğun gələn planetlər deyil, aralıq məsafə vardır. Astronomlar otuz ildən artıq bir müddətdə təəssüf və ümidlə bu uyğunsuzluğu seyr etmişlər. Burada reallıq riyazi harmoniyanı pozurdu.

Budur, yeni, XIX yüzilliyin birinci günü özü ilə çoxdan gözlənilən kəşfi gətirdi. 1801-ci il yanvar ayının 1-nə keçən gecə italyan alimi Cüzeppe Piatsi Palermodakı rəsədxanada (Siciliya adası) apardığı müşahidələr zamanı Əkizlər bürcündə təqribən 7-ci ulduz ölçüsü parlaqlığına malik bir səma cismi aşkar etdi ki, ulduz xəritələrində o, əks olunmamışdı. Lakin qəribəlik tək bununla bitmirdi. Bir neçə gündən sonra astronom öz müşahidələrindən belə nəticə çıxardı ki, obyekt ulduzlar arasında yerini dəyişir və bu yerdəyişmə Marsdan sonra yerləşən planetin yerdəyişməsinə oxşayır. Təəssüf ki, əvvəlcə astronomun xəstələnməsi, sonra isə havanın korlanması onu öz işini dayandırmağa vadar etdi. Nəticədə bu zəif işıqlı səma cismi ulduzlar arasında tədricən görünməz oldu.

O dövrün gənc və istedadlı alman riyaziyyatçısı Karl Fridrix Qauss bu kəşfdən xəbər tutdu. Tezliklə Qauss azsaylı müşahidələr əsasında səma cisminin dəqiq elliptik orbitini hesablamağa və sonra onun gələcəkdə yerini müəyyənləşdirməyə imkan verən üsul işləyib hazırladı. Bu, səma mexanikası sahəsində böyük nailiyyət oldu. Bir ildən sonra itmiş planeti bu üsulun köməyi ilə tapıb, artıq onu daha dəqiq izləməyə başladılar. Piatsi həmin planetə qədim romalıların məhsuldarlıq ilahəsi, Siciliyanın himayədarı hesab etdikləri Sereranın adını verməyi təklif etdi.

Uğurdan ruhlanan Avropa astronomları Serera planetinin hərəkətini izləyərək, 1802-ci ilin mart ayında gözlənilmədən onun yaxınlığında daha bir kiçik planeti aşkar etdilər. Bu planeti qədim yunan ilahəsi Palladanın şərəfinə Pallada adlandırdılar. Qəribə burası idi ki, hər iki planetin Günəşdən orta məsafəsi, əslində, eyni uzunluqda olub, 2,8 a.v. təşkil edirdi. Tisius-Bode qaydasına görə, beşinci planet məhz bu məsafədə fırlanmalı idi.

1804-cü ildə Yunona adlandırılan üçüncü kiçik planet, bir qədər sonra, 1807-ci ildə isə dördüncü planet – Vesta kəşf olundu. Onlar o qədər kiçik idi ki, teleskopların min dəfələrlə böyütməsindən sonra da nəzərəçarpan diskə malik olmayan zəif ulduzlar kimi görünürdü. Ona görə də Uilyam Herşel yeni planetləri asteroidlər, yəni "ulduzabənzərlər" adlandırmağı təklif etdi.

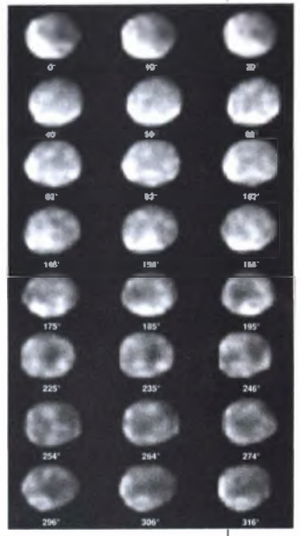
Sonrakı illərdə teleskopların təkmilləşdirilməsi və fotoqrafiyanın ixtira edilməsi çoxsaylı asteroidlərin kəşf olunmasına imkan verdi. 1880-ci ildə onların sayı 200-ə, 1923-cü ildə 1000-ə, 1980-ci ildə isə 2500-ə çatdı. 1991-ci ildə kataloqlara salınmış və müvafiq adlar almış asteroidlərin sayı 4646 təşkil etsə də, tezliklə, XXI əsrin əvvəllərində bu say 10000-i ötüb-keçdi.

Yeri gəlmişkən, asteroidlərin adları barədə. Əvvəlcə onlara qədim yunan və qədim Roma allahları və qəhrəmanlarının adları verilirdi. Bu adlar tükəndikdən sonra əslində bütün dünya xalqlarının qadın adlarına keçildi. İndi isə bu adlar da kifayət etmir. Ona görə Beynəlxalq Astronomiya İttifaqı asteroidləri tapanlara onlara ad vermək və başqa adları seçmək hüququ vermişdir.

Səmada Azərbaycan adlarını daşıyan bir sıra asteroidlər var. Bunların arasında "Nizami", "Tusi", "Cavid", "Azərbaycan", "Maqomayev", "Əyyub Quliyev", "Şamaxı rəsədxanası" və b. misal göstərmək olar.

Asteroid kəşf edən alimlər içində uzun illər Krım astronomu Nikolay Çernıx liderlik etmişdir. Onun kəşf etdiyi asteroidlərin sayı 1000-dən çoxdur. İndi isə asteroid və kometaların tapılması, müşahidəsi və monitorinqi üzrə beynəlxalq proqramlar və xüsusi qruplar mövcuddur ki, onların fəaliyyəti nəticəsində hər il yüzlərlə kometa və asteroid qeydə alınır.

Bu "repertuar" qurtardığı vaxt, əslində, bütün dünya xalqlarının qadın adlarından istifadə etməyə başladılar. Yəqin, elə bir qadın oxucu tapılmaz ki, səmada öz planeti olmasın! Doğrudur, indi bu qaydadan əl çəkməyə başlamışlar, çünki qadın adları daha çatışmır.



Vesta asteroidinin fırlanması. Şəkillər Habbl kosmik teleskopu vasitəsilə alınmışdır.

Planetlərə kifayət qədər sərbəst ad verirlər, məlumatlar bankında verilmiş nömrəyə daha çox bel bağlayırlar; buna Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının Xüsusi komissiyası nəzarət edir. Nümunə üçün asteroidlərin bir neçə adını göstərək (adın qarşısında nömrə verilir): 2 Pallada, 224 Okean, 265 Anna, 433 Eros, 558 Karmen, 951 Qaspra, 1180 Rita, 2202 Pele, 4179 Tautatis...

Hələlik ancaq ən iri asteroidlər kəşf olunmuşdur. Daha kiçik asteroidlər hələ milyonlarladır.

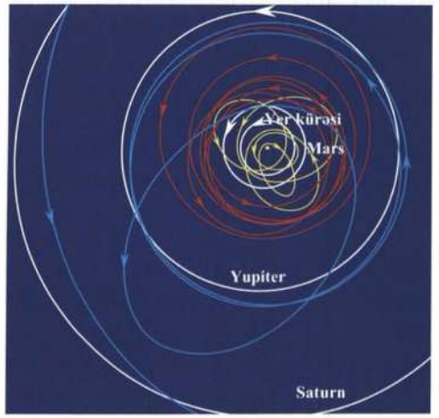
ASTEROİDLƏR QURŞAĞI

Nömrələnmiş, yəni artıq müvafiq kataloqlarda yer almış asteroidlərin əksəriyyətinin (98%) orbitləri Mars və Yupiterin orbitləri arasında yerləşir. Həmin asteroidlərin Günəşdən orta məsafəsi 2,2–3,6 a.v. təşkil edir. Onlar asteroidlərin *əsas qurşağını* əmələ gətirir. Bütün kiçik planetlər, böyük planetlər kimi, düz istiqamətdə hərəkət edir, onların Günəş ətrafında tam dövrü, məsafədən asılı olaraq, 3 ildən 9 ilə qədərdir. Onlar orbit üzrə saniyədə təqribən 20 km sürətlə hərəkət edir.

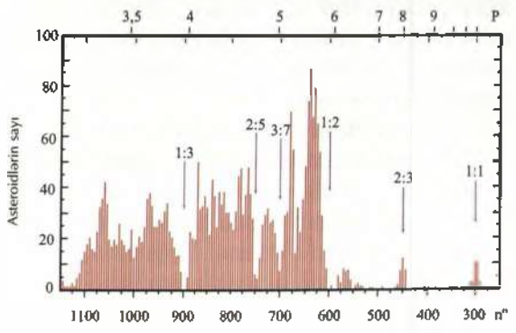
Kiçik planetlərin çoxunun orbitləri elliptikdir. Ekssentrisitetlər az-az hallarda 0,4-ü aşır. Orbitlərin ekliptikaya meyli azdır, yəni kiçik planetlər Yerin hərəkət müstəvisi yaxınlığında dövr edir. Lakin bəzi asteroidlərdə meyil bucağı kifayət qədər böyük olur. Məsələn, Sereranın orbiti 35°-lik meyil bucağına malikdir.

Əgər Günəş sisteminin maketində asteroidlərin orbitlərini hər bir kiçik planetin orbitini xəyali bir xətt kimi təsvir edib, ekliptikanın hər hansı bir qütbündənsə bu mənzərəyə baxa bilsək, xaotik bir quruluşun şahidi ola bilərik. Lakin bu xaosda bir qanunauyğunluq da mövcuddur: əgər orbit radiuslarının diaqramını qursaq, orada bəzi boşluqların mövcudluğunu müşahidə edə bilərik. Bu boşluqları ilk dəfə Kirkvud tapdığı üçün onlara *Kirkvud lyukları* adı vermişlər. Məlum olmuşdur ki, Yupiterin dövrü ilə həmin boşluqlara uyğun asteroidlərin dövrü arasında müəyyən bir mütənasiblik var. Məsələn, 1:2; 2:3; 2:5 və s. Bunun səbəbini Yupiterdə axtarmaq lazımdır. Belə ki, o, öz qravitasiya təsiri ilə asteroidi həmin zonadan uzaqlaşdırır. Nəticədə asteroid fəzanın bu sahəsini tərk edir.

▸ Bəzi asteroidlərin ekliptika müstəvisinə proyeksiya edilmiş orbitləri. Sarı xətlər – asteroidlərin Yer orbitlərini kəsən orbitləri, qırmızı xətlər – Marsın və Yupiterin orbitləri arasında asteroidlərin orbitləri, göy xətlər – asteroidlərin Yupiterin orbitindən kənara çıxan orbitləri.



▾ Asteroidlərin orbitin böyük yarımoxunun ölçüsü üzrə paylanması. Yuxarı üfüqi ox – müxtəlif illərdə dolanma periodları (P), aşağı ox – bucaq saniyələri ilə ifadə olunmuş orta sutkalıq hərəkət. Oxların yanındakı rəqəmlər – asteroidin və Yupiterin dolanma periodlarının nisbətləri. Onlardan bəzilərinin altında açıq-aydın boşluqlar – Kirkvud lyukları görünür.



YERƏ YAXIN ASTEROİDLƏR

Bizim üçün, yəni Yer kürəsinin əhalisi üçün, planetimizə yaxınlaşan asteroidlər daha çox maraq kəsb edir. Bu tipli asteroidləri, adətən, 3 ailəyə bölürlər. Onlar tipik asteroidlərin adlarını daşıyır, məsələn, 1221 Amur, 1862 Apollon, 2962 Aton və s. Amur sinfinə orbitləri perihelidə, demək olar, Yerin orbitinə toxunan asteroidlər daxildir. "Apollon"lar Yer orbitini xarici tərəfdən kəsir, yəni onların perihel məsafəsi 1 a.v.-dən kiçikdir. "Aton"lar isə, əksinə, Yer orbitini daxildən kəsir, yəni onların böyük yarımoxu 1 a.v.-dən kiçik olur. Göstərilən bütün ailələrin nümayəndələri tez-tez Yerlə rastlaşa bilər, lakin yaxınlıqdan keçmə halları tez-tez baş verir.

Məsələn, Amur asteroidi kəşf olunduğu vaxt Yerdən məsafəsi 16,5 mln km olmuşdur. 2101 Adonis və 2340 Xatxor Yerə müvafiq olaraq 1,5 mln km və 1,2 mln km məsafəyədək yaxınlaşmışdır. Dünyanın bir çox rəsədxanalarının astronomları 4179 Tautatis asteroidinin Yerin yaxınlığından keçdiyini müşahidə etmişlər. 1992-ci il dekabrın 8-də onun Yerin 3,6 mln kilometrliyindən keçməsi də çoxsaylı rəsədxanalar tərəfindən müşahidə olunmuşdur.

KİÇİK PLANETLƏRİN ÖLÇÜLƏRİ VƏ MADDİ TƏRKİBİ

Hər hansı bir astronomik obyektin ölçülərini təyin etmək üçün, ilk növbədə, onun Yerdən hansı bucaq altında görünməsini dəqiqləşdirmək lazımdır. Lakin bu mənada asteroidlərin kiçik planetlər adlandırılması təsadüfi deyil. Hətta ən iri teleskoplarda və ideal hava şəraitində asteroidlərin diskləri nadir hallarda görünə bilir. Bu mənada fotometrik metod daha səmərəli olmuşdur.

Səma cisimlərinin parlaqlığını və ya ulduz ölçüsünü təyin etmək üçün çox dəqiq cihazlar mövcuddur. Bundan başqa, asteroidin Günəş tərəfindən işıqlanması dərəcəsi də yaxşı məlumdur. Digər amillər eyniləşərsə, asteroidin parlaqlığı onun diskinin ölçüləri ilə birbaşa əlaqəlidir. Düzdür, burada həm də işığın hansı hissəsinin əks olunmasını bilmək lazımdır. Bu əksolunma astronomiyada *albedo* adlanır. Astronomiyanın müasir səviyyəsində albedonu, asteroiddən əks olunan işığın qütbləşməsini təyin etmək üçün dəqiq metodlar və cihazlar işlənilib hazırlanmışdır. Aşağıdakı cədvəldə ən iri asteroidlərin diametrləri əks olunmuşdur.

YUPİTER ORBİTİNDƏ ASTEROİDLƏR

Asteroidlərin əsas hissəsi baş qurşaqda toplaşsa da, burada mühüm istisnalar var. Hələ ilk asteroidin kəşfindən çox-çox əvvəl fransız riyaziyyatçısı Jozef Lui Laqranj üç cisim məsələsi adlanan məsələni öyrəndi, yəni cazibə qüvvəsinin təsiri altında üç cismin necə hərəkət etdiyini tədqiq etdi. Burada söhbət üç səma cisminin birgə qravitasiya nəticəsində hərəkətinin tədqiqindən gedir. Bu məsələ çox mürəkkəbdir və indiyədək tam şəkildə həll olunmayıb. Lakin Laqranj isbat etdi ki, Günəş – planet – kiçik cisim sistemində beş nöqtə var və onlarda asteroidin hərəkəti dayanıqlı xarakter daşıyır. Bu nöqtələrdən ikisi planetin orbitində yerləşir, onunla və Günəşlə bərabərtərəfli üçbucaqlar yaradır.

Laqranjdan təxminən 100 il sonra onun nəzəri tədqiqatı reallaşdı və Yupiter orbitinin Laqranj nöqtələri yaxınlığında iyirmiyə qədər asteroid kəşf olundu. Onlara Troya müharibəsi qəhrəmanlarının adları verildi. Asteroid – "yunanlar" (Axill, Ayaks, Odissey və s.) Yupiteri 60^0 qabaqlayır, qalanları isə (Priam, Eney, Troil və s.) ondan eyni məsafədə arxada hərəkət edir. Hesablamalara görə, Laqranj nöqtələri yaxınlığında asteroidlər bir neçə yüzə çata bilər.

YUPİTER ORBİTİNDƏN KƏNARDAKI ASTEROİDLƏR

Orbitləri bütünlüklə Yupiterin orbitinin hüdudlarından kənarda yerləşə bilən asteroidlərin olması barədə elmə uzun illər heç bir şey məlum deyildi. Lakin ilk dəfə 1977-ci ildə belə kiçik planeti aşkar etmək mümkün oldu. Bu, 2060 Xiron idi. Müşahidələr göstərdi ki, onun perihelisi (orbitin Günəşə ən yaxın nöqtəsi) Saturn orbiti daxilində, afelisi (ən çox uzaqlaşma nöqtəsi) isə Uran orbitinin lap yaxınlığında, planet sisteminin uzaq, soyuq və qaranlıq ucqarında yerləşir. Xironun perihelidə məsafəsi 8,51 a.v., afelidə isə 18,9 a.v. təşkil edir. Sonralar Xiron tipli bir sıra daha uzaq asteroidlər də tapıldı. 1995-ci ildə ilk dəfə Neptun planeti orbitinin xarici hissəsində asteroid kəşf olundu. Bununla da Günəş sisteminin yeni bir strukturunun varlığı faktının təsdiqi gündəmə gəldi. Bu cür asteroidlərə Koyper cisimləri adı verildi (belə bir qurşağın olması ehtimalını bir sıra astronomlar, o cümlədən Amerika alimi Koyper XX əsrin ortalarında irəli sürmüşdü). 2006-cı ilin ortalarınadək Koyper cisimlərinin sayının 1000-dən artıq olması təsdiq olunmuşdur. Koyper cisimləri özləri də müəyyən ailələrə bölünür. Koyper qurşağının hansı məsafəyədək uzanması haqqında hələlik bir şey demək mümkün deyil. Bəzi belə cisimlərin orbitinin 100 a.v. məsafədən kənara çıxması faktı hesablamalardan məlum olur. Onların ən böyüyü 2003 UB 313 Pluton planetindən böyükdür. Bir sıra Koyper cisimləri peyklərinin olması təsdiq olunmuşdur. Azərbaycan alimi Ə.Quliyevin fikrincə, Koyper cisimləri görünən kometa sisteminin yeni obyektlərlə zənginləşməsində mühüm mənbə rolunu oynayır. İri Koyper cisimlərinin kəşfindən sonra astronomlar Plutonun planet və ya Koyper cismi olması dilemması qarşısında qalmışlar. Əgər Pluton planet kimi qələmə verilirsə, onda etiraf olunmalıdır ki, onların sayı ən azı 12-dir.



Daktil – İdanın peyki.

Asteroidin adı	Diametri, km
1 Serera	1003
2 Pallada	608
4 Vesta	538
10 Gigiya	450
31 Yefrosina	370
704 İnteramniya	350
511 Davida	323
65 Kibela	309
52 Avropa	289
451 Patsiyentsiya	276
15 Evnomiya	272
16 Psixeya	250
48 Doris	250
92 Uindina	250

Hesab olunur ki, diametri 200 km-dən artıq olan asteroidlərin sayı 30-dur. Yəqin ki, onların hamısı kəşf olunub. Diametri 80-200 km olan asteroidlərin sayının 800-ə yaxın olması ehtimal edilir. Təbii ki, diametrlərinin kiçilməsi sayəsində asteroidlərin sayı xeyli artır.

Fotometrik tədqiqatlar göstərir ki, asteroidlər səthin tutqunluğu dərəcəsinə görə bir-birindən kəskin fərqlənir. Məsələn, 52 Avropa asteroidinin albedosu 0,03 təşkil edir ki, bu da təxminən asfalt qarası deməkdir. Belə asteroidlər C tipli hesab olunur. Digər asteroid ailəsi S tipli sayılır ki, onlar da Yerin dərin qatlarındakı mədən süxurlarını xatırladır. Onların albedosu daha yüksəkdir. Məsələn, 44 Nizada albedo 0,38-ə çatır. O ən parlaq asteroid sayılır. Əksolunma spektri və polyarimetriya üzrə aparılmış ölçmələr daha bir ailənin – metal M asteroidlər ailəsinin olmasını aşkar etdi. Ehtimal ki, onların səthində nikel, dəmir və bu tip digər metallar mövcuddur.

Astronomlar yeni nəsil həssas fotometrlərin tətbiqindən sonra bəzi asteroidlərin parlaqlığının periodik dəyişməsini aşkar etmişlər. Bu müşahidələr asteroidlərin öz oxu ətrafında fırlanması müddətini və onların fırlanma oxunun səmada istiqamətini təyin etməyə imkan vermişdir. Fırlanma müddəti bir neçə saatdan bir neçə yüz saata qədər olur. Asteroidlərin fırlanma əyrisinin tədqiqi həm də onların forması barədə fikir yürütməyə imkan verir. Onların əksəriyyətinin forması qeyri-müntəzəm və bəzən kəsik xarakterlidir.

Bəzi asteroidlərin parlaqlığının dəyişməsinin xarakteri güman etməyə əsas verir ki, onların peykləri var. Bu nəticə sonralar kosmik missiyalar tərəfindən təsdiq olunmuşdur. Hətta 87 Silviya asteroidinin iki peykinin olması aşkar edilmişdir. Bütövlükdə asteroidlərə tərəf göndərilmiş kosmik aparatlar indiyədək 20-yə qədər belə səma cismini yaxın məsafədən öyrənmiş və onların fotosunu Yerə ötürmüşdür. 1991-ci il oktyabrın 29-da Amerika kosmik aparatı "Qalileo" 951 Qaspra kiçik planetinin əksini Yerə verdi. 1993-cü il avqustun 28-də həmin aparat daha bir asteroidin – 243 İdanın yaxınlığından keçərək, onun şəklini çəkdi. Beləliklə, kiçik planetlərin tədqiqi tarixində yeni bir dövr başlandı. 2005-ci il sentyabrın 13-də yapon aparatı Hayabusya 25143 İtokava asteroidinə yaxınlaşıb onun ətrafında hərəkət etməklə yanaşı, kiçik planetdən 1 q maddə götürməyə müvəffəq olmuşdur. Maddənin yerləşdiyi kapsulun 2007-ci ildə Yerə çatdırılacağı nəzərdə tutulurdu.

Asteroidlərin əmələ gəlməsi haqqında bir neçə fərziyyə mövcuddur. Birinci və vaxtilə ən populyar ideya kiçik planetlərin Yupiter və Mars arasında bir zaman mövcud olmuş 5-ci planetin – əfsanəvi Faetonun parçalanması və bunun nəticəsində minlərlə qəlpənin sonralar asteroidlər kimi fəaliyyət göstərməsi hipotezidir. Azərbaycan alimi akademik H.Sultanov yalnız bir ana cismin parçalanmasından indi müşahidə olunan asteroid ailəsinin əmələ gəlməsinin qeyri-mümkünlüyünü riyazi yolla sübut etdi. O göstərdi ki, bunun üçün ən azı üç ilkin cisim parçalanmalı idi. İkinci ideya sonralar meydana çıxmış və indi astronomlar arasında daha populyardır. Bu ideyaya görə, Günəş sistemi, o cümlədən planetlər ilkin toz-qaz dumanlığında kondensasiya yolu ilə formalaşmışdır. Lakin nəhəng Yupiter öz cazibəsi ilə yaxınlıqda bir planetin formalaşmasına imkan verməmiş və onun yerində çoxsaylı kiçik cisimlər, yəni asteroidlər əmələ gəlmişdir.

▸
Qaspra asteroidi. "Qalileo" kosmik aparatı vasitəsilə alınmış şəkil.

▸▸
Qaspranın fırlanması.

İdanın fırlanması.
▾





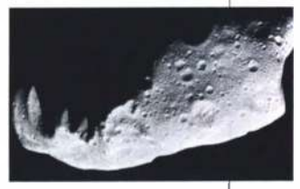




İdanın səthinin bir hissəsi.



İda və Daktil.



İda asteroidi.

KOMETALAR

"Kirşə Arbat meydanına girəndə Pyerin gözləri önündə geniş, ulduzlu, qaranlıq göy açıldı. Bu göyün ortasına yaxın bir yerdə, Preçisten bulvarı üstündə hər tərəfdən ulduzlarla əhatə olunmuş və hər tərəfinə ulduzlar səpələnmiş, lakin yerə yaxınlığı, ağ işığı, yuxarı qaldırılmış uzun quyruğu ilə o biri ulduzlardan fərqlənən işıqlı, böyük bir quyruqlu ulduz vardı..." – "Hərb və sülh" romanının ikinci cildi bu cür, 1811-ci ilin məşhur kometasının təsviri ilə bitir. Biz səhv etməmişik, məhz, 1811-ci ilin kometası. Astronomlar kometanın ilini göstərməklə, onun görünməsinin vaxtını deyil, Günəşlə ən çox yaxınlaşması ilini nəzərdə tuturlar. Bu kometa isə hələ 1811-ci il sentyabrın 12-də periheridən yan keçmişdir. Lakin 1812-ci ilin əvvəlində o daha yaxşı görünmüşdür, buna görə də Lev Tolstoy onu belə adlandırmaqda haqlı olmuşdur, xüsusən də, Rusiyada onu keçmiş tarixlə 1812-ci il Vətən müharibəsini qabaqcadan xəbər verən kometa hesab etməyə başlamışdılar.



Uesta kometası, 1976-cı il. XX əsrin sonlarında parlaq kometalardan biri.

İlk dəfə kometa "ovu" ilə 1756-cı ildə parisli çertyojçu Şarl Messye, onun ardınca Marsel rəsədxanasının gözətçisi (sonralar isə direktoru) Jan Pons məxsusi məşğul olmuşlar. O vaxtdan başlayaraq bu günədək səmada kometaların axtarışı sistemli bir elmi proqram kimi ardıcıl olaraq həyata keçirilir. Kometa "ovçuları" arasında həmişə entuziastlar xüsusi rol oynamışlar. Onların içərisində bu işdə ən çox xidməti olan astronomiya həvəskarlarından Karolina Herşeli, Vilhelm Bielanı, Uilyam Bruksu, Covanni Donatini, Minrou Hondu, Antonin Mrkosu, Uilyam Bretfildi misal göstərmək olar. Kometalara onları ilk dəfə tapan insanların (onların



Q.Qarder. Böyük kometanın göründüyü landşaft. XIX əsr.

arasında heç də təkcə astronomlar olmur) adları verilir. Adətən, belə həvəskarlar binokl, məktəb teleskopu və kiçik teleskoplarla "silahlanıb", axşamlar və səhərə yaxın vaxtlarda səmanı diqqətlə izləyib, bəxtlərini sınayırlar. Lakin səmada yeni kometa tapmaq o qədər də asan məsələ deyil. Bunun üçün, müvafiq böyüdücü cihazdan başqa, həm də ulduzlu göyün sxemini, xəritəsini, bürclərin yerləşməsini və quruluşunu bütün detalları ilə bilmək gərəkdir. Əks halda, yaxşı məlum olan dumanlığı və ya qalaktikanı asanlıqla yeni kometa kimi qələmə verib, komik vəziyyətə düşmək olar. Bundan başqa, bu işdə müşahidəçidən səbir, iradə və məqsədyönlülük kimi xüsusiyyətlər və təqribən min saatlıq axtarış tələb olunur. Məhz bu yolla Messye 14 kometa, Pons isə hamıdan çox – 33 kometa kəşf etmişdir.

Tolstoy kometasını hələ 1811-ci ilin yazında onun kimi "ulduz ovçusu" – fransız Onore Flojerq martın 26-da səmanın növbəti "daraqlanmasını" keçirərkən mərkəzə doğru qatılaşan və quyruqsuz diskvari işıqsaçan ləkəni görmüşdü. Uzaq kometa məhz belə görünməli idi. Flojerk Ş.Messye tərəfindən tərtib olunmuş ulduzlararası dumanlıqlar kataloqu ilə həmin ləkəni müqayisə etdi: onlardan biri onun gözünə dəyməmişdimi? Lakin səmanın bu hissəsində heç bir "aldatma" nəzərə çarpmamışdır. Üçüncü axşama doğru ləkə nəzərəçarpacaq dərəcədə yerini dəyişdi və aydın oldu ki, yeni kometa – ləng hərəkət edən uzaq kometa kəşf edilmişdir. Yayda Günəşə yaxınlaşdıqca onun quyruğu əmələ gəlməyə başladı. O, 1811-1812-ci illərin qışına doğru xüsusilə yaraşıqlı oldu. Böyük Ayı bürcünün Çalovundan azacıq iri olan çox da uzanmayan kometa qeyri-adi dərəcədə gözəl idi. Lakin kometa artıq Günəşdən və Yerdən uzaqlaşdı, quyruğu qısaldı və o, fəzada əriyib yox oldu. Sonralar onu 1812-ci ilin yayında, Borodino vuruşmasına cəmi bir həftə qalmış asteroidlər halqasından uzaqlarda quyruqsuz dumanlıq kimi müşahidə etmişdilər. O hələ 30 əsr Günəşdən uzaqda uçacaq və sonra

"KOMETA NİYƏ GƏLDİ?"

Kometalarla əlaqədar olaraq adamın ağlına gələn ilk fikir bu olur ki, bu, onların zərər gətirməsi haqqında qədim və çox dayanıqlı xurafatdır. Biz tanış olmayan, anlaşılmayan bir şeylə rastlaşdıqda soruşuruq ki, bu nədir, o niyə belədir və əvvəl-axır belə bir cavab alırıq: bu, uçan kosmik buz dağıdır, Günəş onu buxara çevirir. Qədim insan üçünsə başlıca suallar bunlar idi: "Nə üçün kometa gəlmişdir? Ondan nə gözləmək olar?" Bununla bərabər, hər kəsə aydındır ki, Günəş nəyə lazımdır, Ay nə üçündür, bəzilərinə isə, hətta, aydındır ki, ulduzlar nəyə lazımdır.

Bəs kometa nə üçündür? Yekəpər, yad kometa (ilk dəfə görürük!) mənasızcasına, nadir hallarda və cədvəlsiz gəzir, "daranmamış", yaxud səma oxu kimi və ya süpürgə (kimin süpürgəsi?) kimi, ya da quyruqlu gəzir. Əgər yaxşıca düşünsək, bütün bunlar xeyirliyə deyildir.

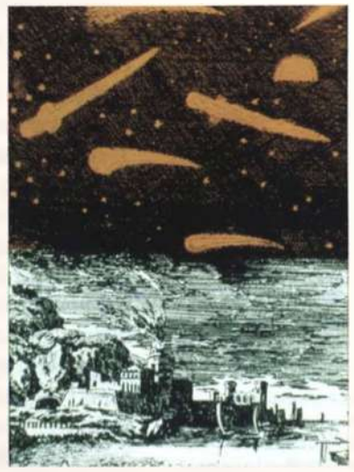
İmperator Roması dövrü kometalarla bağlı və hər cür başqa xurafatla doludur. Tarixçi Svetoni yazırdı: "Yuli Sezar əlli altı yaşında həlak olmuş və təkcə fərmanların sözləri ilə deyil, həm də qara camaatın inamı ilə allahlara tapşırılmışdır. Yulinin ilahiləşdirilməsi şərəfinə imperator Avqustun (e.ə. 43-cü ildə) təşkil etdiyi oyunlar zamanı quyruqlu ulduz saat on birə yaxın peyda olaraq, səmada dalbadal yeddi gecə parıldamışdır. Hamı da inanırdı ki, bu, Sezarın göyə qaldırılmış ruhudur". Xurafat məhz belə kök saldı ki, kometalar hakim şəxslərin ruhları üçün gəlirdi və Roma hökmdarları kometalardan qorxurdular.

İmperator Vespasian istisna idi. Ondan soruşanda ki kometa qarşısında nə üçün əsla qorxuya düşmür, Vespasian cavab vermişdi: "Parfiya çarı ondan qorxmalıdır – o tüklüdür, mən isə dazam". ("Kometa" romalıların dilində, eləcə də yunanca "tüklü" deməkdir.) Bu, mərd bir insanın gülüşü idi.

Eramızın 60-cı ilinin dəhşətli kometası (Neron kometası) hamının yadındadır. İmperator öz başı müqabilində Romanın bütün çox adlı-sanlı ərlərinin başlarını ona vermişdi. Neronun tərbiyəçisi, filosof Lutsi Anney Seneka (Kiçik) kometalara tamamilə başqa gözlə baxırdı. O, bu uğursuz kometanı müşahidə edərək yazırdı ki, kometa doğan Günəşin şüalarından parlaqdır və onun quyruğu Günəşdən yan tərəfə baxırdı. Seneka qeyd edirdi ki, əgər planetlər hərəkət edərək, daim zodiak bürclərinin dairəsində olursa, onda kometalar "özünün getdiyi oblasta malik olan, lakin sönməyən" səma cisimləridir. Onun müşahidələri zəmanəni min beş yüz il qabaqlamışdı.



Orta əsrlərdə kometalar müharibələrin və epidemiyaların əlaməti hesab olunurdu.



Kometaların görünməsi heç vaxt yaxşı bir şey vəd etmirdi.

4280-ci ilə yaxın yenidən haradasa işıq saçmaq üçün geriyə hərəkət edəcəkdir.

Aristotel hələ e.ə. IV əsrdə kometanın peyda olmasını aşağıdakı kimi izah etmişdi: yüngül, ilıq, quru pnevma (Yerin qazları) atmosferin sərhədlərinə doğru qalxır, göy atəşi sferasına düşür və alovlanır – "quyruqlu ulduzlar" bu cür əmələ gəlir. Bu hadisə astronomik deyil, "Ayaltı", atmosfer hadisəsidir. Aristotelin nüfuzu o dərəcədə sarsılmaz idi ki, elmdə XVI yüzilliyə qədər kometaların təbiətinə bu "yerəyatma" baxışı hifz olunmuşdur. Buna görə də astronomlar kometalarla məşğul olmamışlar.

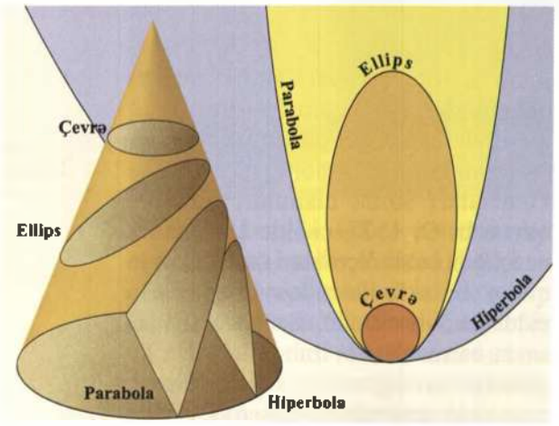
Danimarka astronomu Tiho Brahe kometaları səma cisimləri ailəsinə qaytardı. O, 1577-ci ildə kometanın uzaqlığını bazis ölçmələri üsulu ilə Aya qədər məsafə ilə müqayisə etdi. Bu ciddi həndəsi metodu, sözün tam mənasında, barmaqhesabı izah etmək olar. İki şəhadət barmağını sağ gözlə hər hansı uzaq cisim arasında elə qoyaq ki, cismin

və uzaq barmağın qabağını yaxın barmaq tutmuş olsun. İndi isə sol gözlə baxaq: hər iki barmaq sağa doğru yerini dəyişmişdir – yaxın barmaq çox, uzaq barmaq az yer tutmuşdur. Brahe də bu cür hərəkət etmişdir. Bir-birindən uzaqda – Danimarka və Çexiyada yerləşən iki rəsədxana belə "gözlər" oldu. Burada uzaq fon ulduzlar, "barmaqlar isə" Ay və kometa idi. Bundan əlavə, ulduzlar fonunda kometa Aya nisbətən yerini daha az dəyişmişdi. Bu isə o demək idi ki, kometaların hərəkətini tədqiq etmək vaxtı çatmışdır.

KOMETALARIN HƏRƏKƏTİ

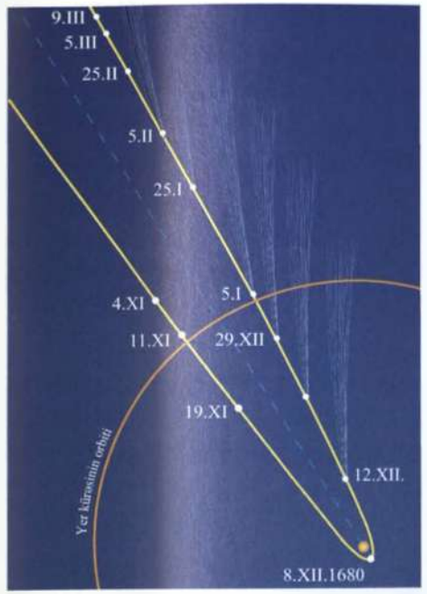
1680-ci il kometası İsaak Nyutonu cazibə qanunu üzərində işə qaytardı. Bir il əvvəl o sübut etmişdi ki, əgər hər hansı sınaq cisminə Günəşin cazibə sahəsində müxtəlif istiqamətlərdə müxtəlif başlanğıc sürətləri verilərsə, onda cismin bundan sonra hərəkət edəcəyi orbit dörd formadan biri: çevrə, ellips, parabola və ya hiperbola olacaqdır. Bu əyrilər konus kəsiyi adlanır, çünki konusu müxtəlif bucaqlar altında müstəvi ilə kəsməklə biz həmişə yuxarıda adları çəkilən əyrilərdən birini alarıq. Bununla bərabər, əgər hər necə gəldi kəssək, yəqin ki, ya qapalı fiqur – ellips, ya da açıq əyri – hiperbola çıxacaqdır. Çevrə, yaxud parabola alınması üçün kəsim müstəvisini müəyyən surətdə səmtləndirmək lazımdır. Demək olar ki, çevrə ideal dəyirmi ellipsdir, parabola isə sonsuzluq qədər dartılmış ellipsdir. Çevrə və parabola xalis halda orbitlər kimi rast gəlinmir, onlardan hesablamalarda yaxınlaşma kimi istifadə edilir.

Müstəvi tərəfindən konusun kəsilməsi zamanı orbit əyrilərinin əmələ gəlməsi.



Beləliklə, elə ellipslər vardır ki, planetlər, onların peykləri, daha nələrsə onlar üzrə hərəkət edir. Hiperbolalar – təsadüfi görüş yolları, "birdəfəlik istifadə orbitləri" vardır: ulduzlararası fəzanın harasındansa nə isə Günəşə tərəf uçub gəlir, geriyə dönür və yenidən uçub gedir. Bəs kometalar hansı yolları seçir? Tiho Brahenin vaxtından bu, müəmma olaraq qalırdı.

Budur, 1680-ci ilin noyabrında kometa, elə bil, sifarişlə gəlib çıxır. Kembric Universitetinin professoru Nyuton hazırlıqlı tələbələri səhər müşahidələri aparmaq üçün təşkil edir. Özü nöqtələr üzrə onun fəzadakı yolunu cızır. Noyabrın 12-də kometa Yer orbitini kəsib keçir; noyabrın 19-da, demək olar, düz Günəşin üstünə uçur və çox keçmədən Günəş şüalarında görünməz olur. İndi onu səhər şəfəqlərinin şüalarında və axşam, yenə səhər axtarırlar – bundan sonra o, hara gedəcək? Dekabrın 12-də kometa yenidən səhər səmasında parıldayır və sanki, 180° geriyə atılır. Nyutonun ölçülərinə görə, onun quyruğu Yer orbitinin radiusundan uzun olmuşdur. XIV Lüdovikin sarayında kometanın Burbonlardan hansının ardınca gəlməsi problemi həll olunduğu bir vaxtda Nyuton getməkdə olan kometanın vəziyyətini şəxsən özü ölçür: uzaq nöqtələr orbitin etibarlı qurulması üçün ən vacib nöqtələrdir. Nöqtələr üzrə parabola alınırdı, lakin



Kometanın orbiti. Şəkil İsaak Nyutonundur.

real halda bu, ya çox dartılmış ellipsin kəsiyi, ya da çox dik hiperbola ola bilər. Nyuton özü ona meyilli idi ki, kometa ellips üzrə getmişdir, deməli, haçansa qayıtmalıdır.

Dörd ildən sonra tale astronom, riyaziyyatçı, uzaq səfərlər kapitanı və kometalar "ovçusu" Edmund Halleyi Nyutonun evinə gətirib çıxardı.

– Ser, əgər Günəşin cazibəsi kometalara şamil edilirsə, onlar hansı orbitlər üzrə hərəkət edir? – Halley soruşdu.

– Parabolalara yaxın olan ellipslər üzrə, – Nyuton cavab verdi və çertyoju masanın üstünə qoydu.



– Bəs onların fırlanma periodları nəcədir?

– Bunu hələ öyrənmək lazım gələcək, – Nyuton cavab verdi.

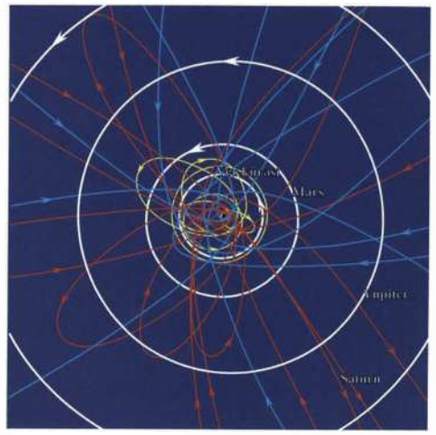
Nyutonun məsləhəti ilə müxtəlif illərdə yüzlərlə kometa üzərində aparılmış müşahidələrdən Halley iki düjününü seçdi ki, onlar üçün bütün kometaların parabolalar üzrə hərəkət etməsi ehtimalı ilə (sadəlik üçün), heç olmasa, təxmini orbiti qurmaq mümkün olsun. 24 orbiti əl ilə, kompütersiz, arabir səliqəsiz müşahidələr əsasında hesablamaq çoxillik zəhmət tələb edən işdir. Nəhayət (xoşbəxtlikdən!), sanki, üç kometa parabolası – 1531, 1607 və 1882-ci illər – demək olar, Günəş sistemi fəzasında bir-birinin ardınca yerləşir, bir səma cismi isə hər 75-76 ildən bir qayıdır! Birinci periodik kometa – Halley kometası məhz bu cür kəşf olunmuşdur. Halley onun 1758-ci ildə yenidən görünəcəyini qabaqcadan söyləmişdi, onun özünü isə alman həvəskar astronomu Georq Paliç və Şarl Messye tapmışlar. Bu, cazibə qanununun zəfəri və kometalar üçün ciddi "pasport rejiminin" başlanğıcı idi.

Ən qədim zamanlardan bizim günlərədək artıq 2 minə qədər kometa tapılmış və təsvir edilmişdir. Nyutondan sonra 300 il ərzində həmin kometaların 700-dən çoxunun orbitləri hesablanmışdır. Ümumi nəticələr belədir: kometaların əksəriyyəti ellipslər üzrə,



Cotto di Bondonenin sehrbazların sitayişini təsvir edən freskasından fraqment (Paduyada del Arena kapellası, Italiya). Rəssam Betləhm ulduzunu kometa şəklində təsvir etmişdir. Bu, Cottonun 1301-ci ildə gördüyü Halley kometasıdır.

Qobelendən fraqment (Fransa). Bu fraqmentdə 1066-cı ildə Qastinqs yanında vuruşma ilində zahir olmuş Halley kometası təsvir edilmişdir. Həmin vaxt Normandiya hersoqu Vilhelm ingilis-sakson kralı II Haroldun qoşununu darmadağın edib, ingilis taxt-tacına sahib olmuşdu.



Bəzi kometaların ekliptika müstəvisinə proyeksiya edilmiş orbitləri. Sarı xətlərlə ən yaxın kometaların (Yupiter və Saturn ailələri), qırmızı xətlərlə dövrü 20 ildən artıq olan kometaların orbitləri, mavi xətlərlə paraboladan az fərqlənən orbitlər, yəni qeyri-müəyyən böyük dövrə malik kometalar işarələnmişdir.

mötədil və ya çox dartılmış şəkildə hərəkət edir. Enke kometası Merkurinin orbitindən Yupiterədək və geriyə, ən qısa marşrutla 3,3 il ərzində hərəkət edir. Onlardan ən uzaqdakı – 1788-ci ildə Karolina Herşel tərəfindən kəşf edilmiş və 154 il sonra 57 a.v. məsafəsindən qayıtmış kometa iki dəfə müşahidə olunmuşdur. 1914-cü ildə Delavan kometası uzaqlıq rekordu vurmuşdur. Bu kometa 170000 a.v. məsafəsinədək uzaqlaşacaq və 24 mln ildən sonra qayıdacaqdır.

KOMETA ÖN PLANDA

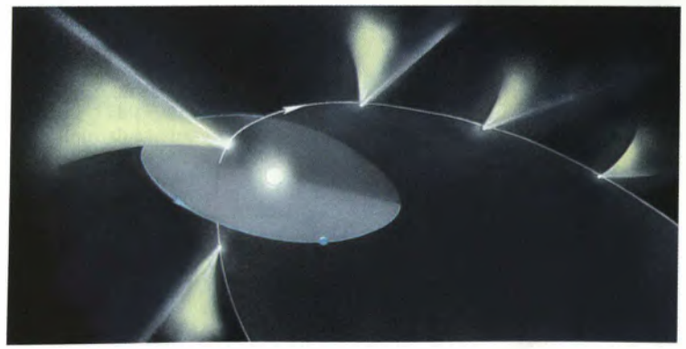
Kometalar Günəş sisteminin ən geniş cisimləridir. 1811-ci il kometasının bir başı həcminə görə Günəşdən altı-səkkiz dəfə böyük idi. 1882-ci il kometasının quyruğu Günəşdən Yupiterə qədər olan məsafədən uzun idi, lakin özünün bütün ağlasığmaz ölçülərinə baxmayaraq, plazmadan, qazdan və tüstüdən ibarət quyruqlar o dərəcədə seyrəkdir ki, Yerdə bu cür mühit vakuum sayılır. Kometalar görünən heç nədir. Lakin bu "heç nəyin" özəyində kometanın bərk nüvəsi yerləşir, hər şey də bu nüvədən başlanır.

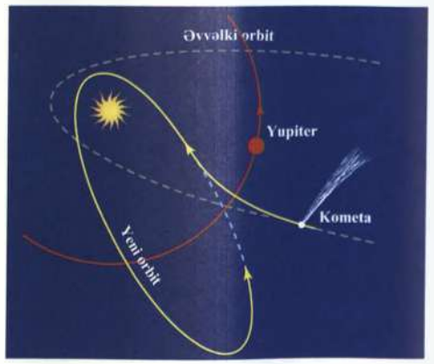
Fikrən Günəşə doğru tələsən kometanın nüvəsinə qayıdaq və onunla birlikdə yolun bir hissəsini qət edək. Qoy bu, Halley kometasının nüvəsi – 16 × 8 km ölçüsündə məşhur "başmaq" olsun. Onu 1986-cı ildə "Vegi" və "Cotto" şəkillərində məhz bu cür görmüşdülər.

Nüvə daxildən sıxlaşmış, xaricdən isə məsaməli, süngərəoxşar, yumşaq buzlardan ibarətdir. Günəş uzaqda olduğu bir vaxtda -260°C-dək donmuş kometa dərin yuxuda olur: onun nə başı, nə də quyruğu vardır.

Buzların əsasını (80%-dən çoxunu) su, qalan hissəsini isə "quru buz" adlandırılan bərk karbon qazı, metanlı, ammonyaklı buz və başqa donmuş qazlar təşkil edir. Nüvənin maddəsi çox diqqətlə öyrənilməyə layiqdir. Relikt üzvi maddələr – Yerdə həyatı əmələ gətirən ilk kərpiclər bu soyuducuda saxlana bilərdi. Kometa buzu çirklitəhərdir, tozla və daşlı maddə ilə qarışmışdır. Buz qızanda buxarlanmağa başlayır və şəhərdəki qar qalaqlarında olduğu kimi, nüvənin səthində çirklənmiş qabıq qalır.

Kometanın hərəkəti.





Yupiterin cazibə qüvvəsinin təsiri altında kometa orbitinin dəyişməsi. Şəkildən göründüyü kimi, təkcə orbitin ölçüsü deyil, kometanın hərəkətinin istiqaməti də dəyişə bilər.

Qabıq tozu yayda pəncərələrin altına yatan tozdan min dəfələrlə kiçikdir. Bu tozcuqları hətta ədəsə ilə görmək mümkün deyildir. Bir kub millimetrdə bir trilyon belə tozcuq vardır. Bunların arasında daha iri zərrəciklər – qum dənəcikləri, xırda daşlar da olur. Demək olar, 5 milyard il əvvəl Yer və planetlər, ola bilsin, məhz, bu cür kosmik küldən, kometa tozundan, daş və buzlardan əmələ gəlmişdir.

Günəşdən 4,5 a.v. məsafədə, kometanın hərarəti Yerin qızmasının 1/20 hissəsinə çatanda və buzun yuxarı təbəqəsinin temperaturu 140°C-dək qalxanda açıq buzlar buxarlanmağa başlayır. Əriməyə yox, məhz, buxarlanmağa. Donmuş paltardan soyuq havada buz bu cür buxarlanır, şaxtalı günlərdə qar yığınları da bu cür buxarlanır. Maddənin maye mərhələsindən yan ötərək, bərk vəziyyətdən qazaoxşar vəziyyətə keçməsi sublimasiya adlanır. Proses gündən-günə getdikcə daha çox nəzərə çarpır, əvvəlcə metan, ammonyak, hidrogen, sian buxarlanmağa başlayaraq, şəffaf atmosferi – kometanın başını əmələ gətirir. Marsın orbitinə yaxınlaşdıqca karbon qazı sublimasiyaya uğrayır. Daha çox istilik tələb edən su axırda buxarlanmağa başlayır.

Kometanın atmosfer qazları dəyişməz qalmır. Günəş işığının kvantları qaz molekulları üzərinə çökərək, maddəni ionlaşdırır, atomlardan elektronları sıxışdırıb çıxarır. Lakin Günəşdən heç də təkcə işıq deyil, Günəş küləyi də gəlir. Bu, Günəşdən "qaçıb" hər tərəfə yayılan və özü ilə Günəşin maqnit sahəsinin parçalarını aparan yüklü hissəciklər selidir.

Kometanın başına şığıyan külək, tor kimi kometa qazı ionlarını qarmalayır və onları 500–1000 km/san sürətlə Günəşdən kənara apararaq, projektorun şüası kimi, uzun və düz plazma quyruğu əmələ gətirir. Günəş küləyi qazın yüklənməmiş zərrəciklərinə təsir göstərmir. Bu zərrəciklər nüvənin yanında dayanaraq, kometanın başını tamamlayır.

Nəhayət, qəhvəyi qabığın altından qaz fontanları – qeyzerlər fışqırmağa başlayır. Atmosfer getdikcə genişlənir, kometanın başı getdikcə böyüyür və artıq onun soyuq lüminessent şüalanması nəzərə çarpır. Kometa qazı eynilə boyaqlar – lüminoforlar və gündüz işığı lampalarında seyrək qaz kimi işıqlanır.

Hətta, qazın zəif təzyiqi nəhəng toz burulğanlarını qamarlayır və yüksəyə qaldırır. Bu zaman Yerdəki müşahidəçi üçün kometanın başı daha parlaq görünür, çünki toz dumanı soyuq şəffaf



Halley kometasının nüvəsi. Şəkil "Cotto" kosmik aparatı ilə 1986-cı ildə çəkilmişdir. Nüvənin ölçüləri 16×8 km-ə bərabərdir. Tutqun rəng buzların əriməsindən sonra səthə çökən gecəriyən maddələrin təsirinin nəticəsidir.



Hiyakutaki kometası 1996-cı ildə görünmüşdür. Yerə yaxın olduğu üçün kometa bürclər arasında Aydan da sürətlə hərəkət etmişdir.



İkeya-Seki kometası. 1965-ci il.

qazların saçdığı işıqdan daha çox işıq əks etdirir. İşıq kvantları tozcuqların üzərinə şığıyır və onların toza təzyiqi Günəş küləyinin atom və molekullardan ibarət "həftəbecərə" təsiri kimi qızğın və səmərəli olmasa da, işığın özü də zərrəcikləri Günəşdən uzaqlaşdırır. Onlar artıq başqa bir quyruq – qılınc kimi düz deyil, xəncər kimi əyri quyruq əmələ gətirir: toz kometanın başından daha ləng uzaqlaşır, əyilir və quyruğu əyilərək, orbit üzrə onun ardınca sürünüb gedir.

Kometaların görünüşü rəngarəngdir, lakin onları fotoşəkillərdə və ya natural halda nəzərdən keçirdikdə həmişə asanlıqla sezmək mümkündür ki, filan quyruq ionlardan, filan quyruq toz zərrəciklərindən, hər iki quyruq isə başqa zərrəciklərdən ibarətdir. Quyruqların başqa görüntüləri də vardır, hətta burada "saqqallar" mövcuddur. Lakin burada hamısını söyləmək mümkün deyil.

Kometa Yer orbitinin daxilinə girərək, bərk qızmış sahəyə düşür. İndi qaz və toz qeyzerləri fasiləsiz şırnaqlarla Günəşə tərəf tökülür. Nüvə hər saniyə 30-40 ton buxar itirə bilər! Lakin ən təsirlisi qabıqaltı partlayışlardır. Elə bil ki, təbiəti anlaşılmayan dərinlik minaları partlayır. Bəs hansı qüvvələr və hansı şəkildə gözlənilmədən beş onaltımərtəbəli binanın həcmi böyüklükdə buzu dərinliklərdə buxarlandırır və külli miqdarda qazı 20-30 min kilometr məsafəyə tullayır, oradansa nüvə zorla görünür. Bu, kometaların başlıca müəmmasıdır.

Bennet kometası.



Günəşin ətrafında çox yaxınlıqdan keçməsi nüvənin parçalanmasına, hissələrə bölünməsinə səbəb ola bilər. Belə hallar dəfələrlə baş vermişdir. Lakin əgər kometa perihelidən sağsalamat yan keçmişdirsə, o daha bir qədər coşaraq, sonra "sakitləşir" və Günəşlə növbəti görüşədək donub qalır.

KOMETA ÖLDÜ, YAŞASIN KOMETA!

Halley kometası hər dövrədə 200 metr "əriyir". Təqribən 100 min il əvvəl Neptun onu qarmaladığı vaxt o, diametri bir neçə yüz kilometrdən ibarət sanballı kosmik cisim idi. İndi isə III minilliyin axırınadək güc-bəla davam gətirəcək filiz kündəsinə çevrilmişdir.

Kometalar buxarlanmaqdan əlavə, həm də ovulub tökülür. Partlayışlar buz qopuqlarını, donmuş iri buz parçalarını, xırda daşları, tozu nüvədən qoparıb tullayır. Bu tullantılar kometanın orbiti üzrə uçmaqda davam edərək, dairə boyu qaçanlar kimi, tədricən seyrəlir: ən sürətliləri geridə qalanları qabaqlayır. Məsələn, hələ canlı kometa mövcud olduğu vaxt onun orbitində meteor maddəsindən ibarət tor əmələ gəlir. Yer ildə iki dəfə – mayın 4-də və oktyabrın 22-də Halley kometasının orbitinə yaxınlaşır və bu torun daxilində bir neçə sutka hərəkət edir. Kometanın toz zərrəcikləri atmosferə daxil olur və alışaraq, meteor seli hadisəsini doğurur.

KOMETALAR YAXIN MƏSAFƏDƏN

Kometaların tədqiqində, yerüstü teleskoplardan başqa, kosmik missiyalardan da geniş istifadə olunur. 1980-ci illərdə xüsusi IRAS kosmik raketində qurulmuş infraqırmızı teleskopun köməyi ilə onlarca yeni kometa kəşf olunmuşdur. 1985-ci ildə sovet-Amerika kosmik zondları VEQA-1 və VEQA-2 Halley kometasının bilavasitə yaxınlığından keçmiş və onun nüvəsinin şəklini çəkə bilmişdir. Məlum olmuşdur ki, kometanın nüvəsi ölçüləri 6 × 9 km təşkil edən kartofvari formaya malikdir. Qeyd

ƏN MARAQLI KOMETALAR

Kometaların ən qədimi **Halley kometası** hesab olunur. Onun Günəşlə 30-dan çox yaxınlaşması müşahidə edilmişdir. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, 1986-cı ildə kometanın qayıdışında onu bir sıra kosmik aparatlar "qarşılamış", ilk dəfə nüvəsinin şəklini çəkib Yerə vermişdir. Kometanın nüvəsi qeyri-müntəzəm formaya malikdir (16 × 8 km).

1680-ci ilin kometası. Nyuton tarixdə ilk dəfə olaraq bu kometanın orbitini hesablamışdır. Günəşi "cırmaqlayan" kometalar siyahısındadır. O, Günəşdən təxminən 230 min km aralı keçmişdir. Alman alimi İohann Enke kometanın periodunun 8810 il olduğunu hesablamışdır.

1744-cü ilin Şezo kometası. Əsrin ən parlaq kometası – onun başı gündüz görünürdü. Kometanın altı quyruğu var idi. Ola bilsin, bu, nüvədən vaxtaşırı tullantıların nəticəsi idi.

Enke kometası. Bu kometa 1786-cı ildən müşahidə olunur. İ.Enkenin hesablamaları göstərdi ki, onun dövrü 3,3 ilə bərabərdir. Ehtimal olunur ki, məşhur Tunqus meteoriti (1908-ci il) bu kometanın nüvəsinin bir parçasıdır. Kometa son iki yüz ildə parlaqlığını ən azı 2 ulduz ölçüsü qədər itirib.

1811-ci ilin kometası. Bizim günlərədək ən iribaşlı kometa olaraq qalır: onun həcmi Günəşinkindən 6-8 dəfə böyükdür. O, "Hərb və sülh" romanında L.N.Tolstoy və "Kometanın tarixi" povestində K.Flammarion tərəfindən təsvir edilmişdir.

1858-ci ilin Donati kometası. Son əsrlərin çox gözəl kometasıdır. Kometanın plazma və qaz quyruqları qabarıq görünürdü. Onun XXXIX əsrdə qayıdacağı gözlənilir.

1882-ci ilin böyük sentyabr kometası. Əsrin ən parlaq kometalarından olmuşdur. Onu eyni vaxtda çoxsaylı müşahidəçilər qeydə almışlar. Öz parlaqlıq maksimumunda o, 60 bədirlənmiş Ay səviyyəsində işıq saçmış, gündüz isə Günəş işığında görünmüşdür. Günəşi "cırmaqlayan" kometalar ailəsinə (Kreys qrupu) daxildir. Günəşin həndəvərindən keçəndən sonra iki yerə bölünmüşdür. Təqribən 2650-ci ildə kometanın parçaları qayıdacaqdır.

1976-cı ilin Uesta kometası. XX əsrin ən parlaq kometalarından biri idi. Çox uzun və geniş quyruğa malik olmuşdur. Kometanın baş hissəsi Venera kimi işıq saçmışdır. O, müşahidəçilərin gözləri qarşısında parçalanmışdır.

Şumeykerlər – Levi-9 kometası. 1992-ci ilin iyulunda kometa Yupiterin bulud örtüyünün 15000 kilometrliyindən keçmişdir. Onun azı 17 fraqmentə bölünməsi qeydə alınmışdır. Kometa bu vəziyyətdə Maunt-Palomar rəsədxanasında Kerolayn və Yucin Şumeykerlər (kometaların ən yaxşı peşəkar "ovçuları") və Devid Levi tərəfindən kəşf edilmişdir. Kometa Günəşin ətrafında deyil, Yupiterin ətrafında ikiillik dövrlə fırlanardı. 1994-cü ilin iyul ayında kometanın fraqmentləri Yupiterin atmosferinə tökülərək, orada böyük müvəqqəti yarğanlar əmələ gətirmişdi. Bu hadisənin baş verəcəyi əvvəldən məlum olduğu üçün həm Yerdən, həm də kosmosdan diqqətlə müşahidə olunmuşdu.

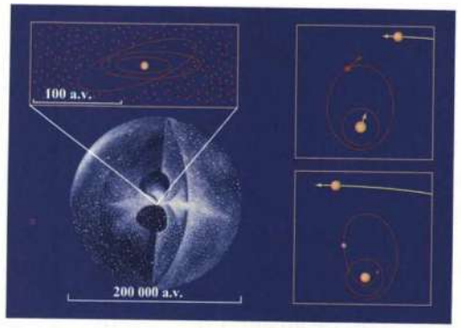
1997-ci ilin Heyl-Bopp kometası. Öz parlaqlığına görə bu kometa 1811-ci ilin məşhur kometası ilə müqayisə oluna bilər. Dünyanın bütün rəsədxanalarından müşahidə edilmiş, ondan alınmış materiallar uzun müddət çoxsaylı tədqiqatların mövzusuna çevrilmişdir.



Şumeykerlər – Levi-9 kometası. Yupiterlə toqquşmazdan əvvəl onun nüvəsi çoxsaylı hissələrə bölünmüşdür.



Donati kometası Paris səmasında. 1858-ci il oktyabrın 9-da kometa Arktur yaxınlığında görünmüşdür.



Oorta kometa buludu. Sol tərəfdə yuxarıda onun mərkəzi hissəsi. Sağdakı iki şəkil yaxınlıqdan keçən ulduzun cazibə qüvvəsinin təsiri altında kometa nüvəsinin öz orbitini necə dəyişə biləcəyini göstərir.



XX əsrdə ən parlaq Heyl-Bopp kometası. 1997-ci ilin yazında müşahidə olunmuşdur. Orbitinin görünüşünə və mövqeyinə görə L.Tolstoy tərəfindən təsvir olunmuş 1811-ci il kometasını xatırladırdı.

etmək lazımdır ki, belə forma nüvənin kondensasiya prosesində əmələ gəlməsi ehtimalı ilə tam uzlaşmır.

Avropa Kosmik Agentliyinin GIOTTO raketi 1986-cı ilin martında Halley kometasına yaxınlaşıb onu tədqiq etmiş və 1992-ci ildə Qriqq-Skellerup kometasının yaxınlığından keçib, onun baş və quyruq hissəsini öyrənmişdir. Yapon raketi Saqikak da 1986-cı ildə Halley kometasına yaxınlaşa bilmişdir. Digər yapon süni peyki Suysey də 1986-cı il mart ayının 8-də həmin kometanın həndəvərinə çata bilmiş və onun atmosferini öyrənmişdir. Kometaları öyrənmək məqsədilə həyata keçirilən kosmik missiyaların, bəlkə də, ən maraqlısı Tempel-1 (9P) periodik kometasını öyrənən Deyep Impact proqramı olmuşdur. 2005-ci il yanvar ayının 12-də Yerdən buraxılan peyk elə həmin il iyul ayının 4-də (ABŞ-ın Müstəqillik günü) kometa nüvəsinin həndəvərinə çatıb, onun fototəsvirini yerə vermişdir. Həmin gün peykdən atılan və çəkisi 270 kq olan xüsusi mərmi nüvəyə tərəf buraxılmışdır. Mərmi nüvəyə böyük sürətlə dəyərək, onun səthindən iri bir kütlənin qopub ayrılmasına səbəb olmuşdur. Proqramı tərtib edən mütəxəssislərin fikrincə, bu yolla nüvə tərkibindəki "ilkin-relikt" maddənin təbiəti aşkar olunacaq. Çuryumov-Gerasimenko kometasına tuşlanan kosmik raket 2004-cü ilin mart ayında Avropa Kosmik Agentliyinin Çilidəki kosmodromundan buraxılmışdır. Bir neçə planetin təsir dairəsindən, o cümlədən Ayın ətrafından keçərək, əlavə hərəkət impulsu alan raket 2014-cü ilin ortalarında kometa ilə görüşəcək. Raketdən ayrılan kiçik zond kometanın səthinə düşəcək, raket özü isə kometa ilə paralel hərəkət edəcək. Zond kometa nüvəsinin səthindən bir qədər maddə götürərək, raketlə yenidən birləşəcək və Yerə tərəf istiqamət götürəcək.

Bütövlükdə, kosmik missiyalar tərəfindən öyrənilən və öyrəniləcək kometaların siyahısına aşağıdakılar daxildir: Halley, Enke, Darre, Virtanen, Tempel-1, Çuryumov-Gerasimenko, Boreli. Kometaların tədqiqinə indiyədək dünyada milyardlarla dollar vəsait sərf edilmişdir. Bu isə həmin göy cisimlərinin müasir elm üçün prioritet təşkil etdiyini göstərir. Təəssüf ki, bir proqram (Comet Nuclear Tour) uğursuzluğa məruz qalmışdır.

METEORLAR VƏ METEORİTLƏR

1992-ci il oktyabr ayının 9-da Amerika Kolumb gününün intizarı ilə yaşayırdı. Böyük dəniz səyyahı tərəfindən Yeni Dünyanın kəşf edilməsinin 500-cü ildönümü yaxınlaşırdı. Pikskill şəhərciyindən (Nyu-York ştatı) olan 18 yaşlı Mişel Napp axşam televizora baxırdı. Birdən o, küçədə dəhşətli gurultu eşitdi. Qız qorxuya düşərək, telefonla polis çağırdı. Polis yerində yoxlanış apararaq, "günahkarın" bu dəfə kosmosdan gələn təqribən 9 kq-lıq ərimiş daş olduğunu aşkar etdi.

Bu hadisənin çox nadir bir hal olduğunu deməyə tam əsas var, çünki, adətən, göydən yağan daşlar – onları *meteoritlər* adlandırırlar – insanlarla ünsiyyətdə özlərini çox dinc aparır. Tarixdə yalnız iki dəfə meteoritlərin insanlarla "görüşü" qeydə alınmışdır. Hər iki halda hadisənin ciddi fəsadı olmamışdır. Lakin burada heç bir mistika yoxdur, çünki meteoritin düşməsi çox nadir hadisədir və o, dünyanın hər hansı bir nöqtəsində baş verə bilər. Belə ki, meteoritin düşdüyü yer okean, yaxud insanların yaşamadığı qütb zonaları, qum səhraları və s. ola bilər. Ona görə də, hər birimiz nəinki meteoritlər təhlükəsi ilə üzləşmir, hətta, onların düşməsi kimi maraqlı bir hadisəni görmək şansına belə faktik olaraq malik deyildir.

Bununla belə, ruhdan düşmək də lazım deyil. Belə ki, kosmik qonaqların Yerə yaxınlaşmasını hər bir şəxs müşahidə edə bilər. Bunun üçün aydın havada təxminən bir saat ulduzlu göyə diqqətlə baxmaq kifayətdir. Bu halda mütləq siz bir neçə "düşən ulduzu", yəni atmosferin yuxarı qatlarına daxil olub yanan və öz arxasınca odlu iz buraxan meteoru görəcəksiniz. Bəzən hətta bir yox, bütöv bir sel axınını görmək mümkündür. Lakin bütün bunlar ulduzlu səmanın



Tərpənməz kamera vasitəsi ilə uzun ekspozisiyadan alınmış meteor şəkli. Ulduzların sutkalıq hərəkət qövsü görünür.

mahiyyətini və formasını dəyişmir, çünki meteorların əsl ulduzlara heç bir aidiyyəti yoxdur.

Bizim planeti əhatə edən kosmik fəzada ən kiçik ölçülərə malik toz zərrəciklərdən tutmuş metrlik və daha böyük ölçülü çoxsaylı cisimlər hərəkət edir. Ölçü nə qədər böyük olsa, cisimlərin sayı bir o qədər az olur. Ona görə Yerin kiçik zərrəciklərlə toqquşması hər gün, hər saat baş versə də, böyük cisimlərlə təması nisbətən nadir hadisədir – yüz, hətta min ildə bir. Belə hadisələrin yaratdığı effekt də müxtəlif olur. Ən kiçik zərrəciklər Yer atmosferinə daxil olarkən 80-100 km hündürlükdə hava ilə sürtünmə nəticəsində yanıb məhv olur. Böyük cisimlər isə axıradək yanıb qurtara bilmir, sürtünmə nəticəsində onların ilkin kosmik sürəti azalır və qalıq hissə Yerin səthinə çatır. Bax, bunlara *meteoritlər* deyilir. Onların düşməsi səmada böyük odlu kürənin görünməsi və şimşəksayağı səs effekti ilə müşayiət olunur. Nəhayət, daha böyük ölçülərə malik olan belə kosmik cisimlərin sürətinin əhəmiyyətli dərəcədə aşağı düşməsi və yanıb qurtarması bir çox hallarda mümkün olmur. Bu halda meteorit çox böyük sürətlə Yer səthinə düşür və orada kosmik çapıq – meteor krateri yaradır.

Əgər teleskopla Aya baxılarsa, onun səthində çoxsaylı kraterlərin varlığı faktı müşahidə edilər. Onlar Ayın keçmişdə



1833-cü ildə müşahidə olunmuş Leonida meteor yağışı.

ətraf kosmosdan aldığı zərbələrin – meteorit bombardmanının nəticəsidir. Yer planetinin özü də keçmişdə belə çoxsaylı zərbələr almışdır. Onların izlərinə meteorit kraterləri (bəzən onları *astroblemlər*, yəni "ulduz yaraları" adlandırırlar) şəklində planetimizin bir çox yerlərində rast gəlinir. Onlardan ən böyüyünün – Arizonadakı kraterin eninə ölçüsü 1 km-dir və təxminən 50 min il əvvəl yaranmışdır. Səhranın quru iqlimi onun yaxşı qalmasına şərait yaratmışdır. Əfsuslar olsun ki, başqa kraterlər haqqında bunu demək olmaz. Müxtəlif geoloji proseslərin təsiri nəticəsində onlar deformasiyaya uğramış və öz ilkin formalarını itirmişdir. Sibirin şimalında yerləşən Popiqay adlı bu tipli ən böyük kraterlərdən birinin diametri 100 km-dir.

Kosmosdan daxil olan belə zərrəciklərin tərkibi nədir və onlar haradan əmələ gəlir?

METEOR SELLƏRİ

Meteorların təbiətinin aydınlaşdırılması məsələsində maraqlı bir hadisə mühüm rol oynadı. İnsanlar artıq çoxdan idi ki, ayrı-ayrı gecələrdə meteorların sayının kəskin artdığının şahidi olurdular. Bu artım insanları qorxuya salan və hətta dəhşətə gətirən əməlli-başlı ulduz selinə gətirib çıxarırdı. Məşhur alman səyyahı və alimi Aleksandr Humboldt 1799-cu ilin noyabr ayında belə bir seli müşahidə edirdi. Meteorların necə gəldi yox, göyün müəyyən bir nöqtəsindən yayılması onun diqqətini cəlb etdi. Sonralar həmin nöqtəni meteor selinin *radiantı*, hadisənin özünü isə *meteorların radiasiyası* adlandırdılar.

Bu ulduz yağışı 1833 və 1866-cı illərdə, yəni 33 ildən bir təkrarlanmağa başladı, radiantın vəziyyəti isə olduğu kimi qalırdı. Radiant Şir bürcündə yerləşdiyi üçün sonralar həmin meteor selini Leonidlər adlandırdılar. Maraqlıdır ki, o, 1799-cu ildəki kimi, ilin eyni vaxtında təkrar olunurdu. Leonidlər səmada müşahidə olunan ən intensiv meteor selidir. Başqa sellər nisbətən az meteorlar nümayiş etdirsə də, Leonidlərdən fərqli olaraq, onlar hər il müşahidə edilir. Məsələn, hər ilin avqustunda Perseid

▸
Albrext Dürerin Məhşəri təsvir edən qravürası. Göydən axan ulduzlar, sanki, bir mərkəzdən hərəkət edir.

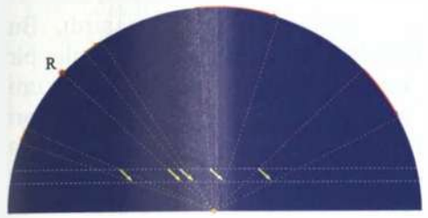


▸▸
1947-ci il Drakonida meteor yağışının radiantı.



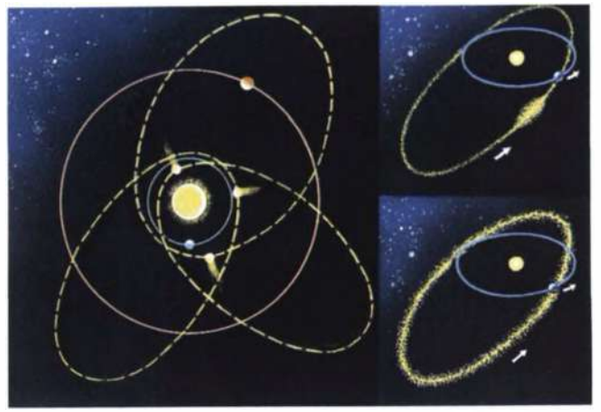
seli müşahidə olunur ki, onun da radiantı Persey bürcündədir.

Meteorları səmada bu cür hərəkət etməyə nə vadar edir? Məsələ burasındadır ki, müşahidə olunan meteor radiasiyasının forması bir növ zahiri xarakter daşıyır. Əslində selə daxil olan zərrəciklər bir-birinə paralel hərəkət edir, lakin Yerdəki müşahidəçiyə elə gəlir ki, onlar bir nöqtədən çıxır. Bunu aydın başa düşmək üçün belə bir misal gətirək.



Bir-birinə paralel dəmiryol relslərinə baxanda adama elə gəlir ki, uzaq nöqtədə onlar birləşir. Halbuki, bu belə deyil. Seldə olan meteorlar bir-birinə paralel və təxminən eyni sürətlə hərəkət edir. 1862-ci ildə italyan alimi Covanni Skiaparelli öz müşahidə və hesablamalarından belə nəticəyə gəldi ki, Perseid selinin orbiti periodik kometalardan birinin orbiti ilə üst-üstə düşür. Beləliklə, kometalarla meteor sellərinin üzvi əlaqəsi sübut olundu.

Məlum olduğu kimi, kometaların nüvələri tərkibində çoxlu bərk cisim olan buzlardan ibarətdir. Nüvə Günəşə yaxınlaşarkən sublimasiya, yəni buxarlanma prosesində nüvəni həm də çoxsaylı toz zərrəcikləri tərk edir. Ən kiçik zərrəciklər Günəş radiasiyasının təsiri altında "üfürülüb" uzaqlaşdırılır. Lakin nisbətən böyük zərrəciklərə radiasiya əsaslı təsir edə bilmir. Onlar bir müddət kometanın baş hissəsində qaldıqdan sonra onun orbiti boyunca səpələnərək, zərrəciklər seli yaradır. Meteor sellərı bax bu cür yaranır. Sel nisbətən cavandırsa, zərrəciklər toplusu az həcmdə yerləşir, lakin onların sıxlığı böyük olur. Meteor selinin yaşı çoxdursa, onda zərrəciklər orbit boyu təxminən bərabər paylanır. Bəzən sellərin orbiti Yerin orbitini kəsib keçir. Planetimiz həmin

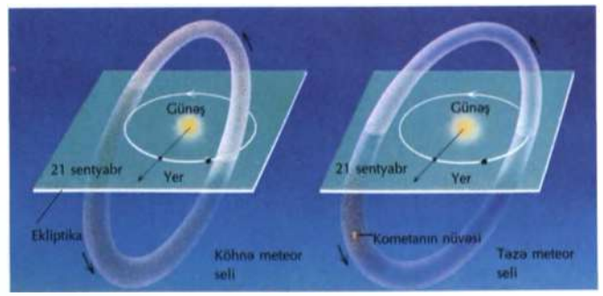


◂◂
Bir meteor selinin zərrəcikləri paralel trayektoriyalar üzrə hərəkət etsə də, bizə elə gəlir ki, bir nöqtədən – radiantdan (R) törəyir.

▲
Meteor yığnağı kometa nüvəsi tərəfindən tullanılmış və kometanın səpələnmiş zərrəciklərindən əmələ gəlir.

kəsişmədə olarkən biz yuxarıda təsvir edilən "ulduz selinin" şahidi oluruq.

Ən intensiv sel sayılan Leonidin yaşı digər sellərə, məsələn, Perseidə nisbətən azdır. Onun təxminən 33 illik perioda malik Tempel – Tutl kometasından yaranması isbat olunmuşdur. Bu kometa həm də tərsinə hərəkəti ilə məşhurdur. Səbəbdən də zərrəciklər Yer atmosferinə çox böyük sürətlə girir və effekt təəssüratoyadıcı olur. Sel cavan olduğu üçün biz hər 33 ildən bir intensiv "yağışla" üzləşirik. Aydındır ki, illər, əsrlər ötdükcə Leonid seli, demək olar, hər il təxminən eyni intensivliklə müşahidə olunacaq. Sellərə mənsub olan meteorlardan başqa, xaotik hərəkət edən meteorlara da rast gəlinir. Onları *sporadik* meteorlar adlandırırlar. Mənşəyinə görə onlar yerə düşən meteoritlərlə eynidir.



Cavan və qoca meteor yığnağı.



Niderrayzen meteoritinin düşməsini təsvir edən qədim qravüra. Almaniya, 1581-ci il.

SİXOTE-ALİN METEORİT YAĞIŞI

1947-ci il fevralın 12-də Uzaq Şərqdə, Sixote-Alin sıra dağlarının cənub qollarında tayqa ərazisinə 100 tona qədər kosmik maddə tökülmüşdü. Bu kütlə, əsasən, müxtəlif ölçülü dəmir-nikel kristallarından və bir-biri ilə o qədər də sıx bağlanmayan minerallardan ibarət idi. Havada bu kütlə sürtünmə nəticəsində minlərlə kiçik zərrəciyə bölünmüş və nəticədə Yerin səthinə əsl dəmir yağışı yağmışdı. Fraqmentlərin ən böyüyünün çəkisi bir neçə ton olmuşdur. Yerə tökülən kütlələr 100-dən çox krater əmələ gətirmişdir. Yaranmış ən böyük kraterin diametri 26,5 m, dərinliyi isə 6 m olmuşdur. Kiçik fraqmentlərin çoxu atmosferdə ərimiş, yerə – qarın üstünə çoxsaylı göyümtül metal parçalar şəklində səpələnmişdir. Bu rayonda indiyədək tapıntılar davam edir, bəzən də bunun üçün azacıq qazıntı işləri də aparılır.



P.Medvedev. Sixote-Alin meteoritinin düşməsi.



Ussuriya tayqasında Sixote-Alin dəmir meteoritinin nümunələrini indiyədək tapırlar. Hər fərdi nümunənin səthi atmosferdə yüksək sürətlə hərəkət edərkən əmələ gələn reqmaqlipt relyefla örtülmüşdür.

METEORİTLƏRİN DÜŞMƏSİ VƏ TAPILMASI

Qeyd etmək lazımdır ki, XVIII əsrin sonlarınadək elm aləmi səmadan daşların və dəmir parçalarının düşməsinə şəkk-şübhə ilə yanaşırdı. Bu barədə verilən məlumatlara alimlər bir növ xurafatın şayiə təzahürləri kimi baxırdılar, axı, o vaxt elə səma cisimləri məlum deyildi ki, onların parçaları yerə düşə bilsin. Məsələn, ilk asteroidlər kiçik planetlər – yalnız XIX əsrin əvvəllərində kəşf edilmişdi.

Meteoritlərin kosmik mənşəli olduğunu təsdiq edən ilk elmi iş 1794-cü ildə meydana gəldi. Bu işin müəllifi, alman fiziki Ernst Xladni, öz əsərində üç müəmmalı hadisəyə: göydə odlu kürələrin uçuşlarına, uçuşlardan sonra ərimiş dəmir və daş parçalarının yerə düşməsi hallarına, Yerin müxtəlif guşələrində ərimiş qəribə iri dəmir parçalarının tapıntılarına vahid izahat verə bildi. Xladninin fikrincə, bütün bunlar kosmik maddənin Yerə düşməsi ilə bağlıdır.

Yeri gəlmişkən, tapılmış meteoritlər arasında çox məşhur olanlardan biri 1959-cu ildə Azərbaycan ərazisinə düşmüş Yardımlı meteoritidir. Bu meteoritin Sovet-İran sərhədində düşməsi haqqında informasiya alındıqdan sonra hadisə yerinə ekspedisiya təşkil olunmuş və həmin il noyabrın 29-da 127 kq ağırlığında səma cismi Bakı şəhərinə gətirilmişdir. Meteorit əvvəlcə bir müddət Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Fizika İnstitutunda saxlanılmış, indi isə Akademiyanın Geologiya İnstitutunun muzeyində ən maraqlı eksponatlardan biri kimi hifz olunur.

Ümumiyyətlə, meteoritlər düşdüyü yerlərin adlarını daşıyırlar. Məsələn, Pikskill meteoriti, Yardımlı meteoriti, Tunqus meteoriti və s. XX əsrdə Rusiya

TUNQUS METEORİTİ

Tunqus meteoritinin düşməsi 1908-ci il iyunun 30-da baş vermişdir. Tarixdə ən yaddaqalan təbii fəlakətlərdən hesab olunur. Meteoritin düşməsi böyük enerji ayrılması, güclü göy gurultusu, hava dalğası, kiçik zəlzələ effektləri ilə müşayiət olunmuşdu. Hadisə son dərəcə ucqar, insanların yaşamadığı, yol olmayan bir yerdə baş verdiyi üçün oraya ilk ekspedisiyanı yalnız 1927-ci ildə göndərmək mümkün olmuşdu. Ekspedisiya hadisə yerində son dərəcə qeyri-adi bir mənzərənin şahidi olmuşdu. Belə ki, 40 km-lik ərazidə bütün ağaclar yerə yıxılmış və onların kökləri bir nöqtəyə istiqamətlənmişdi. Episentrdə ağaclar mil dayanmış, lakin onların budaqları, sanki, hansısa bir qüvvənin təsirindən doğranıb tökülmüşdü. Bir sözlə, burada ölü "teleqraf meşəsi" mövcud idi. Nə birinci, nə sonrakı ekspedisiyalar Tunqus meteoritinin bir parçasını belə tapa bilməmişdilər. Ən qəribəsi də bu idi ki, səma cisminin düşdüyü yerdə meteorit krateri yox idi.

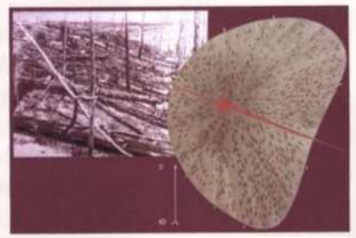
Meteoritika entuziastı Leonid Alekseyeviç Kulikin rəhbərlik etdiyi ilk Tunqus ekspedisiyaları dövründə çox iri meteoritin Yerlə toqquşmasının mahiyyəti, bu prosesin real təzahürləri barədə məlumat indikindən qat-qat az idi. Məsələn, ABŞ-da Arizona kraterini qazıb oradan metal çıxarmaq ideyasını reallaşdırmaq istəyənlər də olmuşdu. Lakin sonralar bu fiziki prosesin tədqiqi göstərdi ki, meteorit düşəndən sonra ayrılan qeyri-adi enerji onun qalıqlarının məhvinə də səbəb ola bilər. Bəlkə, elə buna görə də Tunqusda heç bir krater aşkar edilməyib.

İndi məlumdur ki, hətta ən iri kosmik cisimlər belə Yerin atmosferinə daxil olduqdan sonra planetin səthinə çatmaya bilər. 1970-1980-ci illərdə ABŞ-da xüsusi kameralar şəbəkəsinin köməyi ilə meteoritlərin düşməsinin çəkilməsinə cəhd göstərilmişdir. Lakin 10 ildə cəmi bir meteoritin Lost-Sili meteoritinin düşməsi (1970-ci il) qeydə alınmışdır. Amma elə bolidlər də qeydə alınmışdır ki, atmosferdə buraxdığı izlərə görə düşən meteoritdən daha effektli təsir bağışlamışdır.

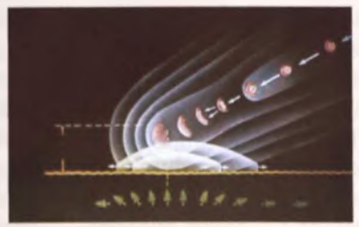
Tunqus hadisəsinin mahiyyəti barədə çoxsaylı hipotezlər irəli sürülsə də, onun tam və qəti şəkildə nə olması indiyədək qaranlıq qalır. Bəzi alimlər belə hesab edirlər ki, kiçik bir kometanın nüvəsi atmosferə daxil olmuş və səthə çatmadan yüksəklikdə partlayıb məhv olmuşdur. Bəzi astronomlar atmosferə daxil olub, fəsad yaradan cismin məşhur Enke kometasının bir parçası olduğunu da iddia edirlər.



İri meteoritin düşdüyü yerdə diametri 1 mm-dən böyük olmayan kiçik kürəciklər. Belə kürəciklər Tunqus meteoritinin düşdüyü ərazilərdə də tapılır.



Tunqus meteoritinin düşdüyü yerdə meşə budanmaları. Budanma simmetriyasının oxu düşən cismin hərəkət trayektoriyasını göstərir.



Tunqus meteoriti düşən zaman hava dalğası. Düşərkən o meyilli hərəkət etdiyi sahədə ağacları kökündən qoparmış, episentrdə zərbə şaquli olduğu üçün ağacların budaqları tökülmüş, özləri isə düz qalaraq, "teleqraf meşəsi" əmələ gətirmişdir.



Dəmir meteoritin daxili quruluşu. Dəmir-nikel kristallarının belə düzülüşünə vidmanştetten fiqurları deyilir. Onlar yalnız meteoritlər üçün səciyyəvidir.



Daş meteorit. Onun səthi əriyib soyumuş qara maddə ilə örtülmüşdür.



Daş meteoritin daxili quruluşu. Onda çoxlu metal fraqment var. Kiçik dairəvi dənəcikləri hondr adlandırırlar.



Dəmir-daş meteorit daxilində olivinin silikat mineralı olan dəmir-nikel kütləsindən ibarətdir.

ərazisində iki dəfə meteorit düşməsi hadisəsi qeydə alınıb: Tunqus və Sixote-Alin meteoritləri.

METEORİTLƏRİN TƏRKİBİ

Meteoritlər öz tərkibinə görə üç sinfə bölünür: dəmir, daş və dəmir-daş meteoritlər.

Dəmir meteoritlər, əsasən, nikelli dəmirdən ibarət olur. Yer şəraitində, adətən, dəmirlə nikelin təbii xəlitəsinə rast gəlinmir. Ona görə də təsadüfən tapılmış hər hansı bir dəmir parçasında nikelin varlığı onun kosmik (və ya sənaye) mənşəli olduğunu göstərir. Qeyd edək ki, adı yuxarıda çəkilmiş Yardımlı meteoriti bu sinfə aid hesab olunur.

Bir çox *daş* meteoritlərin tərkibində də nikelli dəmirə təsadüf edilir. Ona görə də, kosmik daşlar, adətən, yerdəkindən ağır olur. Onların əsas mineralları silikatlardan ibarətdir. Daş meteoritlərin əsas tipi olan *hondritlərin* səciyyəvi göstəricisi onların tərkibində daş meteoritlərin – hondrların olmasıdır.

Hondrlar meteoritin özünün maddəsindən o qədər də fərqlənmir. Sadəcə, onlar tərkibcə ayrıca dənəciklər şəklində mövcud olur. Onların hansı yolla formalaşması hələlik tam aydınlaşmayıb.

Üçüncü sinif – *dəmir-daş* meteoritlər, əsasən, tərkibində daşlı mineral dənəcikləri olan nikelli dəmir parçalarıdır.

Ümumiyyətlə, meteoritlər tərkibindəki elementlərə görə yerdəki dağmədən süxurlarına oxşayır, lakin elementlər onlarda elə sintez edilir ki, buna Yer şəraitində rast gəlmək olmur. Bu, meteoritləri yaradan cisimlərin xüsusiyyətləri ilə izah olunur.

Yerə düşən meteoritlər içərisində daş meteoritlər üstünlük təşkil edir. Bu o deməkdir ki, belələri kosmosda da üstünlük təşkil edir. Tapıntılar arasında isə, bir qayda olaraq, dəmir meteoritlər üstünlüyə malikdir. Bunun səbəbi odur ki, onlar daha möhkəmdir, Yer şəraitində daha yaxşı qalır və Yerdəki dağ süxurları fonunda daha kəskin seçilir.

METEORİTLƏRİN MƏNŞƏYİ VƏ ONLARIN ELMİ ƏHƏMİYYƏTİ

Meteoritlər Mars və Yupiter arasında məskunlaşmış kiçik planetlərin – asteroidlərin ("Asteroidlər" məqaləsinə bax) parçalarıdır. Bildiyimiz kimi, asteroidlər çoxdur, onların bir-biri ilə toqquşması hadisəsi parçalanmaya və ilkin orbitin dəyişməsinə gətirib çıxarır. Bu yolla bir çox fraqmentlər Yer orbiti həndəvərinə düşüb orada hərəkət edir. Sonralar belə asteroid parçalarının bəziləri Yer atmosferinə düşür və meteoritlər kateqoriyasına keçir.

Meteoritlərin düşməsini dəqiq cihazlar ilə müşahidə edib, nəticədə onların orbitlərini təyin etmək dedikcə çətindir. Bu hadisələr olduqca nadir hallarda baş verir və onları proqnozlaşdırmaq müşkküldür. Bununla belə, bir sıra hallarda bu mümkün olmuşdur və hesablanmış orbitlər asteroidlərinkindən fərqlənmir.

Astronomların meteoritlərə marağı, ilk növbədə, bununla izah edilir ki, meteoritlər uzun müddət kosmik maddələrin yeganə nümunələri olmuşdur. Hətta, Günəş sisteminin ilk dövrlərindən bu günədək, Yerüstü laboratoriyalara çatdırılmış nümunələrinin öyrənildiyi bir vaxtda da, meteoritlərə maraq azalmamışdır. Meteoritlərin kimyəvi və fiziki tərkibi Günəş sisteminin ilk dövrlərindən bu günədək o qədər də dəyişməmişdir. Ona görə də meteoritləri öyrənməklə biz, bir növ, tarixin çox qədim qatlarına səyahətə çıxır və Günəş sisteminin, o cümlədən Yer planetinin hansı təkamül proseslərini keçdiyi barədə əvəzsiz informasiya əldə edirik.

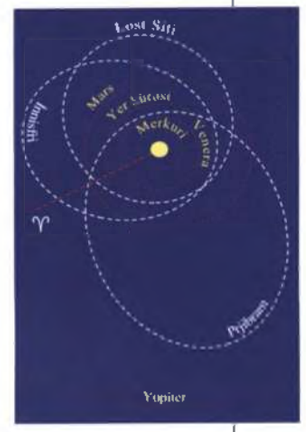
METEORİTLƏRİN TOPLANMASI VƏ METEORLAR ÜZƏRİNDƏ MÜŞAHİDƏLƏR

Meteorit maddəsinin azlığı və Yer üzündə təzahürünün proqnozlaşdırılmasının qeyri-mümkünlüyü onun toplanması zamanı problemlər doğurur. İndiyədək meteorit kolleksiyaları, ilk növbədə, meteoritlərin düşməsi hallarının təsadüfi şahidləri və ya sadəcə olaraq, qəribə maddə parçalarına diqqət yetirən adamlar tərəfindən toplanmış nümunələr hesabına zənginləşir. Bilmək lazımdır ki, meteoritlərin səthi, adətən, əriyib bərkimiş "qırışdan" – *reqmaqliptlərdən* ibarət olur. Yalnız bol meteorit yağışlarının yağdığı yerlərdə məqsədyönlü axtarışlar müsbət nəticə verir. Lakin son zamanlar meteoritlərin təbii konsentrasiyasının müşahidə olunduğu zonalar aşkara çıxarılmışdır. Buna Antarktidanı misal göstərmək olar.

Əgər çox parlaq bolid haqqında məlumat varsa, onun daha dolğun olması üçün yaxınlıqdakı insanlar – şahidlər arasında sorğu aparıb daha dolğun informasiya toplamağa çalışmaq lazımdır ki, bu yolla bolidin səmada trayektoriyası maksimum dəqiqləşsin. Müxtəlif nöqtələrdən toplanmış ən elementar qiymətləndirmə və ölçmələrdən sonra bolidin səmada trayektoriyasını və düşdüyü yeri müəyyən xəta ilə təyin etmək olar.

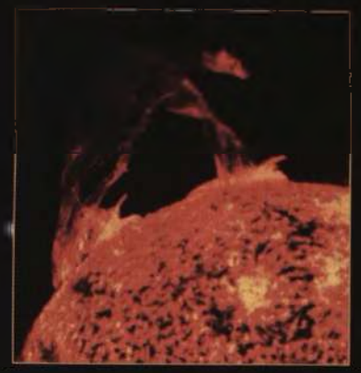
Meteoritlər haqqında məlumatların toplanması, onların nümunələrinin axtarışı astronomiya həvəskarları üçün nə qədər maraqlı məşğuliyyət olsa da, unutmaq olmaz ki, bu işdə bəxt amili də bir qədər rol oynayır. Bundan fərqli olaraq, meteorların sistemli müşahidəsi həmişə arzuolunan elmi nəticələrə gətirib çıxarır. Təbii ki, bu işlə müasir cihazlarla təchiz edilmiş peşəkar astronomlar da məşğul olurlar. Məsələn, onların ixtiyarında hətta gündüzlər belə meteorları izləməyə imkan verən radiolokatorlar olur. Bununla yanaşı, müasir meteor astronomiyasında həvəskar astronomların və onların apardığı müşahidələrin xüsusi rolu vardır. Elə müşahidələr var ki, peşəkar tədqiqatçıların bu müşahidələri aparmağa, sadəcə, imkanı olmur. Məsələn, adicə hər hansı seldəki meteorların sayı illərlə artmaqda davam etsə, bu sonralar həmin selin çox vacib xarakteristikalarını hesablamağa imkan verə bilər. Yəni bu işdə peşəkarın öz payı, həvəskarın isə öz payı olmalıdır.

Meteorların həvəskarlar tərəfindən müşahidəsinin dünyada çox qədim tarixi vardır. Həvəskar meteorçuların özlərinin cəmiyyəti var, onların xüsusi jurnalı nəşr edilir. Əgər həvəskarların müşahidələri yaxşı səviyyədə aparılıbsa, bu müşahidələrin sanballı elmi məqalədə nəşri istisna olunmur. Entuziastların iti nəzərləri bu gün də elmə xidmət edir.

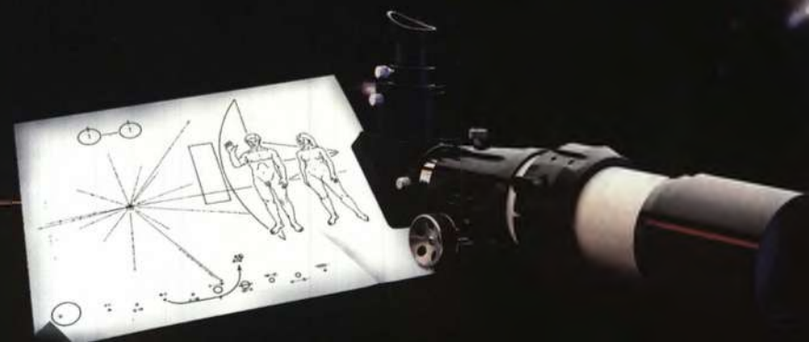


Düşərkən fotoşəkli çəkilmiş meteoritlərin orbitləri. Bütün orbitlər asteroid tiplidir.





KAİNAT KEÇMİŞDƏ, İNDİ VƏ GƏLƏCƏKDƏ



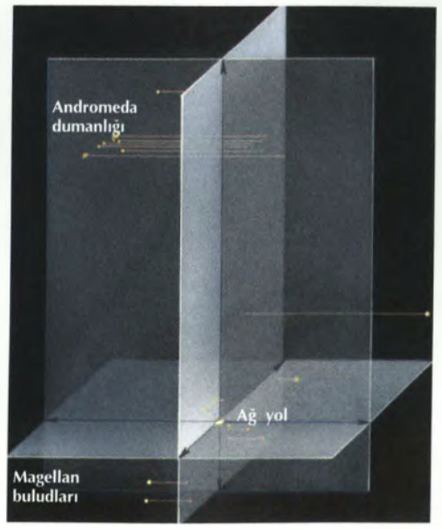




KAİNATIN TƏKAMÜLÜ

KAİNATIN QURULUŞU

Astronomik cisimlər müxtəlif sistemlərdə qruplaşmağa meyillidir. Ulduzlar öz aralarında cütlüklər təşkil edib, ulduz topaları və ya assosiasiyaları tərkibinə daxil ola bilər. Ulduzların ən böyük topaları qalaktikalardır. Lakin onlar da nadir hallarda təklikdə müşahidə olunur.



Yerli qrupa daxil olan qalaktikaların fəzada yerləşməsinin sxematik təsviri. Şəkil.

Parlaq qalaktikaların 90%-dən çoxu ya bir neçə iri üzvü olan kiçik qruplara (məsələn, qalaktikaların Yerli qrupu bu qəbildəndir), ya da minlərlə üzvü olan topalara daxildir.

Bizim Qalaktikanın ətrafında, təxminən parsek yarım məsafədə 40-a yaxın qalaktika Yerli qrup yaradır. Lakin onlardan yalnız bəzilərini normal qalaktika hesab etmək olar. Buna bizim Qalaktikanı, Andromeda dumanlığını, Üçbucaq dumanlığını (onların hamısı spiralvaridir) və bir sıra başqa qalaktikaları misal göstərmək olar. Qalan ulduz sistemlərinin işıqlılığı və ölçüləri daha azdır. Öz kütlələrinə görə onlar normal qalaktikalardan kiçikdir, necə ki, planetlər ulduzlardan kiçikdir. Yerli qrup dayanıqlıdır – qravitasiya onun üzvlərini möhkəm tutub saxlayır.

Qalaktikalar və onların qrupları fəzada bərabər paylanmayıb, adətən, qeyri-düzgün formalı topalar əmələ gətirir. Elə qalaktika topaları vardır ki, onlar düzgün, sferik formada olub, mərkəzə doğru sıxlaşmış yüzlərlə və minlərlə ayrı-ayrı ulduz sistemlərindən ibarətdir.

Bu cür topalar *requlyar* topalar adlanıb, əsasən, elliptik və linzavari qalaktikalardan ibarətdir. Spiral qalaktikalara isə az təsadüf olunur. Topaların mərkəzində bir və ya bir neçə nəhəng elliptik qalaktika yerləşir. Bəzən requlyar topalar güclü radioşüalanmaya malik olduğundan, çox vaxt onları parlaq "radiomənbələrlə" eyniləşdirirlər. Bizə ən yaxın requlyar topalardan biri Veronikanın Saçları bürcündə yerləşib, təxminən 125 Mpk (təxminən 400 mln işıq ili) məsafəsindədir. Belə topaların ölçüsü çox böyük olub, onlarca Mpk ilə ölçülür. Bizdən uzaq məsafədə yerləşməsinə baxmayaraq, onlar çox nəhəng görünür (məsələn, Veronikanın Saçları bürcündəki topa səmada diametri 12° olan bir sahəni tutur).

İrrequlyar (qeyri-düzgün) topalarda çoxlu spiral sistem vardır. Lakin belə topalarda qalaktikaların ümumi sayı requlyar topalarla müqayisədə çox azdır. Ümumiyyətlə, topaları təşkil edən sistemlər nə qədər çox olarsa, onların forması da bir o qədər düzgün olar. İrrequlyar topalara misal olaraq bizə ən yaxın olan Qız bürcündəki nəhəng qalaktikalar topasını göstərmək olar. Bizim Ağ Yolun daxil olduğu yerli qrup ondan 15 Mpk məsafədə yerləşir.

Qalaktikaların ən yüksək sıxlığı requlyar topaların mərkəzi hissəsində müşahidə olunur. Burada ulduz sistemləri arasındakı məsafə onların məxsusi ölçüləri ilə müqayisə olunandır və qalaktikalar tez-tez toqquşur. Əlbəttə ki, qalaktikaların toqquşmasını hərfi mənada hansısa fəlakət kimi başa düşmək lazım deyil. Ulduzlararası məsafə həddən artıq böyükdür və iki qalaktikanın toqquşması zamanı onlardan birinin ulduzları sərbəst şəkildə digərinin arasından keçir. Bu proses isə yüz milyon illər davam edir. Lakin qalaktikalar bir-birinə qravitasiya qüvvəsi ilə fəal təsir edir ki, bunun da nəticəsində ulduzlar orbitlərini dəyişir və sanki, qarışır. Bəzi hallarda bu, qalaktikaların dağılmasına və ya qovuşmasına səbəb olur.



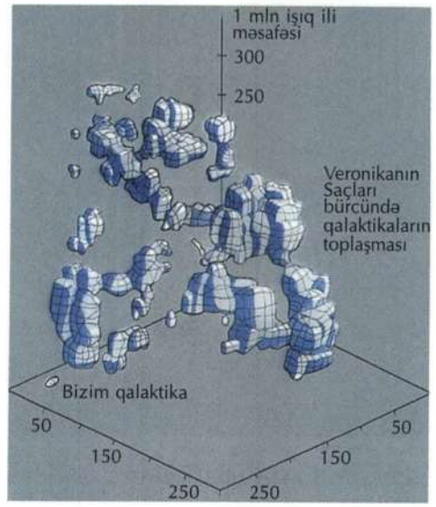
Veronikanın Saçları bürcündə qalaktikalar topası.

Məhz belə toqquşmalar və qovuşmalar nəticəsində requlyar topaların mərkəzi sahələrində nəhəng elliptik sistemlər yaranır. Bunlar qalaktikalararası qazı və onlara tədricən nüfuz edən kiçik qalaktikaları "udur".

Qalaktikalararası fəza, əsasən, rentgen diapazonunda şüalanan və 10 milyon kelvindən yuxarı temperatura kimi qızan qazla doludur. Onun konsentrasiyası azdır: orta hesabla bir kub desimetrə bir hidrogen atomu düşür, lakin ümumi həcmi çox böyükdür. Ona görə də, qazın tam kütləsi bütün qalaktika topaları kütləsinin cəmi ilə müqayisə olunur. Ola bilər ki, qaz soyuyaraq



Qız bürcündə qalaktikalar topasının bir hissəsi.



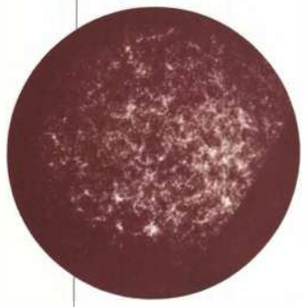
Kainatın göz-göz quruluşu. Qalaktikalar və onların topaları müstəviləri əhatə edən bəzi səthlərdə yerləşir.

topaların mərkəzinə düşsün. Topalardakı qalaktikalararası qazın mühüm hissəsi milyard illər öncə ulduzların sürətlə yaranması dövründə o zamankı cavan qalaktikalardan tullanmışdır. Bu cür yüksək temperaturlu qazın topanı tərk etməməsi üçün onu güclü cazibə qüvvəsi saxlamalıdır. Əgər cazibə qüvvəsi kifayət qədər güclüdürsə, deməli, onu yaradan topanın kütləsi də böyükdür. Ayrı-ayrı qalaktikaların kütlələrinin qiymətləndirilməsi göstərir ki, onların qravitasiya qüvvələrinin cəmi belə qaynar qazı tutub saxlamağa kifayət etməz. Ona görə də, belə fərz etmək olar ki, bizə məlum olmayan gizli kütlə mövcuddur. Həmin problemlə alimlər topaların özünün də dayanıqlılığını izah edərkən rastlaşıblar.

Onların daxilində qalaktikaların hərəkət sürəti o qədər böyükdür ki, gizli kütlə olmasaydı, onlar, sadəcə, müxtəlif tərəflərə gedərək dağılardı.

Belə görünür ki, Kainatda qalaktika topaları ən yüksək dayanıqlı sistemlərdir. Daha geniş törəmələr də vardır: zəncirvari topalar, yaxud qalaktikalardan və topalardan ibarət nəhəng müstəvi sahələr ("divarcıqlar" adlanan topalar). Lakin cazibə qüvvəsi bu sistemləri saxlaya bilmir və onlar bütün Kainatla birlikdə tədricən genişlənir.

Qalaktikaların və onların sistemlərinin yüksək konsentrasiyalı sahələri, ölçüsü yüz milyonlarla işıq ilinə bərabər olan və demək olar, qalaktikaları olmayan geniş boşluqlara malik fəzada növbələşərək bir-birini əvəz edir. Kainatın genişmiqyaslı quruluşu belədir, onun xanalı xarakteri 10 milyard il əvvəl, hələ qalaktikalar mövcud olmadığı vaxt bütün Kainatda maddənin paylanması mənzərəsini əks etdirir.



Qalaktikaların göstərildiyi göy qübbəsinin xəritəsi. Ayrı-ayrı lokal sıxlaşmalarına baxmayaraq, onların iri miqyaslarda paylanması.

GENİŞLƏNƏN KAİNAT

Başımız üzərindəki ulduzlu səma uzun müddət insanlar üçün əbədilik və dəyişməzlik rəmzi olmuşdur. Yalnız son zamanlarda insanlar dərk etdilər ki, onların hərəkətsiz hesab etdikləri ulduzlar əslində böyük sürətlə hərəkət edir. XX əsrdə bəşəriyyət olduqca qəribə faktla üzləşdi: Bir-biri ilə cazibə qüvvələrilə bağlı olmayan ulduz sistemləri – qalaktikalar arasında məsafə həmişə artır. Burada məsələ heç də qalaktikaların təbiətində deyildir: Kainatın özü fasiləsiz genişlənir!

Təbiətşünaslıq özünün əsas prinsiplərindən biri ilə vidalaşmalı oldu: bu dünyada hər şey dəyişir, lakin dünya bütövlükdə həmişə sabitdir, dəyişməzdir. Bunu XX əsrin ən mühüm elmi hadisəsi hesab etmək olar.

* * *

Hər şey Albert Eynşteyn ümumi nisbilik nəzəriyyəsini yaratdığı vaxt başlandı. Onun tənliklərində zamanın, fəzanın və materiyanın fundamental xüsusiyyətləri təsvir olunmuşdur. ("Nisbi" latınca "relativus" kimi səslənir, buna görə də Eynşteynin nisbilik nəzəriyyəsinə əsaslanan nəzəriyyələr relyativist nəzəriyyələr adlanır).

Eynşteyn özünün nisbilik nəzəriyyəsini bütöv bir sistem kimi Kainata tətbiq etdikdə məlum oldu ki, zamana görə dəyişməyən Kainatın uyğun gəlməli olduğu həll tapılmır. Bu nəticə dahi alimi qane etmədi. Öz tənliklərinin stasionar həllinə nail olmaq üçün Eynşteyn onlara lambda-həddi adlanan əlavə tərkib hissəsi daxil etdi. Lakin indiyədək heç kim bu əlavə həddi fiziki olaraq əsaslandıra bilməmişdir.

1920-ci illərin əvvəllərində sovet riyaziyyatçısı A.Fridman stasionarlıq şərtini qoymadan Kainat üçün ümumi nisbilik nəzəriyyəsini həll etdi. O sübut etdi ki, Kainat üçün bu tənliklərin iki həlli vardır: genişlənən Kainat və sıxılan Kainat. Fridman tərəfindən alınmış tənliklərdən Kainatın təkamülünün öyrənilməsində hal-hazırda da istifadə olunur.

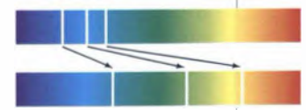
1929-cu ildə Amerika astronomu Edvin Habbl Kainatın görünən hissəsinin genişlənməsini təsdiq edənə kimi bütün bu nəzəri mühakimələr heç cür real dünya ilə əlaqələndirilə bilmirdi. O bunun üçün Dopler effektindən istifadə etdi. Hərəkət edən mənbənin spektrindəki xətlər onun yaxınlaşma və ya uzaqlaşma sürətinə mütənasib olaraq yerini dəyişir. Ona görə də, qalaktikanın sürətini onun spektral xətlərinin sürüşməsinə görə hər zaman hesablamaq olar.

Hələ XX əsrin ikinci onilliyində Amerika astronomu Vesto Slayfer bir neçə qalaktikanın spektrlərini tədqiq edərkən müəyyən etdi ki, onların çoxunda xətlər spektrin qırmızı tərəfinə doğru sürüşmüşdür. Bu o demək idi ki, onlar saniyədə yüz kilometrlərlə sürətlə bizim qalaktikadan uzaqlaşır.

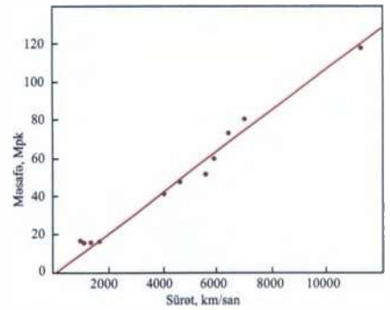
Habbl müəyyən sayda qalaktikaların sürətini və onlara qədər olan məsafəni təyin etdi. Onun müşahidələrindən müəyyən olundu ki, qalaktika nə qədər uzaqda yerləşərsə, o bizdən daha böyük sürətlə uzaqlaşar. Uzaqlaşma sürətinin məsafə ilə mütənasibliyinə dair bu qanun *Habbl qanunu* adlandırılmışdır.

Bu o deməkmidir ki, bizim Qalaktika genişlənmənin mərkəzindədir? Astronomların nöqteyi-nəzərincə, bu mümkün deyildir. Kainatın istənilən nöqtəsindəki müşahidəçi eyni bir mənzərəni görməlidir: bütün qalaktikalar ona qədərki məsafəyə mütənasib olaraq qırmızı sürüşməyə malik olmalıdır. Elə bil ki, fəza özü şişir. Əgər hava şarında qalaktikaların şəklini çəksək və onu üfürməyə başlasaq, onlar arasındakı məsafə artacaq. Bu zaman qalaktikalar bir-birindən nə qədər uzaqda yerləşsə, onlar arasındakı məsafə bir o qədər sürətlə artacaq.

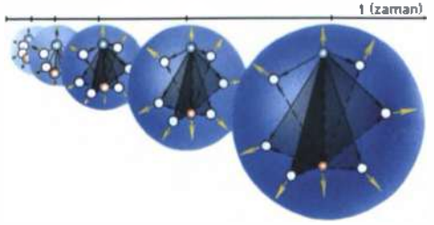
Fərq yalnız ondadır ki, şarda təsvir olunan qalaktikaların öz ölçüləri də böyüyür, real ulduz sistemləri isə Kaina-



Qırmızı sürüşmə. Uzaq qalaktikaların spektrlərindəki xətlər Dopler effekti nəticəsində qırmızı tərəfə sürüşmüşdür.



Habbl qanunu. Qalaktikaların uzaqlaşma sürətinin onlara qədər olan məsafədən asılılığı.



Kainat genişlənir, lakin genişlənmə mərkəzi yoxdur: istənilən yerdən genişlənmə eyni cür görünəcəkdir.

tın hər yerində həcmlərini saxlayır. Bu onunla izah olunur ki, qalaktikaları təşkil edən ulduzlar öz aralarında cazibə qüvvəsi ilə bağlıdır.

QIRMIZI SÜRÜŞMƏLƏR NECƏ ÖLÇÜLÜR

Kosmoloji qırmızı sürüşmə – bu uzaq kosmik mənbədən (məsələn, qalaktikadan və ya kvazardan) alınmış spektr xətlərinin dalğa uzunluğunun, həmin xətlərin hərəkətsiz mənbədən alınmış spektrdəki dalğa uzunluğuna nisbətən uzun dalğalar tərəfə yerdəyişməsidir. O, xəttin müşahidədən alınan dalğa uzunluğu ilə həqiqi dalğa uzunluğu arasındakı fərqin həqiqi dalğa uzunluğuna nisbəti ilə ölçülür. Məsələn, əgər hidrogenin Layman-alfa xəttinin həqiqi dalğa uzunluğu λ_0 = 1216 Å, müşahidədən alınan dalğa uzunluğu isə λ_m = = 4864 Å isə onda müşahidə olunan qalaktikanın qırmızı sürüşməsi

$$z = \frac{\lambda_m - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{4864 - 1216}{1216} = 3.$$

Qırmızı sürüşmələr Dopler effekti nəticəsində yaranır. z – qırmızı sürüşməni bilərək, qalaktikanın uzaqlaşma sürəti v-ni hesablamaq olar. Əgər bu sürət işıq sürəti ilə (c=300000 km/san) müqayisədə böyük deyilsə, o sadə düsturla tapılır: v = cz. Əgər spektral xətlərə görə ölçülən z > 1 olarsa, o zaman sürət qırmızı sürüşmə ilə daha mürəkkəb şəkildə bağlıdır və Kainatın qəbul olunmuş modelindən asılıdır.

Qırmızı sürüşmə ilə təkcə qalaktikanın uzaqlaşma sürətini deyil, həmçinin Habbl qanunundan istifadə edərək, ona qədər olan r məsafəsini hesablamaq mümkündür: v = H_0r, burada H_0 – Habbl sabitidir.

Məsələn, radiomüşahidələr zamanı neytral hidrogen atomunun dalğa uzunluğunun λ_0 = 21 sm olan xətti λ_m = 21,2 sm qırmızı sürüşmə ilə tapılmışdırsa, həmin qalaktikaya qədər olan məsafəni hesablayaq:

$$z = \frac{21{,}2 - 21}{21} \approx 0{,}01.$$

Habbl sabitinin qiymətini H_0 = 75 km/(san·Mpk) qəbul etsək,

$$r = \frac{v}{H_0} = \frac{cz}{H_0} = \frac{300000 \times 0{,}01}{75} \approx 40 \text{ Mpk}$$

alarıq.

Qırmızı sürüşmə həm də Kainatın genişlənməsinin başlandığı andan qalaktikadan işığın çıxması anına qədər keçən zamanı ölçməyə imkan verir.

Kritik sıxlığa bərabər orta sıxlıqlı Kainat üçün bu zaman aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$t = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{H_0} \cdot \frac{1}{(1+z)^{3/2}}.$$

Beləliklə, müasir astronomik göstəricilərə görə, ən ilkin qalaktikalar z ≈ 6 qırmızı sürüşməyə uyğun gələn zaman anında, yəni Kainatın hazırkı yaşının 1/15 hissəsi qədər vaxtdan sonra yaranmışdı. Deməli, bu qalaktikalardan bizə işıq təxminən 8,5 mlrd ilə gəlib çatmışdır.

Kainatın daimi genişlənməsi faktı dəqiq təsdiq olunmuşdur. Ən uzaqda olan məlum qalaktika və kvazarlar elə böyük qırmızı sürüşməyə malikdir ki, onların spektrlərindəki bütün xətlərin dalğa uzunluğu yaxınlıqdakı mənbələrə nisbətən 5-6 dəfə böyükdür!

Əgər Kainat genişlənirsə, bu gün biz onu keçmişdə olduğu yerdə görmürük. Milyard illərlə əvvəl qalaktikalar bir-birinə nəzərəçarpacaq dərəcədə yaxın yerləşirdi. Bundan da əvvəl bir çox qalaktikalar, ümumiyyətlə, mövcud deyildi. Genişlənmənin başlanğıcına bir qədər də yaxın vaxtlarda isə heç ulduzlar da mövcud ola bilməzdi. Bu dövr Kainatın genişlənməsinin başlanğıc dövrü sayılır və bizdən 12-15 mlrd il əvvələ təsadüf edir.

Bu rəqəmləri dəqiqləşdirmək üçün qalaktikaların yaşının qiymətləndirilməsi hələ çox təxminidir. Lakin olduqca dəqiq müəyyən olunmuşdur ki, müxtəlif qalaktikaların ən yaşlı ulduzları təxminən eyni yaşdadır. Aydındır ki, ulduz sistemlərinin əksəriyyəti Kainat maddəsinin sıxlığının indikindən nəzərəçarpacaq dərəcədə böyük olduğu dövrdə əmələ gəlmişdir.

İlkin mərhələdə Kainatdakı maddə bütünlükdə təsəvvür edilməsi mümkün olmayan böyük sıxlığa malik idi. Kainatın çox yüksək sıxlıqlı vəziyyətdən genişlənməsi fikrini 1927-ci ildə Belçika astronomu Jorj Lemetr irəli sürmüşdür. İlkin maddənin çox isti olmasını isə 1946-cı ildə Georgi Antonoviç Qamov təxmin etmişdir. Son nəticədə isə bu fərziyyəni relikt şüalanmanın kəşfi təsdiq etdi. Bu şüalanma Kainatın Böyük Partlayış adlanan sürətli yaranmasının əks-sədası kimi qalmışdır.

Lakin çoxlu sual qalmaqdadır. İndi müşahidə edilən Kainatın yaranmasına, Partlayışın başlanğıcına nə gətirib çıxarmışdır? Nəyə görə fəza üç, zaman isə birölçülüdür? Çox sürətlə genişlənən Kainatda dayanıqlı obyektlər – ulduzlar və qalaktikalar necə əmələ gəlmişdir? Böyük Partlayış baş verməzdən əvvəl nə var idi? Müasir astronomlar və fiziklər bu və bir çox suallar üzərində işləməkdədirlər.



Corc Lemetr.

KOSMOLOGİYA VƏ YA ULDUZLAR MÖVCUD OLMAYANDA NƏ VAR İDİ

Astronomlar Kainatı təsvir etmək üçün onun əsas xüsusiyyətlərini sadələşdirilmiş şəkildə göstərən riyazi modellərdən istifadə edirlər. Bu cür modellər çox ola bilər, amma onların hamısı məlum fizika qanunlarına tabe olan, genişlənən Kainatı nəzərdə tutduğuna görə oxşardır. Kainatın genişlənməsi faktı onu göstərir ki, bizim dünyamız bütün zamanlarda eyni cür olmamışdır.

KEÇMİŞƏ SƏYAHƏT

Xəyalən keçmişə qayıtdıqda iki qalaktika arasındakı məsafənin onların birbirinə "toxunacaq" qədər yaxın olduğu anı görmək olar. Zaman daxilində bu səyahəti davam etdirsək, biz labüd olaraq elə bir məqama gəlib çıxarıq ki, bu vaxt Kainatın üzərində müşahidələr aparıla bilən bütün sahəsi bir nöqtədə toplanar, onun sıxlığı isə sonsuz dərəcədə böyük olar! Əlbəttə ki, fiziki baxımdan bu mümkün deyildir, lakin model çərçivəsində Kainatın "həyatının müddəti" haqqında onun sonsuz böyük sıxlığa malik olduğu andan keçən zaman kimi danışmaq olar. Çox vaxt *Kainatın yaşı* adlandırılan bu zaman müddətini Kainatın yaşı hesab etmək olar və həmin müddət təqribən 12-15 mlrd ildir. Əgər bizim riyazi modellərimiz Kainatı düzgün təsvir edirsə, müşahidə olunan astronomik obyektlərin arasında yaşı Kainatın yaşını ötən obyektlər olmamalıdır. Doğrudan da, həm bizim Qalaktikanın, həm də digər qalaktikaların ən qoca ulduzlarının yaşı 15 mlrd ildən çox deyildir.

Kainatda informasiya daşıyan istənilən siqnal işıq sürətindən (c=300000 km/san) böyük sürətlə ötürülə bilməz. Onda Kainatın son "yaşı" onun müşahidə edilə bilən ölçüsü haqqında məlumat verir. Bu isə şərti olaraq informasiyanın müşahidəçiyə gəlib çata biləcəyi bir sahəni əhatə edir. Heç bir müasir texnika bundan uzağa baxmağa imkan vermir. Bu bizim müşahidələrimizin yetişə biləcəyi ən uzaq məsafədir. Edvin Habblın şərəfinə onu *Habbl radiusu* adlandırırlar. Hal-hazırda o, təxminən 4000 Mpk təşkil edir.

Qeyd etdiyimiz kimi, Kainatın radiusu anlayışı şərtidir, real Kainat sərhədsiz və sonsuzdur. Aydındır ki, istənilən müşahidəçinin görmə radiusu işıq sürəti ilə irəliləyir. İşıq sürəti məhdud olduğu üçün, uzaq qalaktikanın qırmızı sürüşməsi eyni zamanda həm ona qədərki məsafənin, həm də bizə çatan şüalanmanın bu qalaktikadan çıxdığı andan etibarən keçən zamanın ölçüsüdür. Daha uzaq qalaktikaları müşahidə edərkən biz onların keçmişinə nəzər salırıq və onları milyon, hətta milyard il əvvəl olduğu kimi görürük.

BİRCİNS KAİNAT

Müşahidələr zamanı ilk baxışdan qəribə olan belə bir nəticə çıxır ki, böyük miqyaslarda Kainat bircinsdir. Bu o deməkdir ki, geniş həcmdə fəzanı müşa-

hidə etdikdə maddənin daha bircins paylandığını görürük. Məsələn, əgər Günəş ətrafında 10 pk^3 həcmində fəzaya baxsaq, orada bir neçə ulduz və çox seyrək halda olan ulduzlararası plazma müşahidə edərik. Digər 10 pk^3-də isə biz, ümumiyyətlə, ulduz görməyə bilərik. Bu, Kainatın kiçik həcmlərində maddə paylanmasının qeyri-bircins olduğundan xəbər verir. Lakin tərəfi 100 milyon pk olan kub bizə Kainatın müşahidə olunan istənilən yerində eyni görüntünü verəcək. Belə həcmlər daxilində qalaktikalar və onların topalarının sayı, demək olar ki, eyni olacaq. Xəyalən bütün qalaktikaları bu həcmlər daxilində yaysaq, biz maddənin eyni orta sıxlığını alarıq. Onun qiyməti Kainatı xarakterizə edən ən vacib parametrlərdən biridir. Kainatın bircinsliyi onun riyazi modelləşdirilməsini xeyli asanlaşdırır.



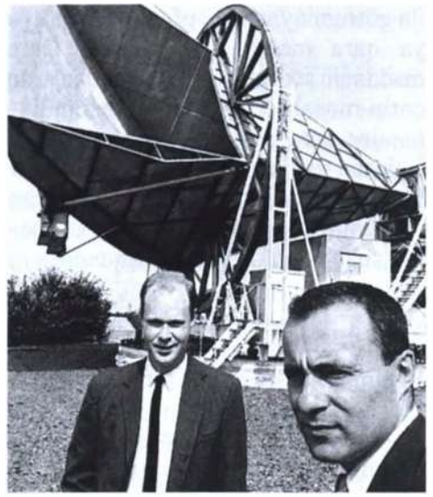
Göy qübbəsinin kiçik ölçülü (təxm. 1′ × 1′) sahəsi. Onun üzərində yalnız bir neçə ulduz görünür, bütün qalan obyektlər isə uzaq qalaktikalardır. Habblın kosmik teleskopu ilə alınmış görüntü.

RELİKT ŞÜALANMA

Genişlənən Kainatda maddənin orta sıxlığı zamandan asılıdır – keçmişdə sıxlıq daha böyük olmuşdur. Amma genişlənmə zamanı təkcə sıxlıq yox, həm də maddənin istilik enerjisi dəyişir, genişlənərkən qaz soyuyur. Bu belə bir fikrə gətirib çıxarır ki, genişlənmənin ilkin mərhələsində Kainat təkcə sıx yox, həm də isti olmuşdur. Onda ulduzlaraqədərki Kainatı qaynar qazların doldurduğu dövrdən qalan və bizə gəlib çatan bəzi qalıq şüalanma (onu relikt şüalanma adlandırırlar) müşahidə olunmalıdır. Relikt şüalanmanın spektri mütləq qara cismin şüalanması kimi olmalıdır. Bu şüalanma ulduzların və qalaktikaların şüalanmasından məhz spektrin spesifik görünüşü ilə, həm də fəzada bütün istiqamətlərdə eyni intensivliyə malik olması ilə, yəni yüksək izotopluq dərəcəsi ilə fərqlənməlidir. Doğrudan da, 1965-ci ildə Amerika astronomları Arno Penzias və Robert Uilson belə bir şüalanmanı kəşf etdilər. Onun temperaturu əvvəlcədən deyilən qiymətə yaxın – düz 2,73 K-ə bərabər oldu. Bununla da qaynar Kainat hipotezi müşahidələrlə təsdiqləndi. Qeyd edək ki, relikt şüalanmanın spektrindəki maksimum, radiodalğanın millimetrlik oblastına uyğun gəlir.

KAİNATIN TALEYİ

Kosmoloji modellər belə bir nəticəyə gətirib çıxarır ki, genişlənən Kainatın taleyi yalnız onu dolduran maddələrin sıxlığından və Habbl sabitinin qiymətindən asılıdır. Əgər orta sıxlıq müəyyən *böhran sıxlığına* bərabər və ya ondan az olarsa, o zaman Kainatın genişlənməsi həmişə davam edər. Yox, əgər sıxlıq böhran sıxlığından böyük olarsa, onda genişlənmə tez və ya gec dayanar və sıxılma ilə əvəz olunar. O zaman qalaktikaların spektrindəki qırmızı sürüşmə, onlar arasındakı məsafə getdikcə azaldığı üçün bənövşəyi sürüşməyə çevrilər. Bəs bu dünyanın sirli böhran sıxlığı nəyə bərabərdir? Aydın oldu ki, onun qiyməti yalnız Habbl sabitinin müasir qiyməti ilə (H_0) müəyyən olunur



Kosmik (relikt) şüalanmanın kəşfi. A.Penzias və R.Uilson radioteleskopun yanında.

və çox kiçik qiymət – təxminən 10^{-29} q/sm^3 və ya hər kubsantimetrə 10^{-5} kütlənin atom vahidini təşkil edir. Belə sıxlıqda maddənin bir qramı tərəfi 40000 km olan kubda yerləşir!

Habbl sabitini dəqiq müəyyən etmək asan deyil. Qalaktikalar kosmoloji genişlənmə ilə əlaqədar olmayan kifayət qədər təsadüfi yüksək sürətlərə 1000-2000 km/san-yə qədər malik ola bilər. Habbl sabitini hesablamaq üçün, yaxınlıqdakı qalaktikaların yox, bizə qədər məsafələrini müəyyən etmək çətin olan çox uzaq qalaktikaların qırmızı sürüşmələrini hesablamaq lazım gəlir. Müasir hesablamalara görə, H_0-ın ən yaxın qiyməti 60-80 km/(san·Mpk) intervalında yerləşir.

Kainatın materiyasının müasir orta sıxlığını müşahidələrlə müəyyən etmək, heç demə, Habbl sabitini və böhran sıxlığını tapmaqdan daha çətindir. Astronomik müşahidələrdən aydın olur ki, bütün görünən maddənin – ulduzların, toz və ulduzlararası qazın orta sıxlığı böhran sıxlığını 10%-dən çox üstələmir. Lakin Kainatda müşahidə oluna bilən maddə ilə yanaşı, şübhəsiz ki, özünü, qravitasiya sahəsindən savayı, heç nə

ilə göstərməyən sirli, gözəgörünməz və ya qara maddə mövcuddur. Qara maddənin sıxlığını ölçmək həddən artıq çətin məsələdir. Əksər nəzəri mülahizələr, qara maddəni nəzərə almaqla, Kainatın sıxlığının böhran sıxlığına bərabər və ya ondan bir qədər az olduğunu düşünməyə vadar edir. Bu vacib kosmoloji sual hələ də açıq qalmaqdadır.

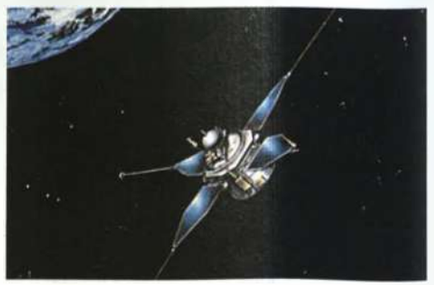
VAR OLSUN MADDƏ!

Fəzanın hər kubsantimetrində təxminən 500 relikt foton vardır. Bu həcmdə maddə isə daha azdır: təxminən 10^{-6} bariondur (protonlar və neytronlar da daxil olmaqla, ağır elementar zərrəcikləri belə adlandırırlar). Fotonlar heç nədən yoxa çıxmadığı üçün (qalaktikalararası fəza şəffafdır) Kainatın genişlənməsi zamanı fotonların sayının barionların sayına nisbəti saxlanılır. Lakin qırmızı sürüşməyə görə fotonların enerjisi zaman keçdikcə azalır. Aydındır ki, nə vaxtsa keçmişdə şüalanmanın enerji sıxlığı maddənin sadə zərrəciklərinin enerjisinin sıxlığından böyük olmuşdur. Bu o deməkdir ki, müəyyən ana qədər fotonlar təkcə sayları ilə yox, həm də kütləsi ilə (kütlə sadəcə olaraq işıq sürətinin kvadratına bölünən enerjidir) barionları üstələyirlər. O zamanlarda Kainatın genişlənməsi xüsusiyyətini tamamilə şüalanma müəyyən edirdi. Bu dövrə Kainatın təkamülünün *radiasiya mərhələsi* deyilir. Bu mərhələdə maddənin və şüalanmanın temperaturu eyni olmuşdur.

Lakin gözəl anların birində – Kainat genişlənməyə başlayandan təxminən milyon il sonra hər şey dəyişdi: radiasiya mərhələsindən maddə mərhələsinə keçid baş verdi. Bu hadisəni *rekombinasiya* anı adlandırırlar. O zaman temperatur bir neçə min dərəcəyə qədər endi. Atom fizikasından məlumdur ki, belə bir temperaturda, buna qədər sərbəst zərrəciklər olan elektronların protonlar və helium nüvələri ilə birləşməsi – rekombinasiya baş verdi. Məhz bu mərhələdə Kainatda atomların – əsasən, hidrogen və heliumun əmələ gəlməsi başlandı.

Əgər rekombinasiyaya qədər ionlaşmış maddə və şüalanma öz aralarında fəal qarşılıqlı əlaqədə olurdusa, bundan sonra vəziyyət kəskin dəyişdi. İşıq kvantları neytral atomları, demək olar ki, görmədi. Kainat sərbəst şüalanma üçün şəffaf oldu. Məhz bu şüalanmanı biz hal-hazırda relikt şüalanma kimi qeydə alırıq. Məcazi mənada desək, relikt şüalanmalar kvantların rekombinasiya dövrünü fiksə etdi və özlərində uzaq keçmiş haqqında informasiya daşıdı. Düzdür, o vaxtdan Kainat genişləndiyinə görə bəzi fotonlar qızarmış və öz enerjisini təxminən 1000 dəfə azaltmışdır.

Rekombinasiyadan sonra maddə ilk dəfə, şüalanmadan asılı olmayaraq, sərbəst şəkildə təkamül etməyə başladı və onda sıxılmalar – gələcək qalaktikalar və onların topalarının rüşeymləri meydana gəldi. Məhz buna görə də, alimlər üçün relikt şüalanmanın xüsusiyyətlərinin – onun spektrinin və fəzada qeyri-bircinsliliyinin (fluktuasiyalarının) öyrənilməsinə dair təcrübələr belə əhəmiyyətlidir. Onların zəhməti hədər getmədi: 90-cı illərin əvvəllərində Rusiyanın "Relikt-2" və Amerikanın "Kobe" kosmik eksperimentləri səmanın bir-birinə qonşu hissələrində relikt şüalanmanın çox kiçik temperatur fərqini aşkar etdi. Orta temperaturdan 2,73 K kənaraçıxmalar faizin cəmi təxminən mində bir hissəsini təşkil etdi. Temperaturun bu variasiyaları özündə rekombinasiya dövründə maddənin sıxlığının orta qiymətindən kənara çıxması haqqında informasiya daşıyır. Məhz sıxlığın variasiyaları nəticədə Kainatda müşahidə olunan böyük miqyaslı strukturların, qalaktika topalarının və ayrı-ayrı qalaktikaların əmələ gəlməsinə gətirib çıxarmışdır.



▸ Kosmik şüalanmanın tədqiqatı üzrə "Relikt-2" eksperimentinin aparıldığı "Proqnoz" kosmik aparatı.

Rekombinasiyadan dərhal sonra, hələ nə ulduzların, nə qalaktikaların, nə digər kosmik obyektlərin olmadığı zaman Kainatda maddə, demək olar, bərabər səpələnmişdi. Bircinsli mühitdən böyük kütləli cisimlərin – ulduzların, planetlərin, qalaktikaların və s. yaranmasının səbəbi qravitasiya qüvvəsidir. Sıxlığın orta sıxlıqdan azacıq çox olduğu yerlərdə cazibə qüvvəsi də güclü idi və nəticədə sıx törəmələr daha da sıxlaşırdı. Aşağı sıxlıqlı sahələr isə, əksinə, daha da seyrəkləşirdi, çünki, onlardakı maddələri daha sıx sahələr zəbt edirdi. Beləliklə, demək olar ki, bircins olan mühit, zaman keçdikcə ayrı-ayrı dumanlıqlara bölünürdü. Bunlardan isə qalaktikalar formalaşacaqdı.

Müasir təsəvvürlərə görə, ilk qalaktikalar $z \approx 4–8$ qırmızı sürüşməsinə müvafiq dövrdə əmələ gəlməli idi: xatırladaq ki, qırmızı sürüşmə elektromaqnit şüalanmasının dalğa uzunluğunun onun müşahidə olunan dalğa uzunluğuna nisbətdə dəyişməsinə deyilir. Böyük qırmızı sürüşməyə malik çox uzaq qalaktikalar üzərində müşahidələr təsdiq edir ki, onlar yarandıqdan dərhal sonra bizim gördüyümüz ən cavan obyektlərdir.

İLK SANİYƏLƏR VƏ DƏQİQƏLƏR

Beləliklə, biz relikt şüalanmanı müşahidə edərək, Kainatın keçmişinə baş vururuq. Bəs, daha əvvələ, rekombinasiyaya səbəb olan dövrə nəzər salmaq şansı varmı? Aydındır ki, elektromaqnit şüalanmasının köməyi ilə bunu etmək olmaz, çünki rekombinasiyaya qədər Kainat işıq kvantları üçün qeyri-şəffaf idi. Hələlik ilkin Kainatda nəyin baş verdiyini yalnız təxmin etmək olar.

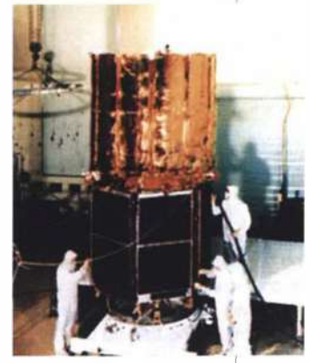
Bəs ən başlanğıcda nə olmuşdur? Ümumi nisbilik nəzəriyyəsinə əsasən, hər bir təzyiq cazibə qüvvəsi yaradır. Rekombinasiya anına qədər məhz elektromaqnit şüalanmasının təzyiqi Kainatın genişlənməsini tormozlayan cazibə sahəsini əmələ gətirdi. Bu mərhələdə temperatur genişlənmənin başlanğıcından etibarən keçən zamanın kvadrat kökünə tərs mütənasib olaraq dəyişirdi:

$$T \approx \frac{10^{10}}{\sqrt{t}}$$

(t zamanı saniyələrlə ifadə olunmuşdur).

t-nin kiçik qiymətlərində Kainatın temperaturu elə yüksək idi ki, fotonların enerjisi bütün məlum zərrəcik və antizərrəcik cütlərinin yaranmasına bəs edirdi.

Kainatın genişlənməsinin ayrı-ayrı mərhələlərini sıra ilə nəzərdən keçirək. Məlumdur ki, əgər fotonların enerjisi, m – sükunət kütləsinə malik olan zərrəciklərin və antizərrəciklərin sükunət enerjisini – $2mc^2$ (c – işıq sürəti) üstələyirsə, o zaman bu tip zərrəciklər elektromaqnit sahəsi tərəfindən yarana bilər. $T \approx 10^{13}$ K temperaturda Kainatda ayrı-ayrı zərrəcik və antizərrəcik cütləri – protonlar, neytronlar, mezonlar, elektronlar, neytrinolar və s. yaranır və məhv olurdu. Temperaturun $5 \cdot 10^{12}$ K-ə



Relikt şüalanmanın cüzi variasiyalarını aşkar etmiş COBE infraqırmızı kosmik rəsədxanası.

enməsindən sonra, demək olar ki, bütün protonlar və neytronlar kvant şüalarına çevrilərək məhv olurdu, onların yalnız özlərinə antizərrəcik tapmayanları qalırdı. Bu andan etibarən enerjisi azalan fotonlar zərrəcik və antizərrəciyə çevrilə bilmirdi. Relikt fonun müşahidələrindən alınan nəticələrə görə, bir bariona, demək olar ki, 10^9 foton – annihilyasiya məhsulu düşür. Deməli, ilkin olaraq zərrəciklər antizərrəciklərlə müqayisədə öz saylarına nisbətən çox cüzi artıqlıq təşkil edirdi – milyardda bir. Kainatın müşahidə olunan əsas maddəsi məhz bu artıq qalmış proton və neytronlardan əmələ gəlmişdir.

$T \approx 2 \cdot 10^{10}$ K olduqdan sonra hər yerə nüfuz edən neytrinolar maddə ilə qarşılıqlı təsirdə olmağı dayandırdı – həmin andan kəşfi gələcək neytrino təcrübələrində olacağı gözlənilən neytrino relikt fonu qalmalı idi. Bizim indi söhbət açdığımız bütün bunlar Kainatın genişlənməyə başlamasının ilk saniyələrində, ifrat yüksək temperaturda baş verirdi.

Kainatın "doğulmasından" bir neçə saniyə sonra *ilk nukleosintez dövrü* başlanmış, deyterium, helium, litium və berilliumun nüvələri əmələ gəlmişdi. Bu dövr təxminən 3 dəqiqə çəkmişdi, onun nəticəsində isə əsas etibarilə helium nüvələri əmələ gəlmişdi – hidrogen kütləsinin 25%-i. Heliuma nisbətən daha ağır elementlər maddənin çox cüzi hissəsini – təxminən 0,01%-ni təşkil edirdi.

Ən yaşlı ulduzların və cavan qalaktikalararası fəzanın kimyəvi tərkibinin, xüsusən də helium, deyterium və litiumun miqdarının təyini qızmar Kainat nəzəriyyəsi nəticələrinin yoxlanması üsullarından biridir.

Nukleosintez dövründən sonra və rekombinasiya dövrünə qədər $t \approx 10^6$ ilə Kainat sakitcə genişlənir və soyuyurdu. Genişlənmənin başlanğıcından yüz milyonlarla ildən sonra isə ilk qalaktikalar və ulduzlar yaranmışdı.

İNFLYASİYALI KAİNAT

80-ci illərin əvvəlinə kimi bizim hekayəmizin bu yerində nöqtə qoymaq olardı. Lakin son onilliklərdə kosmologiya və elementar zərrəciklər fizikasının inkişafı Kainatın genişlənməsinin ən başlanğıc, "ifratsıx" dövrünə də nəzəri olaraq baxmağa imkan verdi.

Heç demə, genişlənmənin ən ilkin dövrlərində, temperaturun ağlasığmaz dərəcədə yüksək olduğu (10^{28}K-dan çox) bir zamanda, Kainat sürətlə genişlənə biləcəyi, vahid həcmə düşən enerjinin isə sabit qala biləcəyi xüsusi vəziyyətdə ola bilərdi. Genişlənmənin belə mərhələsini *inflyasiya* mərhələsi adlandırırdılar. Materiyanın bu cür vəziyyəti yalnız bir şərt daxilində mümkündür – təzyiq mənfi olmalıdır. Lakin mənfi təzyiqə malik olduğu halda materiyanın belə bir vəziyyətinin mümkünlüyü elementar zərrəciklərin müasir nəzəriyyələrindən irəli gəlir. Bu nəzəriyyələrdə genişlənmənin ən ilkin mərhələsində enerjisi üstünlük təşkil edən, qəribə fiziki xüsusiyyətlərə malik hansısa qeyri-adi sahənin olması fərz edilir.

Genişlənmənin ifrattezlikli inflyasiya mərhələsi çox qısa zaman anını əhatə etmiş, $t \approx 10^{-36}$ saniyəyə başa çatmışdı. Belə hesab olunur ki, materiyanın elementar zərrəciklərinin bizim indi bildiyimiz görünüşdə əsl doğuluşu elə inflyasiya mərhələsinin sonunda baş verib və hipotetik sahənin dağılması ilə əlaqədar olub. Bundan sonra Kainatın genişlənməsi ətalət qüvvəsi ilə davam edib.

Kainatın inflyasiya hipotezi kosmologiyanın bir sıra vacib, son zamanlara qədər izaholunmaz paradoks hesab olunan suallarına – xüsusilə də Kainatın genişlənməsinin səbəbinə aid olan suallara cavab verir. Doğrudan da, Kainat öz tarixi boyu güclü mənfi təzyiqin mövcud olduğu bir dövrü keçmişsə, onda qravitasiya qüvvəsi təkcə cazibə deyil, materiyanın zərrəciklərinin qarşılıqlı itələmə qüvvəsini də yaradardı və deməli, Kainat bütövlükdə güclü partlayışa bənzər genişlənməyə başlayardı. Əlbəttə ki, Kainatın inflyasiyası modeli hələlik bir fərziyyədir, hətta, hal-hazırda doğruluğunun dolayı yolla yoxlanılması üçün tələb olunan cihazları düzəltmək, sadəcə olaraq, mümkün deyildir. Lakin öz təkamülünün ən erkən mərhələlərində Kainatın sürətlə genişlənməsi ideyası müasir kosmologiyaya möhkəm daxil olmuşdur.

* * *

İndiyə kimi vacib bir sual cavabsız qalır: Kainatın genişlənməsinə qədər nə mövcud olmuşdur? Bizimki kimi bir Kainat, amma genişlənməyən, yalnız sıxılan bir Kainat? Yaxud bizə əsla məlum olmayan, tamamilə başqa məkan və zaman xassələrinə malik bir dünya? Ola bilsin, bu, təbiətin bizə məlum olmayan tamamilə başqa qanunları ilə idarə olunan bir dünya imiş? Bu problemlər o qədər mürəkkəbdir ki, bunları kosmoloqların gələcək nəsilləri həll etməli olacaqlar.

Söylədiklərimizə yekun vuraraq, demək olar ki, Kainatın quruluşu və təkamülü haqqında bizim biliyimiz əsl "inflyasiya mərhələsi" – sürətli inkişaf, yeni ideyalar və mühüm kəşflər çağı yaşayır. Erkən Kainatdan danışarkən biz birdən-birə ən böyük kosmik miqyaslardan kvant mexanikasının qanunları ilə təsvir olunan mikroaləmə keçirik. Elementar zərrəciklər və ifratyüksək enerjilər fizikası kosmologiyada nəhəng astronomik sistemlər fizikası ilə sıx çulğaşır. Burada ən böyük və ən kiçik bir-biri ilə qovuşur. Gözlənilməz qarşılıqlı əlaqələr və dərin vəhdətlə dolu dünyamızın heyrətamiz gözəlliyi məhz bundadır.

ULDUZLARIN YARANMASI

Ulduzların yaranması hətta teleskopla silahlanmış gözlərimizdən yayınan sirli bir prosesdir. Yalnız XX əsrin ortalarında astronomlar başa düşdülər ki, heç də bütün ulduzlar Qalaktikanın formalaşdığı uzaq dövrdə eyni vaxtda yaranmamışdır. Bizim zəmanəmizdə də cavan ulduzlar əmələ gəlməkdədir. 60-70-ci illərdə ulduzların əmələ gəlməsi haqqında, ən birinci, hələ çox bəsit bir nəzəriyyə yaradıldı. Sonralar yeni müşahidə texnikası – infraqırmızı teleskoplar və millimetrlik diapazonda işləyən radioteleskoplar, ulduzların yaranması və formalaşması haqqında bizim biliklərimizi kifayət qədər genişləndirdi. Bu problemin öyrənilməsi isə hələ Kopernikin, Qalileyin və Nyutonun vaxtında başlanmışdı.

NYUTONUN CAVAN KEŞİŞİN SUALINA CAVABI

Ümumdünya cazibəsi nəzəriyyəsini yaratmaqla İsaak Nyuton hər şeylə maraqlanan bir çox insanları səma cisimləri təkamülünün səbəbləri haqqında düşünməyə vadar etdi.

Təhsilli və şöhrətpərəst keşişlərdən biri, elmi nailiyyətlərdən Allahın varlığını əsaslandırmaq üçün istifadə etməyə çalışan doktor Riçard Bentli Nyutonun əsərlərini dəqiqliklə öyrənir və vaxtaşırı dahi fizikə suallarla müraciət edirdi.

Məktublarının birində Bentli soruşur ki, cazibə qüvvəsi ulduzların yaranmasını izah edə bilərmi? Nyuton bu mövzu

ətrafında fikirləşməyə başladı və 1692-ci il 10 dekabr tarixli cavab məktubunda gənc keşişə kosmik maddənin qravitasiya qüvvəsi vasitəsilə sıxlaşmasının mümkünlüyü barəsində öz baxışını şərh etdi: "...Əgər bu maddə sonsuz fəzada bərabər paylansaydı, o heç vaxt bir kütlədə birləşə bilməzdi, amma onun digər bir hissəsi sıxlaşaraq, bütün bu ucu-bucağı görünməyən fəzada bir-birindən uzaq məsafələrə atılmış çoxsaylı nəhəng kütlələr əmələ gətirərdi. Günəş və hərəkətsiz ulduzlar məhz belə əmələ gələ bilərdi..."

O vaxtdan bəri Nyutonun ideyası, demək olar, heç kimdə və heç vaxt etiraz doğurmurdu. Lakin bu böyük fərzin müşahidələrə möhkəm istinad edən etibarlı nəzəriyyə olması üçün üç əsr lazım gəldi.

ULDUZLARARASI MADDƏNİN KƏŞFİ

Fəzada yayılmış maddə dedikdə Nyuton nəyi nəzərdə tuturdu? Həqiqətən də, teleskop ixtira edildikdən dərhal sonra ulduzlararası maddə kəşf olundu.

Qaz buludları səmada dumanlı ləkələr kimi görünür. 1612-ci ildə N.Peyreks ilk dəfə Böyük Orion dumanlığını kəşf etdi. Teleskoplar təkmilləşdikcə başqa dumanlı ləkələr də aşkar edildi. Şarl Messyenin kataloqunda (1783-cü il) 103, Uilyam Herşelin siyahılarında (1818-ci il) isə artıq 2500 "qeyri-ulduz görünüşlü" obyekt qeyd olunmuşdu. Nəhayət, Con Dreyerin "Dumanlıqların və ulduz topalarının yeni ümumi kataloqu"nda (1888-ci il) 7840 qeyri-ulduz obyekti vardı.

Üç əsr ərzində dumanlıqlar, xüsusilə də spiral dumanlıqlar, ulduzların və planetlərin formalaşması ilə nisbətən yaxın törəmələr hesab olunurdu. Məsələn, Herşel tamamilə əmin idi ki, o nəinki ulduzaqədərki maddədən ibarət çoxlu bulud tapıb, hətta cazibə qüvvəsinin təsiri altında bu maddənin formasını dəyişməsini və ulduzlara çevrilməsini öz gözləri ilə görür.

Sonralar aydın oldu ki, bir sıra dumanlıqlar, həqiqətən də, ulduzların yaranması ilə bağlıdır. Lakin əksər hallarda açıqrəngli dumanlı ləkələrin qaz dumanlıqları yox, çox uzaq ulduz sistemləri olduğu aşkar edildi. Belə ki, astronomların nikbinliyi çox tez idi və ulduzların yaranması sirrinə aparan yol hələ uzundu.

MEYDANA FİZİKLƏR ATILIR

XIX əsrin ortalarında fiziklər ulduzlara qaz qanunlarını və enerjinin saxlanması qanununu tətbiq edə bilirdilər. Bir tərəfdən, onlar başa düşdülər ki, ulduzlar əbədi işıq saça bilməz. Onların enerji mənbəyi hələ tapılmamışdı, lakin o mənbədən asılı olmayaraq, ulduzun ömrü sonluydu və qoca ulduzların yerinə cavan ulduzlar yaranmalı idi.

Digər tərəfdən, astronomların öz teleskopları ilə tapdıqları parlaq və qaynar ulduzlararası qaz dumanlıqları, fərz olunan gələcək ulduz maddəsi kimi, fizikləri qane etmirdi. Axı, qızmar qaz daxili təzyiqin təsirindən genişlənməyə meyil edir. Fiziklər əmin deyildilər ki, cazibə qüvvəsi qazın təzyiqini üstələyə bilər. Beləliklə, nə qalib gələcək: təzyiq, yoxsa qravitasiya. 1902-ci ildə cavan ingilis fiziki Ceyms Cins ilk dəfə qravitasiyanı nəzərə almaqla qazın hərəkət tənliyini həll etdi və bu tənliyin iki həlli olduğunu aydınlaşdırdı. Əgər qazın kütləsi azdırsa və onun cazibəsi zəifdirsə, temperaturu isə kifayət qədər yüksəkdirsə, bu zaman onun daxilində sıxılma və genişlənmə dalğaları – adi səs dalğaları yayılır. Amma əgər qaz dumanlığı nəhəng və soyuqdursa, o zaman cazibə qüvvəsi qaz təzyiqini üstələyir. Belə olduqda dumanlıq bütövlükdə sıxılaraq, sıx qaz kütləsinə – ulduza çevrilir. O zamandan bəri dumanlığın dayanıqlılığını itirərək, qarşısıalınmaz surətdə sıxıldığı – kollaps etdiyi böhran kütlə M_j və ölçü R_j *Cins ölçüsü* adlanır.

Buna baxmayaraq, Cinsin yaşadığı dövrdə və hətta ondan çox-çox sonralar astronomlar ulduzların formalaşdığı həmin qazı göstərə bilməmişdilər. Ulduzaqədərki maddə axtarışında olduqları bir zamanda, nəhayət, fiziklər başa düşdülər ki, ulduzlar nəyə görə işıq saçır. Atom nüvəsinin tədqiqi və istilik-nüvə reaksiyalarının kəşfi ulduzların uzun müddət işıq saçmasının səbəbini izah etməyə imkan verdi.

CAVAN ULDUZLAR TAPILDI

Məlum oldu ki, ulduzun kütləsi nə qədər böyük olarsa, bir o qədər parlaq olar və deməli, öz istilik-nüvə yanacağını bir o qədər sürətlə sərf edər. O və B spektral siniflərinə məxsus böyük kütləli ulduzların maksimal yaşı 10-30 mln ildir.



Böyük Orion dumanlığı. Mərkəzdə dörd parlaq ulduz – Orion Trapesiyasıdır.

Bu, qalaktikanın digər obyektlərinin yaşı ilə müqayisədə çox azdır. Buradan belə çıxır ki, həmin ulduzlar bu yaxınlarda yaranmışdır və yarandığı yerdən çox da uzağa gedə bilməzdi. Belə yerlərdən biri – Orion dumanlığı – hər bir həvəskar astronoma tanışdır.

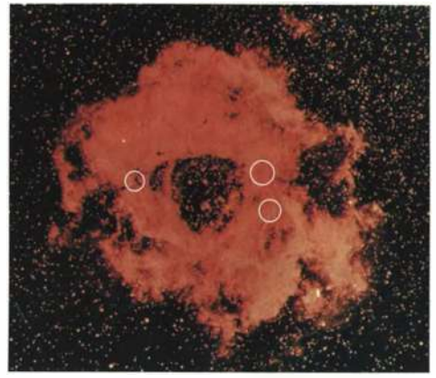
Böyük Orion dumanlığı (Messye kataloqu üzrə M 42) tutqun ləkə kimi görünən, parlaq emissiyalı, yəni şüalanan dumanlıqdır. O, Yerdən 1500 işıq ili məsafəsindədir və çox cavan ulduz topalarından ibarətdir. Onun daha parlaq mərkəzi hissəsində O spektral sinfinə məxsus dörd böyük kütləli qaynar ulduz – məşhur Orion Trapesiyası yerləşmişdir. Cavan ulduzların güclü ultrabənövşəyi şüalanması seyrək qaz dumanlığının işıqlanmasına səbəb olur. Lakin bu qaz özü ulduzların formalaşması şəraitinə görə ondan çox istidir. Ulduzaqədərki maddə axtarışları davam edirdi.

ULDUZLAR NƏDƏN ƏMƏLƏ GƏLİR?

Hələ Herşel Ağ Yol fonunda "səmada çuxurlar" adlandırdığı tutqun çuxurlar yerləşdiyini müəyyənləşdirmişdi. XIX əsrin sonunda Lik rəsədxanasında ABŞ astronomu Eduard Barnard müntəzəm olaraq səmanın fotoşəklini çəkməyə başladı. 1913-cü ilə qədər o, 200-ə

ULDUZLARARASI QAZIN ƏSAS VƏZİYYƏTLƏRİNİN XARAKTERİSTİKASI

Qazın növü	Kəşf olunduğu il	Temperaturu, K	Sıxlığı, atom/sm³	M_j Günəş kütləsi ilə	R_j, pk
İsti	1921	8000	0,25	$1 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^3$
Sərin	1950	80	40	$2 \cdot 10^3$	7
Qızmar	1970	$3 \cdot 10^5$	0,002	$5 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^5$
Soyuq	1975	10	10^3	4	0,3



Təkbuynuz bürcündə NGC 2237 dumanlığındakı qlobullar (dairələrlə göstərilmişdir).

yaxın tutqun dumanlıq aşkara çıxardı. Onun fikrincə, bunlar, Herşelin hesab etdiyi kimi, ulduzlararası yerlər deyil, materiyanın işığını udan dumanlıqlar idi.

Bu fərziyyə sübuta yetirildi. Ulduzlararası qazın yaxınlığında və ya onun daxilində qaynar ulduz olmadıqda qaz soyuq qalır və işıq saçmır. Əgər dumanlıqlar yalnız qazdan ibarət olsaydı, onları görməyə də bilərdilər. Lakin, qazdan başqa, ulduzlararası mühitdə az miqdarda kütlənin 1%-nə qədər uzaq ulduzların şüasını udan, təxminən 1 mkm və daha kiçik ölçülərə malik bərk zərrəciklər – toz dənəcikləri də vardır. Elə ona görə də soyuq dumanlıq səmada tutqun çuxur kimi görünür. Ağ Yolun dəqiqliklə tədqiqi göstərdi ki, bu cür çuxurlara Orion dumanlığına bənzər ulduzyaranma sahələrində çox tez-tez rast gəlinir.

1946-cı ildə amerikalı astronomu Bart Bok Təkbuynuzdakı NGC 2237 və Qalxan bürcündəki NGC 6611 parlaq dumanlıqları fonunda kiçik qara ləkələr aşkar etdi və onları *qlobul* adlandırdı. Onların ölçüsü 0,01-dən 1 pk-ə qədərdir. Qlobullar özlərindən arxada yerləşən ulduzların işığını 10 və 100 dəfələrlə zəiflədir. Onların kütləsi 0,01-dən 100 Günəş kütləsinə qədər qiymətləndirilir. Qlobulların kəşfindən sonra belə bir inam yarandı ki, ulduzaqədərki materiyanın sıxılan dumanlıqları artıq tapılmışdır, məhz onlar ulduzların birbaşa törədiciləridir. Lakin tezliklə belə bir nəticənin yanlışlığı məlum oldu. İş ondadır ki, optik teleskoplar ulduzlararası mühit haqqında təsəvvür vermir, onların vasitəsilə biz yalnız böyük kütləli ulduzlar tərəfindən qızdırılmış qaynar dumanlıqlar (Orion dumanlığı kimi) və ya parlaq fonda kiçik, tutqun qlobullar görürük. Həm bunlar, həm də o birilər kifayət qədər nadir törəmələrdir. Yalnız 50-ci illərdə yaradılmış radioteleskoplar, demək olar ki, ulduzlar arasındakı bütün fəzanı dolduran, 21 sm-lik dalğa uzunluğunda şüalandıran atomar hidrogeni aşkara çıxarmağa imkan verdi.





NGC 6611 dumanlığında (Qalxan bürcü) ulduzəmələgəlmə sahələri. Sağda – fraqment. Habbl kosmik teleskopunun çəkdiyi fotoşəkil.

Bu qaz çox seyrəkdir: fəzanın hər kubsantimetrində bir atom (yer laboratoriyalarının ölçülərinə görə yüksək dərəcəli vakuum). Lakin Qalaktikanın ölçüsü çox böyük olduğu üçün onun daxilində təxminən 8 mlrd Günəş kütləsi və ya bütün kütləsinin 5%-i qədər ulduzlararası qaz yığılır. Bu qazın 67%-dən çoxu (kütləsinə görə) hidrogendən, 28%-i heliumdan ibarətdir, çox hissəsi oksigen, karbon və azot olan digər elementlərin payına isə 5%-dən də az düşür.

Ulduzlararası qaz Qalaktika müstəvisinin yaxınlığında xüsusilə çoxdur. O, demək olar ki, bütünlüklə 600 işıq ili qalınlığına, 30 Kpk-ə və ya 100000 işıq ili diametrinə (bu, qalaktika diskinin diametridir) malik qatda cəmləşmişdir. Lakin bu cür nazik təbəqədə də qaz qeyri-bərabər paylanmışdır. Bu qazın konsentrasiyası Qalaktikanın spiral qollarında daha çox olmaqla, orada uzunluğu onlarca parseklə, kütləsi isə yüzlərlə və minlərlə Günəş kütləsi ilə ölçülən müxtəlif dumanlıqlara ayrılır. Onlardakı qazın sıxlığı bir kubsantimetrdə 100 atom, temperaturu isə -200°C-dək tərtibindədir. Belə məlum olur ki, bu cür şəraitdə Cins böhran kütləsi və radiusu, demək olar ki, dumanlıqların öz kütlə və radiusları ilə üst-üstə düşür. Bu isə o deməkdir ki, onlar kollapsa hazır vəziyyətdədir. Lakin başlıca kəşf hələ qabaqda idi.

Astronomlar güman edirdilər ki, ulduzlararası buludlarda hökm sürən nisbətən yüksək sıxlıq və aşağı temperatur şəraitində maddənin bir hissəsi molekullarda birləşməlidir. Belə olduğu təqdirdə ulduzlararası mühitin ən əsas hissəsi optik diapazonda müşahidələrdən kənarda qalar.

1970-ci ildə raketlərdən və süni peyklərdən başlanmış ultrabənövşəyi müşahidələr ulduzlararası mühitin əsas molekulu olan hidrogen molekulunu (H_2) kəşf etməyə imkan verdi. Ulduzlararası fəzanın santimetrlik və millimetrlik diapazonlu radioteleskoplarla müşahidəsi zamanı isə bəzən tərkibində 13-ə qədər atom olan kifayət qədər mürəkkəb quruluşlu onlarca digər molekullar aşkara çıxarıldı. Onlara suyun, ammonyakın, formaldehidin, etil spirtinin, hətta qlitsinin amin turşularının molekullarını misal göstərmək olar.



Ağ Yolda tutqun buludlar. Sağda, Cənub Xaçı bürcündə Kömür Çuvalı dumanlığı.

Aydın oldu ki, ulduzlararası qazın təqribən yarısı molekulyar buludlardadır. Onların sıxlığı atomar hidrogen buludlarının sıxlığından yüz dəfələrlə çoxdur, temperaturu isə mütləq sıfırdan cəmi bir neçə dərəcə yüksəkdir. Məhz belə bir şəraitdə kütləsi Günəş kütləsi tərtibində olan dumanlıqda qravitasiya sıxlaşmasına dayanıqsız olan ayrı-ayrı topalar



İlandaşıyan bürcündə tutqun və işıqlı dumanlıqlar kompleksi.

əmələ gəlir və ulduzların formalaşması mümkün olur.

Molekulyar dumanlıqların çoxu ancaq radioşüalanmaya görə qeydə alınmışdır. Amma, onlardan bəziləri, məsələn, Ağ Yolun cənub hissəsində gözlə yaxşı görünən tutqun Kömür Çuvalı dumanlığı astronomlara çoxdan məlumdur. Bu dumanlığın diametri 12 pk-dir, lakin bizdən cəmi 150 pk uzaqlıqda olduğu üçün böyük görünür. Bir sıra dumanlıqların kütləsi milyon Günəş kütləsinə, ölçüsü isə 60 pk-ə çatdığı halda, Kömür Çuvalı dumanlığının kütləsi 5 min Günəş kütləsi qədərdir. Məhz belə nəhəng molekulyar dumanlıqlarda (onlar Qalaktikada cəmi bir neçə mindir) ulduzların formalaşmasının ilk ocaqları yerləşmişdir.

Bizə ən yaxın ulduzəmələgəlmə oblastları Buğa və İlandaşıyan bürclərindəki tutqun dumanlıqlardır. Bir qədər uzaqda, Orionda, nəhəng dumanlıqlar kompleksi yerləşmişdir.

QARA DUMANLIĞIN HƏYATI

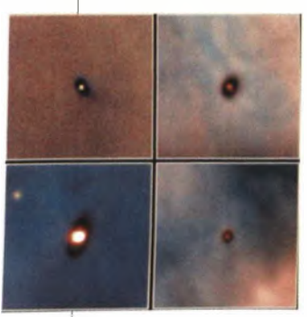
Molekulyar dumanlıqlar bizim Yer atmosferindən tanıdığımız su buxarı dumanına nisbətən daha mürəkkəb quruluşa malikdir. Molekulyar dumanlıq xaricdən qalın atomar qaz təbəqəsi ilə örtülmüşdür, çünki ora daxil olan ulduz şüaları zəif molekulları dağıdır. Amma xarici qatda yerləşən toz şüalanmanı udur və bir qədər dərində, dumanlığın tutqun mərkəzində isə qaz, demək olar ki, tamamilə molekullardan ibarətdir.

Dumanlıqların quruluşu qarşılıqlı toqquşmaların, ulduz şüalanmaları ilə qızmaların, ulduzlararası maqnit sahəsinin təsiri altında daim dəyişir. Dumanlığın müxtəlif hissələrində qazın sıxlığı min dəfə fərqlənir (su da otaq havasından bir o qədər dəfə sıxdır). Dumanlığın və ya onun hər hansı hissəsinin sıxlığı o dərəcədə böyük ola bilir ki, qravitasiya qüvvəsi qazın təzyiqini üstələyir və bu zaman dumanlıq qarşısıalınmaz surətdə kollaps etməyə başlayır. Onun ölçüsü getdikcə daha sürətlə azalır, sıxlığı isə artır. Kollaps prosesində sıxlığın cüzi qeyri-bircinsliyi artır və sonda dumanlıq fraqmentlərə, yəni hər biri ayrılıqda sərbəst sıxılmaqda davam edən hissələrə ayrılır. Kollaps zamanı qazın temperaturu və təzyiqi yüksəlir ki, bu da sıxlığın sonrakı artımına mane olur. Lakin nə qədər ki, dumanlıq şüalanma üçün şəffafdır, o asanlıqla soyuyur və müstəqil sıxılmaqda davam edir.

Sonrakı dövr üçün kosmik toz böyük əhəmiyyət kəsb edir. Kütləcə ulduzlararası maddənin cəmi bir faizini təşkil etməsinə baxmayaraq, kosmik toz onun əsas komponentidir. Tutqun dumanlıqlarda tozcuqlar qazın enerjisini udur və onu dumanlığı tərk edib, artıq istiliyi özü ilə aparan infraqırmızı şüalanmaya çevirir.

Nəhayət, dumanlığın ayrı-ayrı fraqmentlərinin sıxlığının artması hesabına qazın şəffaflığı azalır. Soyuma çətinləşir və artan təzyiq kollapsı dayandırır. Gələcəkdə hər bir fraqmentdən ulduz əmələ gəlir, hamısı birlikdə isə molekulyar dumanlığın mərkəzində yerləşən cavan ulduz qruplarını təşkil edir.

Dumanlığın sıxlaşmış hissəsinin ulduza, çox vaxt isə ulduz topasına kollaps etməsi bir neçə milyon ilə başa gəlir (kosmik miqyaslara görə nisbətən tez). Yeni doğulmuş ulduzlar onları əhatə edən qazı qızdırır və dumanlığın qalıqları yüksək təzyiq altında səpələnir. Orion dumanlığında biz məhz bu mərhələni görürük. Lakin onunla qonşuluqda gələcək nəsil ulduzların formalaşması davam edir. İşıq üçün bu oblastlar tamamilə qeyri-şəffafdır və yalnız infraqırmızı və radioteleskoplar vasitəsilə müşahidə olunur.



Orion bürcündə ətrafında qaz-toz diskinə malik yaranmaqda olan ulduzlar. Habbl kosmik teleskopunun çəkdiyi fotoşəkil.

DUMANLIQ ULDUZA ÇEVRİLİR

Ulduzların yaranması milyon illər çəkir və dumanlıqların tutqun mərkəzində onlar görünmür. Buna görə də bu proses birbaşa müşahidə üçün praktik olaraq əlçatmazdır. Astrofiziklər kompüter modelləşdirilməsinin köməyi ilə nəzəri olaraq bu prosesi tədqiq etməyə çalışırlar. Dumanlığın bir fraqmentinin ulduza çevrilməsi fiziki şəraitin çox güclü dəyişməsi ilə müşayiət olunur, maddənin temperaturu təxminən 10^6 dəfə, sıxlığı isə 10^{20} dəfə artır. Formalaşan ulduzun bütün xüsusiyyətlərinin kəskin dəyişməsi onun təkamülü nəzəriyyəsində əsas çətinliyi təşkil edir. Bu cür dəyişikliklər mərhələsində sonuncu obyekt artıq nə dumanlıq, nə də ulduz olur. Buna görə də, onu *protoulduz* adlandırırlar (*yun.* protos – "birinci").

Ümumiyyətlə, protoulduzun təkamülünü üç mərhələyə və ya fazaya bölmək olar. Birinci mərhələni – dumanlığın fraqmentlərə ayrılmasını və onun sıxlaşmasını artıq nəzərdən keçirmişik. Bunun ardınca sürətli sıxılma mərhələsi başlanır. Mərhələnin əvvəlində protoulduzun radiusu Günəş radiusundan təxminən milyon dəfə böyük olur. O, görünən işıq üçün tamamilə qeyri-şəffafdır, lakin 10 mkm-dən böyük dalğa uzunluğuna malik infraqırmızı şüalanma üçün şəffafdır. Şüalanma sıxılma zamanı ayrılan artıq istiliyi aparır və bununla da temperatur yüksəlmir və qazın təzyiqi kollapsa mane olmur. Sürətli sıxılma, demək olar ki, maddənin dumanlığın mərkəzinə sərbəst şəkildə çökməsi zamanı baş verir.

Lakin sıxılma artdıqca protoulduz daha az şəffaf olur ki, bu da şüalanmanı çətinləşdirir və qazın temperaturunun yüksəlməsinə gətirib çıxarır. Müəyyən

GÜNƏŞ KÜTLƏLİ PROTOULDUZUN TƏKAMÜLÜNÜN FAZALARI

Xarakteristika	1-ci faza – formalaşma	2-ci faza – sürətli sıxılma	3-cü faza – yavaş sıxılma
Ölçüsü, m	10^{18}–10^{15}	10^{15}–10^{10}	10^{10}–10^{9}
Sıxlığı, kq/m³	10^{-19}–10^{-16}	10^{-16}–1	1–10^{3}
Mərkəzdə temperaturu, K	10	10–10^{6}	10^{6}–10^{7}
Davametmə müddəti, il	10^{7}	10^{5}	$5 \cdot 10^{7}$
Müşahidə	Radiodiapazon	İnfraqırmızı diapazon	Optik diapazon

andan etibarən protoulduz məxsusi istilik şüalanması üçün praktik olaraq qeyri-şəffaf olur. Qazın temperaturu, onunla birlikdə isə həm də təzyiqi sürətlə artır, sıxılma ləngiyir.

Temperaturun yüksəlməsi maddənin xüsusiyyətlərinin nəzərəçarpan dərəcədə dəyişməsinə səbəb olur. Bir neçə min dərəcə temperaturda molekullar ayrı-ayrı atomlara parçalanır. On minlərlə dərəcə temperaturda isə atomlar ionlaşır, yəni onların elektron örtükləri dağılır. Bu proseslər özündə enerji tələb etdiyi üçün temperaturun yüksəlməsini müəyyən müddət ləngidir, amma sonradan yüksəlmə davam edir. Protoulduz tezliklə elə bir vəziyyətə gəlib çatır ki, ağırlıq qüvvəsi praktik olaraq qazın daxili təzyiqinə bərabər olur. Lakin istilik hələ də, azacıq da olsa, xaricə çıxdığı üçün, protoulduzun isə sıxılmadan savayı hər hansı enerji mənbəyi olmadığına görə o asta-asta sıxılmağında davam edir, nüvənin temperaturu isə getdikcə yüksəlir.

Nəhayət, protoulduzun mərkəzində temperatur bir neçə milyon dərəcəyə çatır və istilik-nüvə reaksiyaları getməyə başlayır. Bu zaman ayrılan enerji protoulduzun səthinin soyumasını kompensasiya edir. Sıxılma dayanır. Protoulduz ulduza çevrilir.

O və B spektral sinfinə məxsus ulduzlardır. Buna görə də belə qruplaşmaları OB-assosiasiyalar adlandırırlar. Onların bəzilərində ulduzun yarandığı vaxtdan başlanan 5-10 km/san sürətlə genişlənmə müşayiət olunur. Genişlənmə, çox güman ki, massiv isti ulduzların yarandığı andan dərhal sonra əhatə olunduğu qazı qızdıraraq, ulduzəmələgəlmə oblastından qovduğuna görə baş verir. Qazın dağılması ilə bu oblastlar öz kütlələrinin 70-95%-dən məhrum olur. Onların ardınca isə assosiasiya hərəkət edən ulduzları tutub saxlaya bilmir və onlar qazın ardınca yarandığı yeri tərk edir.

Assosiasiyalar çox yaşamır: 10-20 mln ildən sonra onlar 100 pk-dən də çox ölçüyə qədər genişlənir və onları fonun ulduzları arasında seçmək mümkün olmur. Bu belə bir illüziya yaradır ki, assosiasiyalar nadir ulduz qruplaşmalarıdır. Əslində isə onlar heç də topalardan daha asta yaranmır, sadəcə, daha sürətlə dağılır.

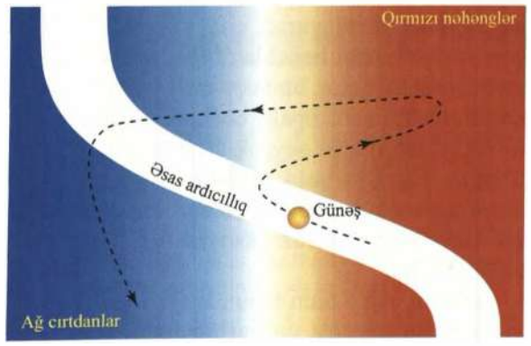
* * *

Ulduzların formalaşması prosesi çox mürəkkəbdir və hələ axıradək öyrənilməmişdir. Ulduzlararası maddə ilə zəngin, lakin cavan ulduzlardan, demək olar ki, məhrum olan qalaktikalar məlumdur.

Bir başqa sistemlərdə isə ulduzəmələgəlmə prosesləri elə sürətlə gedir ki, partlayışı xatırladır. Hansı səbəblərin ulduzəmələgəlməsini stimullaşdırmasını hansıların isə zəiflətməsini müəyyən etmək hələ lazım gələcək.

ULDUZUN ÖMÜR YOLUNUN SONU

Ulduz öz ömrünün böyük hissəsini spektr-işıqlılıq diaqramının əsas ardıcıllığında keçirir (Hertsşprunq-Ressell diaqramı). Ulduzun təkamülünün yığcam qalığa qədərki digər mərhələləri onun ömrünün 10%-dən çox olmayan bir hissəsini tutur. Məhz buna görə də bizim Qalaktikada müşahidə olunan ulduzların əksəriyyəti Günəş kütləsi tərtibində və ya ondan azkütləli adi qırmızı cırtdanlardır. Ulduzun sonrakı taleyi tamamilə onun kütləsindən asılıdır.



Spektr-işıqlı diaqramında Günəş tipli ulduzun təkamül yolu.

Ulduzun ömrü nə qədər olacaqdır? Başqa sözlə, o əsas ardıcıllıqda nə qədər vaxt keçirəcəkdir? Əgər ulduzda enerjinin ayrılması mexanizmini bilsək, bu suala cavab vermək çətin olmaz. Əsas ardıcıllıqda olan ulduzlar üçün bu, hidrogenin heliumla sintezi ilə nəticələnən istilik-nüvə reaksiyalarıdır. Nüvə fizikasından məlumdur ki, bu zaman ayrılan enerji maddənin sükunət enerjisinin ($E = mc^2$) 0,1%-nə bərabərdir. Burada, m – maddənin kütləsi, c – işıq sürətidir. $E = mc^2$ münasibəti 1917-ci ildə Albert Eynşteyn tərəfindən müəyyənləşdirilmişdir.

Beləliklə, ulduzdakı istilik-nüvə enerjisinin tam ehtiyatı $0{,}001\ M_n c^2$-na bərabərdir. Burada, M_n – istilik-nüvə reaksiyalarının getdiyi ulduz nüvəsinin kütləsidir (məhz orada onlar üçün yararlı şərait yaranır). Astronomlar müşahidələrdən ulduzun enerjiitirmə sürətini – onun işıqlılığını da (L) müəyyən edə bilirlər. Günəş üçün bu kəmiyyət $4 \cdot 10^{26}$ Vt-a bərabərdir.

Nəzərə alsaq ki, ulduz nüvəsinin kütləsi onun ümumi kütləsinə mütənasibdir (M), hesablamalar yolu ilə təxmini nisbət əldə edərik: hidrogenin heliuma çevrilməsi müddəti 10 M/L milyard ilə bərabərdir; burada ulduzun M kütləsi və L işıqlılığı Günəşin kütləsi və işıqlılığı ilə ifadə olunmuşdur. Günəş kütləsinə yaxın kütləli ulduzlar üçün $L=M^4$ (bu, müşahidələrdən məlum olur). Buradan tapınq ki, onların həyat müddəti $10/M^3$ milyard ildir.

İndi aydındır ki, Günəş kütləsindən böyük kütləli ulduzlar Günəşə nisbətən xeyli az ömür sürür, ən nəhəng ulduzların ömrü isə "cəmi" bir neçə milyon ildir. Ulduzların böyük əksəriyyətinin ömrü Kainatın yaşı ilə müqayisə olunur, hətta ondan da uzundur (təqribən 15 mlrd il).

İndi biz əsas suala yaxınlaşdıq: ömrünün sonunda ulduzlar nəyə çevrilir və onların qalıqları özünü necə göstərir? Müxtəlif kütləli ulduzlar sonda üç vəziyyətdən birinə gəlib çıxır: ağ cırtdanlar, neytron ulduzlar və ya qara çuxurlar.

AĞ CIRTDANLAR VƏ YA GÜNƏŞİN GƏLƏCƏYİ

Kütləsi Günəşin kütləsinə bərabər ulduzda istilik-nüvə yanacağı tükəndikdən sonra onun mərkəzində (nüvəsində) maddənin sıxlığı o qədər yüksək olur ki, qazın xassələri kökündən dəyişir. Bu cür qaz cırlaşmış qaz, ondan ibarət ulduzlar isə cırlaşmış ulduzlar adlanır ("Ağ cırtdanlar" məqaləsinə bax).

Nüvə cırlaşdıqdan sonra istilik-nüvə reaksiyası onun ətrafındakı kürə formalı qatda davam edir. Bu halda ulduz Hertsşprunq-Ressell diaqramında qırmızı nəhənglər oblastına keçir. Qırmızı nəhəngin örtüyü çox böyük bir ölçüyə – yüzlərlə Günəş radiusuna çatır və təqribən 10-100 min il ərzində ulduzlararası fəzaya yayılır. Atılmış örtük hərdən planetar dumanlıq kimi görünür. Qalan qaynar nüvə tədricən soyuyur və orada cırlaşmış elektron qazın təzyiqi qravitasiya qüvvələrinə qarşı duraraq, bununla da ulduzun dayanıqlığını təmin edir. Kütləsi Günəşin kütləsinə bərabər ağ cırtdanın radiusu cəmi bir neçə min km-dir. Onda maddənin sıxlığı çox vaxt 10^9 kq/m^3-u keçir (bir kubsantimetrə bir ton!).

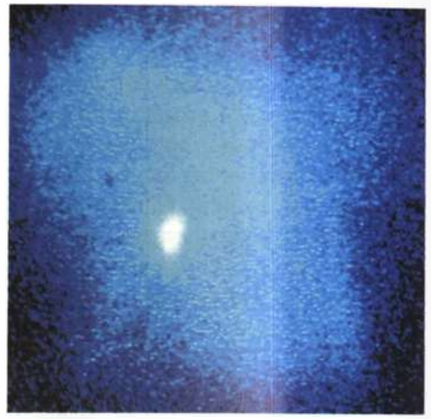


Ağ cırtdan Qantel planetar dumanlığının mərkəzində.

Ağ cırtdanın daxilində nüvə reaksiyaları getmir, işıqlanma isə yavaş-yavaş soyumanın hesabına baş verir. Ağ cırtdanlarda istilik enerjisinin ehtiyatı 15 min kelvindən aşağı temperaturda kristal qəfəs əmələ gətirən ionların rəqsi hərəkətləri hesabına yaranır. Ağ cırtdanları çox vaxt bu nəhəng isti kristal adlandırırlar. Onun səthində temperatur tədricən azalır və ulduz ağ rəngdə görünür.

Ağ cırtdanların kütləsi müəyyən qiymətdən böyük ola bilməz, bu, *Çandrasekar həddidir* (hind mənşəli amerikalı astrofizik Subrəhmanyan Çandrasekarın adından götürülüb), onun kütləsi təxminən 1,4 Günəş kütləsinə bərabərdir. Əgər ulduzun kütləsi bu kütlədən böyük olarsa, cırlaşmış elektronların təzyiqi qravitasiya qüvvəsini tarazlıqda saxlaya bilməz və ağ cırtdan ulduzda güclü sıxılma baş verər. Bu zaman sıxlıq kəskin artır, protonlar

cırlaşmış elektronlarla birləşərək, neytron əmələ gətirir (bu, maddənin neytronlaşması adlanır), azad olmuş qravitasiya enerjisi isə, əsasən, neytrino vasitəsilə daşınır ("Partlayan ulduzlar" məqaləsinə bax). Bu proses nə ilə qurtarır? Müasir nəzəriyyələrə görə, ola bilsin ki, sıxılma sıxlığın 10^{17} kq/m^3 qiymətində dayansın, bu vaxt neytronların özləri də cırlaşır və ulduz neytron ulduza çevrilir, yaxud ayrılan enerji ağ cırtdanı tamamilə dağıdır və sıxılma əslində partlayışa çevrilir.



▸ Neytron ulduz Yengəcəbənzər dumanlığın mərkəzində. Rentgen təsviri.

NEYTRON ULDUZLAR

Neytron ulduzların əksəriyyəti on Günəş kütləsindən böyük olan ulduzların sıxılması nəticəsində əmələ gəlir. Onların yaranması nəhəng səma hadisələri ilə yanaşı gedir – ifratyeni ulduzun alışması ilə. Müşahidədən normal qalaktikalarda yeni ulduzların alışmasının təqribən 25 ildə bir dəfə baş verdiyini bilərək, asanlıqla hesablamaq olar ki, bizim Qalaktikanın mövcud olduğu dövrdə (10-15 mlrd il) bir neçə yüz milyon neytron ulduz yaranmalı idi. Bəs onlar özlərini necə büruzə verməlidir?

Cavan neytron ulduzlar sürətlə fırlanır (onların fırlanma periodları millisaniyələrlə ölçülür) və güclü maqnit sahəsinə malikdir. Maqnit sahəsi ilə birlikdə fırlanma nəticəsində güclü elektrik sahəsi yaranır. Elektrik sahəsi isə neytron ulduzun bərk səthindən yüklü zərrəcikləri çəkib çıxararaq, onları olduqca yüksək enerjiyə qədər sürətləndirir ("Qeyri-adi obyektlər: neytron ulduzlar və qara çuxurlar" məqaləsinə bax). Bu zərrəciklər radiodalğalar şüalandırır.

Neytron ulduzların fırlanması enerji itkisi nəticəsində zəifləyir, maqnit sahəsi tərəfindən yaradılmış elektrik potensialı azalır. Elektrik sahəsinin müəyyən qiymətindən sonra yüklü zərrəciklərin yaranması dayanır, radiopulsar isə sönür. Bu hadisə təxminən 10 milyon il ərzində baş verir, ona görə də qalaktikada fəaliyyətdə olan bir neçə yüz min pulsar olmalıdır (kütləyə uyğun olaraq hər 1500 ulduzdan biri). Hal-hazırda təxminən 700 pulsar müşahidə olunur.

Ağ cırtdanlarda olduğu kimi, neytron ulduzlarda da kütlənin mümkün son həddi var (bu həddi *Oppenheymer-Volkov həddi* adlanır). Lakin olduqca yüksək sıxlıqlarda materiyanın xassələri məlum deyildir. Ona görə də Oppenheymer-Volkov həddi dəqiq məlum deyil. Onun qiyməti neytron ulduzun daxilində zərrəciklərin tipindən və onlar arasındakı qarşılıqlı təsirdən asılıdır. Lakin istənilən halda bu kütlə həddi üç Günəş kütləsindən böyük olmur.

Əgər neytron ulduzun kütləsi bu həddi keçirsə, maddələrin heç bir təzyiqi qravitasiya qüvvəsini saxlaya bilmir. Bu zaman ulduz dayanıqsız olur və sürətlə sıxılmağa başlayır. Qara çuxurlar belə əmələ gəlir.

QARA ÇUXURLAR

Qara çuxurlar termini 1968-ci ildə amerikalı fizik Con Uiler tərəfindən sıxılan ulduzları adlandırmaq üçün çox uğurla elmə daxil edilmişdir. Məlumdur ki, zərrəciyin hər hansı M kütləli, R radiuslu səma cisminin səthindən uzaqlaşması üçün ikinci kosmik sürət lazımdır: $v_{II} = \sqrt{2GM/R}$, burada G – Nyutonun cazibə sabitidir. Əgər sabit kütlədə radius azalırsa, ikinci kosmik sürət işıq sürətinə (c) qədər arta bilər. İstənilən fiziki obyekt üçün belə radiusun son həddi $2GM/c^2$-na bərabərdir. Bu qravitasiya radiusu R_g adlanır. Sıxılan cisimlərdə informasiya müşahidəçiyə işıq sürətindən tez gəlib çata bilməz. Ona görə də uzaqda olan müşahidəçiyə çox vaxt informasiya, hadisə qurtardıqdan sonra gəlib çatır.

Kifayət qədər böyük məsafələrdə qara çuxurlar adi qravitasiya sahəsinə malik cisimlər kimi təzahür edir. Qara çuxurların səthi ola bilməz. Maraqlıdır, qara çuxurların bir kosmik cisim kimi əmələ gəlməsi və özünü büruzə verməsi, quruluşu ən adi ulduz və ya planetlə müqayisədə olduqca sadədir. Onların kimyəvi tərkibi yoxdur və quruluşu maddələrin müxtəlif tip qarşılıqlı təsir qüvvəsindən asılı deyildir – onlar yalnız Eynşteynin qravitasiya tənlikləri ilə təsvir olunur. Qara çuxurlar, kütlədən başqa, hərəkət miqdarı və elektrik yükü ilə də xarakterizə olunur.

Əgər qara çuxur parıldamırsa, onda Kainatda belə obyektlərin real olduğunu necə sübut etmək olar? Bunun yeganə yolu onların qravitasiya sahəsinin başqa cisimlərə təsirini müşahidə etməkdir.

10-dan çox sıx qoşa rentgen ulduzunda qara çuxurların varlığını dolayı yolla sübut etmək mümkün olmuşdur. Əvvələn, rentgen pulsarı, yaxud rentgen alışması üçün səciyyəvi olan bərk səthin məlum təzahürlərinin (məsələn, şüalanmada periodik impulsların) olmaması və ikincisi, qoşa sistemin görünməyən komponentinin böyük kütləsi (üç Günəş kütləsindən böyük) bunun xeyrinə olan dəlillərdir.

Rentgen astronomiyasının son nailiyyətləri rentgen şüalanmasının olduqca qısamüddətli (millisaniyəlik) dəyişkənliyinin rentgen şüalanmasını tədqiq etməyə imkan verir. Optik astronomiyada isə çox zəif işıq sellərinin qeyd olunması və öyrənilməsi imkanı yaranmışdır. Bütün bunlar ümid verir ki, XXI əsrin əvvəllərində Qalaktikada ulduz

PYER LAPLASIN BİR SƏHİFƏDƏ ÜÇ DAHİYANƏ AÇIQLAMASI

...Başqa ulduzlar tamamilə gözlənilmədən peyda olur, bir neçə aydan sonra isə yoxa çıxırdı. Tiho Brahenin 1572-ci ildə Kassiopeya bürcündə müşahidə etdiyi ulduzu buna misal göstərmək olar. Bu ulduz parıltısına görə ən parlaq ulduzu keçib, hətta Yupiterdən də parlaq görünüb. Onu, hətta, gündüzlər də görmək mümkün olub. Sonra onun işıqlılığı azalıb, 16 aydan sonra isə görünməz olub. Onun rəngi xeyli dəyişilib – əvvəlcə gözləri qamaşdıran dərəcədə ağ, sonra qırmızımtıl-sarı və nəhayət, qurğuşunvari-ağ, demək olar ki, Saturn rəngində olub. Belə nəhəng cismin daxilində hansı qeyri-adi dəyişkənliklər baş verməlidir ki, uzaqdan onu müşahidə etmək mümkün olsun. Fikirləşin, bu dəyişkənliklər Günəşin səthində gördüklərimizdəndir və onlar inandırıcı şəkildə sübut edir ki, təbiət heç yerdə və heç vaxt eyni cür qalmır. Bizim müşahidə etdiyimiz buna oxşar bütün ulduzlar sonradan görünməz olub və öz yerində qalıb. Beləliklə, fəzada çoxsaylı belə cisimlər mövcuddur, ola bilsin ki, ulduzlar qədər.

Sıxlığı Yerin sıxlığına bərabər, diametri isə Günəşinkindən 250 dəfədən də böyük olan səma cismində qravitasiya sahəsinin həddən artıq böyük olması nəticəsində ondan çıxan işıq fotonları cəzb olunaraq, bizə gəlib çata bilmir. Beləliklə, Kainatda özünün ölçülərinə görə ən güclü işıqsaçan səma cismi elə bu səbəbdən də, ola bilsin ki, görünməz qalsın.

(Pyer Simon Laplas. Dünya sisteminin şərhi. 1796-cı il)

Laplas elmin inkişafını 170 il qabaqlayaraq, irəlini görə bilib.

1. Tiho Brahe ulduzunun alışmasının nəhəng gücünü qiymətləndirən Laplas (ömrünün sonunda böyük kütləli ulduzların belə partlayışlarını biz ifratyeni ulduzun alışması adlandırırıq) bu zaman ulduzda baş verən proseslərin və dəyişmələrin mühüm və qeyri-adi olduğunu dərk etdi.

2. Laplas yalnız Nyutonun cazibə qanununa əsaslanaraq belə nəticəyə gəlir ki, həddən artıq böyük kütləli və böyük sıxlığa malik olan cisimlər işıq şüalarını cəzb edərək, səthindən çıxmağa qoymur. Lakin qara çuxurların real xarakteristikası Laplasınkından fərqlidir, belə ki, onlar Nyuton nəzəriyyəsini dəqiqləşdirən Eynşteynin nisbilik nəzəriyyəsi ilə təyin olunur.

3. Qara çuxurlar, həqiqətən də, ifratyeni ulduzların alışmasından yaranır!

Lakin Laplasın hər üç şərhi fiziki və astronomik biliklərin, təcrübələrin kifayət qədər olmaması ucbatından inandırıcı və əsaslanmış ola bilməz, buna görə də qəbul oluna bilməzdi.



Qara çuxurluğa ən çox ehtimal edilən namizəd – rentgen mənbəyi Qu X-1.
Ehtimal ki, bu, sıx qoşa sistemdir və onun komponentlərindən biri kütləsi 10 $M_\odot$-ə yaxın olan qara çuxurdur.

kütləli qara çuxurların mövcud olmasını birbaşa sübut edən dəlillər əldə ediləcəkdir. Ola bilsin ki, qara çuxurların aşkarlanması ulduz elminin tamamilə yeni istiqaməti – qravitasiya dalğası astronomiyası ilə bağlı olacaqdır. Artıq qravitasiya – dalğa detektorları işlənib hazırlanır ki, bunlar da qara çuxurları olan sistemlərdən buraxılan son dərəcə zəif qravitasiya dalğalarını qeydə almağa imkan verəcəkdir. Çox güman ki, bu cür metodla aşkara çıxarılmış ilk obyektlər orbital hərəkət enerjisinin qravitasiya şüalanmasına sərf olunması üzündən bir-birinə qovuşan qoşa qara çuxurlar olacaqdır.

GÜNƏŞ SİSTEMİNİN TARİXİ

Hələ XVI əsrdə Cordano Bruno fərz edirdi ki, ulduzlar, Günəş kimi, planetlərlə əhatə olunub, onlar fasiləsiz doğulur, inkişaf edir və ölür. İki əsr sonra alman filosofu İmmanuil Kant və fransız riyaziyyatçısı Pyer Simon Laplas tərəfindən səma cisimlərinin əmələ gəlməsi haqqında elm – *kosmoqoniya* yaradıldı. Planet kosmoqoniyası Yerin və planetlərin yaranması problemlərini öyrənir. Bizə ən yaxın olan Günəşin və ulduzların əmələ gəlməsini öyrənən ulduz kosmoqoniyası planet kosmoqoniyası ilə sıx əlaqədardır.

PROTOPLANET BULUDU

Günəş sistemində planetlərin hərəkəti nizamlanmışdır: onlar Günəş ətrafında eyni istiqamətdə fırlanır və demək olar ki, eyni müstəvi üzərindədir. Bir planetdən digərinə qədər olan məsafə qanunauyğun surətdə artır. Planetlərin orbitləri təqribən dairəvi olduğuna görə bu onlara bir-biri ilə toqquşmadan Günəş ətrafında milyard illərlə fırlanmağa imkan verir.

Əgər planetlərin hərəkəti eyni bir qanuna tabedirsə, onların əmələ gəlməsi də eyni olmalıdır. Bunu XVIII əsrdə İmmanuil Kant və Pyer Laplas göstərdilər. Onlar belə qərara gəldilər ki, Günəşin ətrafında planetlərin əvəzinə əvvəlcə qaz və tozdan ibarət dumanlıq fırlanmışdır.

Bəs bu dumanlıq haradan əmələ gəlmişdir? Necə olub ki, qaz və toz iri planet cisimlərinə çevrilib? Bütün bu suallar XIX əsrdə və XX əsrin əvvəllərinə qədər kosmoqoniyada həll olunmamış qalırdı. Planetlərin hərəkət miqdarı momenti problemi də əngəllərdən biri idi. Sistemin bütün planetlərinin kütləsi Günəşin kütləsindən 750 dəfə azdır. Burada hərəkət miqdarı momentinin cəmi 2%-i Günəşin payına düşür, qalan 98%-i isə planetlərin orbital fırlanmasından ibarətdir.

Elm bu problemlərlə yalnız XX əsrin ikinci yarısında yaxından məşğul olmağa başladı. Demək olar, 80-ci illərin axırlarınadək planet sistemimizin ilkin tarixini yalnız onun özü haqqında məlumatlar əsasında "yenidən yaratmaq" lazım gəldi. Yalnız 1990-cı illərə yaxın Günəşə bənzər bəzi cavan ulduzların ətrafında fırlanan, əvvəllər görünməyən obyektlər qaz-toz diskləri müşahidələr üçün əlyetər oldu.

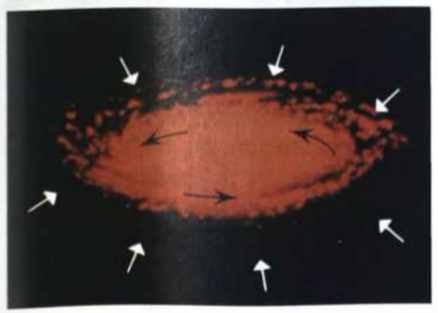
İçərisində planetlərin və onların peyklərinin, kiçik bərk cisimlərin – meteoritlərin, asteroid və kometaların əmələ gəldiyi qaz-toz dumanlığına *protoplanet* (və ya *planetəqədərki*) *bulud* deyilir. Planetlər Günəşin ətrafında, demək olar ki, eyni bir müstəvidə fırlanır. Deməli, qaz-toz dumanlığı özü yastılaşmış, mərciməyə oxşar formadadır, ona görə də onu bəzən disk adlandırırlar.

Alimlər fərz edirlər ki, Günəş və onun diski eyni bir kütlədən, fırlanan ulduzlararası qazdan əmələ gəlmişdir – buna *ilkin Günəş dumanlığı* deyilir.

İlkin Günəş dumanlığının başlanğıc fazası astrofizikanın və ulduz kosmoqoniyasının tədqiqat obyektidir. Onun planetlərin meydana gəlməsinə gətirib çıxarmış təkamülünün öyrənilməsi isə planet kosmoqoniyasının əsas vəzifəsidir.

Günəşin yaşı 5 mlrd ildən bir qədər azdır. Ən qədim meteoritin də yaşı, demək olar ki, o qədərdir: 4,5-4,6 mlrd il. Ay qabığının erkən bərkimiş hissələri də bir o qədər qocadır. Ona görə də belə hesab etmək qəbul olunmuşdur ki, Yer və digər planetlər 4,6 mlrd il əvvəl formalaşmışdır. Günəş Qalaktikanın ikinci nəsil ulduzlar sinfinə mənsubdur. Onun ən qoca (8-10 mlrd il) ulduzları Günəş sistemindən xeyli yaşlıdır. Qalaktikada cavan ulduzlar da vardır ki, onların yaşı cəmi 100 min – 100 milyon ildir (ulduz üçün bu lap gənc yaşdır). Bu ulduzların çoxu Günəşə oxşayır və bizim sistemin başlanğıc vəziyyəti haqqında onlara əsasən mühakimə yürütmək mümkündür. Alimlər onlarca bu cür obyekt üzərində müşahidələr apararaq, aşağıdakı nəticələrə gəlmişlər.

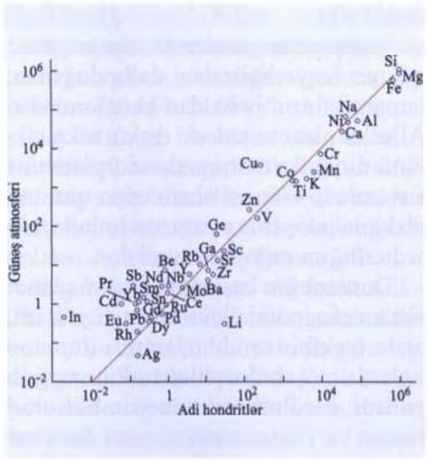
Günəş sisteminin planetəqədərki dumanlığının ölçüsü axırıncı planetin – Plutonun orbitinin radiusundan böyük olmalı idi (indi artıq Plutondan 2 dəfə uzaqda böyük planet cismi tapılmışdır).



Sıxılan və fırlanan qaz-toz diski.

Cavan Günəşin və onu dövrəyə almış qaz-toz dumanlığı diskinin kimyəvi tərkibi, çox güman ki, eyni olmuşdur. Günəşdə hidrogen və heliumun ümumi miqdarı 98%-ə çatmışdı. Qalan bütün daha ağır elementlərin payına isə yalnız 2% düşürdü; onların arasında karbon, azot və oksigendən ibarət uçan birləşmələr – metan, ammonyak, su və karbon anhidridi üstünlük təşkil edirdi.

Hesablamalar göstərir ki, Pluton orbitinin hüdudlarında, daha doğrusu,



Günəşdə və meteorit-xondritlərdə uçmayan elementlərin müqayisəli miqdarı. Təxmini üst-üstə düşmə göstərir ki, Günəş sistemi vahid qaz-toz kompleksindən əmələ gəlmişdir.

40 a.v. radiuslu diskdə bütün planetlərin, itirilmiş və uçan maddələrin birlikdə kütləsi Günəşin kütləsinin 3-5%-ni təşkil edir. Dumanlığın belə modelinə *mötədil kiçikkütləli* dumanlıq deyilir. Bu, ulduzətrafı disklərin müşahidələri ilə təsdiq olunur.

Əgər dumanlığın kütləsi mərkəzi cismin kütləsi tərtibində olsa idi, bu zaman Günəşlə qoşa olan ulduz yaranardı, yaxud Günəş sistemindən çoxlu miqdarda artıq maddələrin tullanmasını izah etmək lazım gələrdi.

Qalaktikaya mənsub nəhəng, molekulyar dumanlıqdan ayrılan ilkin Günəş dumanlığının başlanğıc mərhələsi olduqca az öyrənilmişdir.

PLANETƏQƏDƏRKİ CİSİMLƏRİN YARANMASI

40-cı illərdə akademik Otto Yulyeviç Şmidt Yerin və digər planetlərin soyuq və bərk halda olan cisimlərdən – *planetezimallardan* əmələ gəlməsi haqqında hipotez irəli sürdü. Əvvəllər yayılmış nöqteyi-nəzərə görə, planetlər nə vaxtsa uçan qəliz maddələrini itirmiş Günəş tərkibli közərmiş nəhəng qaz kütlələrinin kiçik qalıqlarıdır. Bu isə Yer haqqında olan elmlərlə ziddiyyət təşkil edir.



Otto Yulyeviç Şmidt.

Tədqiqatlar göstərir ki, Yer heç vaxt qaynar maye halından, daha doğrusu, tamamilə ərimiş haldan keçməmişdir. Alimlər planetəqədərki diskin təkamülünü diqqətlə tədqiq edərək, planetlər sistemində Günəşi əhatə edən qaz-toz diskinin inkişafının əsas mərhələlərinin ardıcıllığını müəyyən etmişlər.

Dumanlığın başlanğıc ölçüsü planet sisteminin indiki ölçüsündən böyük idi, onun tərkibi isə ulduzlararası dumanlıqlarda müşahidə edilən tərkibə uyğun gəlirdi: ölçüləri mikrometrin hissələrindən və yüzlərlə mikrometrə bərabər olan 99% qaz və 1% toz zərrəcikləri. Sıxılma vaxtı qaz tozla birlikdə mərkəzi nüvəyə (gələcək Günəşə) düşərək, güclü qızmış və ulduzlararası toz, ola bilsin ki, qismən və ya tamamilə buxarlana bilərdi. Beləliklə, dumanlığın birinci mərhələsi, demək olar ki, tamamilə qazdan, həm də yüksək turbulentlik sayəsində zərrəciklərin müxtəlif istiqamətli, xaotik hərəkətlilik sayəsində yaxşı qarışmış qazdan ibarət idi.

Disk formalaşdıqca turbulentlik yavaşımağa başlayır. Bu az müddətdə, təxminən 1000 il ərzində baş verir. Bu zaman qaz soyumağa başlayır və onda yenidən bərk toz zərrəcikləri yaranmağa başlayır. Diskin təkamülünün **birinci mərhələsi** belədir.

Soyuyan planetəqədərki dumanlıq üçün atmosfer təzyiqinin on mində bir hissəsindən də az olan çox aşağı təzyiq səciyyəvidir. Belə təzyiqdə qazdan ibarət maddə maye fazadan ötərək, bilavasitə bərk zərrəciklər şəklində kondensasiya olunur. Birinci ən gecəriyən kalsium, maqnezium, alüminium və titanın birləşmələri, sonra isə maqnezium silikatları, dəmir və nikel kondensasiya olunur. Bundan sonra isə qaz mühitində yalnız kükürd, sərbəst oksigen, azot, hidrogen, bütün təsirsiz qazlar və bəzi uçucu elementlər qalır.

Kondensasiya prosesində dəmiri oksidləşdirən və hidratlaşmış birləşmələr əmələ gətirən su buxarları fəal rol oynayır. Əsas kosmik elementlər – hidrogen və helium qaz şəklində qalır. Onların kondensasiyası üçün olduqca kiçik – mütləq sıfıra yaxın temperatur lazım gələrdi. Dumanlıqlarda isə heç vaxt belə şərait mümkün deyil.

Planetəqədərki diskdə tozcuqların kimyəvi tərkibi Günəşdən uzaqlaşdıqca aşağı düşən temperaturla təyin olunurdu. Təəssüf ki, planetəqədərki dumanlıqda temperaturun dəyişməsini hesablamaq olduqca çətindir. Yer qrupu planetlərinin kimyəvi tərkibi göstərir ki, onlar əsasən yüksək temperaturlarda kondensasiya edilmiş maddələrdən ibarətdir. Asteroidlər zolağının yaxın hissəsinin tərkibində daşlı cisimlər üstünlük təşkil edir. Günəşdən uzaqlaşdıqca asteroidlər zolağında tərkibində su ilə zənginləşmiş minerallar və bəzi uçucu maddələr olan cisimlərin sayı artır. Onları asteroidlərin qəlpələri olan meteoritlərdə aşkara çıxarmaq mümkün oldu. Kiçik planetlər arasında, güman ki, buzlu cisimlər yoxdur və ya olduqca azdır. Deməli, su buzu kondensasiyasının sərhədi onların ardınca, asteroidlər qurşağının xarici kənarının ən çoxu yaxınlığından



Tərkibi protoplanet dumanlığına yaxın olan meteorit tipli kömürlü xondrit.

– Yerə nisbətən Günəşdən üç dəfədən də artıq məsafədən keçməli idi.

Eyni zamanda, Yupiterin ən böyük peykləri olan Qanimed və Kallisto yarıbayarı sudan ibarətdir. Onlar asteroidlər zolağına nisbətən Günəşdən daha uzaq məsafədə yerləşir. Deməli, su buzu Yupiterin əmələ gəldiyi bütün zonada kondensasiya olunub. Yupiterin orbitindən başlayaraq planetəqədərki dumanlığadək olduqca çətinəriyən maddələrdən ibarət səpələnmiş buz tozcuqları üstünlük təşkil etməli idi. Xarici planetlər oblastında daha aşağı temperaturda metan ammonyak buzları, bərk karbon anhidridi və digər donmuş uçucu birləşmələr aşkar edilmişdir. Hazırkı dövrdə Günəş sisteminin uzaq periferiyasından Yerin həndəvərinə uçub gələn kometalar belə tərkibə malikdir.

İlk kondensatlar – tozcuqlar, buz dənəcikləri – peyda olandan dərhal sonra qazların arasından keçərək, dumanlığın mərkəzi müstəvisinə doğru hərəkət edir. Zərrəciklərin kütləsi iri olduqca diskin mərkəzinə bir o qədər tez çökürdü, çünki daha iri zərrəciklər hərəkət edərkən (kiçik zərrəciklərdən fərqli olaraq) onların kütləsinin vahidinə qazın müqaviməti ilə qarşılaşır.

İkinci mərhələdə dumanlığın mərkəzi müstəvisində nazik toz diskinin – *toz subdiskinin* əmələ gəlməsi ilə başa çatırdı. Dumanlığın laylara ayrılması zərrəciklərin ölçülərinin bir neçə santimetrədək böyüməsi ilə müşayiət olunurdu. Bir-biri ilə toqquşan zərrəciklər birləşirdi, bu zaman onların mərkəzi müstəviyə doğru hərəkətinin sürəti artır və böyüməsi də sürətlənirdi.

Bəzi hallarda subdiskin sıxlığı böhran qiymətə çataraq, qazın sıxlığını on dəfələrlə ötür. Toz layı böhran sıxlığa çatdıqdan sonra dayanıqsız qravitasiya halına keçir. Hətta təsadüfən onda baş verən olduqca kiçik sıxlaşma nəticəsində o, zaman keçdikcə qatılaşa bilər. O, sıxılarkən dayanıqlı vəziyyətini itirərək, halqalar sistemi əmələ gətirə bilər. Diskin təkamülünün **üçüncü mərhələsində** isə onlar çoxsaylı qatılaşmış kiçik laylara ayrıla bilər.

Bu laylar diskin fırlanması nəticəsində tezliklə bərk cisim sıxlığına qədər sıxıla bilməz. Lakin onlar bir-biri ilə toqquşaraq birləşir və daha da sıxlaşır. **Dördüncü mərhələdə** ölçüsü bir kilometrə yaxın olan ilkin planetəbənzər cisimlər topası əmələ gəlir, başlanğıcda onların sayı bir neçə milyona çatır.

Əgər tozun subdiski olduqca nazikdirsə, onda cisimlərin əmələ gəlməsinin belə yolu mümkündür; onun qalınlığı diametrindən bir neçə dəfə kiçik olmalıdır. Belə obyektlər indi də var, məsələn, Saturnun halqası.

İlkin planet maddəsinin formalaşmasının digər yolu qravitasiya kondensasiyasıdır – bu kiçik zərrəciklərin toqquşarkən birbaşa böyüməsidir. Onlar ancaq kiçik sürətlərdə toqquşarkən birləşə bilər. Toqquşma zamanı həddən artıq böyük tormozlayıcı qüvvənin olması da əsas rol oynayır. Belə cisimlər planetlərin, peyklərin və meteor cisimlərinin əmələ gəlməsində əsas rol oynayır.

Alimlər fərz edirlər ki, ilkin planet maddəsi kometa dumanlıqlarında hələ də saxlanılır. Onlar olduqca aşağı temperaturlarda dumanlığın periferiyasında əmələ gəlir. Onlar kometa dumanlıqlarına nəhəng planetlərin qravitasiya coşması zamanı tullanmışdır.

PLANETLƏRİN AKKUMULYASİYASI

Qaz-toz dumanlığında ilkin planet maddəsinin əmələ gəlməsi on min illərlə davam edir – bu, zamanın kosmologiya şkalasında olduqca kiçik vaxtdır. Planetdə cisimlərin sonrakı birləşmələri *planetlərin akkumulyasiyası* adlanır. Bu yüz milyon illərlə davam edən olduqca uzun bir prosesdir. Onu ətraflı surətdə təsvir etmək çox çətindir.

İlkin planet topaları çoxsaylı planet cisimlərinin mürəkkəb sistemini əks etdirir. Onlar müxtəlif kütlələrə malik olub, fərqli sürətlərlə hərəkət edir. Günəşdən müəyyən məsafədə yerləşən bütün cisimlərin orbit üzrə fırlanmalarına baxmayaraq, onların təsadüfi istiqamətlərdə hərəkət etməsi üçün məxsusi sürətləri vardır. İlkin planet dumanlığında çoxsaylı zərrəciklər və cisimlər həmişə çox olub. Aralıq ölçüdə olan cisimlərin miqdarı isə azlıq təşkil edir. Ay və Mars ilə müqayisə olunan böyük cisimlər isə lap az idi.

Dumanlığın təkamülü, bəzi böyük cisimlərdə bütün planet maddəsinin əsas kütləsinin yığılması ilə nəticələnir. Bu qanunauyğunluğun saxlanması indiyədək davam edir. Planetin birləşmiş kütləsi bütün kiçik cisimlərin ümumi kütləsindən xeyli çoxdur. Planetin birləşmiş kütləsi bütün kiçik cisimlərin – peyklərin, asteroidlərin, kometa və toz zərrəciklərinin ümumi kütləsindən xeyli artıqdır.

İri cisimlər öz qravitasiya təsiri ilə daşlı-buzlu planet zərrəciklərinin xaotik sürətlərini tədricən artırır. Hər dəfə iki cismin bir-birinə yaxınlaşması onların Günəşətrafı orbit üzrə hərəkətinin xarakterində dəyişiklik yaradır. Adətən, orbitlər həddən artıq dartılmış və mərkəzi müstəviyə yönəlmiş olur. Beləliklə, bu mərhələdə sistem olduqca nazik müstəvi diskdən olduqca qalın müstəvi diskə çevrilərək yırğalanır. Burada cismin kütləsi nə qədər az olarsa, bir o qədər də böyük xaotik sürət əldə edə bilər və ya əksinə.

Cismin kütləsi olduqca qeyri-müntəzəm artır. Orbitləri kəsişən cisimlər içərisində kütləsi ən böyük olanı üstünlüyə malikdir və onda planet nüvəsinin olması ehtimalı böyükdür.

Toqquşmaların rolunu asteroidlərin indiki zolağının timsalında izah etmək olar. Toqquşmanın təsiri müxtəlif cisimlərdə fərqlidir. Hal-hazırda asteroidlərin xaotik sürəti təxminən 5 km/san təşkil edir. Onlar kiçik zərrəciklərlə də həmin sürətlə toqquşur. Cisim asteroidin səthinə düşərkən ayrılan zərbə enerjisi çox böyük olur. Bu zaman həm düşən cisim, həm də asteroidin bir hissəsi dağıla bilər. Zərbə krateri əmələ gəlir və tullantıları 100 m/san sürətilə ətrafa səpələnir. Kifayət qədər cazibə qüvvəsi olduqda uçub dağılan maddələr yenidən asteroidin səthinə düşür.

Bütün asteroidlər indiki zolaqlarında toqquşarkən kütləsini itirir. Lakin bəzən ən böyükləri (radiusu 200 km-dən böyük) ən yaxşı halda kütlələrini qoruyub saxlaya bilir. Eyni ilə planet zərrəcikləri toqquşarkən onlardan yalnız ən böyüyünün artmaq ehtimalı var.

PLANETLƏRİN FORMALAŞMASININ SON MƏRHƏLƏSİ

Günəş sisteminin daxili hissələri Yer qrupuna daxil olan planetlərdən – Merkuri, Venera, Yer və Marsdan əmələ gəlmişdir. Bu planetlərin tərkibi təsdiq edir ki, onların ölçüləri yüngül qazlar olmadan, tərkibi müxtəlif miqdarda dəmir və başqa metallarla zəngin olan daşlı zərrəciklərin və cisimlərin hesabına artır.

Toqquşmalarda cismin böyüməsinin əsas şərti – başlanğıc mərhələdə onların

nisbi sürətləri nisbətinin aşağı olmasıdır. Cismin ölçülərinin bir kilometrə çatması üçün xaotik sürət 1 m/san-dən kiçik olmalıdır. Əgər xaricdən güclü təsir olmazsa, bu mümkündür. Yer qrupundan olan planetlərin böyümə zolağında təsirlər zəif idi, yalnız Mars zonasında Yupiter təsir edərək, onun kütləsini azaldır, böyüməsini tormozlayırdı. Asteroidlər zolağında isə, əksinə, qonşu, nəhəng planet olan Yupiterin həyəcanlaşdırıcı təsiri həmişə müşahidə olunurdu. Planetdə, planet maddələrinin birləşməsi mərhələsi və onların böyüməsi 100 mln ildən çox davam etmişdir.

Yer planeti zonasında qazların *dissipasiyası* (səpilməsi) dövrünün davam etməsi 10 mln ildən çox çəkməmişdi. Qaz, əsasən, Günəş küləyi vasitəsi ilə çıxarılırdı. Burada əsas rolu Günəş səthindən saniyədə yüzlərlə kilometr sürətlə tullanılan yüklü zərrəciklər (proton və elektronlar) oynayırdı.

Günəş küləyi təkcə yer qrupundan olan planetlərin sahəsinin deyil, həmçinin, planetlər sistemini olduqca uzaq fəzasını qazlardan təmizləyir. Lakin nəhəng planetlər olan Yupiter və Saturn vaxtından əvvəl özündə həddindən artıq çox maddə toplaya bilib, onların kütləsi bütün planetlərin cəmi kütləsindən çoxdur.

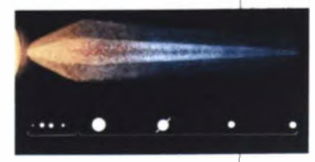
Necə olub ki, nəhəng planetlər formalaşıb? Onların nüvəsi iki yolla yarana bilərdi: ilkin planet diskində qaz kütlələrinin dayanıqsız qravitasiyası vasitəsilə və ya nüvəsi böyük olan planet zərrəciklərinin qaz atmosferini zəbt etməsi ilə.

Birinci halda ilkin planet dumanlığının kütləsi Günəş kütləsinin böyük hissəsini təşkil edir, nəhəng planetlərin kimyəvi tərkibi isə Günəşin tərkibinə uyğun gəlməlidir. Bunlardan heç biri faktlara uyğun gəlmir. Axırıncı illərin tədqiqatı göstərdi ki, Yupiter və Saturnun nüvəsində hidrogen və heliumdan ağır elementlər mövcuddur. Bu da planet kütləsinin ən azı 5-6%-ni təşkil edir. Kimyəvi elementlərin Günəşdəki miqdarı ilə müqayisədə bu olduqca çoxdur. Deməli, ən ehtimallı ikinci yoldur (yer qrupu planetlərində olduğu kimi), əvvəlcə daşlı və buzlu planet zərrəciklərindən ibarət böyük kütləli ilkin nüvə əmələ gəldi, sonra isə hidrogen-helium örtüyü yarandı.

Maddələrin birləşməsi prosesi *akkresiya* adlanır. Kütləsi Yerin kütləsindən bir-iki dəfə çox olan cisim nəinki səthində olan qaz atmosferini tutub saxlayır, hətta onun yolunda qaz mühiti olarsa, bu zaman yeni qaz porsiyalarını da zəbt edir. Akkresiya qaz tamamilə qurtarana qədər davam edir. Bu prosesin davametmə müddəti, ilkin nüvənin əmələgəlmə mərhələsindən xeyli qısadır. Alimlərin hesablamalarına görə, Yupiterin nüvəsinin formalaşması on, Saturnun nüvəsinin formalaşması isə 100 mln illər ərzində baş verib.

Qazla əhatə olunmuş nüvə o qədər də böyük deyildir, o yalnız tarazlıqda olan atmosferin kiçik bir hissəsini özünə birləşdirir. Lakin bəzi böhranlı kütlələrdə (2-3 Yer kütləsi) qaz artan sürətlə cismin üzərinə düşməyə başlayaraq, onun kütləsini güclü surətdə böyüdür. Ən güclü akkresiya mərhələsində Yupiter özünün qravitasiya sahəsindəki qazları udaraq, cəmi bir neçə yüz il ərzində kütləsini 50 Yer kütləsindən çox artırmışdır. Sonra isə akkresiyanın sürəti aşağı düşmüşdür. Belə ki, qazlar artıq planetin səthinə diskin olduqca uzaq zonasından zəif diffuziya yolu ilə düşmüşdür. Yupiter eyni zamanda daşlı-buzlu bərk hissəciklərin də hesabına böyüməsini davam etdirir. Bu hissəciklər, çox güman ki, Yupiterin təsir sahəsinə ya asteroid və Mars zonasından, ya da Günəş sistemi tərəfindən tullanılmışdır.

Yupiterin orbitindən Günəş sistemini tərk etmək üçün bərk cisimlərə cəmi



Formalaşma şəraiti müxtəlif olan iki planet qrupu Günəşdən uzaqlaşdıqca qaz-toz diskinin qeyri-şəffaflığı artır və temperaturu aşağı düşür.

18 km/san sürət kifayətdir. Lakin Yupiterin radiusunun bir neçə misli qədər olan məsafədə onu tərk edən cisimlərin sürəti saniyədə onlarca kilometr ola bilər.

Saturn da bu minvalla formalaşmışdır. Lakin onun nüvəsi sürətlə böyüməmişdir və böhran kütləsinə gec gəlib çatmışdır. Bu müddət ərzində Günəş küləyinin təsiri ilə qazların miqdarı Yupiter zonasında onun akkresiyası başlanana qədər olduğuna nisbətən azalmışdı. Elə buna görə də Yupiterlə müqayisədə, Saturnda, kondensasiya olunmuş maddələr bir neçə dəfə çoxdur və kimyəvi tərkibcə Günəşdən olduqca fərqlənir.

Uran və Neptun bir az da gec formalaşmış, xarici zonasında isə qazlar daha tez dağılmışdı. Bu planetlər böhran kütləsinə çatanda isə qazlar, demək olar ki, artıq onların zonasında qalmamışdı. Ona görə də, Uranda helium və hidrogenin miqdarı onun kütləsinin təxminən 10%-ni təşkil edir, Neptunda isə onların miqdarı bir az da azdır. Bu cisimlərin əsas tərkib hissəsi su, metan və ammonyakdan, habelə ağır elementlərin oksidlərindən ibarətdir. Qazlar isə planetin atmosferindədir.

Nəhəng planetlərin əmələ gəlməsinin ikipilləli nüvənin kondensasiya olunmuş maddələrdən formalaşması və bu nüvəyə qazların akkresiyası sxemi faktlarla təsdiq edilmişdir. Birincisi, aydın olmuşdur ki, Yupiter və Saturnun indiki kütləsi, həmçinin Uran və Neptunun kütləsi atmosfersiz bir-birinə bərabərdir. Günəşdən uzaqlaşdıqca qazların – hidrogen və heliumun – payı qanunauyğun surətdə azalır. İkincisi, nəhəng planetlərin ilkin tarixində onların peykləri və halqaları kimi maddi sübutları vardır. Qazların planetə akkresiyası onların ətrafında qaz-toz diskinin əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur və sonrakı mərhələdə ondan peyklər formalaşır.

Sürətli akkresiya mərhələsində çoxlu miqdarda enerji ayrılır və planetlərin yuxarı qatları bərk qızır. Yupiter və Saturnun səthində temperatur, çox güman ki, ulduzlarda olduğu kimi, bir neçə min dərəcədir. Yupiterin diskində, planetə yaxın məsafədə, onun peyklərinin formalaşdığı yerdə temperatur su buxarlarının kondensasiya olunduğu temperaturdan yüksəkdir. Lakin olduqca uzaq məsafələrdə temperatur aşağıdır. Doğrudan da, Yupiterin yaxın peykləri İo və Avropa da daxil olmaqla, daşlı maddələrdən təşkil olunmuş, ancaq daha çox uzaqlaşmış Qanimed və Kallisto peyklərinin yarısı isə su buzlarından ibarətdir. Saturnun diskində temperatur aşağı olub, ona görə də buzlar bütün məsafələrdə kondensasiya edilib (Saturnun peykləri və ona yaxın bütün peyklər buzludur).

ASTEROİD VƏ KOMETALARIN ƏMƏLƏ GƏLMƏSİ

Günəşdən 2-4 a.v. məsafəsində olan bütün asteroidlərin ümumi kütləsi Ayın kütləsindən böyük deyildir. Əgər maddələr ilkin planet diskində kifayət qədər bərabər paylanmış olsaydı, o zaman başlanğıcda asteroid zonasında indikinə nisbətən 100-1000 dəfə çox maddə toplanmış olardı.

Asteroidlər qurşağı yaranması baş tutmamış planetdir. Bunu ilk dəfə O.Y.Şmidt belə adlandırmışdır. Onun fərziyyəsinə görə, planetlərin akkumulyasiyası prosesinə qonşu, nəhəng Yupiter mane olub. Bu gün isə artıq elmə məlumdur ki, vəziyyət tamamilə mürəkkəb imiş.

Asteroidlərin yüksək xaotik sürəti (5 km/san), hətta uzun zaman intervalında belə, Yupiterin indiki təsiri ilə yarana bilməzdi. Asteroidlərin özləri isə bunu etmək iqtidarında deyildir, qravitasiya həyəcanlanmaları isə bunun üçün olduqca azdır. Deməli, yüksək xaotik sürətlərin, eyni zamanda asteroidlər qurşağının dağılması səbəbini keçmişdə – planetlərin akkumulyasiyası prosesində axtarmaq lazımdır. Burada

PLANETLƏRİN PEYKLƏRİ NECƏ YARANMIŞDIR

Müasir kosmoqoniya elmində planetlərin və onların peyklərinin əmələ gəlməsinə yanaşı baş verən proses kimi baxılır. O.Y.Şmidt yazırdı: "Planetlərin əmələ gəlməsi zamanı zərrəciklərin planetlərin iri nüvələri ilə yaxınlaşması prosesində onların bəziləri toqquşarkən sürətini o qədər itirirdi ki, ümumi yığından qopur və planetin ətrafında fırlanmağa başlayırdı. Beləliklə, planet nüvəsi ətrafında yığın – elliptik orbit üzrə fırlanan zərrəciklər topası da eyni zamanda digərləri ilə toqquşaraq, orbitlərini dəyişir. Bu zaman zərrəciklərin əksəriyyəti yeni yaranmaqda olan planetin üzərinə düşəcək, onunla birləşəcək, onların bir hissəsi isə planetətrafı topa əmələ gətirəcək və müstəqil nüvələr – planetlərin gələcək peykləri şəklində birləşəcəkdir..."

Bu ideyanın inkişafı göstərdi ki, planetlərin əmələ gəlməsi prosesində onların ətrafında zərrəciklər topasının yaranması labüddür. Bu zaman belə bir sual ortaya çıxır: bu və ya digər planet tərəfindən nə qədər kütlə cəzb olunur (planetin kütləsi böyük olduqca cəzb olunan zərrəciklər kütləsi də çox olur) və həmin planet ətrafında nə qədər peyk əmələ gələ bilər.

Peyk sistemlərinin təkamülündə qabarma-çəkilmə hadisəsi mühüm rol oynayır. Günəş qabarmaları ona yaxın olan planetlərin – Merkuri və Veneranın fırlanma hərəkətini tormozlamış, bu planetlər isə öz peyklərinə təsir edərək, onların fırlanma sürətini yavaşıtmışdır. Bu zaman peyklər tədricən planetlərə yaxınlaşmalı və onların səthinə düşməli idi. Ay isə, əksinə, Yerin sürətlə fırlanması nəticəsində yaranan qabarma və çəkilmələrin təsiri ilə bizim planetdən uzaqlaşır.

Ay özü Yer ətrafında böyük kütləli yığından yarana bilərdi. Marsın peykləri isə çox kiçikdir və öz xassələrinə görə asteroidləri xatırladır. Çox güman ki, onlar Mars zonasına tərəf uçan asteroid zolağındakı cisimlərin toqquşmasının məhsuludur. Deməli, Yer qrupuna daxil olan planetin peykləri olduqca fərqlidir, ona görə də onların hər birini ayrı-ayrılıqda öyrənmək lazımdır. Nəhəng planetlərin peykləri isə, əksinə, çoxdur və onlar ümumi kosmoqonik ideyaların yoxlanması üçün zəngin material verir.

Şmidtin sxeminə əsasən, nəhəng planetlərin və onların peyklərinin əmələ gəldiyi zonalarda bərk maddə üzərində üstünlüyə malik qazın da olduğunu nəzərə almaq lazımdır. Planetin ətrafında bərk cisim topaları ilə birlikdə akkresiya diskini əmələ gətirən qaz-toz dumanlığı da olmalıdır. Peyklər tozlu subdisklərdən formalaşmışdır. Qaz zərrəciklərini birləşdirmək üçün peyklərin kütləsi həddən artıq kiçik olduğuna görə onlarda qaz komponentləri iştirak etmir.

Planetlərin ətrafındakı diskdə peyklərin akkumulyasiyası planetlərin yaranmasının bir çox əlamətlərini təkrarlayırdı – peyklər ətrafında yarandığı planetlə, demək olar, ana planetin ekvatoruna uyğun gələn eyni bir müstəvidə və eyni istiqamətdə hərəkət edir; planetdən uzaqlaşdıqca orbitlər arasında məsafə qanunauyğun surətdə artır. Yupiter sistemində əvvəllər diskin qızdığı açıq-aşkar izlənilir, bu isə ona yaxın olan peyklərin – Amaltey, İo və Avropanın daşlardan ibarət tərkibdə olmasını təmin edir. Beləliklə, bütün bunlar artıb-böyüyən Yupiteri "kiçik Günəşə" oxşatmağa imkan verir.

Lakin peyk sistemlərinin və planetlər sisteminin analogiyası tam ola bilməz, çünki planetlərin yaxınlığında baş verən bütün proseslər bir çox cəhətdən hələ Günəşdən də asılıdır. Peyk sistemlərinin ölçüləri planetlər arasındakı məsafələrdən on və yüz dəfələrlə kiçikdir, buna uyğun olaraq onlarda baş verən proseslərin davametmə müddəti xeyli qısadır. Saturnun bəzi yaxın peykləri (Mimos, Enselad və b.) sistemin formalaşdığı dövrdə böyüyə, planetəqədərki cisimlər tərəfindən bombalanaraq dağıdıla və öz orbitlərində yenidən akkumulyasiya oluna bilərdi. Uzaq peyklər güclü meyilliyə malik, adətən uzunsov, ya da hətta, tərs orbitlər üzrə fırlanan və Günəşin olduqca güclü qravitasiya sarsıntılarının təsiri altında olur ki, planet ətrafında, demək olar, hər dövrədə onların orbitləri öz parametrlərini dəyişir. Bu peyklər, disklərdə müntəzəm surətdə əmələ gələn peyklərdən fərqli olaraq, planetlərin həndəvərinə uçub gəlmiş asteroidlərin toqquşması zamanı nəhəng planetlər tərəfindən zəbt oluna bilərdi (məsələn, Yupiterin iki qrup uzaq peykləri).

Bəzi sistemlərdə çox güclü toqquşmaların izləri aşkara çıxarılır: Uran planetinin fırlanma oxunun ekliptika müstəvisinə son dərəcə kiçik meyilliyi, onun bütün peykləri və halqaları orbitlərinin istiqamətlərinə təsir göstərir. Tritonun öz oxu ətrafında Neptuna nəzərən əks-istiqamətdə fırlanması, peyklərin səthlərinin "Voyacer" və "Qaliley" aparatlarının köməyi ilə alınmış fotoşəkilləri bu cisimlərin təkamülü haqqında qiymətli məlumat verib. Onu istər tektonik fəallıq təzahürləri ilə, istərsə də çoxsaylı toqquşmaların izləri – kraterlər ilə bol olan relyefin tarixi üzrə öyrənirlər. Kraterlərin statistikası isə peyk səthlərinin geoloji yaşını təyin etməyə imkan verir.

OLMAYAN PLANET HAQQINDA

XIX əsrdə belə bir populyar nəzəriyyə mövcud idi ki, asteroidlər, hipotetik Faeton planetinin parçalanması nəticəsində əmələ gəlmişdir. Asteroidlərin bir hissəsi, doğrudan da, daha iri cisimlərin dağılması nəticəsində yaranmışdır. Astronomlar oxşar orbitlərə malik çoxlu asteroid ailəsini tədqiq ediblər. Bu ailələrin hərəsinin daha iri cisimlərin (en kəsikləri təxminən 100 km) dağılması nəticəsində əmələ gəlmiş onlarca üzvü vardır. Asteroidlərin hansı ailəyə mənsubiyyəti təkcə onların orbitlərinin xassələri ilə deyil, həm də bir-birindən əsaslı surətdə fərqlənən kimyəvi tərkibləri ilə müəyyən olunur. Bütün bunlar göstərir ki, Faeton adlı vahid planet heç vaxt mövcud olmamışdır. Parçalananda bütün asteroid tiplərini əmələ gətirən planet cismini təsəvvür etmək mümkün deyil; planeti partlatmaq qabiliyyətinə malik olan qüvvələr hələ ki elmə məlum deyildir; asteroidlərin hərəkət qanunları onların eyni bir cisimdən yaranması haqqında fikirlərlə ziddiyyət təşkil edir.



Yan Oort – Günəş sistemini əhatə edən kometa dumanlığına adı verilmiş görkəmli Niderland astronomu.

bir sualın cavabı gizlənir: nəyə görə Yupiterin böyüməsi Günəşə olduqca yaxın olan planetlərin əmələ gəlməsini qabaqlaya bilmişdir.

Eyni sıxlıqda kondensasiya olunmuş maddələr planetin "qidalanma" zonasında nə qədər tez formalaşarsa, onun Günəş ətrafında dövretmə periodu bir o qədər qısa olar. Asteroidlərdə bu period 3-6, Yupiterdə isə təxminən 12 il intervalındadır. İlkin planetlərin diskinin bütün modellərində Günəşdən olan məsafə artdıqca sıxlıq azalır. Onda Yupiterin üstünlüyünü necə izah etmək olar?

Alimlər sübut ediblər ki, asteroidlər zonasının hüdudlarında uçucu maddələr qaz halında iştirak edib, Yupiterə qədər olan məsafədə isə kondensasiya olunmuş su buxarları sərhədləri keçirdi. Bu isə ilkin planet cisminin Yupiter zonasında böyüməsini sürətləndirdi, qravitasiya dayanıqsızlığı daha tez aşkara çıxdı, asteroid zonasına nisbətən sıxlığın artması baş verdi, əsasən, buzlar, onların çevrildiyi bərk cisimlər bir az sürətlə böyüdü.

Günəş ətrafındakı fırlanma periodu Yupiterin fırlanma perioduna bərabər olan asteroidlərə Yupiterin qravitasiya təsiri olduqca güclüdür. Onların orbitləri dartılmış vəziyyətdə olur, Marsın və hətta Yerin orbitləri ilə kəsişə bilər. Onların qəlpələri yerə düşən meteoritlərdir. Meteorit maddələrinin tərkibi sübut edir ki, asteroidlər ayrıca bir cisim kimi 4,6 mlrd il əvvəl, yəni təxminən planetlərin yarandığı dövrdə əmələ gəlmişdir.

Kometalar radiusu 5-10 km olan kiçik cisimdir. Onlar, əsasən, uçucu maddələrlə birləşən su buzlarından ibarət olub, çox aşağı temperaturlarda kondensasiya olunmaq qabiliyyətinə malikdir.

Kometaların əmələ gəlməsi iki variantda nəzərdən keçirilmişdir: ulduzlararası fəzada və Günəş sisteminin periferiyasında. Kometaların orbiti parabola deyil, böyük yarımoxu 100 min astronomik vahid tərtibində olan dartılmış ellipsə daha çox oxşayır (orbitləri kiçik olan qısa periodlu kometalardan başqa). Ona görə də kometalar Günəş sisteminə daxildir.

Müasir təsəvvürlərə görə, kometalar nəhəng planetlərin əmələ gəlməsində əlavə məhsul rolunu oynayır. Bunlar daşlı-buzlu ilkin planet zərrəcikləri olub, Yupiter, Saturn, Uran və Neptun planetlərinin formalaşdığı dövrdə bizim sistemin uzaq periferiyasına tullanmışdır. Kometalar orada genişlənmiş nəhəng dumanlıq əmələ gətirir ki, buna Oort dumanlığı deyilir.

YERİN BAŞLANĞIC VƏZİYYƏTİ

Yerin geoloji təkamülünün başlanğıcı onun əmələ gəlməsi prosesi ilə sıx əlaqədardır. Hələ XX əsrin əvvəllərindəki təsəvvürlərə görə, bizim planet yanar mayedən əmələ gəlmişdir. Əgər belə olsaydı, onda kimyəvi tərkibə görə təbəqələşmə gedərdi və Yer "tektonik ölü" vəziyyətinə düşərdi. V.İ.Vernadski və başqa məşhur alimlər bu fərziyyələrə qarşı çıxırdılar. İlkin soyuq Yer haqqında O.Y.Şmidtin konsepsiyası, məhz, Yerin indiki tektonik həyatı ilə qaynar, ərimiş başlanğıc vəziyyətdən doğan model arasında ziddiyyətlər səbəbindən yaranmışdı.

Müasir hesablamalar göstərir ki, Yer yaranarkən nə ərimiş halda, nə də soyuq olmuşdur. Qravitasiya enerjisi Yeri 40000 K-dək qızdıra bilərdi, əgər o, bir anda parçalardan vahid cisim halında toplansaydı. Lakin Yerin böyüməsinin 100 mln il davam etməsinə baxmayaraq, onun səthindəki temperatur, hətta, böyümənin ən fəal mərhələsində belə 350-400 K-ni keçməmişdi. Yerin dərin qatlarında qravitasiya enerjisinin kiçik bir hissəsi istilik enerjisinə çevrilmişdi. Akkumulyasiya prosesində olduqca iri cisimlər (radiusları yüzlərlə km-ə qədər) iştirak etməsi sayəsində Yerin dərin qatları 1000-2000 kelvinə qədər qızmışdı. Belə cisimlərin düşməsi çox iri zərbə kraterlərinin əmələ gəlməsinə səbəb olurdu, onların altında isə 1-2 min km-dək dərinlikdə yüksək temperatur sahələri yaranırdı. Hərdənbir temperatur dağ süxurlarının ərimə nöqtəsinə çatırdı. Bu zaman onlar tərkibinə görə ayrılırdı: ağır elementlər (dəmir və başqa metallar) mərkəzə enir, yüngül elementlər isə üzdə qalırdı.

Yerin dərin qatlarının əlavə qızması onun süxurlarının üst laylar tərəfindən sıxılması nəticəsində baş vermişdi.

Lakin Yerin təkinin qızmasının əsas mənbəyi radioaktiv elementlərin: uranın, toriumun və atom çəkisi 40-a yaxın olan kaliumun parçalanması zamanı ayrılan istilikdir. Bu elementlər planetin daşlı maddəsinin tərkibində az miqdarda vardır.

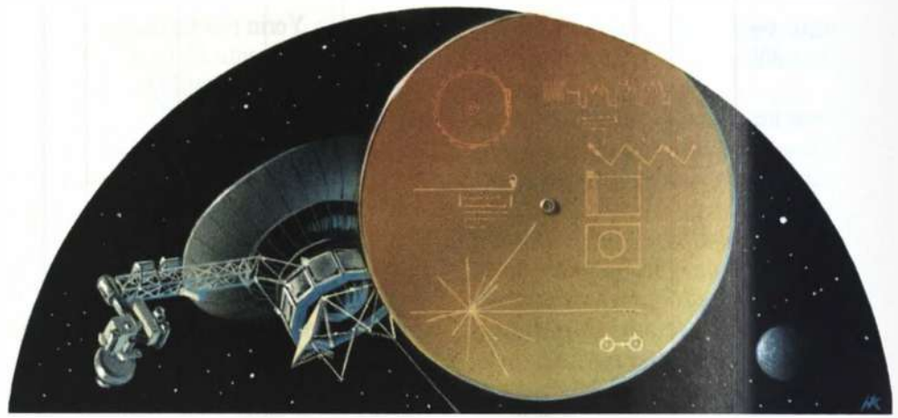
Hazırda Yerin mərkəzindəki temperatur 5000 K-nə çatır ki, bu da akkumulyasiyanın sonunda olduğundan xeyli yüksəkdir.

Yerin təkində yüksək təzyiq nəticəsində onun kütləsinin çox hissəsi bərk halda olur, yalnız dəmir nüvənin xarici oblastı ərimiş vəziyyətdədir. Yer qabığında isə vulkanik hadisələrə səbəb ola biləcək şərait yaranır. Planetin mərkəzindən səthinə doğru temperaturun azalması Yerin mantiyasında istilik konveksiyası yaradır. Mantiyanın maddəsi, əsasən, bərk olub, qeyri-bircins tərkibə malikdir. Konvektiv hərəkətlər olduqca zəif baş verir və Yer qabığının sərhədində böyük gərginliklər yaradır. Dağların əmələ gəlməsi, zəlzələlər, qitələrin və Yer qabığının bəzi hissələrinin sürüşməsi – bütün bunlar mantiyanın daxilində baş verən proseslərin nəticəsidir.

Atmosfer və hidrosfer bizim planetin dərinliklərindən tədricən ayrılmışdır, lakin su və qazlar Yer süxurlarının tərkib hissəsi olaraq qalır. Başlanğıcda, toqquşmalar zamanı uçucu birləşmələr daşlı-buzlu maddələrdən azad olmuşdur. Sonrakı mərhələlərdə isə uçucu birləşmələr süxurlarla birləşmişdir. Yerin müxtəlif laylara – dəmir nüvəyə, silikat mantiyaya və vulkan nəticəsində püskürülmüş süxurlara bölünməsi hələ akkumulyasiya dövründə başlanmış və planetin bütün bioloji tarixi ərzində davam edir.

Hal-hazırda kosmik aparatların köməyi ilə alınmış müşahidə materiallarına əsasən, təkcə Yerin deyil, həm də başqa planetlərin və onların peyklərinin geoloji tarixini öyrənmək mümkündür.





ULDUZLAR VƏ İNSANLAR

Bu fəsildə iki məsələyə həsr olunmuş məqalələr toplanıb: bizim həyatımıza kosmos necə təsir edir və görəsən, bu sonsuz Kainatda, müxtəlif həyat formalarına malik, o cümlədən düşünən varlığı olan, Yerə oxşar başqa planetlər də varmı? Olduqca uzaq olan iki mövzu ona görə bizim müzakirəmizə verilmişdir ki, bunlar elm sahəsinin "sərhədləridir". Lakin mətbuatda tez-tez bu mövzulara həsr olunmuş, yoxlanılmamış və yaxud, sadəcə, saxtalaşdırılmış məlumatlara rast gəlmək olur.

Burada biz astrologiya haqqında danışacağıq. Bu təlim bizə olduqca qədim zamanlardan gəlib çatmışdır. Lakin astrologiyaya olduqca böyük maraq göstərildiyinə baxmayaraq, onun müddəaları birmənalı deyildir, nəticələri isə çox çətinliklə yoxlanılır. Astrologiyanın əsasını nə təşkil edir? İnsanların həyatında baş verən mühüm və əhəmiyyətsiz hadisələri səma cisimləri ilə təyin etməyə çalışan köhnə, qədim inanclarmı? Bəlkə, elmə məlum olmayan, planetlər vasitəsilə insanların taleyinə və həyatına təsir edən qüvvələr və sahələr? Yaxud da tarixi ənənələrdən gələn, sehrli astronomik çərçivəyə salınmış psixikamızın bulmacaları və insan intuisiyasının mexanizmi? Ya da bütün bunların hamısı birlikdəmi? Bu suallara hər kəs öz cavabını axtarır.

Lakin astronomların əksəriyyəti astrologiyaya olduqca şübhə ilə yanaşır. Buna baxmayaraq, hamı tərəfindən qəbul olunmuş faktdır ki, Günəşdə baş verən proseslər təbiətə və heyvanlar aləminə, sağlam və xəstə insanların həyatına təsir edir. Yer öz keçmişi, bu günü və gələcəyi ilə, həqiqətən də, kosmosla bağlıdır. Baxın, bizim planet nə qədər qiymətlidir və onda nələr baş verir. Bu fəsildə siz başqa ulduzlarda planetlərin axtarılması haqqında məlumatları, həmçinin müşahidəsi mümkün olan məsafədə yerləşən başqa sivilizasiyalardan gələn siqnalları tutmaq, onlarla əlaqə yaratmaq cəhdləri barədə məlumatlar əldə edəcəksiniz. Bütün bu suallar fantastik ədəbiyyatın səhifələrindən müxtəlif ölkələrdə aparılan elmi tədqiqatlar sahəsinə "adlamışdır".

Axtarışlar davam edir.

ASTROLOGİYA

"Hər şeyi səma idarə edir".
Uilyam Şekspir. "Hamlet"

"Horoskop yalnız sxemdir, yolu isə biz özümüz seçirik".
Samanta Devis, Amerika psixoloqu

II-III minillik ərəfəsi. Astrologiyanın şöhrəti çox böyükdür: qəzet və jurnallar astroloji proqnozlar çap edir, çoxlu astroloji ədəbiyyat çıxır, astroloqlar horoskopları hesablamaq üçün xüsusi kompüter proqramlarından istifadə edirlər, bir çox biznesmenlərin və siyasi xadimlərin şəxsi astroloqları var. Astrologiya haqqında fikirlər rəngarəng və müxtəlifdir. Onu elm, incəsənət, cadu, falabaxma və nəhayət, fırıldaqçılıq adlandırırlar. Maraqlısı odur ki, qəzetlərdəki astroloji proqnozlardan istifadə edənlərin də, onların həqiqiliyini qəti inkar edənlərin də əksəriyyəti astrologiya haqqında olduqca dumanlı, bəzən də tamamilə yanlış təsəvvürə malik olur.

Çox zaman (və daha düzgün olaraq) Avropa astroloji ənənəsini astrologiya adlandırırlar. "Astrologiya" yunan sözüdür ("astron" – ulduz, "loqos" – təlim) ulduzlar haqqında təlim deməkdir.

ASTROLOGİYANIN "ŞƏCƏRƏSİ"

E.ə. III minilliyin sonu – II minilliyin əvvəlində ən qədim sivilizasiyalardan birinin vətəni olan Mesopotamiyada ilk astrologiya – "əlamətlər astrologiyası" meydana çıxdı. Mesopotamiyada yaşayan şumerlər və akkadlar göy cisimlərinə: Veneraya (İştar), Aya (Sin) və Göyün özünə (Anu) sitayiş edirdilər. Onlar hesab edirdilər ki, allahlar onlara gələcək hadisələrdən xəbər vermək üçün əlamətlər göndərirlər. Əlamətlər astrologiyasının məqsədi göydəki əlamətləri müşahidə etmək və izahını vermək idi.

E.ə. II minillikdə Mesopotamiyada mixi xətli gil lövhəciklər külliyyatı – "Enuma Anu Enlil" yaradılmışdı. Lövhələrdə səma hadisələrinin 7 minə yaxın yozması var idi. Məsələn: "Əgər Ay nisan ayının birinci günündə çıxmışdırsa və şimal küləyi əsmişdirsə, Akkad çarı əmin-amanlıqda olacaqdır"; "Əgər Venera doğduqda onunla qırmızı ulduz birləşərsə, çarın oğlu taxt-tacı ələ keçirəcəkdir".

Kahinlər səmada adi halda müşahidə edilməsi mümkün olan astronomik və meteoroloji hadisələrdə əlamətlər axtarırdılar. Bu əlamətlər yalnız "dövlət işlərinə" – çara və onun yaxınlarına, bütövlükdə ölkəyə aid idi.

E.ə. I minilliyin ortalarında babillərdə əlamətlər astrologiyasından bütövlükdə fərqlənən yeni astrologiya meydana gəldi. O nəzəri xarakter daşıyırdı. O vaxta qədər səma cisimlərinin hərəkətini keçmişdə, indi və gələcəkdə müxtəlif anlarda müəyyənləşdirən nəzəriyyə yarandı. Babil astroloqları ilk dəfə horoskoplar tərtib etməyə başladılar. "Horoskop" sözü (*yun.* xoroskopos – "zamanı müşahidə edən") astrologiyada bir neçə mənaya malikdir. Onun əsas mənası müəyyən anda planet və ulduzların qarşılıqlı yerləşməsinin xüsusi xəritəsi deməkdir. Astrologiyanın horoskoplarında artıq meteoroloji hadisələr və Ayın rəngi misalında qabaqcadan hesablana bilməyəcək hadisələr nəzərə alınmırdı. Horoskopu artıq istənilən insan üçün sifariş və tərtib etmək mümkün idi, onun yozumları isə "Enuma Anu Enlil"dən fərqlənirdi.

Qız bürcünün qədim zodiak təsviri.



KRAL VƏ ASTROLOQ

Sərt və məkrli fransız kralı XI Lüdovikin (1461-1483-cü illər) astroloqu haqqında maraqlı əhvalat danışırlar. Bu astroloq, bədbəxtlikdən, kralın bir sevimli qadınının ölümünü əvvəlcədən demişdi. O, həqiqətən, öldükdən sonra kral astroloqu çağırmağı buyurdu və öz cəlladlarına onun işarəsi ilə öncəgörəni aparıb edam etməyə hazır olmağı əmr etdi. Astroloq gəldi və kral ondan soruşdu: "Sən, deməli, özünü o qədər mahir hesab edirsən ki, başqalarının taleyini çox yaxşı bilirsən; tez ol, de görək, sənin özünün ölümünə nə qədər qalıb?"

Astroloq tələyə düşdüyünü anladı. Özünü itirmədən o, ehmalca cavab verdi: "Əlahəzrət! Ulduzlar mənə deyib ki, mən Sizin ölümünüzə üç gün qalmış öləcəyəm". Bu cür gözlənilməz cavabdan qorxmuş mövhumatçı kral nəinki edamı təxirə saldı, hətta hər vasitə ilə astroloqun sağlamlığının və təhlükəsizliyinin qayğısına qaldı.

Heç kəsə məlum deyil, bu astroloq nə vaxt öldü və onun söylədikləri doğru çıxdımı, lakin hiyləgərliyi onun canını qurtardı.

Ulduzlar haqqında təlim e.ə. III əsrdən bizim eranın III əsrinə qədər olan dövrdə yunan aləmində daha da inkişaf etdirildi. Yunan astroloqları babillərdən Zodiak işarələrini, horoskopun qurulması sistemini və bir çox başqa şeyləri götürdülər. Lakin bu bünövrənin üzərində onlar tamamilə yeni təlim yaratdılar. Yunan astrologiyası riyaziyyat və fəlsəfədən ayrılmazdır. Müasir dövrdə astrologiyaya aid bir çox kitablar, antik ənənəyə müvafiq olaraq, eyni zamanda fəlsəfi və psixoloji əsərlərdir.



Ərəb Zodiakı.

E.ə. III-II əsrlərdə Hermes Trismegist (*yun.* Trismegistos – "üçqat böyük") adı ilə tarixə daxil olan məşhur "Zümrüd lövhə" traktatını yazdı. Bu traktatdan aşağıdakı sözlər yunan astrologiyasının əsas ideyasını ifadə edir: "Həqiqətən. Şübhəsiz. Doğrudan. Aşağıda yerləşən yuxarıda yerləşənə və əksinə, yuxarıda yerləşən aşağıda yerləşənə vəhdətin möcüzəsi naminə uyğundur". Yunanıstan filosofları və astronomları hesab edirdilər ki, Kainat və insan ayrılmaz vəhdət təşkil edirlər və yerdə baş verən hər şey göy cisimlərinin hərəkətinə "uyğundur" və onunla bağlıdır. Eramızın II əsrində yunan astronomu və filosofu Klavdi Ptolemey uzun əsrlər boyu çox nüfuzlu sayılan dünyəvi və fərdi astrologiya haqqında fundamental əsərini – "Tetrabiblos"u ("Dörd kitab") yaratdı.

I minilliyin əvvəlində yunan astrologiyası Yaxın, Orta və Uzaq Şərq ölkələrinə, Hindistana, İrana gəlib çatdı. Daha sonra o, müsəlman ölkələrinə böyük təsir göstərdi. Bunun nəticəsi kimi, müasir astrologiyaya təkcə yunan ənənəsi deyil, eyni zamanda, müxtəlif Şərq metodları və anlamları daxildir.

Hind və Çin astrologiyaları (sonuncunu çox zaman Şərq horoskopu adlandırırlar) hal-hazırda Avropa astrologiyasından ayrılmış, sərbəst mövcuddur və məğzinə görə ondan fərqlənir. Yeri gəlmişkən, XX əsrdə yayılmış druid horoskopu astrologiya ilə əlaqəli deyil.

Roma imperiyası dövründə astrologiya öz mövqeyini itirməyə, bir sıra imperatorlarsa hətta astroloqları təqib və sürgün etməyə başladılar. Eramızın IV əsrində antik astrologiya tənəzzül zolağını yaşadı: güclənmiş Xristian Kilsəsi ona qarşı çıxış etdi. O zamankı Kilsənin fikrincə, astroloqlar və astronomlar caduya yaxın bir işlə məşğul olurdular. Lakin tezliklə vəziyyət dəyişdi. Orta əsrlərdə astrologiya bütün Avropada yayıldı, XIV-XVI əsrlərdə onun çiçəklənmə dövrü başlandı. Qədim zamanlarda olduğu kimi, astroloqlar hökmdarların yanında məsləhətçi kimi işləyirdilər, bir çox din xadimləri onların xidmətlərindən istifadə edirdilər.

* * *

XVII əsrə qədər astrologiya və astronomiya ayrılmaz şəkildə inkişaf etdi. XV əsrə qədər "astroloq" sözü həm astroloq, həm də astronom demək idi. Ciddi desək, astrologiya astronomiyanın beşiyidir, hərçənd bir çox astronomlara indi bunu dərk etmək xoş deyil. Zaman keçdikcə bu təlimlər bir-birindən daha da uzaqlaşdı. Müasir astrologiya astronomiyadan çox psixologiyaya yaxındır. Lakin astronomların kəşfləri hər zaman astroloqların biliklərini təshih edir və tamamlayırdı. Astronomlar astroloqların istifadə etdikləri efemeridləri (gələcəkdə planetlərin dəqiq yerləşməsi cədvəllərini) qismən nəzərə alırdılar. Tez-tez astroloq və astronom eyni bir şəxs olurdu. Tiho Brahe, İohann Kepler və hətta Qalileo Qaliley həm də astrologiya ilə məşğul olurdular. Almaniyada XIX əsrin I yarısına qədər astrologiyanı universitetlərdə öyrənilən fənlər sırasına daxil edirdilər.

İntibah dövründə astrologiya böhran yaşadı. O zaman horoskopları tərtib edərkən astroloqlar Ptolemey tərəfindən səma təzahürlərinin ciddi nəzəriyyəsinə çevrilən dünyanın ənənəvi geosentrik sisteminə əsaslanırdılar. Ptolemey sisteminə görə, Yer dünyanın mərkəzində yerləşirdi, səma cisimləri isə onun ətrafında fırlanırdı. Elə bil ki, bütün Kainat Yerin naminə mövcud idi. Ona görə də Kainatda, yəni dünyanın ətrafında baş verən hər şey onun mərkəzindəki – Yerdəki hadisələrdə əks olunurdu. XV əsrdə Nikolay Kopernik Yeri adi bir planetə çevirdi, Kordano Bruno isə Günəşi sonsuz çoxluqlardan biri olan ortabab ulduz səviyyəsinə endirdi. Sanki, astrologiyanın özülü silkələnmişdi. Astroloqlar astroloji praktikanı Kopernikin kəşflərinə uyğunlaşdırana qədər xeyli vaxt keçdi.



Astroloqun məsləhətxanası. Qədim fransız miniatürü.

Bundan başqa, astrologiya nəinki əvvəlki sistemdə yeni planetlərə və kəşflərə yer tapır, həm də onları qabaqcadan söyləyirdi. Dəlil-sübutlar var ki, məşhur astroloq Nostradamus Neptunun kəşfini yüz il öncədən bildirmişdi.

Müasir astroloq, əlbəttə, bilir ki, Yer Kainatın mərkəzi deyildir. Amma onu məhz bizim planetdə baş vermiş və ya baş verəcək hadisələr maraqlandırır. Buna görə də, horoskop tərtib edərkən astroloq Yeri koordinat sisteminin başlanğıcı kimi götürür və səma cisimlərinin vəziyyətlərini məhz ona münasibətdə müəyyənləşdirir. Əgər astroloq Mars sakini üçün horoskop tərtib etsəydi, o, səma cisimlərinin hərəkətini Marsa nisbətdə təyin edərdi.

Səma cisimlərinin yerləşməsinin vəziyyətlərini heyrətamiz dəqiqliklə ölçən məşhur Danimarka astronomu Tiho Brahe astrologiyaya çox ciddi həvəs göstərirdi. Astrologiyanın əleyhdarları ilə mübahisədə Brahe sual edirdi: "Əgər ulduzlu səma taleyimizi öncədən göstərmək üçün deyilsə, onda nəyə lazımdır?" 1574-cü ildə özünün Kopenhagen universitetindəki kütləvi mühazirəsində o bəyan etdi: "Kim ulduzların gücünü və təsirini inkar edirsə, o, əvvələn, ilahi müdrikliyini və tədbirliliyini lazımınca qiymətləndirmir, bundan başqa, açıq-aşkar praktik göstəricilərə qarşı çıxır. Hər bir insan ən kiçik işi belə məqsədyönlü gördüyü halda, Allah barəsində bundan axmaq fikir ola bilərmi ki, guya, o, nəhəng və heyrətamiz göy qübbəsini heç bir xeyri olmadan, məqsədsiz yaradıb".



Astroloq. R.Fluddun "Kosmik vəhdət haqqında" əsərindən illüstrasiya.

ASTROLOGİYANIN ƏSAS PRİNSİPLƏRİ

Çox vaxt elə düşünürlər ki, astroloqun işi qəhvə xıltı ilə fala baxmağa bənzəyir, lakin bu belə deyil. Onun işi horoskopların səliqəli və əziyyətli tərtib olunması və yozulmasıdır. Onların tərtibi üçün ciddi riyazi üsullar, yozulması üçünsə müəyyən qaydalar mövcuddur.

Horoskop dəqiq müəyyənləşdirilmiş vaxt üçün: ayrıca insan üçün – onun doğumunun dəqiq vaxtı, ticarət sövdələşməsi, müqavilə bağlandığı an və s. üçün tərtib edilir.

Horoskopun tərtibi xüsusi bir xəritənin qurulmasıdır. Bu xəritədə müəyyən an üçün səma cisimlərinin vəziyyətlərinin ekliptikaya dəqiq proyeksiyaları (ekliptik uzunluqlar) qeyd edilir. Xəritənin mərkəzində Yer küresi yerləşir. Səma obyektlərinin Yerə qədər məsafələri isə bu zaman nəzərə alınmır.

Horoskopda ekliptika 12 sektora – *zodiak işarələrinə* (*yun.* zodiakos kiklos – "heyvan çevrəsi") bölünmüş çevrə (360°) şəklində olur. İşarələrin adları ekliptika boyunca yerləşən bürclərin adları ilə üst-üstə düşür. Lakin bürclərdən fərqli olaraq, burada hər bir işarə düz 30°-lik yer tutur. Zodiak öz hesabını ekliptikada Günəşin yaz gecə-gündüz bərabərliyində olduğu nöqtədən başlayır. Zodiakın birinci işarəsinin – Qoç bürcünün dərəcələri bu nöqtədən hesablanır. Ardınca isə Buğa, Əkizlər, Xərçəng və s. gəlir.

Zodiak işarələri.



Hər bir səma cismi və hər bir zodiak işarəsi simvoldur. Onların köməyi ilə astrologiyada mövcud olan hər şeyi – hadisələri, cisimləri, insani keyfiyyətləri, həyat sahələrini təsvir edirlər.

Horoskopda Günəş, Ay, Merkuri, Venera, Mars, Yupiter, Saturn, Uran, Neptun və Plutonun vəziyyətləri əks olunur. Astroloqlar, ənənəyə görə, bütün bu səma cisimlərini planetlər adlandırırlar. Planetin vəziyyətini müəyyən etmək üçün efemeridlərdən – zodiak işarələrinə nisbətdə planetlərin koordinatlarını göstərən cədvəllərdən istifadə olunur. Konkret horoskopda planetin vəziyyəti haqqında danışdıqda astroloq işarənin adını çəkir və dərəcəni göstərir: məsələn, Ay Buğanın 5-ci dərəcəsindədir. Hər bir planetin hansısa bürcdə yerləşməsinin öz yozumu vardır. Bundan başqa, həm də eyni işarəyə düşən planetlərin sayı, eyni ünsür planetləri, bir xətt üzrə düzülən planetlər və s. də əhəmiyyət kəsb edir.

Tez-tez eşitmək olar: "Mən Dolçayam" və ya "mən Dolça işarəsi altında anadan olmuşam". Astroloji nöqteyi-nəzərdən bu o deməkdir ki, "mənim doğulduğum an üçün tərtib olunan horoskopda Günəş Dolça işarəsi altında yerləşir". Lakin Günəşin horoskopdakı vəziyyəti vacib olsa da, yozulan yeganə əlamət deyil. Yalnız bir xarakteristika əsasında edilmiş yozumlar və çıxarılmış nəticələr natamam hesab olunur. Tez-tez qəzetlərdə səhvən horoskop adlandırılan bürclərin həftəlik məlumatları dərc olunur. Bu cür məlumat insanın horoskopunda yalnız Günəşin vəziyyətini nəzərə alır, buna görə də hadisələrin çox hissəsi onda əks olunmur.

Planetlərdən başqa, astroloji xəritədə digər əhəmiyyətli nöqtələr qeyd olunur. Məsələn, Ay düyünləri – Ayın görünən yolunun ekliptika ilə kəsişmə nöqtələri.

Horoskopun vacib göstəricilərindən biri *assendent*, yəni xəritə tərtib olunduğu anda üfüq xəttinin şərqdə ekliptika ilə kəsişmə nöqtəsidir. O, insan şəxsiyyətinin ümumi xarakteristikasını əks etdirir. Assendent öz əhəmiyyətinə görə Günəşin horoskopdakı vəziyyəti ilə müqayisə olunandır. Horoskopda 12 bürcdən savayı, daha 12 bölmə – *evlər* var. Evlərin sistemi Yerin coğrafi enliyindən asılıdır, ilk ev assendentdir.

Planetlərin, bürclərin və evlərin qarşılıqlı təsirini anlamaq üçün belə bir müqayisədən istifadə olunur. Planet enerjidir, bürc onun ifadə formasıdır, ev isə bu enerjinin reallaşacağı mühitdir. Məsələn, əgər insanın horoskopunda Merkuri Qoç bürcündədirsə, bu, odlu, emosional nitqə, sözgüləşdirmələrə, mübahisələrə işarədir (Merkuri – nitq; Qoç – təzyiq, təcavüz, yarışma deməkdir). Əgər bu zaman Merkuri altıncı evə düşmüşdürsə, həmin insan özünü işdə, tabeliyində olanlarla bu cür aparacaqdır.

Təcrübəli astroloq həm də nisbətən parlaq olan *tərpənməz ulduzların* (astrologiyada, Günəşdən savayı, ulduzları belə adlandırırlar) da təsirini nəzərə alır. Qaydaya görə, bu təsir özünü ancaq o zaman göstərir ki, tərpənməz ulduzun vəziyyəti horoskopda planet və ya digər vacib nöqtə ilə üst-üstə düşsün.

Planetlərin təsiri onların bir-birinə nəzərən yerləşməsindən asılıdır. Zodiakın bütün çevrəsi 360°-dir. Əgər planetlər arasındakı bucaq məsafəsi (qövs) 360°-nin bölünə biləcəyi qiymətdə olarsa (180°, 120°, 90°, 72°, 60° və s.), o zaman deyirlər ki, planetlər arasında aspekt var.

Aspektlər planetlə horoskopdakı başqa vacib bir nöqtə, məsələn, assendent arasında da yarana bilər. Xəritədə aspektlər planetləri birləşdirən parçalarla göstərilir. Hazırlanmış horoskopda xətlərin ümumi şəkli də onun yozumu üçün əhəmiyyətlidir.

Horoskopların tutulması və yozumu haqqında qalın kitablar yazılmışdır. Horoskopu efemeridlərə, evlərin cədvəllərinə görə tərtib etməyi öyrənmək asandır. Onu izah etmək isə çətindir. Horoskopun yozulması kitablarda yazılan planetlər və bürclər haqqında yozumları cəmləməkdən ibarət deyil. Əsl peşəkar astroloq uzun illər boyu öyrənir və hər zaman təkmilləşir.

ZODİAK İŞARƏLƏRİ VƏ ÜNSÜRLƏR

Zodiakın 12 işarəsindən hər biri 4 ünsürdən birinə: od, torpaq, hava və suya aiddir. Belə ki, qədimlərdə hesab edirdilər ki, dünyada hər şey ilkin 4 ünsürün müəyyən nisbətdə qarışmasından "əmələ gəlmişdir". Ona görə də zodiak işarələri 3 sferaya (hərəsi 4 işarəyə) bölünmüşdür. Bu, dünyadakı hər şeyi maddi (yer), insan və səma sferasına ayıran qədim bölgüyə uyğun gəlir. Ona görə də hər ünsürü 3 işarə təmsil edir: sferaların hərəsindən bir işarə.

Sferalar	Ünsürlər			
	Od	Torpaq	Hava	Su
I	Qoç	Buğa	Əkizlər	Xərçəng
II	Şir	Qız	Tərəzi	Əqrəb
III	Oxatan	Oğlaq	Dolça	Balıq

Ünsürün xassələri sferalara (səviyyələrə) uyğun olaraq işarələrdə təzahür edir: I səviyyədə o daha "kobud", III səviyyədə isə ən "incə" olur. Məsələn, Qoçun xasiyyəti yanğına, Şirinki məşəlin alovuna, Oxatanınkı isə projektor işığına bənzəyir.

ASTROLOGİYANIN "HEROQLİFLƏRİ"

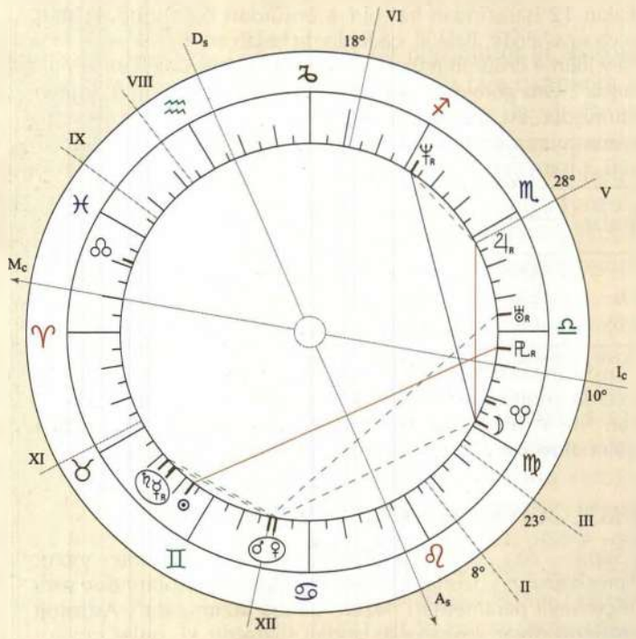
A.Y.Saplin öz "Astroloji ensiklopedik lüğət"ində yazır: "...horoskopların yozumu ona görə çətindir ki, bir-birindən asılı olan çoxsaylı parametrləri nəzərə almaq lazım gəlir". Astroloji simvolların digər xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onlar çoxyozumludur. Məhz buna görə də hərdən elə gəlir ki, müxtəlif mənbələr bürclərin müxtəlif təsvirini verir. Bəzi heroqlif növlərinin mənası onların yanında yerləşən açardan asılı olur. Astroloji simvollar da məhz bu növ heroqliflərə bənzəyir. Astrologiyada bu cür açar rolunu horoskopun tərtib edilməsinə səbəb olan hadisə oynayır.

Məsələn, işgüzar planda Merkuri informasiyaya, onun yığılmasına, bölünməsinə və ötürülməsinə, danışıqlara cavabdehdir. Şəxsin xarakteristikası üçünsə Merkuri düşüncə tərzinə və sürətinə, öyrənməyə, fikri ifadəetmə formasına və ünsiyyətə cavabdehdir. Məişət planında Merkuri insanın yoldaşları (yaxın dostları yox) haqqında informasiya daşıyır.

Bürclər də, planetlər kimi, çoxyozumludur. Məsələn, tibbi astrologiyada Buğaya aşağı çənə, boyun, burun-udlaq və qalxanabənzər vəz uyğun gəlir. Psixoloji tərəfdən isə Buğaya yalnız özünə güvənən, işləməyi və zəhməti qiymətləndirməyi bacaran, praktik, səliqəli, bolluğa can atan insan surəti uyğundur. Onun üçün inadkarlıq və mühafizəkarlıq xarakterikdir. O, gözəlliyi və rahatlığı qiymətləndirməyi bacarır. Buğa hissi həzləri xoşlayır, lakin bu gərək işə və maddi vəziyyətə zərər gətirməsin. Bu cür insan etibarlılığı xoşlayır və özü də etibarlıdır. O uzun müddət sakit qalır, nadir hallarda ürəyindəkini deyir, amma qəzəbi qorxulu olur.

Astrologiyanın ad-sanı üçün ən böyük problem odur ki, əsl peşəkar, horoskoplarla düzgün işləyən, təbiətin dərin

HOROSKOPA MİSAL



Planet		Qrad.	İşarə	☉	☽	☊	☿	♀	♂	♃	♄	♅	♆	♇
Günəş	☉	53,01	♉											△
Ay	☽	151,65	♍	98, 64°				Q		✶	Q̃		□	
Uzel	☊	338,82	♓	74, 19°	172, 83°									
Merkuri	☿	45,46	♉	7, 56°	106, 19°	66, 64°		⊥			☌			
Venera	♀	79,90	♊	26, 89°	71, 75°	101, 08°	34, 44°		☌		⊥			□
Mars	♂	77,29	♊	24, 28°	74, 36°	98, 47°	31, 83°	2, 61°				Q̃		
Yupiter	♃	208,37	♎	155, 35°	56, 71°	130, 45°	162, 91°	128, 47°	131, 08°				⚺	
Saturn	♄	43,57	♉	9, 45°	108, 08°	64, 75°	1, 89°	36, 33°	33, 72°	164, 80°				
Uran	♅	185,02	♎	132, 01°	33, 37°	153, 80°	139, 56°	105, 12°	107, 73°	23, 35°	141, 45°			
Neptun	♆	239,71	♏	173, 30°	88, 06°	99, 11°	165, 75°	159, 81°	162, 42°	31, 34°	163, 86°	54, 69°		
Pluton	♇	174,80	♍	121, 79°	23, 15°	164, 02°	129, 35°	94, 90°	97, 51°	33, 56°	131, 24°	10, 22°	64, 90°	

Cədvəldə aspektləri təyin etmək üçün vacib olan planetlərarası bucaq məsafələri verilmişdir. Horoskopda aspektlər planetləri birləşdirən rəngli xətlərlə verilmişdir.

☌ — aspekt 0° (birləşdirmə, üst-üstə düşmə),
⚺ — aspekt 30°,
⊥ — aspekt 36°,
✶ — aspekt 60° (sekstil),
Q — aspekt 72° (kvintil),
□ — aspekt 90° (kvadratura),
Q̃ — aspekt 108°,
△ — aspekt 120° (triqon, trin).

qanunlarını dərk etməyə çalışan astroloqları, məqsədi yalnız asan pul qazanmaqdan və ya nə isə sehrli bir işlə məşğul olmaqdan ibarət şarlatanlardan fərqləndirmək çox çətindir və bunun üçün heç bir obyektiv meyar yoxdur.

ASTROLOGİYANIN VƏZİFƏLƏRİ

Astrologiya şərti olaraq 2 əsas sahəyə bölünür: *dünyəvi* və *fərdi* astrologiya.

Dünyəvi astrologiya ölkələrin, xalqların, qitələrin, şəhərlərin və ya gəmilərin taleyini öyrənir. Dünyəvi astrologiyanın vəzifələrinə həm də epidemiyaların, müharibələrin, təbii fəlakətlərin əvvəlcədən bildirilməsi aiddir.

Fərdi astrologiyanın ən məşhur bölməsi *natal* (*lat.* natal – "doğuş") astrologiyadır. O, konkret insanı və onun taleyini öyrənir. Anadan olduğu an üçün tərtib olunan horoskop natal xəritə adlanır. Hal-hazırda bir çox astroloqlar peşəkar psixoloqlardır. Astrologiyanın cərəyanlarından biri – *astropsixologiya* – insana özünü anlamaq, tapmaq və qəbul etməkdə kömək edir. "Şəxsiyyətə yönəlmiş astrologiya" kitabının müəllifi Deyn Radyar hesab edir ki, "...astrologiyanın əsas məqsədi şəxsə ən yaxşı üsulla ona verilmiş imkanları tapmaqda... və reallaşdırmaqda kömək etməkdir".

Bir-birini sevən, evlənməyə və ya ciddi iş münasibətləri qurmağa hazırlaşan iki insanın qarşılıqlı münasibətlərinin perspektivlərini aydınlaşdırmaq istəyəndə onların horoskoplarının tutuşdurulması metodundan istifadə edilir. Cüt horoskopları *sinastriya* (*yun.* sin – "birlikdə", astron – "ulduz") adlandırırlar.

Tibbi astrologiya konkret insanın orqanizminin xüsusiyyətlərinin üzə çıxarılması, xəstəliklərinin profilaktikası ilə məşğul olur. *Saat* astrologiyası hər hansı fikrin, ideyanın, sualın yarandığı an üçün tərtib olunmuş xəritəni öyrənir. Astrologiyanın çoxsaylı digər bölmələri də mövcuddur.

Proqnozu tərtib etmək üçün astroloqlar *horoskopun açılması metodlarından* istifadə edirlər. Astrologiyanı tez-tez fatalizmdə günahlandırırlar. Hesab edirlər ki, astroloji proqnoz insana seçim qoymur. Astroloqlar özləri isə gələcəyin nə dərəcədə əvvəlcədən yazıldığı barədə öz aralarında mübahisə edirlər. Daha çox yayılmış nöqteyi-nəzərə görə, "ulduzlar yönləndirir, məcbur etmir". Astroloq yalnız tendensiyaya işarə edir. Bunu isə tez-tez səhvən dumanlı proqnoz kimi qəbul edirlər. Fərdi horoskopun xüsusiyyətlərini məhəccərlə müqayisə etmək olar: insanın vəzifəsi məhəccərdən yapışaraq hədəfə doğru getməkdir, ayaqlarını qıra-qıra üzərindən tullanmaq deyil. D.Radyarın fikrincə, proqnozun məqsədi "...bizə öz yolumuzda nə ilə rastlaşmağımızı demək yox, görüşü necə qarşılamağı təklif etmək və onun əsas səbəbini deməkdir. Proqnoz göstərir ki, bizim şəxsiyyət kimi formalaşmağımızın hər bir mərhələsində hansı keyfiyyətlərimiz, hansı tip güc tələb olunur. Bu müəyyən fazada insanın başına gələn hadisələri "yaxşı" və "pis" kimi qruplaşdırmaq demək deyil və onunla heç bir əlaqəsi yoxdur. Vacib olan necə olursa olsun qarşılaşdığımız hadisə deyil. Vacib olan yaşımız baxımından onu ən yaxşı nəticə ilə qarşılamağa hazır olub-olmamağımızdır".

III MİNİLLİYİN ASTANASINDA

Astrologiya inkişaf edir və onun həll olunmamış çoxlu problemi qalır. Astroloqlar tədqiqat əsərləri yazırlar, konfranslar keçirirlər. Hal-hazırda astrologiyada bir neçə istiqamət məktəb var: ənənəvi, simvolik, strukturalistik və s.

Astrologiyanın təbiət elmləri istiqaməti güclü inkişaf etməkdədir. O, *kosmobioritmologiya*, yəni kosmos qanunları ilə Yerdəki həyatın qarşılıqlı əlaqəsini öyrənən elm adlanır. Bu ad astroloqların "yerdəki həyat kosmosdakının kiçik bir hissəsidir və Kainatın böyük hissəsinin kiçik hissəsinə təsirini nəzərə almamaq olmaz" təsəvvürlərini əks etdirir. Həmçinin, səma cisimləri ilə insanların taleyi arasında əlaqəni riyazi statistika metodları ilə öyrənən istiqamət də vardır.

Bir çox astroloqlar hesab edirlər ki, astrologiyanın gələcəyi elmi yanaşmanın tətbiqindədir. Ondakı bir çox şeylərə yenidən baxılmalıdır. Həqiqətən də, indi astroloq təməli qədimlərdə və orta əsrlərdə qoyulan qaydalardan, terminlərdən, yozumlardan istifadə edir. O zamandan bəri insanın dünyagörüşü, psixologiyası, həyatı o qədər dəyişib ki, bir çox astroloji yozumlar, sadəcə olaraq, köhnəlmişdir.

Bir çox müasir alimlər astrologiyaya şübhə ilə baxmaqda davam edirlər. Onların inamsızlığı, hər şeydən əvvəl, astrologiya və təbiət elmlərinə aid biliklərə yanaşmaların müxtəlif olmasından irəli gəlir. Təbiətşünas alimlər üçün intuisiya yalnız köməkçi üsuldur, əsas iş hesablama və formal məntiq üzərində qurulur. Astroloq məntiq və intuisiyadan bərabər səviyyədə istifadə edir, planetlərin və zodiak işarələrinin mənası sadə riyazi və ya məntiqi düsturlarla hesablanmır.

Astrologiya ətrafında mübahisələr çox qədim zamanlardan başlanmışdır və indiyədək davam edir. Ona qarşı çoxsaylı arqumentlər irəli sürülmüşdür. Bu ciddi dəlildir. Lakin yüz illər boyunca bir çox hadisələr alimlərə aydın olmayaraq qalmışdı, sonra isə elm onları öz əhatəsinə almışdı. İohann Keplerin qabarma və çəkilmələrin Ayın dünya okeanına təsirinin nəticəsi olması

STATİSTİKA ASTROLOGİYAYA QARŞI

İnsanların peşəyə meyilliyi Amerika fiziki C.Mak-Cervi tərəfindən öyrənilmişdi. O, 17 min alimin və 6 min siyasi xadimin doğulduğu tarixlər: zodiak işarələrinə görə bölüşdürmüşdü. Mak-Cervinin fikrincə, bu bölüşdürmə tamamilə təsadüfi alındı.

Bu sahədə daha maraqlı nəticələr Paris statistiki Mişel Hokelen tərəfindən alınmışdır. O, Avropanın 41 min əhalisinin doğum tarixini, vaxtını və yerini özündə saxlayan arxiv məlumatlarını tədqiq etdi; onların arasında 16 min məşhur alim, aktyor, yazıçı, idmançı və s., həmçinin, 25 min "sadə insan" var idi. Hokelen insan doğulduğu anda planetlərin və bürclərin vəziyyətini onun şəxsiyyətinin tipi və məşğuliyyət növü ilə tutuşdururdu. O, belə nəticəyə gəldi ki, insanın, bir tərəfdən, xasiyyət və məşğuliyyəti, digər tərəfdən isə, anadan olduğu vaxtın zodiak işarəsi, evlərdə planetlərin vəziyyəti və onların qarşılıqlı aspektləri arasında heç bir əlaqə yoxdur.

Miçiqan Universitetinin (ABŞ) psixoloqu B.Silverman, uyğun olaraq, hər bir ər-arvadın doğulma anının xoşbəxt nikaha və ya boşanma ehtimalına zodiak əlamətlərinin təsirini öyrənib. Miçiqan ştatında 1967-1968-ci illərdə qeydə alınmış 2978 toy və 478 boşanma haqqında məlumatlardan istifadə olunmuşdur. Alimlər bir-birindən asılı olmayan iki astroloqun tövsiyələrinə əsasən, nikah üçün nisbətən əlverişli və əlverişsiz birləşmələrin əlamətlərini real məlumatlara əsasən müqayisə edirlər. O qərara gəldi ki, doğulma anında Günəşin zodiakdakı vəziyyəti şəxsiyyətin formalaşmasına təsir etmir.

Əvvəllər belə tədqiqat işlərinə dünyada məşhur olan İsveç psixoloqu Karl Yunq da təşəbbüs etmişdi. O natal-horoskopda 483 ər-arvad cütlüyünün Ay-Günəş konfiqurasiyasını müqayisə etmiş, ancaq heç bir mühüm statistik əlaqə aşkara çıxara bilməmişdir. Lakin Yunq belə hesab edirdi ki, astrologiyada min illər ərzində toplananları bütövlükdə qiymətləndirmək o qədər də asan deyil. O demişdir: "Söhbət insan psixologiyasından getdikdə dünyaya statistik baxış tamamilə mücərrəddir və buna görə də natamam və hətta səhvdir".

ASTROLOGİYA TƏDQİQATLAR GÜZGÜSÜNDƏ

Astrologiya özünəməxsus ciddiliyi və kəskin meyarları ilə bir elm ola bilərmi – bu suala yalnız faktlar cavab verə bilər. Astroloji proqnozların tədqiqi artıq çoxdan gedir. Lakin onların hamısına eyni dərəcədə inanmaq olmaz: tədqiqat üçün ixtisaslaşmış proqnozverən, kifayət qədər astroloji biliyi və təcrübəsi olmayan, lakin ulduz falını özü təhlil etməyə çalışan qismən aşağı səviyyəli astroloqlar cəlb olunur. Məsələn, 20 min horoskopun "tədqiqinə" həsr olunmuş iş astroloqlarda gülüş doğurur. Onlar deyirlər: "20 min horoskopu araşdırmaq üçün bir insan ömrü kifayət etməz". Qeyd etmək lazımdır ki, bütövlükdə proqnozların yoxlanmasına həsr olunmuş işlər ziddiyyətli nəticələr verir.

* * *

Psixoloq doktor Zdenek Reydak yazmışdır: "Məşhur çex alimi Rudolf Tomaşek diqqətini astrologiyaya yönəldərək, onun qanunları əsasında ayrı-ayrı kosmik cisimlərin zəlzələyə təsirini öyrənməyə cəhd etdi. O, axırıncı 100 il ərzində baş verən zəlzələlərin episentri ilə ayrı-ayrı kosmik cisimlər arasındakı əlaqələri izlədi. Onun fikrincə, qanunauyğunluqlar bu qorxulu təbiət hadisəsini proqnozlaşdırmağa imkan verir. Tomaşek bir il öncə Alyaskada və Daşkənddə zəlzələnin olacağını söylədi". Onun fikrincə, astrologiyada aydın olan şeylər çoxdur, lakin onların bir hissəsi illüziya sahəsinə aiddir.

V.V.Peçkis "Astroloji proqnozların başlanğıcı" kitabında yazır: "Yaxşı tədqiqatların sayı artdıqca, anlaşılmayan proqnozların astroloji qanunlarla yoxlanılması inkişaf edir – proqnozların etibarlılığı artıb, indiki 70%-dən 85 və ya 90%-ə çatır. Astroloji və meteoroloji proqnozların statusu eynidir. Meteorologiyada bəzən məşhur atmosfer hadisələrinə diqqət vermək lazım gəlir ki, bu da yeni texnikanın, məsələn, aerotədqiqat peyklərinin olmasını tələb edir. Toplanmış materiallar meteoroloji proqnozların yaxşılaşmasına imkan verir. Astrologiyada da buna oxşar vəziyyət yaranmışdır. Yüzlərlə astroloji qanun məlumdur, lakin onların müəyyən hissəsini biz kifayət qədər başa düşmürük və ya bilmirik. Onların çoxunu dəqiqləşdirmək lazımdır.

Başa düşmək heç də çətin deyildir ki, nə üçün bəzi laboratoriyalarda yüksək elmi səviyyələrdə aparılmış astroloji proqnozlar heç bir nəticə vermir. Məsələn, Kaliforniyada Berkli kollecində yüzlərlə tələbə üçün astroloji proqnoz tərtib olunmuşdur. Onların standartlaşdırılmış şəxsi təsvirə (SŞT) uyğunluğunu tələbələr özləri qiymətləndirməli idilər. Nəticələrin doğruluğu 50% təşkil edirdi. Alınmış nəticələrin tədqiqatından aydın oldu ki, tələbələr özlərinin əsas şəxsi keyfiyyətlərini bilmək səviyyəsində deyildirlər. Onlar astroloji proqnozlara görə özlərini tanımır və özlərinin SŞT-sini tərtib edə bilmirlər.

...Belə tədqiqatların sayı artır. Belçika Elmlər Akademiyasında nəticəsinə görə müsbət hesab olunan 100 000 astroloji proqnoz tərtib və tədqiq olunmuşdur.

ixtirasını elan etməsi böyük cəsarət tələb etmişdi. Qalileo Qaliley bu barədə yazmışdır: "Hamıdan çox məni Kepler təəccübləndirir, o, Ayın su üzərində hökmranlığına imkan verir". XVIII əsrdə Paris Elmlər Akademiyası, obrazlı desək, meteoritlər akademiklərin başına düşənə qədər göydən daşın düşə biləcəyini qəbul etmirdi. Astrologiya da həmçinin: ola bilsin ki, gələcəkdə tədqiqatçılar Yerlə Kainat arasında astroloji qanunauyğunluqların arxasında gizlənən əlaqələri başa düşəcəklər. Astroloqların əksəriyyəti hesab edirsə ki, bu təlim dəqiq elmdir, dan yerinin şəfəqləri isə hələ irəlidədir (diskussiyanı olduğu kimi saxlamağı qərara aldıq, lakin astroloji proqnozları ciddi qəbul etməyi gənc oxuculara məsləhət görmürük).

GÜNƏŞ VƏ YER BİOSFERİ

Hələ sivilizasiyanın ilk dövrlərində, insan ilk dəfə kosmosla Yerdəki həyat arasında əlaqə olub-olmadığı sualı haqqında fikirləşməyə başlayarkən belə bir qəti əminlik var idi ki, Yerdə baş verən hər şey kosmik qüvvələr tərəfindən idarə olunur. Müxtəlif xalqlarda Yerdə bu və ya digər mühüm hadisələri irəlicədən xəbər verən səma "müjdəçiləri" haqqında bütöv sistemlər mövcud idi. Bu baxışlar miflərdə, dini və astroloji təlimlərdə əks etdirilmişdir.

Lakin təcrübə toplandıqca, əmək alətləri kəşf olunduqca və yeni-yeni peşələr ortaya çıxdıqca insanlar təbiətdən daha az asılı vəziyyətə düşür, dünyaya və orada öz yerinə başqa cür baxırdılar. Antroposentrik baxışlar insanın bütün varlığın inkişafının ən ali məqsədi olması haqqında təsəvvür belə formalaşırdı. Qədim dövrdə Kainatın mərkəzinin Yer olduğunu hesab edən geosentrik təlim bu ideyaya tamamilə uyğun gəlirdi. Bütün bunlara baxmayaraq, kosmizm ideyası, yəni Yerdəki hadisələrin kosmik səbəblərlə bağlı olması fikri populyar olaraq qalmaqda idi.

Yeni dövrün elmi insanın dünya haqqında fikirlərini əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirdi. Artıq xarici təsirlər konsepsiyası əksər alimlərə nəinki azcəlbedici, hətta, yalançı elm kimi görünürdü. Dünyagörüşünün bu cür kəskin dəyişməsinin əsas səbəbi heç də yeni biliklər yox, onların tam olmaması idi. Bizim planetin kosmosun təsirindən təcrid olunmadığını sübut edə biləcək faktların toplanması üçün çox uzun bir dövr lazım gəldi. Bunun təsdiqi kimi, Günəşin Yerdəki bütün canlılara təsirini göstərmək olar.

GÜNƏŞ FƏALLIĞININ YERDƏKİ TƏZAHÜRLƏRİ. HELİOBİOLOGİYA

Hələ orta əsrlərdə dəniz səyyahları diqqət yetirmişdilər ki, müəyyən günlərdə kompasın əqrəbi birdən qaydasız şəkildə rəqs etməyə başlayır. Bu, bir neçə saat və ya sutka davam edir və nəticədə naviqasiya hesablamaları üçün kompas lazımsız bir hala düşür. Bu cür hadisələri maqnit fırtınaları adlandırmağa başladılar. XVIII əsrdə isə Şotlandiya astronomu və geofiziki İohann Lamont qeyd etdi ki, Günəşdə ləkələrin sayı çox olduqca maqnit fırtınalarının intensivliyi və tezliyi də yüksək olur. Beləliklə, Yerdəki hadisələrin Günəş fəallığı ilə əlaqəsi kəşf olundu.



Sonralar, 1801-ci ildə ingilis alimi Uilyam Herşel xəbər verdi ki, çörəyin qiyməti (məhsuldarlıqdan asılı olaraq) bütöv bir əsr müddətində Günəş fəallığı tsiklinin maksimumlarına uyğun tərzdə

dəyişirdi. İngilis iqtisadçısı Uilyam Cevons 1878-ci ildə sənaye böhranları və Günəş fəallığının dövriliyi arasında əlaqə olduğunu bildirirdi. Belçika astronomu Fernan Moro 1904-cü ildə göstərirdi ki, Günəş ləkələri nəinki dünyada taxılın məhsuldarlığına, hətta Fransada üzümün məhsuldarlığına, yasəmənin çiçəklənməsinə və qaranquşların uçub gəlmə müddətlərinə də təsir edir. Digər tərəfdən, dövrünün böyük elmi dühalarından biri olan Uilyam Tomson (baron Kelvin) 1892-ci ildə yalnız öz əqli mülahizələrinə əsaslanaraq, maqnit fırtınaları və Günəş fəallığı arasında əlaqələrin olmadığı barədə qəti çıxışlar etdi.

1915-ci ilin yayında Günəş-biosfer əlaqələri haqqında məsələnin vəziyyəti bu şəkildə olarkən 18 yaşlı A.Çijevski Günəş ləkələrini tədqiq edib belə bir faktı meydana çıxardı: ləkələrin yaranmasının bəzi artma dövrləri Birinci dünya müharibəsinin bir çox cəbhələrində hərbi əməliyyatların başlanması və kəskinləşməsilə üst-üstə düşürdü. Bu hadisə məşhur rus ensiklopedist alimi A.Çijevski üçün onun yeni elm sahəsi olan *heliobiologiyanın* əsaslarını qoyan Günəş-biosfer əlaqələri sahəsində çoxillik müntəzəm tədqiqatlarının başlanğıcı oldu.

Aleksandr Leonidoviç Çijevski.



Günəşdə ləkələrin əmələgəlmə prosesi və hərbi əməliyyatların gedişi arasında olan sinxronluqla maraqlanan Çijevski bir neçə ay ərzində öz tanışlarını müşahidə edərək, belə bir nəticəyə gəldi ki, Günəş ləkələri sayının artması onların bəzilərində əsəb gərginliyini artırır. Onun bu sahədə sonrakı tədqiqatlarının nəticəsi kimi, "Günəşin dövri fəaliyyəti ilə cinayətkarlıq arasında nisbət haqqında" əsəri ortaya çıxdı.

1915-ci ilin payızında Çijevski Moskva Arxeologiya İnstitutunda "Günəşin Yer biosferinə dövri təsiri" məruzəsi ilə çıxış etdi. Alim nisbətən azsaylı, lakin müxtəlif ölkə və materikləri əhatə edən fakt və müşahidələrə əsaslanaraq, Günəş fəallığının xəstəlik və ölüm kimi kütləvi fenomenlərə təsiri haqqında cəsarətli fərziyyələr irəli sürdü. Hətta bu ilkin məlumatlar toplusu Çijevskiyə öz təliminin əsas müddəasını irəli sürməyə imkan verdi: üzvi dünyanın inkişafı özlüyündə qapalı, müstəqil proses deyil və əksinə, bu, Yer və kosmik amillərin təsirinin nəticəsidir (kosmik amil daha əsasdır). Başqa sözlə, həyat Yer hadisəsindən daha çox kosmik hadisədir.

1917-ci ilin mayında Çijevski "Tarixi prosesin fiziki amilləri" mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etdi. Burada o, e.ə. V əsrdən 1917-ci ilə qədər olan bütün mühüm tarixi hadisələri araşdırmışdı. Bu zaman kəsiyinə uyğun Günəş fəallığı haqqındakı məlumatlar qismən nəşr olunmuş işlərdən götürülmüş, qismən isə müəllif tərəfindən qədim Çin və ərəb xronikaları, rus salnamələri və Qərbi Avropa şəhərlərinin salnamələri əsasında bərpa olunmuşdu.

Çijevski göstərdi ki, mühüm tarixi hadisələr təqribən hər yüz ildən bir təkrarlanmaq kimi aydın seçilən meylə malikdir, hər yüzilliyin daxilində isə açıq-aydın şəkildə insan fəaliyyətinin maksimal gərginliklərinin dəqiq olaraq doqquz periodu seçilir. Beləliklə, tarixi dövrün təbii minimal ölçü vahidi kimi, Günəş fəallığı tsiklinin orta uzunluğu ilə üst-üstə düşən 11 illik dövr qəbul olundu (Çijevskinin terminologiyasına uyğun olaraq bu, *istoriometrik tsikl* adlanır). Maksimum illərində Yer kürəsini ən qanlı üsyan və inqilablar, müharibə və səlib yürüşləri, kütləvi qırğınlar bürüyürdü. Bu dövrdə Hannibal, Spartak, Sezar, Attila, Məhəmməd Peyğəmbər, Teymur, Janna d'Ark, Lüter, Minin və Pojarski, Rişelye, Vaşinqton, Suvorov, Haribaldi, Lenin və bir çox başqaları kimi xalq rəhbərləri və dini

rəhbərlər, islahatçılar, sərkərdələr və dövlət xadimləri tarix səhnəsində çıxış edirdilər. Sakit Günəş dövrlərində insanlarda sülhsevərliyə meyil daha tez-tez qeyd olunurdu, onların maraq və enerjisi isə daha çox dini fəaliyyətə yönəldilirdi.

O dövrdə Günəş fəallığının nəqliyyat və istehsalatda baş verən bədbəxt hadisələr və xəsarətlərin tezliyinə təsiri məsələsi kəskin mübahisələr doğururdu. Bu faktık təsir hələ 1928-ci ildə Çijevski tərəfindən tapılmış, 50-ci illərdə isə Almaniyada R.Reyter və K.Verner tərəfindən tədqiq olunmuşdur. Yüz minə yaxın avtoqəzaları araşdıran alman alimləri müəyyən etdilər ki, Günəş fəallığı artdıqca bədbəxt hadisələrin sayı çoxalır və bu, Günəş alışmasından sonrakı ikinci gündə daha aydın şəkildə özünü büruzə verir.

Günəş fəallığı təkcə insanın yox, həm də digər canlı orqanizmlərin davranışına təsir göstərir. Belə ki, məşhur entomoloq N.S.Şerbinski XX əsrin 30-cu illərində çəyirtkələrin kütləvi uçuşlarının 11 illik bir periodla təkrarlanması faktına diqqət yetirmişdi. Amerika zooloqu Ç.Elton yüz il ərzində Kanada dovşanının dərisinin tədarükü haqqında məlumatları araşdıraraq tapmışdı ki, bu heyvanların sayının kəskin artım periodları, bir qayda olaraq, Günəş tsikllərinin minimumuna uyğun gəlir.

Günəş və Yer hadisələrinin qarşılıqlı əlaqəsi, adətən, ya onların eyni zamanda baş verməsi və ya ritmikliyinin üst-üstə düşməsi əsasında təyin olunur. Lakin Günəş fəallığının səviyyəsi əsasında Yerdəki hər hansı bir hadisəni proqnozlaşdırmaq üçün bu heç də kifayət deyildir. Yalnız Günəş-Yer sistemindəki qarşılıqlı əlaqələrin mürəkkəb zəncirini təşkil edən bütün proseslər haqqında bilgilər toplusu konkret hadisəni irəlicədən söyləməyə yardımçı ola bilər.

GÜNƏŞ FƏALLIĞI VƏ İNSANLARIN SAĞLAMLIĞI

A.Çijevski Günəş fəallığının epidemik xəstəliklərin yaranmasına təsirinin öyrənilməsinə böyük töhfə vermişdir. Onun tədqiqatlarının nəticələri xüsusi qiymətə malikdir: axı, o, təbabətin hələ yatalaq, taun və vəba kimi xəstəliklərlə mübarizə apara bilmədiyi dövrlərə aid materialla iş görmüşdü. Epidemiyaların qəfil yaranması və yayılması Günəş fəallığı ilə epidemiyalar arasında qarşılıqlı əlaqəni "təmiz şəkildə" ortaya çıxarmaq ümidi verirdi. Çox geniş material əsasında alim göstərdi ki, ən güclü və ölümcül epidemiyalar həmişə Günəş fəallığının maksimumları ilə üst-üstə düşürdü. Bu cür qanunauyğunluq difteriya, meningit, poliomielit, qanlı ishal və skarlatin kimi xəstəliklər üçün də aşkara çıxarıldı.

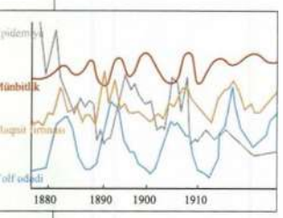


A.L.Çijevskinin "Günəş fırtınalarının Yerdəki əks-səsləri" kitabının üz qabığı.

XX əsrin 60-cı illərinin əvvəlində isə ürək-damar xəstəliklərinin Günəş fəallığı ilə əlaqəsi haqqında elmi nəşrlər meydana çıxdı. Bu işlərdə göstərilmişdir ki, artıq bir infarkt keçirmiş insanlar Günəşin təsirinə daha çox məruz qalırlar. Bu zaman aydın oldu ki, həmin insanların orqanizmi fəallığın mütləq qiymətinin səviyyəsinə yox, onun dəyişmə sürətinə reaksiya verir.

Günəş fəallığının müxtəlif təzahürləri sırasında xromosfer alışmaları xüsusi yer tutur. Bu güclü partlayış prosesləri Yerin maqnitosferinə, atmosferinə və biosferinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Yerin maqnit sahəsi nizamsız şəkildə dəyişməyə başlayır, bu isə maqnit fırtınalarına səbəb olur.

XX əsrin 30-cu illərində Fransanın Nitsa şəhərində təsadüfən aşkar olunmuşdu ki, yaşlı insanlarda miokard infarktı və insultların sayı məhz yerli telefon stansiyasında əlaqənin güclü pozulmalarına və hətta tamamilə kəsil-



Günəş fəallığının biosfer təzahürləri ilə əlaqəsi.

məsinə gətirib çıxaran günlərdə artırdı. Sonralar aydın oldu ki, telefon əlaqəsindəki pozulmaları maqnit fırtınaları törədirdi.

Maqnit sahəsinin insan orqanizminə təsiri haqqında məlumatlara hələ qədim dövrlərdə malik idilər. Maqnitin müalicəvi xassələrini Aristotel (e.ə. IV əsr) və Böyük Plini (eramızın I əsri), alman həkimi Paratsels və ingilis təbiətşünası Uilyam Hilbert (XVI əsr) təsvir etmişlər. İndi tapılmışdır ki, maqnit sahəsi ilk öncə orqanizmin tənzimləyici sistemlərinə (sinir, endokrin və qan-damar) təsir edir. Onun təsiri şərti və şərtsiz reflekslərі tormozlayır, qanın tərkibini dəyişir. Maqnit sahəsinə olan bu cür reaksiya, ilk növbədə, insan orqanizmində olan su məhlulları xassələrinin dəyişməsi ilə izah olunur.

1934-cü ildə ingilis alimləri Con Bernal və Ralf Fauler belə bir fərziyyə irəli sürdülər ki, su bəzən bərk kristallara məxsus xassələrə malik ola bilər. Sonralar bu fərziyyə eksperimentlərlə təsdiq edildi, bizim dövrümüzdə isə maye kristallar məişətdə geniş yayılmışdır: onlar elektron saatlarda, kalkulyatorlarda, peycerlərdə və digər qurğularda tətbiq olunur. Adi şəraitdə suyun kristallik quruluşu həddən artıq dayanıqsızdır və özünü zəif büruzə verir. Lakin əgər suyu sabit maqnit sahəsindən keçirsək, onda bu quruluş gözəçarpan olur, su özü isə bir sıra qeyri-adi xassələr əldə edir. Belə ki, "maqnitlənmiş" su daha az ərp verir, onun dielektrik nüfuzu dəyişir, o, işığı ayrı cür udur, su ilə bəslənən toxumların göyərməsi və bitkilərin böyüməsi bu cür daha sürətlə baş verir.

Hər bir canlı orqanizmin 70%-dən çoxu sudur və bu, toxuma və hüceyrələrin ayrılmaz hissəsini təşkil edir. Əgər fərz olunsa ki, orqanizmin daxilində suyun "maqnitləşdirilməsi" üçün hətta zəif maqnit sahəsi kifayətdir, onda maqnit fırtınaları dövründə həyat fəaliyyəti proseslərində kəskin dəyişikliklər gözləmək olar. Bu proseslər hüceyrə səviyyəsində getdiyinə görə maqnit fırtınası insandan tutmuş mikroblara qədər bütün canlıların davranışında dəyişikliklərə gətirib çıxaracaqdır. Bu səbəbdəndir ki, fəal Günəş illərində birbirinə bənzəməyən hadisələr, məsələn, Varfolomey gecəsi və çəyirtkələrin məhvedici hücumları baş verə bilər.

* * *

Beləliklə, doğma Yer kürəmizi bizi xarici təsirlərdən etibarlı şəkildə qoruyan rahat kosmik gəmi kimi təsəvvür edə bilmərik. Əksinə, Yer mahiyyətcə Günəşin xarici tacında yaşayır və bu səbəbdən də ondan təkcə işıq və isti almır, həm də qamma, rentgen və ultrabənövşəyi şüalanmaların, həmçinin, Günəş küləyinin və kosmik şüaların dəyişən təsirlərinə məruz qalır. Bütün bunlar müxtəlif və bəzən də fəlakətli şəkildə maqnitosferdə, atmosferdə, hidrosferdə, biosferdə və ola bilsin ki, Yerin bərk qatında dəyişikliklərlə müşayiət olunur. Başqa sözlə desək, Günəş Yer təbiətinin mahir dirijorudur.

UÇAN NAMƏLUM OBYEKTLƏR (UNO)



XX əsrin axırıncı onilliklərində *uçan naməlum obyektlər* (UNO) haqqında radio və televiziya verilişlərində tez-tez xəbər verirlər; onlara kitablar və bülletenlər, həmçinin *ufologiyanın* (*ing.* UFO – unidentified flying object – "eyniləşdirilməmiş uçan obyekt") təşəbbüskarlarının mühazirələri həsr olunub. Bunlarda, əsasən, qeyri-adi obyektlərin və ya atmosfer hadisələrinin təsadüfi müşahidəsindən, anlaşılmayan qurğulardan, onların qalıqlarının Yerdəki izlərinin tapılmasından və hətta kosmosdan gəlmələrlə görüşlərdən söhbət gedir.

UFOLOGİYANIN TARİXİNDƏN

Bəşəriyyət tarixində "göy hadisələri" az baş verməmişdir: hər bir dövrdə insanlar gecə və ya gündüz nadir və anlaşılmaz hadisələri – kometaları, bolidləri, Ay və Günəş ətrafında haləni, nadir formalı buludları görmüşlər. Müasir dövrdə isə uçan naməlum obyektlərə (UNO) maraq İkinci dünya müharibəsindən dərhal sonra daha da artmışdır.

1947-ci il iyunun 24-də amerikalı Kennet Arnold öz kiçik təyyarəsində Reynir dağının yaxınlığından (Vaşinqton ştatı) uçarkən havada ölçülərinə görə nəqliyyat təyyarəsini xatırladan 9 obyekt gördü. Bunlardan biri formaca ortasında kiçik günbəzi olan ayparaya, qalan səkkizi isə Günəş şüalarından parıldayan yastı diskə bənzəyirdi. Qəribə obyektlər, Arnoldun fikrincə, iki cərgə boyu 2700 km/saat sürətlə hərəkət edirdi. Kənardan onlar "quyruqsuz təyyarəyə" və ya suyun səthinə "atılmış boşqaba" bənzəyirdi: Arnold burada onların hərdənbir tullanmasını, sanki, suyun səthinə atılmış yastı daşın tullanmasına bənzər hərəkət etməsini nəzərdə tuturdu. Hesab olunur ki, elə o vaxtdan bəri çox populyar olan "uçan nəlbəki" (flying saucer) və ya, tez-tez deyildiyi kimi, "uçan boşqab" termini yarandı.

Arnoldun məlumatı çap olundu. Bundan sonra bir çox qəzet redaksiyalarına müxtəlif qeyri-adi səma hadisələrini görmüş şahidlərin məlumatları daxil olmağa başladı. Lakin Amerika cəmiyyəti bu cür xəbərlərə çox sakit yanaşdı, çünki "nəlbəkilərin" heç bir izini tapmaq mümkün olmadı. Lakin artıq cin küpədən buraxılmışdı: uçan boşqablara maraq artırdı.

Bizim günlərdə jurnalistlər və ufoloqlar yalnız sadəlövh "uçan boşqab" termini işlətmirlər. 1950-ci ilin ortalarında E.C.Ruppelt bütün "uçan və naməlum" obyektləri UNO (UFO) kimi adlandırmağı təklif etdi. Sonra başqa termin, AAH – anomal atmosfer hadisəsi meydana gəldi.

UNO-ların öyrənilməsində ilk addımı Amerika hərbçiləri atdılar. Arnoldun məlumatı SSRİ və ABŞ arasında gərginliyin artdığı "soyuq müharibə" dövrünə təsadüf edirdi. Ona görə Amerika hərbçiləri qəzetlərdə yazılanlarla dərhal maraqlandılar. 1947-ci il dekabrın 30-da ABŞ hərbi hava qüvvələrinin komandanı "milli təhlükəsizlik mənafeyi nöqteyi-nəzərincə qeyri-adi atmosfer hadisələrinin öyrənilməsi" əmrini verdi. UNO-ların SSRİ-nin düzəltdiyi gizli uçan aparatlar olması haqqında şayiələr gəzirdi.

UNO haqqında xəbərləri yoxlamaq üçün 1948-ci ildə ABŞ HHQ "Göy kitab" layihəsini həyata keçirməyə başladı. Layihənin yekunlarına dair rəsmi komissiyanın çıxardığı nəticədə deyilirdi ki, UNO haqqında xəbərlər elmə məlum olan və əhaliyə heç bir zərər vurmayan müxtəlif atmosfer hadisələrindən və texniki hadisələrdən doğmuşdur. Lakin bir çox həvəskarları bu nəticə qane etmədi. Qəzetlər hətta HHQ-ni bunda təqsirləndirdilər ki, onlar





Ayda astronavtların çəkdiyi fotoqrafiyanın qəzetdə (sağda) təsviri. Gəlmələrin kosmik gəmisi roluna namizəd olan qəribə diskin təsviri dairəyə alınmışdır. Həmin fotonun daha yüksək keyfiyyəti ilə fərqlənən orijinalında görünür ki, bu, Günəş şüaları ilə işıqlandırılmış uzaq yamacdır.

UNO-nun yerdənkənar mənşəyinə və yerdə yad sivilizasiyaların nümayəndələrinin olduğuna dair sübutları gizlədirlər. İctimaiyyətin nəzərində bəraət qazanmaq üçün ABŞ HHQ-nin komandanlığı müstəqil ekspertlərə müraciətlə əlavə tədqiqat aparmağı xahiş etməyə məcbur oldu. 1966-cı ilin oktyabrında Kolorado Universiteti ilə müqavilə imzalandı. Müqaviləyə görə, bir qrup fizik Edvard Kondonun rəhbərliyi altında iki il ərzində UNO-lar haqqında məlumatları öyrənməklə məşğul olmalı idi.

1969-cu ilin yanvarında Kondonun "Uçan naməlum obyektlərin elmi tədqiqi" mövzusunda hesabatı dərc olundu. 1000 səhifəlik hesabatda bir çox maraqlı şeylər vardı, lakin yekunda Kondon qeyd edirdi ki, UNO-ların kənardan gələnlərin kosmik gəmiləri və ya hərbi təhlükə mənbəyi olduğuna heç bir sübut yoxdur. Komissiyanın məsləhəti ilə 1969-cu il dekabrın 17-də HHQ "Göy kitab" layihəsini bağladı. O vaxtdan ABŞ-da UNO ilə yalnız ictimai təşkilatlar məşğul olurlar.

"PETROZAVODSK FENOMENİ"

Bu hadisə 1977-ci ildə baş vermişdi. "İzvestiya" qəzeti bu barədə yazırdı: "Petrozavodsk sakinləri qeyri-adi təbiət hadisəsi ilə qarşılaşdılar. Sentyabrın 20-də səhər saat 4-də tutqun səmada birdən nəhəng və parlaq "ulduz" peyda oldu, Yerə impulsiv surətdə işıq salmağa başladı. Bu "ulduz" yavaş sürətlə Petrozavodska tərəf gəldi, onun üzərində nəhəng "meduza" kimi açıldı və şəhərə feysan yağışına bənzər nazik şüalar saçmağa başladı.

Bir qədərdən sonra şüalanma kəsildi. "Meduza" parlaq yarımçevrə forması aldı və Oneqa gölünə tərəf getdi. Üfüqü boz buludlar tutmuşdu. Bu vəziyyətdə yarımdairəvi parlaq, ortası qırmızı rəngli, kənarları ağ olan fiqur yarandı. Şahidlərin dediyinə görə, bütün hadisə 10-12 dəqiqə davam etdi".

Bu hadisə ictimaiyyətə böyük təsir bağışladı. Çoxlu elmi və qeyri-elmi hipotez irəli sürüldü. Lakin bu məsələlər üzrə bizim və xarici mütəxəssislər "Petrozavodsk fenomeni"ni inamla 1977-ci il sentyabrın 20-də Moskva vaxtı ilə saat 4-də Arxangelsk vilayətindəki Plesetsk kosmodromundan "Kosmos-955" peykinin buraxılması ilə izah etdilər.

Raketin görünmə müddəti Petrozavodskdan və onun ətrafında müşahidə edilən hadisə ilə yaxşı uyuşurdu.



Kosmik raketin buraxılışı zamanı onun buraxdığı qaz şırnaqlarının fotoqrafiyası.



"Petrozavodsk fenomeni" şahidinin çəkdiyi şəkil.

İNDİ UNO-ları KİM VƏ HARADA ÖYRƏNİR?

Bir çox ölkələrdə ufologiya entuziastları müxtəlif ictimai təşkilatlarda və klublarda birləşmişlər. İlk belə təşkilatlar hələ 1950-ci illərin əvvəlində ABŞ-da yarandı: atmosfer hadisələrinin tədqiqi təşkilatı, ümumi UNO şəbəkəsi və s. geniş fəaliyyət göstərir. Bizim günlərdə 1974-cü ildə Nortfild şəhərində (İllinoys ştatı) yaradılmış UNO-ları öyrənmə mərkəzi geniş fəaliyyət göstərir. Mərkəzin ilk rəhbəri tanınmış ufologiya entuziastı C.A.Haynek olmuşdur. Mərkəz vaxtaşırı konfranslar keçirir, "UNO üzrə beynəlxalq informator" bülletenini və "UNO-ların tədqiqi jurnalı" salnaməsini buraxır. Dünyada UNO-ları öyrənən azı 50 fəal ictimai təşkilat vardır. Bu təşkilatlar bir çox Avropa ölkələrində, Çində, Hindistanda və b. yerlərdə fəaliyyət göstərirlər.

Rusiyada UNO-lara 1977-ci il sentyabrın 20-də ölkənin şimal-qərbində müşahidə olunmuş "Petrozavodsk fenomeni"ndən sonra böyük maraq oyanmışdır. Bundan sonra bir-birinin ardınca ictimai ufoloq təşkilatları yaranmağa başladı. 1984-cü ildə ufologiya həvəskarları Ümumittifaq Ətraf Mühiti və Təbiəti Mühafizə Elm-Texnikası Komitəsi tərkibində Anomal Hadisələr üzrə Komissiyada (AHK) birləşdilər. AHK-ya yerdənkənar sivilizasiyalar axtarışı sahəsində böyük həvəskar, nijninovqorodlu radioastronom, Rusiya EA-nın müxbir üzvü V.S.Troitski başçılıq edirdi. 80-ci illərin sonunda müxtəlif ümumittifaq müxtəlif fənlərarası problemlər üzrə bir neçə məktəb və seminar keçirildi ki, bunlardan biri də UNO problemi idi.

UNO-lara Fransada da böyük maraq vardır; burada dünyada yeganə dövlət "UNO xidməti" fəaliyyət göstərir. 1977-ci ildə Milli Kosmik Tədqiqatlar Mərkəzi tərkibində Tuluzada naməlum aerokosmik hadisələri öyrənən kiçik bir qrup təşkil olundu. Az sonra onu Atmosfer Hadisələrinin Ekspertizası Xidmətinə (AHEX) çevirdilər. Onun əməkdaşları, əsasən, UNO haqqında dövlət mənbələrindən: HHQ-dən mülki aviasiyadan və ən əvvəl, jandarmeriyadan gələn məlumatı öyrənir və təhlil edirlər. Yeri gəlmişkən, 1974-cü ildən jandarmeriyaya tapşırılmışdır ki, UNO-ların bütün təzahürləri haqqında məlumat versin. Haqqında jandarmeriyanın məlumat verdiyi hadisələrin 75-80%-də AHEX ekspertləri müşahidə olunan fenomenləri məlum hadisələrlə eyniləşdirirlər. Bunu etmək baş tutmadıqda onlar bəzən hadisə yerinə gedərək, əlavə tədqiqat aparırlar.

NƏYİ UNO HESAB EDİRLƏR?

UNO haqqında xəbərləri doğuran əsas hadisələri sadalayaq. Onları üç sinfə bölmək olar: astronomik, atmosfer və texnogen hadisələr.

ASTRONOMİK HADİSƏLƏR. Ay və Venera çox vaxt UNO haqqında xəbərlərin "səbəbkarı" olur. Əlbəttə, aydın gecədə Ayı başqa bir cisimlə dəyişik salmaq olmaz, lakin bəzi vəziyyətlərdə onu eyniləşdirmək çətinləşir.

VENERA İLƏ YARIŞ

D.Qoldsmit və T.Ouenin "Kainatda həyatın axtarışı" kitabında 1967-ci ildə Millecvill (Corciya ştatı, ABŞ) adlanan yerdə belə bir faktın olduğu təsvir edilir: səhərə yaxın saatlarda polis nəfərləri şərq tərəfdə üfüqdə "parlaq qırmızı" işıq saçan, futbol topuna bənzər bir cisim gördülər, onu öz avtomobillərində 12 km müşayiət etdilər. Obyekt tədricən yuxarı qalxdı, öz rəngini çəhrayıya çevirdi, sonra ağ oldu və ulduza bənzədi. Polislərin fikrincə, obyekt elə parlaq idi ki, onun işığında qol saatının əqrəbləri görünürdü.

Polislərin raportu Millecvilldəki UNO-ya bütün ştatda böyük maraq oyatdı və belə xəbərlər müxtəlif yerlərdən gəldi: polislərə bu UNO "ovunda" təyyarə kömək edirdi və onun bortundan parlaq obyektlə yanaşı, başqa, daha zəif bir obyekt olduğunu gördülər. Təyyarə obyektləri şərq istiqamətində izləyərkən onların hər ikisi yuxarı qalxırdı.

Sonra məlum oldu ki, parlaq obyekt Venera, onu "müşayiət edən" isə Yupiter olub.

Bir çox hallarda bulud ulduzları örtür, lakin Ayı, adətən, tam örtə bilmir. Buludlar göydə çox sürətlə "qaçanda" xüsusilə güclü "UNO effekti" yaranır: belə bir illüziya ortaya çıxır ki, Ay buludların əks tərəfinə doğru "qaçır", bəzən iri buludlar arasında itir və yenidən peyda olur. Üstəlik yarımşəffaf buludlar onu tanınmayacaq dərəcədə dəyişdirir.

İnsan gecə vaxtı sürətlə gedərkən ona elə gəlir ki, bu işıqsaçan obyekt onu izləyir. Xüsusilə Ayın özünü deyil, onun, məsələn, avtomobilin, qatarın və ya təyyarənin pəncərəsində əksini görəndə daha güclü effekt yaranır, çünki xəyalın forması möcüzəli, hərəkətləri isə çox qəribə olur.

Ay bəzən gündüz də çox yaxşı görünür. "Gecə cismini" bəzən gündüz görənlər özlərini itirir və onu tanımırlar.



Ay ətrafında hərəkət edən buludlar bəzən "bulud arasından uçan obyekt" illüziyası yaradır.



Venera gecə səmasında elə parlaq olur ki, onu çox vaxt UNO-ya bənzədirlər.



Adi astrofotoqrafiyada (kadrın yuxarısında) birdən qəribə "aparatın" təsviri göründü. Sonra məlum oldu ki, teleskopun linzaları görüş sahəsindən kənarda olan parlaq ulduzun xəyalını təhrif etmişdir.

Məlumdur ki, Ay üfüqdə olanda göydə hündürdə olduğundan daha böyük görünür. Burada görmənin fizioloji xüsusiyyəti adamları çaşdıra bilər. Ona görə bəzən Ayı UNO-ya bənzədirlər.

Yuxarıda Ay haqqında deyilənlər Veneraya da aiddir, onu da çox vaxt UNO-ya bənzədirlər. Bu ancaq axşam Venera görünərkən baş verir. Heç də hamı bilmir ki, dan ulduzu – Venera axşamlar da çox işıqlı olur. Orta qurşaqlarda, xüsusilə yazda o yaxşı görünür; axşam qaranlıq düşəndən sonra Venera hələ üfüqdə xeyli asılı qalır. Ekvator yaxınlığında onun görünməsi ilin fəsillərindən asılı deyil.

ATMOSFER HADİSƏLƏRİ. İki tip fiziki obyekt mövcuddur ki, onların UNO ilə bağlı əhvalatlarla, şübhəsiz, əlaqəsi vardır: bunlar buludlar və meteorlardır. Dağ rayonlarında buludlar bəzən çox nazik linzaşəkilli forma alır. Bəzən çox aydın səmada tək belə bulud, bəzən də zəncirvari buludlar "eskadrilyası", yəni bir neçəsi görünür. Bu cür düzülüş təkcə bizim dövrdə deyil, qədimdə də təəccüb doğururdu: keçmiş rəssamlar belə buludlar üzərində müqəddəsləri təsvir edirdilər. İndi isə onları UNO "pilotları" əvəz edir.

Parlaq meteor və bolidlər həmişə təəccüb doğurur, müxtəlif mif və əfsanələrin mənbəyinə çevrilir. Bolid bəzən gündüz də görünür, hətta ötüb keçdikdən sonra arxasınca tüstü burulğanı buraxır. Bəzən kosmik "qonaq" Yerə düşdükdən sonra dayanmır, yenidən kosmosa qayıdır. Belə bir hadisə 1972-ci il avqustun 10-da ABŞ-da Vayominq ştatında olmuşdur. Bəzən tapılan "yerdənkənar" materiallar da meteoritlərin düşməsi ilə bağlıdır.

TEXNOGEN HADİSƏLƏR. Bunlar təyyarə və vertolyotlar, aerostat və raketlər, peyklər, atmosferdə və kosmosda aparılan fəal eksperimentlərdir.

Az-az adam bilir ki, bəzi ölkələrdə atmosferi öyrənmək üçün müntəzəm surətdə aerostatlar buraxılır. Bütün planetdə hər gün yüzlərlə belə buraxılış olur. Çox vaxt belə hava şarları idarə oluna bilmədiyindən külək onları istənilən səmtə aparır. Məsələn, 1970-ci ildə aerostatın uçuş davamiyyətinin rekordu qeyd olundu: təqribən 35 km hündürlükdə dörd ildən çox qalan aparat 100-dən artıq dünya səyahəti etmişdir.





▸ Kumulyativ buludlar çox vaxt ufoloqların təsvir etdikləri UNO-ları xatırladan formalar alır.

Aerostatların diametri (3-4 m-dən 100 m-ə qədər) və forması müxtəlif olur. Məsələn, Fransada sadə tetraedr, yəni düzgün dördbucaqlı piramida formalı aerostatlar tez-tez buraxılır. Bəzən silindrik formalı örtüklərdən və ya onlarca şar bağlamasından istifadə olunur. Havada belə bir qurğunun görünməsi hazırlıqsız tamaşaçılarda çox qeyri-adi hisslər doğura bilər. Axşam ala-toranlığında aerostatlar xüsusilə təsiredici olur: Günəşin işığından parıldayan səthləri qaralmaqda olan gecə fonunda yüzlərlə kilometrlikdən çox möcüzəli görünür. Son zamanlar havadan yüngül olan bərk linzavari örtüklü aparatlar qurulmuşdur. Xarici görkəminə görə onları klassik uçan boşqabdan fərqləndirmək olmur. Buna baxmayaraq, belə aparatı görmək hər kəsə nəsib olmur, lakin raket buraxılması 1000 km-dən və daha uzaqdan aydın görünür. Raket buraxılarkən UNO-ların yaranması haqqında xəbərlərin kütləvi şəkildə artması həmin müşahidəçilərin nə dərəcədə hazırlıqlı olduqlarını göstərən faktdır.

Bu zaman müxtəlif adamların vaxta görə səhvləri 1 saat, istiqamətə görə isə dairənin 1/4-i qədər olurdu (məsələn, şərq əvəzinə şimal göstərilirdi). "Petrozavodsk fenomeni"nin təsviri zamanı buraxılan səhv ona gətirib çıxardı ki, böyük bir ərazidə çoxlu belə obyektin yayılması haqqında təəssürat yarandı. Əgər hadisələrin gedişini dəqiq bərpa etmək mümkünsə, mütəxəssislər bu hadisələrin mahiyyətini asanlıqla izah edə bilirlər.

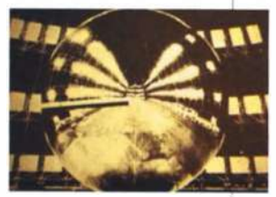
MÜƏMMALI UNO-lar

Bəzi xəbərlər hələ də aydınlaşdırılmamış qalır. Belə "klassik" hallar UNO haqqında kitabların çoxunda verilib. Məsələn, J.-K.Ribin və Q.Monenin "Yerdənkənar həyat" kitabındakı bir misalda deyilir ki, Kondonun hesabatına görə, ABŞ-ın HHQ-nin RED (radioelektron dəfetmə) sistemi ilə təchiz olunmuş və heyəti altı zabitdən ibarət RB-47 reaktiv təyyarəsi 1957-ci il iyulun 17-də gecə, saat yarım ərzində UNO-nun müşayiətilə bu müddətdə Missisipi, Luiziana və Texas ştatlarından 1300 km yan keçərək, Oklahoma ştatınadək uçmuşdur. Müxtəlif vaxtlarda ekipaj üzvləri obyekti parlaq işıq mənbəyi kimi görmüşlər. Obyekt yerüstü radarlar və RB-47-dəki RED qurğusu tərəfindən qeyd olunmuşdur. Bu hadisə onunla xüsusilə maraqlıdır ki, eyni zamanda üç müxtəlif qurğu tərəfindən qeydə alınmışdı. Obyektin sürəti elə böyük idi ki, ekipaj indiyə qədər belə sürət görməmişdi.

Kondonun hesabatı əsasında həmin kitabdan daha bir təsvir: hadisə 1956-cı il avqustun 13-dən 14-nə keçən gecə Leykenhitdə (İngiltərə) baş vermişdir: "İngiltərə-Amerika HHM-in (hava hücumundan müdafiə) iki stansiyasının nəzarətçi dispetçer lokatorları tərəfindən



Zəmanəmizdə tez-tez tədqiqat zondlarının buraxılması göydə qəribə obyektlərin meydana gəlməsinə səbəb olur.



Amerikanın "Əks-səda" peyki – nəhəng əksetdirici kürə Yerdən yaxşı görünür.

azı bir UNO qeyd olunmuşdu. Eyni zamanda, onu vizual müşahidə etmişdilər. Bu dairəvi ağ obyekt sürətlə yerdəyişmə edir və gözlənilmədən hərəkət istiqamətini dəyişirdi. HHM tərəfindən onu tutmağa cəhd göstərildi. Nəzarətçi radiolokator təyyarəni UNO-ya yönəltdi, pilot xəbər verdi ki, təyyarə radarında obyekt görünür və o, atəş açmağa hazırdır. UNO ilgək vuraraq, təyyarənin quyruğunda oturdu, pilot nə qədər cəhd etdisə, ondan qopa bilmədi. Hadisə onunla bitdi ki, benzin qurtardığına görə təyyarə bazaya qayıtdı. Hava çox təmiz və aydın idi.

Bu və buna bənzər hadisələrə izah tapılmamışdır. Bu təsvirlər bir çox nöqsana malikdir: məsələn, bucaq ölçüləri və koordinatlar verilmir, dəqiq vaxt və atmosferin vəziyyəti qeyd olunmur və i.a.

UNO PİLOTLARI İLƏ GÖRÜŞ

Xatırladılmalı olan sonuncu məsələ gəlmələrlə görüşlər haqqında məlumatlardır. Ufoloqlar bu cür məlumatları kolleksiya kimi toplayır və onları təsnif edirlər: birinci növ kontakt – gördüm; ikinci növ kontakt – dialoqa girdim və i.a. Xarici görkəminə görə UNO pilotları da tiplərə bölünmüşdür: cırtdanlar, nəhənglər, yaşıllar, gümüşülər... Lakin bu xəbərlərə inanmayan üçün bircə şey vacibdir: onlara etibar etmək olarmı? Uçan boşqablardakı görüşlər və birgə səyahətlər haqqında böyük tirajlarla dərc olunmuş uzun hekayətlər çox vaxt onların müəlliflərinin kommersiya mənafeləri ilə bağlı olur. Onlar, bir növ, fantastika janrına aiddir.

Lakin başqa xəbərlərin – sensasiyalı uydurmaların satışında əsla marağı olmayan adamlardan xəbərlər də nadir deyildir. Onlar səmimi-qəlbdən inanırlar ki, yad varlıqları müşahidə etmiş və hətta onlarla ünsiyyətdə olmuşlar. Burada biz artıq insan psixikasının az tədqiq edilmiş dərin qatları ilə təmasda oluruq. Lakin bu mövzu astronomiyadan daha çox təbabətə və psixologiyaya aiddir.

BİZNES VƏ UÇAN BOŞQABLAR

İş elə gətirdi ki, Amerikanın kiçik Rosuell şəhəri (əhalisi 49 min nəfərdir) əyləncə biznesi üçün bir mərkəzə çevrildi. Şəhər ətrafına kənar varlıqların aparatlarının düşməsi və insanabənzər varlıqların qalıqlarının tapılması haqqında xəbərlərdən işbazlar səmərəli istifadə edirlər. Vaxtaşırı UNO festivalları keçirilir, buraya ildə 90 minə qədər turist cəlb olunur. Hər cür suvenirlər satılır: "gəlmələri" təsvir edən kuklalar (biri 30 dollara), kürələr, maykalar, şlyapalar (biri 20-50 dollara) və s. Aparatın düşdüyü yerin bir çimdik torpağı satılır. Ən ucuzu "digər dünyadan gəlmiş kiçik varlıqla" şəkil çəkdirməkdir – 2,5$ və ya üzərində yalnız bircə söz olan "İnanıram" nişanı (2$). Şəhərin bu fəaliyyətdən illik gəliri 5 milyon dollar təşkil edir.

Rosuell üçün ən gəlirli sahə ədəbiyyat və kinobiznesdir. "XX əsr Foks" kinostudiyasının "müstəqillik günü" lenti burada baş verən hadisələr əsasında çəkilmişdi və prokatın birinci iki həftəsi ərzində 160 mln dollar gəlir gətirdi.

1970-ci illərdə bir sıra məmurlar öz çirkin fəaliyyətinə görə ifşa olunduqdan sonra belə bir əfsanə yayıldı ki, dövlət qəsdən kənardan gələnlərin izlərini gizlədir. Bu əfsanə gələnlərə aid hay-küylü maraq məqsədi ilə hələ də davam edir.

Rosuellde olmuş Rusiya jurnalisti N.Zubkov belə nəticəyə gəlmişdir: "...hər il milyardlarla dollar gətirən sənaye ilə mübarizə ümidsizdir".

BƏLKƏ, BİRDƏN?..

Nə üçün alimlər uçan boşqablara aid hər cür xəbərə şübhə ilə yanaşırlar? Buna səbəb çoxdur. Əsas səbəb göydə sirli məşəllər və əşyalar yoxlandıqda əksər hallarda insanların texniki fəaliyyəti və ya atmosfer hadisələri ilə bağlı olur, hətta, bəzən insan fantaziyasının məhsulu olur. Lakin başqa sivilizasiyalar özünü bildirmək istəməsə də, biz çox istərdik ki, hansı yollasa, kosmik boşluqda tək olmadığımızı öyrənək... Etiraf edək ki, ən şəkkak insan da isbat edə bilməz ki, belə bir variant tamamilə istisna olunur.

Müasir təsəvvürlərə görə, Kainatda həyat müstəsna dərəcədə nadir hadisə olmalıdır, hələ yüksək inkişaf səviyyəsinə malik şüurlu həyatı demirik. Hətta özözünə törənən ən sadə orqanizmin mürəkkəb molekullardan əmələ gəlməsi üçün xüsusi, az-az rast gəlinən şərait və bir çox təsadüflərin oyunu tələb edilirdi. Yalnız bir şey kömək edir ki, Təbiət böyük zaman ehtiyatına malikdir. İstənilən halda, gözləmək olar ki, həyat ocaqları bir-birindən nəhəng kosmik məsafələr qədər uzaqdadır və əgər iki sivilizasiya xüsusi olaraq bir-birini axtarmırsa, onların rastlaşmaq şansı, sadəcə, yox dərəcəsindədir, onlar təkcə məkanca deyil, zamanca da bir-birindən ayrılmalıdır – texnoloji mərhələnin müddəti, elə bir mərhələ ki, orada sivilizasiyalar əlaqəyə maraq göstərə, onu həyata keçirə və ümumi dil tapa bilərlər, Kainatın yaşı ilə müqayisəyəgəlməzdir.

XX əsrdə yadplanetlilər Yerdə möhkəm "kök saldılar". Teleekranlarda və qəzetlərin birinci səhifələrində uçan boşqabların və yadplanetlilərin fotoşəkilləri tez-tez peyda olur. Bir çox insanlar inandırırlar ki, onlarla daim ünsiyyətdə olur, bir-birinə qonaq gedirlər... İnsanlar inanmaq istədiklərinə həvəslə inanırlar. Yadplanetlilər hesabına kapital və karyeralar əldə edilir. Lakin onların mövcud olduğu haqqında indiyədək heç bir dürüst məlumat dərc edilməmişdir.

Məşhur sensasiyalardan biri – 1996-cı ilin yayında insanabənzər varlığın bədəninin tibbi müayinəsi (yarılması) haqqında meydana gələn film oldu. İddia edilir ki, bu varlıq 1947-ci ildə Amerika şəhəri Rosvillin yaxınlığında yerə düşmüş uçan boşqab qəzaya uğrayarkən həlak olmuşdur. Çəkilişin keyfiyyəti çox aşağıdır. Pentaqonun bu filmə reaksiyası çox gözlənilməz oldu: hərbi təşkilat bəyan etdi ki, tədqiqat məqsədilə zondlara plastik manekenlər yerləşdirilmişdir. Demək lazımdır ki, son vaxtlar yadplanetlilərin səfərləri haqqında xəbərlərdən bu film daha böyük maraq doğurdu.

Əgər burada saxtakarlıq varsa (belə bir şübhə bəyan edilmişdi), onda bu tarixə ən böyük yalanlardan biri kimi daxil olacaqdır. Əks-halda bu məsələni elm öz nəzarətinə götürməlidir.

* * *

Başqa bir şüurlu varlıqla çoxdan gözlənilən görüş bəşəriyyətə nə verə bilər? Boşqabların başımız üstündən uçub-uçmadığından asılı olmayaraq, bu barədə insanlar düşünməyə bilməzlər. Fərz edək ki, günün günorta çağı uçan boşqab şəhərin mərkəzində yerə enir. Biz bu an nə kimi hisslər keçiririk? Sevincmi? Çətin ki... Axı, bu elə hadisədir ki, ona bütün həyatın boyu hazırlaş, amma, fərqi yoxdur, onsuz da, hazır olmayacaqsan. Çox ehtimal ki, sivilizasiyamızın gələcək inkişafı üçün narahatlıq keçirəcəksən.

Təsəvvür edək ki, uşaq meşəbəyinin evində böyümüşdür və uşaqlıqda o yalnız ata-anasını və bir pişiyini tanıyırdı. İndi atası onu şəhərə, məktəbə aparır. O dərhal yüzlərlə, minlərlə adam – uşaq və böyük görür. Hamısı da cürbəcürdür, hərəsi bir şey istəyir... Ona həm maraqlı, həm də qorxuludur, lakin onun tənha meşə həyatına qayıtmağa imkanı yoxdur.

Əgər bir gün bilsək ki, biz Kainatda tək deyilik, bəşəriyyət bu uşağın düşdüyü vəziyyətdə olacaqdır. Deməli, bu bizim heç də təsadüfi olmayan, düşünülmüş bütün tariximizin mümkün variantlarından yalnız biridir. Bizim şair və yazıçılar tərəfindən tərənnüm olunan görünüşümüz mümkün hallardan biridir və ola bilsin, kiminsə zövqüncə çox eybəcərdir. Bizim Şekspir Kainat miqyasında əyalət şairi, Eynşteyn isə kənd müdriki kimi görünə bilər. Bizim dünyagörüşümüz, fantastik romanlara baxmayaraq, sivilizasiyalarla dolu kainat deyil, tənhalığa daha çox meyillidir. Hətta bizim sivilizasiyanın mənəvi əsaslarını qidalandıran din insan cəmiyyətinin nadir olduğunu təbliğ edir. Şüurca bizimlə eyni, lakin öz inkişafında çox irəli getmiş qardaşlar bizə nə verə bilərlər? Öz elmi və texniki yeniliyinimi? İndiyə qədər bizdə olan bütün biliklər yaradılmış, isbat olunmuş və əldə edilmişdir, bunlar bizimdir. Əgər yeni nə varsa hamısını bizə nəlbəkidə təqdim etsələr, dərketmə yolunu və kəşflərin sevincini uzun müddət itirərik. Elm dəyərsizləşər: onda həyatını həqiqətin axtarışlarına sərf etməyə dəyərmi? Axı, qonşular hər şeyi etmişlər? Onda bəşəriyyət öz daxili sütununu saxlaya bilərmi?

Qorxulu sual da vardır: nədən bilək ki, onlar xeyirxahdırlarmı? Bəşəriyyət özünü bədnəmli ekspansiyadan qoruya bilərmi? Yaxud "Dahilik və yaramazlıq bir araya sığmayan iki anlayışdır və çox böyük məsafələri qət etməyə qabil", sivilizasiya artıq "inkişaf çətinliklərindən" çıxmışdır: müharibələr, ədavət, məkr?

Hazırda bu mövzunu yalnız fantast yazıçılar və kütləvi informasiya vasitələri (sonuncular heç də həmişə təmiz niyyətlə yox) müzakirə edirlər. Ciddi elm onu öz işi hesab etmir. Lakin belə sualların üstündən "bu, elm sahəsi deyildir" sözləri ilə qələm çəkmək olmaz. Çünki, əslində, məsələ onda deyildir ki, gəlmələr kimlərdir, ondadır ki, biz özümüz kimik.



ABŞ prezidenti Corc Buş yadplanetli ilə. Amerikanın "Weekly World News" qəzetinin saxtakarlığı.



"Gəlmələrlə" birgə fotoqrafiyalar necə yaradılır. Qəzet kəsiyində Amerika astronavtlarını təsvir edən fotoqrafiyanın orijinalı göstərilmişdir. Sonra fotoqrafiyaya "gəlmənin" təsviri basılmışdır.

UNO-nun "ENMƏSİNİN İZLƏRİ"

1980-ci illərdə televiziyada və jurnal məqalələrində Böyük Britaniyanın taxıl zəmilərində qəribə dairələrin olmasından dəfələrlə bəhs edilmişdi. Diametri bir neçə metr olan dairənin daxilində sünbüllər ciddi qaydada, adətən saat əqrəbi istiqamətində yerə sıxılmışdı. Adətən, müxbirlər öz reportajlarında bu dairələrin peyda olmasını UNO ilə əlaqələndirir və başqa hipotezləri müzakirə etmirdilər. Bununla bərabər, sirli dairələr, həqiqətən, uzun müddət, 1980-ci ildən 1991-ci ilədək aydınlaşdırılmamış qaldı və bir çox mütəxəssislər onlarla maraqlandılar. Tədricən dairələrdə rəsmlərin həndəsəsi getdikcə daha mürəkkəb olurdu: rəsmlərdə konsentrik çevrələr və radial xətlər peyda olurdu. Lakin axırda "sehr" açıldı: məlum oldu ki, iki kələkbaz gecələr bu dairələri adi kəndir və çubuqdan ibarət sadə alətin köməyi ilə çəkirmişlər. Onlar bir çox illər dünyanı aldadaraq, "boşqablar üzrə mütəxəssislərin" bütöv bir ordusunun sensasiyalı bəyanatları üçün bəhanə verirdilər.

ŞƏHƏRLİLƏR VƏ BOŞQABLAR

1989-cu il iyulun 30-da "Sosialistiçeskaya industriya" qəzeti xəbər verirdi ki, Moskvanın Orexovo-Borisovo rayonunda UNO-nun yerə enməsinin izləri tapılmışdır. Kaşira şosesinin kənarında 5-6 metr diametrli qəribə çevrə əmələ gəlmişdir; onun daxilində otlar yapışmış və saralmış, kənarları isə yanmışdı. Dairənin kənarından azacıq aralı bir-birinə simmetrik dörd çuxur vardı. Yerli qocaların dindirilməsi və yanğınsöndürənlərin gəlməsi hadisəni aydınlaşdırdı: onun yerində ot tayası varmış, o yanırmış, söndürülmüş, qalanı isə aparılıbmış. Bu cür "UNO izləri"nə otu biçilmiş çəmənlikdə və ya meşə talalarında, taya vurulan yerlərdə tez-tez rast gəlinir. Adətən belə xəbərlər yalnız şəhər sakinlərindən gəlir.

Nəticə çıxarmaq olar ki, bəzən nadir təbiət (son vaxtlar isə həm də texniki) fenomenləri insanların əksəriyyəti tərəfindən onlara məlum hadisələrlə eyniləşdirilmir, buna görə xüsusi maraq doğurur və UNO kimi qəbul olunur. Hər tarixi dövrdə UNO haqqında təsəvvürlər ictimai şüurun səviyyəsinə uyğun gəlir. Orta əsrlərdə onlar səma rəmzləri hesab edilirdi, bizim zəmanəmizdə isə yadplanetlilərin kosmik gəmiləri kimi qəbul olunur.

Təəssüf ki, ufologiya indiki halında qərəzsiz həqiqət axtarışı ilə az-az məşğul olur. İnsanlar çox vaxt ufologiyada onun nə isə sirli bir şeyə və ya "böyük elmə" aidiyyəti olduğunu axtarır, həm də onun əsaslarını gərgin öyrənmək istəmirlər.

Qeyri-adi olan hər şeyə, o cümlədən uçan boşqablara maraq isə insanın biliyə marağının normal təzahürüdür. Bundan əlavə, UNO haqqında xəbərlərin məzmununun ciddi təhlili istər elm həvəskarlarının görüş dairəsinin genişlənməsi üçün, istərsə də, həqiqətən, yeni və qeyri-adi təbiət fenomenlərinin aşkara çıxarılması üçün faydalı ola bilər. Müstəqil müşahidələr təcrübəsi və müxtəlif səma hadisələri ilə tanış olan bir çox astronomiya həvəskarları UNO haqqında xəbərlərin təhlili ilə maraqlanırlar.

NƏİNKİ GÜNƏŞİN PLANETLƏRİ VARDIR...

Son dövrlərə qədər yeganə yaxşı öyrənilmiş planet sistemi Günəş sistemidir. Bu sistemə Günəşin ətrafında fırlanan doqquz böyük planet və on minlərlə kiçik cisim daxildir. Lakin Günəş bütün parametrlərinə görə adi bir ulduzdur və bu, bizə belə bir inam verir ki, planet sistemimiz nə kosmik möcüzə, nə təbiətin nadir bir hadisəsi deyil, Qalaktikada olan çoxlu sistemdən biridir. Digər ulduzlar ətrafında planetlərin olması problemi artıq bir neçə əsrdir ki, alimlərin diqqətini cəlb edir – axı, yerdənkənar həyatın, başqa sivilizasiyaların mövcudluğu problemi onunla bağlıdır.

Doğrudur, bu əlaqə heç də birbaşa deyildir. Uzunömürlü sivilizasiyalar, həqiqətən, nadir hadisə olmalıdır, əksinə onların kosmik fəaliyyətlərinin izləri artıq tapılmış olardı. Ulduzlar ətrafında hətta Yerə bənzər planetlərin olması hələ orada həyatın olması demək deyildir və üzvi maddənin təkamül yolu Yerdəki kimidir. Lakin başqa ulduzlar ətrafındakı planetlərin öyrənilməsi kosmoqonik proseslərin düzgün başa düşülməsi üçün də vacibdir.

Başqa planet sistemlərinin axtarılmasını onlara qədər məsafələrin son dərəcə böyük olması daha çox çətinləşdirir. Məsələn, Günəşə ən yaxın ulduza qədər məsafə Günəşdən Yerə qədər olan məsafədən milyon dəfələrlə çoxdur. Əgər Günəşə ən yaxın ulduzların da Günəş sistemindəkinə bənzər planetləri olsaydı və bu planetləri də öz ulduzları tərəfindən işıqlandırılsaydı, onda hətta Yupiter kimi bir planet Yerdən 24-26-cı ulduz ölçülü görünərdi. Ümumiyyətlə, belə zəif obyektlərin müşahidəsi böyük teleskoplarla mümkündür. Lakin ulduz ətrafında bu planetlər ulduzun işığında itib-batar, görünməz olar, çünki ulduzun işığı planetinkindən yüz milyonlarla dəfə çoxdur. Buna baxmayaraq, nisbətən yaxın ulduzlarda planet axtarışı üçün bir neçə metod hazırlanmışdır. Onlardan bəziləri müvəffəqiyyətlə tətbiq olunur.

ULDUZLARIN QAZ-TOZ DİSKLƏRİ

İRAS kosmik rəsədxanasında ulduzlarda planet sistemlərinin geniş yayıldığını, dolayı da olsa, sübut edən çox sanballı arqumentlər tapılmışdır. Bu spektral faktlar, ulduzlar uzaq infraqırmızı oblastda onlarca mikrometr dalğa uzunluğunda müşahidə edilərkən alınmışdır. Bu spektral diapazonda ulduzlar özləri zəif işıq şüalandırsa da, onların ətrafında olan geniş toz diski azacıq qızdırıldıqda

PLANET NƏDİR?

Qəribə də olsa, planetin qəti tərifi yoxdur. Keyfiyyət baxımından burada hər şey aydındır: planet, kütləsi məlum ulduzların kütləsindən dəfələrlə az, özü isə yaxın ulduzun işığının əks olunan işığı ilə işıqlanan cisimdir. Lakin bu tərifi dəqiqləşdirməyə cəhd etdikdə çətinliklər meydana çıxır. Əvvələn (istilik-nüvə olmasa da), planetlərin öz enerji mənbələri də ola bilər. Məsələn, Yupiter infraqırmızı oblastda Günəşdən aldığından daha çox enerji şüalandırır, lakin ulduz deyil. İkincisi və başlıcası: kütlənin hansı sərhədi planetlə ulduzu ayırır. Elə ulduzlar məlumdur ki, onların kiçik və işıqlanması zəif olan peykləri, kütləsi bir neçə onda bir Günəş kütləsinə bərabər ulduzlardır. Yəqin ki, bundan daha az kütləli ulduzlar da var və ona görə də onları görmək çətindir. Bəlkə, onları da planet hesab etmək daha düzgün olar?

Çox vaxt planetlə ulduz arasında sərhəd şərti olaraq 13 Yupiter kütləsi və ya təqribən 1/75 Günəş kütləsi kimi təyin edilir. Belə və daha kiçik kütlələrin öz şüalanması çox zəif olacaqdır, çünki onların hətta közərmiş təkində temperatur istilik-nüvə reaksiyalarının başlanması üçün kifayət etmir, halbuki ulduzlar həmin reaksiyalar sayəsində qızır və işıq saçır. Əgər qaz kürəsinin kütləsi bu həddən azca yuxarı olarsa, onun mərkəzində deyterium, litium və bor atomlarının iştirakı ilə ən aşağı temperaturlu nüvə reaksiyaları baş verə bilər (nəzəri hesablamalara görə, bu zaman temperatur milyon dərəcədən artıq olmalıdır). Belə cisim planet deyil, hətta onun parlaqlığı zəif olsa da, ulduz hesab olunur.

(onlarca və yüzlərlə kelvin) parlaq infraqırmızı mənbəyə çevrilir. Müşahidələr göstərmişdir ki, bəzi ulduzlardan (daha doğrusu, onların ətrafından) infraqırmızı şüalanma gəlir; bu şüalanmanın mənbəyi tərkibində çoxlu miqdarda bərk tozcuq olan diskdir. Lakin Yer və Günəş sisteminin digər planetləri məhz vaxtilə cavan Günəşin ətrafına toplanmış qaz-toz diskindən əmələ gəlmişdir. Ulduzlardakı belə disklər bunun əlaməti deyilmi ki, onların yaxınlığında planetlər əmələ gəlirmiş və ya əmələ gəlməkdədir?

Nisbətən bizə yaxın, işıqlığı Günəşinkindən onlarca dəfə çox olan Rəssam bürcünün β ulduzunda, yeganə olaraq, diskin şüalanmasını təkcə infraqırmızı (İQ) deyil, həm də görünən şüalarda Yerüstü teleskoplarla və Habbl kosmik teleskopu ilə müşahidələrdə aşkar etmişlər.

Formalaşmaqda olan ulduzların qaz-toz diskləri daha böyük maraq doğurur, çünki hazırkı dövrdə planet sistemlərinin yaranması yalnız onlarda baş verə bilər. 1990-cı illərdə Habbl teleskopunda ilk dəfə tam bir sıra cavan ulduzların ətrafındakı toz disklərinin kəskin xəyalları alındı. Bu disklər ulduzların özlərinin formalaşdığı maddədən – soyuq molekulyar qaz və tozdan ibarətdir. Onların görünən diametrləri bir neçə yüz astronomik vahidə çatır, belə ki, bizim planet sistemimiz – Merkuridən Plutona qədər – bu cür diskin yalnız mərkəzi, daha sıx hissəsini tutardı. Əlbəttə, qaz-toz diskinin olması hələ planetlərin varlığının sübutu deyildir: əgər diskin sıxlığı çox azdırsa, planetlər, sadəcə, yarana bilməz. Lakin disklərin belə geniş yayılmasının özü bu prosesin çox ehtimallı olduğunu hesab etməyə imkan verir. Əgər təkamül Günəş sistemindəki kimi gedirsə, zaman keçdikcə qazın əsas hissəsi buxarlanmalı, disk şəffaflaşmalı, tədricən tamam yox olmalıdır, onun yerində isə planetlər ailəsi qalır.



Rəssamın β ulduzunun qaz-toz diski (infraqırmızı xəyalı). Diskin kütləsi Yerin 200 kütləsinə yaxın, uzunluğu 400 a.v.-dir.

Beləliklə, bu tədqiqatlarda növbəti addım, Günəş tipli ulduzlarla yanaşı, planetlər üçün səciyyəvi olan kütlələrə malik cisimləri bilavasitə aşkar etməkdən ibarətdir və artıq bu addım atılmışdır.

PLANETLƏRİN AXTARILMASI METODLARI

Planetlərin axtarılmasının birinci metodu, adətən, *astrometrik metod* adlanan klassik metoddur. Bu metod artıq çoxdan qoşa ulduzların axtarılması üçün sınaqdan çıxarılmışdır. Qoşa ulduzların komponentlərindən biri zəif parlaqlığa malikdir və onu optik yolla aşkar etmək asan deyildir. Ulduz ətrafında dövr edən planet onu öz qravitasiyası ilə düzxətli hərəkətdən gah bu, gah da digər istiqamətdə sapdırır. Əgər bu kənaraçıxmalar çox kiçik deyilsə, ulduzun trayektoriyasını ölçməklə onları aşkarlamaq mümkündür. Belə rəqslərin təkrarlanması intervalı planetin hərəkəti periodu na bərabərdir. Ulduzun kütləsi məlum olsa, Keplerin III qanunu vasitəsilə perioddan istifadə edib, ondan planetə qədər məsafəni təyin etmək olar. Rəqsin amplitudasını bilərək, ümumdünya cazibə qanununa görə planetin kütləsini tapmaq olar. Lakin planetin ulduza verdiyi rəqsin amplitudası çox kiçik olur, onu ölçmək çətinləşir. Bu məsələni reallaşdırmaq üçün böyük optik teleskoplar, gələcəkdə isə – radiointerferometrlər tələb olunur.

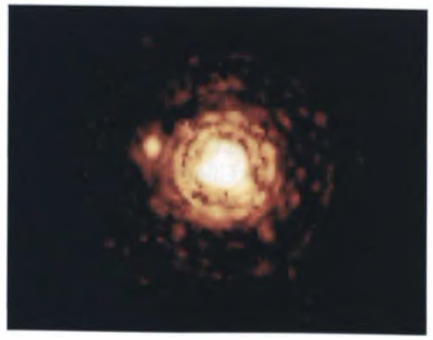
Planetlərin aşkarlanmasının ikinci metodu onların zəif optik şüalanmasının ayrılmasıdır. Ulduzun işığının təsirini minimuma endirmək üçün spektrin infraqırmızı diapazonunda müşahidələr, habelə *interferensiya* metodları adlanan xüsusi optik metodlardan istifadə edilməsi nəzərdə tutulur. Həmin metodlar sayəsində teleskopların yaxın işıq mənbələrini ayırd etmək qabiliyyəti artır. Lakin planetlərin axtarılmasının bu cür birbaşa yolunu gerçəkləşdirmək də çox çətindir.

İlk yaddaqalan nəticə 1995-ci ildə elan olundu: Habbl kosmik teleskopunun köməyi ilə Herkules bürcündə Günəşdən 19 işıq ili məsafəsində olan işıqlı ulduz ətrafında zəif işıq mənbəyi aşkar olunmuşdur. Ulduzu Qlize yaxın ulduzlar kataloqundan nömrə üzrə Qlize 623, onun peykini isə Qlize 623-B kimi işarə edirlər. İşıqlılığına görə cırtdan ulduz Qlize 623-B Günəşdən 60 min dəfə zəifdir. Əvvəllər ulduzun trayektoriyasını dəqiq astrometrik ölçmələrinə əsasən bu kiçikkütləli peykin mövcudluğu gözlənilirdi.

Qlize 623-B planetə görə bir qədər böyük alındı: onun kütləsi Yupiter kütləsindən azı 40 dəfə böyükdür. Bu indi məlum olan ən kiçikkütləli ulduzlardan biridir. Maraqlıdır ki, peykin spektrində metan xətləri tapılmışdır. Onlar Günəş sisteminin iri planetlərinin spektrlərində müşahidə edilir, lakin ulduzlar üçün səciyyəvi deyildir. Metanın mövcudluğu onu göstərir ki, cırtdan ulduzun görünən səthi heç də ulduz temperaturlarına qədər qızmamışdır, yəni 1000 K-dən azdır. Belə ulduzlar çox az aşkar edilmişdir və görünür, təbiətdə onlara az-az rast gəlinir. Çoxsaylı qırmızı cırtdanlardan (daha böyük kütləli və temperaturlu) fərqli olaraq, adətən, onları qəhvəyi cırtdanlar adlandırırlar.

Tədqiqatçıların getdikləri üçüncü yol ulduzların bəzilərində parlaqlığın dəyişməsinin planetin mövcudluğunu büruzə verən spesifik xarakterini sezmək məqsədilə uzun müddət ərzində çoxsaylı ulduzların parlaqlığının dəyişkənliyini izləməkdən ibarətdir.

Ulduzun görünən parlaqlığına planetin təsirinin iki mexanizmi məlumdur. Bunlardan biri, necə deyərlər, mikrolinzalaşma ilə bağlıdır. Təsadüfən hər hansı uzaq ulduzla bir baxış şüasında olan planet ulduzdan gələn işıq selini öz qravitasiya sahəsi ilə təhrif edir, bunun nəticəsində qısa müddətə (bir sutkaya) ulduzun görünən parlaqlığı artır. Hətta, Yer kimi kiçik planetin qravitasiya sahəsi hərəkət edən linza kimi təsir göstərə bilər və baxış şüasına düşmüş uzaq fon ulduz parıltısını birdəfəlik dəyişməyə qabildir. Lakin bu hadisə azehtimallıdır, ona görə belə mikrolinzalamanın axtarışı üçün bir sıra illər ərzində göydə çox sıx yerləşdiyi sahədə (məsələn, yaxın qalaktikalar istiqamətində Magellan Buludlarında) milyonlarla uzaq ulduzu müntəzəm müşahidə etmək lazımdır. Bu halda planetin onlardan hər hansı biri ilə, demək olar, eyni baxış şüasında olmaq şansı daha böyükdür. Bu cür müşahidələr 1990-cı illərdə başlanmışdır.



Qlize 623 ulduzunun kiçikkütləli peyki Qlize 623-B.

Təəssüf ki, planetin orbiti, hətta onun təsiri görünsə də, təyin oluna bilmir. Əvəzində bu metod, əslində, planeti nəinki onun "ana" ulduzu yaxınlığında (o da mikrolinzirləmə effektinə səbəb olar), hətta planet ulduzlararası fəzada heç bir işıq mənbəyi ilə işıqlandırılmayan soyuq və izolə olunmuş cisim kimi (əlbəttə, əgər ümumən belə planetlər varsa) hərəkət etdikdə də onu axtarıb tapmağa imkan verən yeganə metoddur.

İkinci dəyişmə mexanizmi o zaman uğurlu olur ki, planetin orbital hərəkəti periodik olaraq müşahidəçiyə nəzərən ulduzun diskinə proyeksiyalanır. Bu halda planet hər dövrədə bir dəfə diskin müəyyən yerini tutacaq, nəticədə ulduzun diskini örtəcək, gələn işıq selini bir qədər azaldacaqdır (analoji hadisələr Merkuri və Venera Günəş diskindən keçərkən Yerdən vaxtaşırı müşahidə olunur). Bu zaman ulduzun parlaqlığının dəyişməsini aşkar etmək çətindir, bu təsadüfi dəyişmə və ya ulduzun dəyişkənliyi, üstündə ləkələrin olması və s. ilə də əlaqədar ola bilər. Lakin kifayət qədər uzunmüddətli müşahidələr zamanı bunu etmək olar.

Nəhayət, planeti tapmağın dördüncü yolu ulduzun hərəkət sürətini azı 20-30 m/san dəqiqliklə ölçməkdir ki (ən yaxşısı, saniyədə bir neçə metr), bu da müasir spektral müşahidələrin müasir texnikasından istifadə olunmaqla tamamilə realdır. Planetin cazibəsi ulduzun sürətini vaxtaşırı dəyişir. Planet nə qədər böyük kütləli və ulduza qədər yaxın olarsa, bu dəyişmələrin amplitudası da bir o qədər böyük olar.

Məsələn, Yer Günəş ətrafında təqribən 30 km/san sürətlə fırlanır və öz hərəkəti ilə nəhəng Günəşi 900 km-ə yaxın diametrli dairə cızmağa məcbur edir. Bu halda Günəşin Yerə nəzərən hərəkət sürəti çox az – 0,1 m/san olur. Bu kəmiyyəti təcrübədə ölçmək olmaz. Lakin Yupiter Günəşə 12 m/san sürət verir, həm də əgər o, Yerin orbitində olsaydı, Günəşə 28 m/san sürət verərdi. Bu sürətləri xüsusi spektral müşahidələr vasitəsilə seçmək olar.

Sürətlərin ölçülməsi Dopler effektinə əsaslanır. Şüanın tezliyi və ya dalğa uzunluğu müşahidəçiyə nəzərən mənbə hərəkətdə olarkən dəyişir. Bu halda tam sürət yox, şüa sürəti, yəni mənbənin yaxınlaşması və ya uzaqlaşması sürəti dəyişir, bu da ölçmədə müəyyən çətinliklər yaradır. Buna baxmayaraq, Günəş tipli ulduzun ilk planeti məhz bu yolla kəşf olunub.

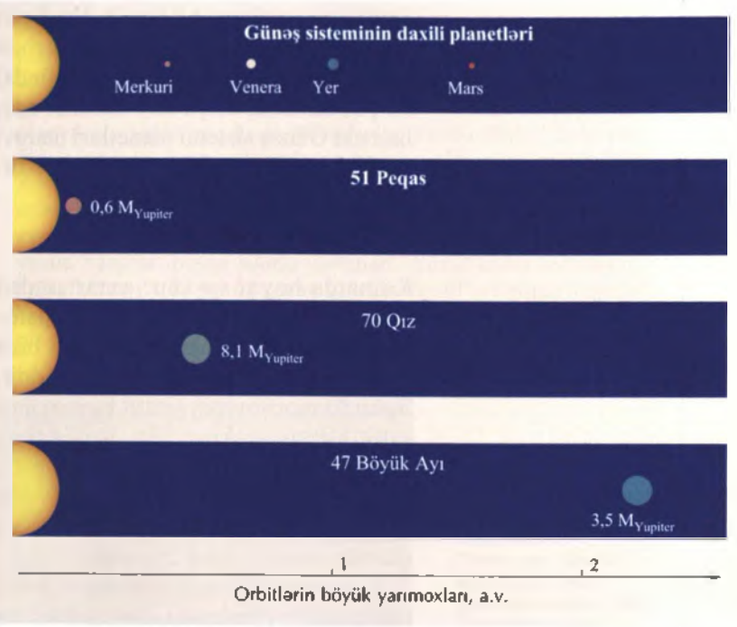
İLK KƏŞFLƏR

1995-ci ildə İsveç astronomları M.Meyor və D.Queloz şüa sürəti görünən oblastda 5,5 ulduz ölçüsü amplitudası ilə periodik rəqs edən ulduz aşkar etmişlər. Bu ulduz 51 Peqas adlanır və təxminən Günəşin əkizi olub, bizdən təqribən 50 işıq ili məsafəsindədir. Ulduzun ölçülən sürəti bir neçə on m/san sürətlə periodik rəqs edir. Əgər bu dəyişmə planetin hərəkəti ilə bağlı isə, onun ulduzdan məsafəsi çox az – 0,05 a.v. olardı, yəni Günəş sistemində o, Merkurinin orbiti daxilində olardı. Onun fırlanma periodu 4 Yer sutkasından çox, kütləsi isə Yupiterin kütləsi qədərdir. Böyük kütlə və kiçik orbit radiusu planetin aşkarlanmasını asanlaşdırdı. Tezliklə Amerika astronomları C.Marsi və P.Batler bu kəşfi təsdiq etdilər. Lik rəsədxanasında onlar yaxınlıqda yerləşən 120 Günəş tipli və ondan soyuq ulduzun hərəkət zamanı onların şüa sürəti rəqslərinin çoxillik müşahidələrinə başladılar. Bu proqram bir neçə illik əziyyətdən sonra öz bəhrəsini verdi. Şüa sürətinin dəqiqliyi 3-4 m/san alındı. 51 Peqasdan sonra sürətin planetlərlə bağlı rəqsi dəyişməsi

iki Günəş tipli, 5-ci ulduz ölçülü ulduzda tapıldı: 47 Böyük Ayı (planetin periodu 3 Yer ili, orbit radiusu 2 a.v.) və 70 Qız (periodu 3 Yer ayı, orbit radiusu 0,4 a.v.) və bundan başqa, müvafiq bir sıra digər ulduzlarda da tapılmış oldu.

Doğrudur, orbit müstəvilərinin istiqaməti məlum olmadığından onların kütlələrinin yalnız aşağı sərhədini tapmaq olur. Lakin bir şey aydındır ki, tapılan planetlərin kütləsi Yupiter kütləsi tərtibində, yaxud ondan bir neçə dəfə çoxdur və bunları qəhvəyi cırtdanlara aid etmək olmaz.

İndi alimlər qarşısında çoxlu yeni problem durur. Nə üçün bəzi ulduzlarda Yupiterin kütləsi ilə müqayisə oluna bilən planetlər var, digər ulduzlarda isə (bunlar çoxluq təşkil edir) yoxdur? Necə oldu ki, nəhəng planet ulduza belə yaxın yarandı, əgər uzaqda yaranmışsa, onun ulduza bu qədər yaxınlaşmasına səbəb nədir? Ulduza yaxın planetlər öz qaz



51 Peqas, 70 Qız və 47 Böyük Ayı ulduzlarının planet sistemlərinin Günəş sistemi ilə müqayisəli sxemi.

HEÇ KİMİN GÖZLƏMƏDİYİ PLANETLƏR

Ulduzların yaxınlığında nəhəng planetlərlə yanaşı, yəqin ki, Yer tipli planetlər də mövcuddur. Lakin onları aşkara çıxarmaq xeyli çətindir – onlar ulduzların hərəkətinə çox az təsir göstərir.

Yeri gəlmişkən, onları da o halda tapmaq olar ki, bu planetlər döyünən radiomənbələr – pulsarlar kimi müşahidə edilən neytron ulduzların yaxınlığında dövr etmiş olsun. Bu yığcam ulduzların spektrlərində spektral xətlər yoxdur. Bundan əlavə, nadir hallar istisna edilməklə, onlar optik diapazonda, ümumiyyətlə, görünmür. Lakin onların saçdığı radioimpulslar o dərəcədə ciddi periodikliyə malikdir ki, onlar üçün də Dopler effektindən istifadə etmək mümkündür: impulsların baş verməsinin tezliyi işıq dalğaları tezliyinin dəyişdiyi eyni qanun əsasında dəyişir. Radioimpulsların gəlməsi anlarını qeydə almaqla, müşahidələrin aparıldığı aylar və ya illər ərzində pulsarın şüa sürətinin dəyişilməsini adi ulduzun sürətinə nisbətən optik metodlarla izləmək və deməli, kiçik kütləli planetlər pulsar sistemində mövcud olduqda bu planetləri kəşf etmək mümkündür.

Pulsar ətrafında planet sisteminin kəşfi haqqında ilk məlumat 1992-ci ildə verildi. Bu məlumatı Puerto-Riko adasında PSR 1257+12 pulsarının şüalanmasını 300 metrlik radioteleskopla tədqiq etmiş Amerika radioastronomu A.Voljan yaymışdır. O, çoxsaylı müşahidələrdən əldə edilən məlumatlara əsasən impulsların dövriliyini təhlil edərək, belə bir nəticəyə gəldi ki, pulsar azı üç planetin orbitləri ilə əhatə olunmuşdur. Onlardan ikisi, kütləsinə görə, Yerdən üç dəfə yarım (daha Yupiterdən yox!) böyükdür və pulsardan 0,36 və 0,47 a.v. məsafələrində yerləşir. Üçüncüsü isə Ayın kütləsindən yalnız bir qədər iri kütləyə və 0,19 a.v. orbit radiusuna malikdir.

Doğrudur, aydın olmayan bir məsələ qalır ki, pulsar kimi ekzotik obyektlə yanaşı duran bu planetlər Günəş sistemi planetlərinin malik olduğu eyni təbiətə, eyni xassələrə malikdirmi, yoxsa bunlar haçansa olmuş və yanmış daha iri cisimlərin "qalıqlarıdır"? Ulduza yaxınlığı onlara necə təsir göstərmişdir? Axı, ulduz pulsar olmamışdan əvvəl qırmızı nəhəng mərhələsini keçmişdir, bu zaman isə onun ölçüsü, heç olmasa, ona ən yaxın planetin orbit radiusundan böyük olmalı idi. İfratyeninin partlayışı zamanı, güman edildiyi kimi, neytron ulduz yaranır; görəsən planetlər bu partlayışı necə keçirmişdir? Onlar mərkəzi ulduzun yaxınlığındamı əmələ gəlmiş, yoxsa təkamül prosesində ona yaxınlaşmışdır?

örtüyünü saxlaya bildimi? Nə üçün planetlərin heç də hamısı dairəvi orbitə malik deyil (məsələn, 70 Qız ətrafında) və çox dartılmış ellips üzrə hərəkət edir, halbuki Günəş sistemi planetləri dairəvi orbitlərə yaxın orbitlə hərəkət edir.

KAİNATDA HƏYAT

Kainatda həyat və şüur axtarışından maraqlı heç nə ola bilməz. Yer biosferinin nadirliyi və insan intellekti bizə belə bir inam verir ki, təbiət vahiddir. İnsan öz mənşəyinin sirrini tapmayınca sakitləşməyəcəkdir. Bu yolda ona üç mərhələni keçmək lazımdır: Kainatın yaranması sirrini bilmək, həyatın mənşəyi problemini həll etmək və şüurun təbiətini başa düşmək.

Kainatın, onun mənşəyinin və təkamülünün öyrənilməsi ilə fiziklər və astronomlar məşğul olurlar. Canlı varlıqların və şüurun tədqiqi ilə bioloqlar və psixoloqlar məşğuldurlar. Həyatın yaranması isə hamını: astronomları, bioloqları, fizikləri və kimyaçıları maraqlandırır. Təəssüf ki, bizə təkcə bircə həyat forması – zülal və Kainatda bu həyatın mövcud olduğu yalnız bircə məkan – Yer planeti tanışdır. Nadir hadisələr isə, məlum olduğu kimi, elmi tədqiqata çətin əlverişlidir. Bax, əgər digər məskun planetlər aşkar etmək mümkün olarsa, həyatın tapmacası daha tez həll oluna bilər. Bəs, əgər bu planetlərdə şüurlu varlıqlar tapılarsa... Bu şüurlu qardaşlarla ilk dialoqu təsəvvür etdikcə tüklərimiz biz-biz olur.

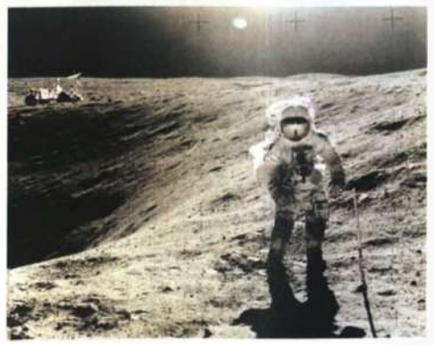
Amma bu cür görüşün nə kimi real perspektivləri vardır? Kosmosda harada həyat üçün əlverişli yer tapmaq olar? Həyat ulduzlararası mühitdə yarana bilərmi, yoxsa bunun üçün planetlərin səthi gərəkdir? Digər şüurlu varlıqlarla necə əlaqə yaratmaq olar? Suallar çoxdur...

Bir şey dəqiq aydındır ki, Günəşə bənzər ulduzlarda planetlərin əmələ gəlməsi şəraiti müxtəlif olmuşdur, ona görə də başqa planet sistemləri heç də həmişə Günəş sisteminin təkrarı olmamışdır.

GÜNƏŞ SİSTEMİNDƏ HƏYATIN AXTARILMASI

Ay yeganə göy cismidir ki, insan orada olmuşdur və onun süxuru laboratoriyada ətraflı tədqiq edilmişdir. Ayda üzvi həyatın heç bir izi tapılmamışdır.

İş ondadır ki, Ay atmosferə malik deyil, heç vaxt malik olmamışdır: onun zəif cazibə sahəsi səthin yaxınlığında qaz saxlaya bilmir. Elə həmin səbəbdən də Ayda okeanlar yoxdur – onlar buxarlanardı. Ayın atmosferlə qorunmayan səthi gündüz 130°C-yə qədər qızır, gecə isə -170°C-yə qədər soyuyur. Bundan əlavə, Günəşin həyat üçün məhvedici ultrabənövşəyi və rentgen şüaları Ayın səthinə maneəsiz daxil olur, Yeri isə bu şüalardan atmosfer qoruyur. Bir sözlə, Ay səthində həyat üçün heç bir şərait yoxdur. Doğrudur, üst səthdən 1 m dərinlikdə temperatur dəyişməsi, demək olar, hiss edilmir: burada temperatur daim -40°C-yə yaxındır. Lakin, hər halda, belə bir şəraitdə həyat, çox ehtimal ki, yarana bilməz.



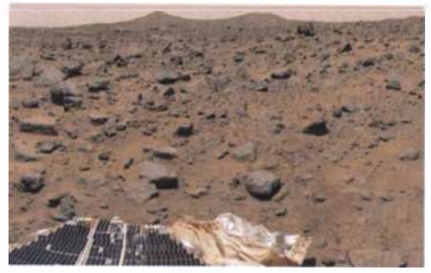
Astronavtlar Ayın cansız səthində.

Günəşə ən yaxın kiçik planet olan **Merkuridə** hələlik nə kosmonavtlar, nə də avtomat stansiyalar olmuşdur. Lakin Yerdən aparılan tədqiqatları əsasən və 1974-1975-ci illərdə Amerikanın Merkurinin yaxınlığından uçmuş "Mariner-10" aparatının tədqiqatları sayəsində insanlar onun haqqında bəzi şeylər bilirlər. Orada şərait Aydakından daha pisdir. Atmosferi yoxdur, səthinin temperaturu -170°C-dən 450°C-yə qədər dəyişir. Torpaq altında temperatur orta hesabla 80°C-dir, dərinə getdikcə isə, təbii olaraq, artır.

Son zamanlara qədər astronomlar **Veneranı** cavan Yerin, demək olar, dəqiq surəti hesab edirdilər. Güman edilirdi ki, onun bulud təbəqəsi altında ilıq okeanlar, qıjılar, dinozavrlar vardır. Təəssüf ki, Venera Günəşə yaxın olduğundan əsla Yerə oxşamır: bu planetdə atmosfer təzyiqi Yerdəkindən 90 dəfə çoxdur, temperatur isə gündüz də, gecə də 460°C-yə yaxındır. Veneranın səthinə bir neçə avtomat zond enmiş, lakin onlar həyat əlaməti axtarmamışdır: belə bir şəraitdə həyat olduğunu təsəvvür etmək çətindir. Veneranın səthi üzərində çox da isti deyil: 55 km hündürlükdə temperatur və təzyiq Yerdəki kimidir. Lakin Veneranın atmosferi karbon qazından ibarətdir, üstəlik, orada sulfat turşusundan ibarət buludlar üzür. Bir sözlə, həyat üçün yararsız yerdir.

Mars həyat üçün yararlı hesab edilirdi. İqlim orada çox sərt olsa da (yayda gündüz 0°C, gecə -80°C, qışda -120°C), hər halda, bu, həyat üçün o qədər də ümidsiz yer deyil: Antarktida və ya Himalayın zirvələrində də həyat vardır. Lakin Marsda daha bir problem var: son dərəcə seyrək – Yerdəkindən 100 dəfə az sıx olan atmosfer, o, Marsın səthini Günəşin məhvedici ultrabənövşəyi şüalarından xilas edə bilmir və suya maye halında qalmağa imkan vermir.

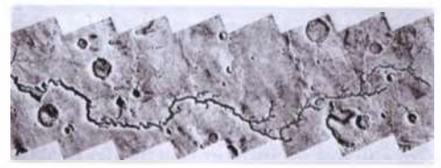
Hələ qədim yunan filosofu Metrodot e.ə. II əsrdə demişdir: "Yeri hüdudsuz məkanda yeganə məskun dünya hesab etmək eynilə belə bir görünməmiş cəfəngiyat olar, iddia eləsən ki, əkilmiş çox geniş tarlada yalnız bir buğda sünbülü yetişə bilərdi". XVII əsrdə planetlərin təbiətinin kəşfi alimlərin şüurunda dərhal belə bir fikir oyatdı ki, başqa planetlərdə həyatın olması mümkündür. Xristian Hüygens belə hesab edirdi ki, həyat bütün planetlərdə mövcuddur, lakin orada şüurlu varlıqlar da olmalıdır, "ola bilsin, eynilə bizim özümüz kimi insanlar deyil, amma canlı varlıqlar, yaxud hansısa başqa şüurlu varlıqlar". Yüz il sonra İmmanuil Kant "Ümumi təbiət tarixi və səma nəzəriyyəsi" əsərində yazırdı ki, "planetlərin əksəriyyəti, şübhəsiz, məskundur, qeyri-məskun planetlər isə bir zaman məskunlaşacaqdır".



Mars səhrası. "Pasfaynder" kosmik aparatının Marsın səhtindən çəkdiyi şəkli. Ön planda Günəş batareyasının bir hissəsi.

Marsda su yalnız buxar və buz halında mövcud ola bilər. Bu orada, həqiqətən, heç olmazsa, qütb papaqlarında vardır. Buna görə Marsda həyat axtarışlarının nəticələrini hamı böyük səbirsizliklə gözləyirdi. Bu axtarışlar 1976-cı ildə "Vikinq-1" və "Vikinq-2" avtomat stansiyaları Marsın səthinə müvəffəqiyyətlə endirildikdən dərhal sonra aparıldı. Lakin axtarışlar hamını məyus etdi: həyat aşkar olunmadı. Doğrudur, bu yalnız ilk eksperiment idi. Axtarışlar davam edir.

Nəhəng planetlər. Yupiter, Saturn, Uran və Neptunda şərait və iqlim bizim rahatlıq haqqında təsəvvürlərimizə əsla uyğun gəlmir: çox soyuqdur, dəhşətli qaz tərkibi (ammonyak, metan, hidrogen

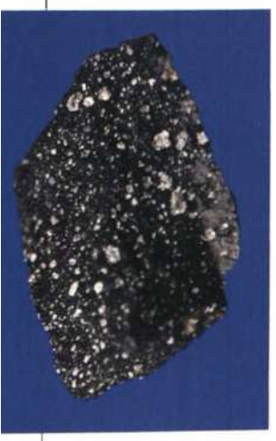


Marsda su sellərinin izləri onu göstərir ki, keçmişdə planetin iqlimi həyat üçün daha yararlı olmuşdur.

və s.) vardır, əslində bərk səth yoxdur – yalnız sıx atmosfer və maye qazlar okeanı. Bütün bunlar əsla Yerə oxşamır. Lakin həyatın əmələ gəldiyi dövrdə Yer də indiki kimi deyildi. Onun atmosferi daha çox Venera və ya Yupiter atmosferini xatırladırdı, burası vardı ki, daha isti idi. Ona görə, yaxın zamanda üzvi birləşmələr mütləq nəhəng planetlərin atmosferlərində də axtarılacaqdır.

Planetlərin peykləri və kometalar. Peyklər, asteroidlər və kometaların nüvələri "ailəsi" öz tərkibinə görə çox müxtəlifdir. Ona, bir tərəfdən, Saturnun sıx azot atmosferi olan nəhəng peyki Titan, digər tərəfdən isə, vaxtının çoxunu Günəş sisteminin uzaq ucqarında keçirən kometa nüvələrinin xırda buz parçaları daxildir. Bu cisimlərdə həyat tapmaq heç vaxt ciddi qəbul olunmamışdır, lakin onlardakı üzvi birləşmələrin həyatın sələfləri kimi tədqiqi xüsusi maraq doğurur. Son zamanlar ekzobioloqların (*yun.* "ekzo" – "kənar", "bayır", yerdənkənar həyat üzrə mütəxəssislərin) diqqətini Yupiterin peyki Avropa cəlb edir. Bu peykin buz örtüyü altında maye su okeanı olmalıdır. Su olan yerdə isə həyat da vardır.

Merçison meteoriti. Onda zülali maddənin əsası olan amin turşuları tapılmışdır.



Yerə düşmüş meteoritlərdə bəzən mürəkkəb üzvi molekul birləşmələri tapılır. Əvvəlcə onlar meteoritlərə Yer torpağından keçir. Güman edilirdi ki, indi onların yerdənkənar təbiətə malik olduğu faktı tam isbat olunub. Məsələn, 1972-ci ildə Avstraliyaya düşən Merçison meteoriti elə səhərisi gün götürülmüşdür. Onun maddəsində 16 növ amin turşusu tapılmışdır – bu turşular heyvan və bitki zülallarının əsas tikinti bloklarını təşkil edir, həm də bunlardan yalnız 5-i Yer təbiətli, qalan 11-i isə Yerdə nadir tapılan birləşmələrdir. Həmin Merçison meteoritinin amin turşuları arasında bərabər miqdarda həm sol, həm də sağ (bir-birinə güzgü simmetriyalı) molekullar var, halbuki Yerdəki orqanizmlərdə yalnız, əsasən, sol molekullar mövcuddur. Bundan başqa, meteoritin molekullarında ^{12}C və ^{13}C izotopları Yerdəkinə nisbətən başqa nisbətdədir. Bu da, şübhəsiz, sübut edir ki, amin turşuları, eləcə də DNT və RNT molekullarının tərkib hissələri olan quanin və adenin kosmosda müstəqil formalaşa bilər.

* * *

Beləliklə, Günəş sistemində, hələlik Yerdən başqa, heç yerdə həyat aşkar edilməmişdir. Alimlər buna çox da ümid bəsləmirlər; çox güman ki, Yer yeganə canlı planetdir.

Lakin, haradasa məhv olmuş biosferlərin qalıqları tapıla bilər. Məsələn, Marsda keçmişdə iqlim indikindən mülayim olmuşdur. Orada həyatın yaranması və müəyyən mərhələyə gəlib çatması mümkün idi. Güman olunur ki, Yerə düşən meteoritlərdən bəziləri Marsdan qopmuş qədim qəlpələrdir; bunlardan birində, ola bilsin ki, bakteriyalara aid qəribə izlər tapılmışdır. Bunlar hələ ilkin nəticələr olsa da, Marsa böyük maraq doğurur.

KOSMOSDA HƏYAT ÜÇÜN ŞƏRAİT

Kosmosda biz çox geniş spektrə malik fiziki şəraitlə rastlaşırıq: maddənin temperaturu 3-5 K-dən 10^7-10^8 K-dək, sıxlığı isə 10^{-22}-dən 10^{18} kq/sm^3-ə qədər dəyişir. Bu qədər böyük rəngarəngliyin içində, elə yerlər (məsələn, ulduzlararası buludlar), tapmaq olur ki, orada, Yer biologiyası baxımından fiziki parametrlərdən biri həyatın inkişafına şərait yaradır. Amma yalnız planetlərdə həyat üçün zəruri olan bütün parametrlər üst-üstə düşə bilər.

Ulduzlara yaxın planetlər. Planetlər öz səthində hava və su buxarlarını saxlamaq üçün kütləcə Marsdan böyük, Yupiter və Saturndan kiçik olmalıdır, çünki onların atmosferi çox qalın olduğundan Günəş şüalarını səthə buraxmır. Bir sözlə, Yer, Venera, bəlkə də, Neptun və Uran tipli planetlər əlverişli şəraitdə həyatın beşiyi ola bilər. Bu şərait isə, aydındır ki, belə olmalıdır: ulduzun sabit şüalanması, planetdən həyat üçün əlverişli temperaturu ulduza qədər müəyyən məsafənin olması planet orbitinin yalnız tənha ulduzun (yəni tək ulduzun və ya çox geniş ikiqat sistemin komponentinin) həndəvərində mümkün olan dəyirmi forması. Bu, başlıcasıdır. Kosmosda belə şəraitlərin məcmusuna tez-tezmi rast gəlirik?

Tək ulduzlar olduqca çoxdur, Qalaktika ulduzlarının yarısı qədərdir. Onların təqribən 10%-i temperaturuna və işıqlılığına görə Günəşlə üst-üstə düşür. Doğrudur, onların heç də hamısı Günəş kimi sakit deyil, hər onundan yalnız birini belə sakit hesab etmək olar. Son illərin müşahidələri göstərmişdir ki, çox ehtimal, planet sistemləri kütləsi o qədər də böyük olmayan ulduzların xeyli hissəsində yaranır. Beləliklə, öz planet sistemi ilə bizim Günəşinkinə bənzər sistemlərin sayı Qalaktikadakı ulduzların sayının 1%-i qədər ola bilər. Bu isə heç də az deyildir – söhbət milyardlarla ulduzdan gedir.

Planetlərdə həyatın yaranması. XX əsrin 50-ci illərinin sonunda Amerika biofizikləri Stenli Miller, Xuan Oro, Lesli Orgel laboratoriya şəraitində planetlərin ilkin atmosferinə bənzər atmosfer yaratmışlar (hidrogen, metan, ammonyak, su, hidrogen-sulfid). Onlar içərisində qaz qarışığı olan kolbaları ultrabənövşəyi şüalarla işıqlandırır və qığılcım boşalmaları ilə həyəcanlandırırdılar (cavan planetlərdə coşqun vulkanik fəaliyyət güclü tufanlarla müşayiət olunmalıdır). Nəticədə çox sadə maddə-

KOSMOSDA ÜZVİ MOLEKULLAR

Yayılmış kosmik obyektlərdən maddənin protobioloji (*yun.* protos – "birinci") təkamülü üçün zəmanəmizdə ən münasibi nəhəng ulduzlararası qaz-toz buludlarının təkidir. Ulduzlu səmanın fotoqrafiyalarında onlar tutqun çuxurlar kimi görünür. İşıq, habelə rentgen şüaları və ultrabənövşəyi şüalar bu buludların arasından keçmir və deməli, onların təkində mürəkkəb molekulları – həyatın sələflərini dağıtmır. Onlar isə orada var və olduqca maraqlıdır. Hidroksil, karbon monooksidi, su və ammonyak kimi çox sadə kimyəvi birləşmələrdən savayı, ulduzlararası buludlarda olduqca mürəkkəb üzvi molekullar: qarışqa turşusu, etil spirti, aseton və hətta qlitsin amin turşusu – zülal molekullarının "kərpiclərindən" biri tapılmışdır. Çox soyuq (100 K-dən aşağı temperaturlu) və olduqca seyrək (10^{-17} kq/m^3) buludlarda bu dərəcədə mürəkkəb molekullar bəs necə əmələ gəlir?

Sən demə, məsələnin mahiyyəti xırdaca bərk zərrəciklərdə – tozcuqlarda imiş; atomlar və sadə molekullar onların səthinə yapışır ki, sonra daha mürəkkəb birləşmələr əmələ gətirsin. Bəzi astrofiziklər hesab edirlər ki, kosmik tozcuqların xarici qatı protobioloji substratdır (*lat.* substratum – "əsas"), ən sadə canlı orqanizmlərlə qohumdur. Hər halda, indi heç kim şübhə etmir ki, həyatın əmələ gəlməsi üçün bərk cismin səthi və ya maye halında su, ən yaxşısı isə hər ikisi gərəkdir.

Məşhur ingilis astrofiziki Fred Hoyl canlı və şüurlu ulduzlararası bulud haqqında "Qara bulud" fantastik romanını yazmışdır. Bu hadisə çoxdan, hələ kosmosda mürəkkəb üzvi molekullar kəşf olunmadığı vaxt baş vermişdir. Bununla belə, alimin fantaziyası gerçəklikdən daha cəsarətli olmuşdur: ulduzlararası mühitdə həyat yoxdur.

PANSPERMİYA HİPOTEZİ

Güman ki, hələ ulduzlararası mühitdə həyatın əmələ gəlməsi üçün lazımi hazırlıq işləri görülür. Meteoritlərlə və ya kometalarla üzvi maddə planetlərə kosmosdan düşə bilər. Bununla əlaqədar olaraq, həyatın bir planetdən digərinə keçirilməsi haqqında *panspermiya* hipotezi (*yun.* pan – "hər şey"; sperma – "toxum") tez-tez xatırladılır; 1908-ci ildə İsveç alimi Svante Arreniusun təklif etdiyi bu hipotez zəmanəmizdə biokimyaçılar Frensis Krik Lesli Orgel tərəfindən dirçəldilmişdir. Arrenius hesab edirdisə ki, canlı hüceyrələr ulduzların işıq şüalanmasının təzyiqi altında təsadüfən planetdən planetə keçirilə bilər, Amerika biokimyaçıları isə "istiqamətləndirilmiş panspermiyanı", yəni canlı maddənin bir planetdən digərinə hansısa şüurlu varlıqlar tərəfindən mütəşəkkil surətdə keçirildiyini güman edirlər. Bu hipotezin yoxlanılması üçün, heç olmazsa, daha bir planetdə həyat olduğunu aşkara çıxarmaq və onu Yerdəki həyatla müqayisə etmək çox vacibdir: əgər orada da zülalların Yerdəki eyni 20 amin turşusundan ibarət olduğu aşkar edilərsə, deməli, həqiqətən, biz hamımız bir beşikdən çıxmışıq.



lərdən olduqca sürətlə maraqlı birləşmələr, məsələn, yerdəki bütün orqanizmləri əmələ gətirən 20 amin turşusundan zülalları təşkil edən 12-si, RNT və DNT birləşmələri molekullarını yaradan 5 əsasdan 4-ü olduqca sürətlə formalaşmışdı. Əlbəttə, bunlar Yerdəki orqanizmlərin çox mürəkkəb yolla əmələ gəlməsi üçün əsas olan yalnız ən elementar "kərpiclərdir". İndiyə kimi məlum deyil ki, bu qaydalar təbiət tərəfindən necə yaradılmış, RNT və DNT molekullarında necə təsbit edilmişdir.

Həyat zonaları. Bioloqlar həyatın əsasını yalnız üzvi molekullarda – biopolimerlərdə görürlər. Əgər bunlardan bəziləri, məsələn, DNT molekulları üçün vacib əlamət zəncirvari monomerlər ardıcıllığıdırsa (bu ardıcıllıqda orqanizmin irsi əlamətləri kodlaşdırılmışdır), başqa molekulların – zülalların və xüsusən fermentlərin – əksəriyyəti üçün ən mühüm şərt ətraf temperatura çox həssas olan məkan formasıdır. Temperatur artan kimi zülal təbiətini itirir – həm konfiqurasiyası, həm də bioloji xassələri yoxa çıxır (toyuq yumurtasının ağı qaynar suya salınanda olduğu kimi). Yer orqanizmlərində bu, 60°C-də baş verir. 100-120°C-də Yerdəki bütün həyat formaları məhv olur. Həm də universal həlledici olan su bu şəraitdə buxara, 0°C-də isə buza çevrilir. Ona görə də həyatın yaranması üçün əlverişli temperatur 0-100°C olmalıdır.

Planetin səthində temperatur ana ulduzun işıqlılığından və ona qədər olan məsafədən asılıdır. 1950-ci illərin sonunda Çin əsilli Amerika astrofiziki Su-Şu Huanq bu problemi dərindən araşdırmışdır: o hesablamışdır ki, əgər planet səthində temperatur 0-100°C olarsa, müxtəlif ulduzlardan hansısa məsafədə həyat əlamətlərinə malik planetlər mövcud ola bilər. Aydındır ki, istənilən ulduz ətrafında xüsusi oblast – bu sərhəddən kənara çıxmayan *həyat zonası* olmalıdır. Cırtdan ulduzlarda bu zona ulduza yaxın və ensizdir. Təsadüfən planetlər yarandıqda onlardan birinin məhz bu zonaya düşməsi ehtimalı azdır. Böyük işıqlı ulduzlar üçün həyat zonası ulduzdan uzaq və genişdir. Bu yaxşıdır, lakin belə ulduzların ömrü elə qısadır ki, onların planetində şüurlu həyatın yaranmasına şübhə var (Yer biosferinə bunun üçün 3 mlrd ildən çox vaxt lazım olmuşdur).

Beləliklə, Su-Şu Huanqa görə, məskun planetlər üçün ən əlverişli ulduzlar F5-dən K5-ə qədər spektral sinifli olmalıdır. Onlardan hər biri deyil, yalnız tərkibində karbon, oksigen, azot, kükürd, fosfor olan ikinci nəsil ulduzlar biosintez üçün yarayır. Günəş əsl belə ulduzdur və Yer də onun həyat zonasının ortasında hərəkət edir. Venera və Mars bu zonanın kənarlarına yaxın yerdədir. Buna görə də onlarda həyat yoxdur.

Beləliklə, ümid etmək olar ki, planet sistemi olan Günəş tipli hər hansı ulduzda, heç olmazsa, elə bir planet tapılar ki, orada həyatın inkişafı üçün əlverişli şərait olsun. Təəssüf ki, Günəş sistemində fəal biosfer tapmaq şansı azalır və heç də aydın deyil ki, onu başqa planet sistemlərində necə axtarmaq olar. Lakin haradasa həyat şüurlu forma kəsb etmişsə və yerdəkinə bənzər texniki sivilizasiya yaratmışsa, onunla əlaqəyə girməyə cəhd etmək olar; insanların yaratdığı texnika üçün bu artıq real bir vəzifədir.

QEYRİ-ÜZVİ HƏYAT?..

Bizə məlum olan həyat formalarının əsasını karbon birləşmələri – amin turşuları təşkil edir; zülalların uzun polimer molekulları onlardan qurulmuşdur. Həyatın mövcud ola biləcəyi şəraitin diapazonu, əsasən, məhz karbonun xassələri ilə müəyyən edilir. Bəs həyatın başqa molekullar əsasında mövcud olması mümkündürmü? Məsələn, xeyli dərəcədə yayılmış və xassələrinə görə karbonla üst-üstə düşən silisium molekulları əsasında silisium həyatı haqqında hələlik yalnız fantastlar yazırlar. Hərçənd silisium beyni artıq yaradılmışdır – bunlar silisium elementləri ilə, doğrudur, öz xassələrinə görə insanın başında işləyən üzvi neytronlardan çox uzaq olan elementlərlə "düşünən" kompüterlərdir. Lakin kim demişdir ki, həyatın bütün formaları eyni cür qurulmalıdır? Kompüterlər istehsal edən bütünlüklə avtomatlaşdırılmış ilk zavod meydana gələn kimi (buna isə çox qalmamışdır) alimlər bu barədə ciddi düşünməlidirlər ki, həyatın nəinki düşünən, habelə törəyib çoxalan yeni forması artıq yaradılmamışdırmı?!

YERDƏNKƏNAR SİVİLİZASİYA AXTARIŞI

Şüurlu qardaşları necə tapmalı? Axtarışın strategiyası insanların axtarılan həmin qardaşların imkan və arzularını necə təsəvvür etdiklərindən asılıdır. Bu cür təsəvvürləri dörd populyar tipə bölmək olar:

Onlar bizimlədir. UNO-ları gəlmələrin kosmik gəmiləri hesab edənlər, ulduzlararası uçuşların texniki mümkünlüyünə, yadplanetlilərin müntəzəm surətdə Yerdə görünmələrinə inananlar belə düşünürlər. Təəssüf ki, belə təsəvvürlər üçün hələlik elmi baza yoxdur.

Onlar haçansa burada olmuşlar. Bəzi tarix və arxeologiya həvəskarları belə hesab edirlər ki, abidələrdə, ədəbi mənbələrdə və əfsanələrdə gəlmələrin Yerdə olmaları haqqında işarələr vardır. Onlar istisna etmirlər ki, biz onların nəsilləriyik. Bu axırıncı fikir biologiya nöqteyi-nəzərindən olduqca sadəlövhlükdür: insanın genetik kodu və molekulyar tərkibi Yerdə yaşayan bütün digər varlıqlarınkı ilə eynidir. Qədim abidələr və əfsanələr haqqında hələlik birmənalı fikir yoxdur, lakin prinsipcə qədimdə insanlar bu əsərlərdən hər hansı birini yarada bilərdilər.

Onlar kosmosa yiyələnirlər. Burada hər şey kifayət qədər sadədir. Yer sakinləri özləri kosmosa yiyələnirlər və bu məşğuliyyətin gələcəyini təsəvvür edirlər. Əsas məsələ odur ki, insanlar getdikcə daha çox enerji sərf edir və onu daha çox çevrilmiş formada ətrafa verirlər. Məsələn, artıq 100 ildir ki, Yeri süni radioşüalanma tərk edir. Son 50 ildə bizim televiziya ötürücülərinin və radarların çox güclü siqnalları elə bir çətinlik olmadan qonşu ulduzlardan qeyd oluna bilər. Bu, kosmosa göndə-

DREYK DÜSTURU

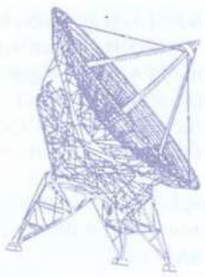
Qalaktikada həyat üçün yararlı şəraitə tez-tezmi rast gəlindiyini öyrənmək istəyən insan dərhal bir neçə astronomik problemlə rastlaşır: Günəş kimi ulduzlara tez-tezmi rast gəlinir, onlarla yanaşı münasib iqlimə malik planetlər ola bilərmi və.s. Bunların ardınca həyatın və şüurun yaranması ilə bağlı bioloji problemlər meydana çıxır. İnsanı Yerdənkənar varlıqlarla kontaktın mümkünlüyü maraqlandırdıqda isə daha bir problem ortaya çıxır: çoxmu şüurlu varlıq kosmik rabitə və ya ulduzlararası uçuşlar üçün texnika yaratmaq qabiliyyətinə malikdir? Bu problemlərin həlli və ya heç olmazsa, onların həllinin proqnozu elmin tamamilə müxtəlif sahələrində biliklər tələb edir.

Amerika radioastronomu Frensis Dreyk bizim sivilizasiya ilə kontakta girməyə hazır olan şüurlu cəmiyyətlərin sayını müəyyənləşdirmək üçün müxtəlif alimlərin biliklərini birləşdirmək məqsədilə belə bir düstur təklif etmişdir:

$$n = N \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot \frac{t}{T},$$

burada n – Qalaktikadakı radiokontakta hazır olan sivilizasiyaların sayı, N – Qalaktikadakı ulduzların sayı, P_1 – planet sistemləri olan ulduzların sayı, P_2 – həyatın əmələ gəldiyi planet sistemlərinin payı, P_3 – həyatın şüur səviyyəsinə çatdığı biosferlərin payı, P_4 – bizimlə kontakta girmək istəyən bizim sivilizasiyanın texniki səviyyəsinə (yaxud daha yüksək səviyyəyə) çatmış və kontakt yaratmaq istəyən şüurlu cəmiyyətlərin payı, t – texniki sivilizasiyanın orta yaşama müddəti, T – Qalaktikanın yaşı. t/T nisbəti – Qalaktikanın istənilən anında bizimlə kontaktda olmaq istəyənlərin payı; axı, müxtəlif planetlərdə təkamül müxtəlif sürətlə gedə bilər.

Dreykin düsturunda müxtəlif kəmiyyətlər üçün qiymət təyin etmək çox maraqlı və faydalıdır. Hələlik onlardan yalnız ikisi üçün tam aydın nəticə vardır: Qalaktikanın yaşı təqribən 10^{10} ildir və orada ulduzların sayı təqribən 10^{11}-dir. Risk edərək, planet sistemlərinin yayılmasını qiymətləndirmək olar: $P_1 \leq 0{,}1$. Belə bir nəticə də çıxarmaq olar ki, kosmik rabitə texnikası yaradıldıqda (onunla eyni vaxtda nüvə bombası və ballistik raket meydana gəlmişdir) bizim sivilizasiyanın timsalında texniki tərəqqidən sonra sivilizasiya yüz il qala bilər. Qalan kəmiyyətləri hələlik qiymətləndirmək çətindir. Bu məqalənin müəllifi onları dedikcə subyektik olaraq onları belə qiymətləndirir: $P_2 \leq 1$, $P_3 \leq 0{,}1$, $P_4 \leq 1$ və $t \leq 100$. Əgər onları Dreyk düsturu ilə ifadə etsək, aydın olar ki, Qalaktikada indi bizimlə kontakta girməyə cəmi bir neçə sivilizasiya hazırdır. Çox nikbin olmasa da, ümidsiz proqnoz da deyildir.



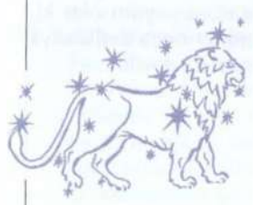
rilən güclü lazer impulslarına da aiddir. Gələcəkdə insanlar elə böyük kosmik yaşayış məskənləri salmağa başlayacaqlar ki, bunlar 300 K-dək səciyyəvi temperatura malik infraqırmızı istilik şüalanmasının mənbələri olacaqdır.

Hətta öz varlığı haqqında məlumat verməyə cəhd etmədiyi halda belə, oxşar əlamətlərə görə Yer tipli sivilizasiyanı axtarmağa cəhd göstərmək olar. Fərz edək, axtarılan sivilizasiyanın texniki səviyyəsi elə yüksəkdir ki, o, hətta öz ulduzunun enerjisindən tam istifadə edir, məsələn, ulduzu qeyri-şəffaf örtüklə əhatə edir (bu, *Dayson sferası* adlanır), onda ulduz əvəzinə biz İQ mənbəyini görəcəyik. Xüsusi axtarış, həqiqətən, belə mənbələr aşkar etmişdir, lakin onların hamısı qaz-toz qatı ilə örtülmüş və formalaşmaqda olan cavan ulduzlardır. Ümumiyyətlə, İQ teleskoplarının imkanları hələ çox məhduddur.

Onlar danışmaq istəyirlər. Şüur qardaşlarını tapmaq o zaman çox sadələşər ki, onlar özləri bizimlə əlaqəyə girmək istəsinlər. Güclü "radiomayak" və ya lazer "projektoru" böyük məsafələrdən görünə bilər.

Belə axtarışlar artıq aparılır. Əsas məsələ odur ki, onlar bu siqnalları hansı üsulla ötürəcəklər.

YERDƏNKƏNAR SİVİLİZASİYALARLA ƏLAQƏ



Simsiz rabitə üçün Yerdə, əsasən, radiodan istifadə olunur. Ona görə də, əsas iş yerdənkənar sivilizasiyaların (YS) siqnallarını radiodiapazonda axtarmaqdır. Eyni zamanda, bu siqnallar başqa şüalanma diapazonlarında da aparılır. Son 20 ildə optik diapazonda lazer siqnallarının axtarılması üçün bir neçə eksperiment aparılmışdır. Kiçik məsafələrdə lazer siqnallarının üstünlüyü aydındır: onun çox böyük buraxıcılıq qabiliyyəti var və qısa zaman ərzində çox böyük informasiya vermək imkanına malikdir. Böyük məsafələrdə lazer şüaları atmosferdə səpilir, udulur və onları optik-lif kabellərlə ötürmək lazım gəlir. Lakin kosmik fəza optik əlaqə üçün kifayət qədər şəffafdır. Lazerin ikinci əsas xüsusiyyəti şüanın yüksək yönəlmə xassəsinə malik olmasıdır – əslində bu, yad kosmik siqnalı tutmaq istəyənlər üçün çatışmayan cəhətdir.

Yerdən müşahidə edərkən lazer siqnalı ulduzun spektrində yüksəktezlikli lazer mənbəyi olan yerdə nazik bir xətt verir. Ona görə məsələ yüksəktezlikli nazik xətləri olan "lazer-ulduzları" axtarmaqdan ibarətdir. Belə ulduzların axtarışı Rusiya EA Xüsusi Astrofizika Rəsədxanasında Şimali Qafqazdakı 6 m-lik reflektor – teleskop vasitəsilə aparılır. Orada məxsusi olaraq işlənib hazırlanmış MANİYA kompleksi 10^{-7} san ifrattezlikli enerji selini və 10^{-6}Å eninə qədər ifratnazik şüalanma xətlərini ayırd edə bilir. Ən vacibi də odur ki, yüksəktezlikli YS siqnallarının axtarışı başqa astrofiziki məsələlərin həllinə mane olmadan həyata keçirilir, yəni teleskopda əlavə vaxt tələb etmir.

Son dövrdə Argentina astronomları da bu işə qoşulmuş və Argentina Andları yaxınlığındakı San-Juan əyalətində 2 m-lik teleskopla optik siqnalları axtarmağa başlamışlar. Vacibi budur ki, bu teleskopa göyün cənub yarımkürəsindəki ulduzlar əlyetərdir. Daha bir lazer siqnalı axtarışı İQ diapazonda Berklidə Kaliforniya Universitetində aparılır. Bunun üçün Maunt-Vilson rəsədxanasının ulduz interferometrinin 1,7 m diametrli güzgülərinin birindən istifadə olunur. Bu proqrama Yerə yaxın 300 ulduzun tədqiqi daxildir və o bir neçə ilə nəzərdə tutulmuşdur.

Buna baxmayaraq, hələlik radiodalğalar ən perspektivli rabitə növüdür.

Həssas Yer radioantenaları qonşu ulduzların planetlərində Ostankinodakı tipli güclü televiziya ötürücülərini aşkar edə bilərdi. Müasir texnika Qalaktikanın istənilən yerində şüurlu qardaşlarla əlaqə yaratmağa imkan verir. Əlbəttə, bu şərtlə ki, onların harada və hansı dalğalar diapazonunda danışıqlar aparmaq istədiklərini biləsən. Bəlkə də artıq bu danışıqlar aparılır və onları eşitmək üçün yalnız qəbuledicileri kökləmək lazımdır?

Beləliklə, Yerdənkənar sivilizasiyaların (YS) siqnallarını axtarmaq üçün texniki və maliyyə problemlərindən əlavə, iki prinsipial məsələni həll etmək lazım idi: antenanı göyün hansı tərəfinə tuşlamaq və qəbuledicini hansı tezliyə kökləmək.

Birinci problem asanlıqla həll olundu: antenaları Günəşə bənzəyən yaxın ulduzlara yönəltdilər, bu ümidlə ki, onlarla yanaşı Yerə oxşayan planetlər vardır. İkinci problem daha mürəkkəb oldu. İnsan naməlum radiostansiyanı, sadəcə, ev qəbuledicisi ilə tutanda bütün dalğalar diapazonunda "gəzir". Əgər stansiya güclüdürsə, onu tapmaq asandır, yox, əgər siqnal zəifdirsə, bir dalğadan digərinə yavaş-yavaş keçmək, maneələrin xışıltısına diqqətlə qulaq asmaq lazımdır, buna isə xeyli vaxt gedir. Kosmosdan gözlənilən siqnal o qədər zəifdir ki, qəbuledicinin kökləmə dəstəyini sadəcə fırlatmaqla onu tapmaq olmaz. YS-lərin siqnallarının axtarışının ilk illərində alimlər tapmağa çalışırdılar ki, kosmosdan siqnalı hansı tezlikdə gözləmək olar. Belə qət etdilər: Qalaktikada hər bir radioastronom bu tezliyi bilməlidir, deməli, bu hər hansı kosmik maddənin, daha yaxşısı, ən çox yayılmış maddənin, yəni hidrogenin şüalanma xətti olmalıdır. Doğrudur, o, 21 sm dalğa uzunluğunda zəif şüalanır. Məhz bu dalğaya köklənmək qərarına gəldilər.

OZMA VƏ SERENDİP

Müşahidələr 1960-cı ildə, 26 m diametrli antenanın köməyi ilə Frensis Dreyk Balinanın τ və Eridanın ε ulduzlarından gələn siqnalları tutmağa cəhd etdiyi vaxt başlandı. Onun işi "OZMA layihəsi" adlanırdı. Süni siqnallar aşkar edilmədi, lakin Dreykin işi yerdənkənar sivilizasiyaların (YS) siqnalları erasını açdı. Əvvəlcə bu məşğuliyyət CETI (Communication with Extra Terrestrial Intelligents – "Yerdənkənar sivilizasiyalarla əlaqə") ümumi adını aldı. Sonra onu daha ehtiyatlı adla SETI (Search for Extra Terrestrial Intelligents – "Yerdənkənar sivilizasiyalar axtarışı") adlandırdılar, çünki əlaqə yaratmaq üçün kosmosda hansısa şüurlu varlığı tapmaq lazım idi. Ötən illər ərzində müxtəlif ölkələrdə, əsasən də ABŞ və SSRİ-də 60-dan çox YS siqnallarının axtarışı təcrübəsi keçirildi, müxtəlif dalğalarda minlərlə ulduz öyrənildi. Lakin indiyə kimi şüurlu varlıqların siqnalları aşkar edilməmişdir.

Axtarışın strategiyası bu müddətdə nəzərəçarpacaq dərəcədə dəyişmişdir.

SERENDİP NƏDİR?

Yerdənkənar sivilizasiyaların axtarışı layihəsinin adını təsadüfən seçməmişlər: bu ad "Yç Serendipli şahzadə" adlı qədim fars nağılından götürülmüşdür. Bu nağıl 1754-cü ildə Horatsi Uolpol tərəfindən söylənilmişdir. Nağılda üç əsil-nəcabətli gəncdən danışılır. Onlar dünyanın o başında yaşayan qənirsiz gözəl qızdan xəbər tutur və onun sorağında uzaq səfərə yollanmağı qərara alırlar. Gənclər yaşadıqları Serendip adasını (sonralar o, Seylon adlandırılmış, indi isə Şri Lanka adlanır) tərk edir və dünyada uzun müddət səyahət edərək, ağlasığmaz macəralarla qarşılaşırlar. Onlar səyahət edərək, o qədər heyrətamiz və gözlənilməz şeylərlə rastlaşırlar ki, nə üçün yola düşdüklərini belə unudurlar.

Nağıl populyar olmuş və ingilis dilində, hətta asanlıqla gözlənilməz kəşflər etmək kimi "uğurlu qabiliyyət" demək olan "serendipity" sözü meydana gəlmişdir. Alimlər layihəyə SERENDİP adı verərkən nəzərdə tuturdular ki, hətta əgər iri radioteleskopların yeni aparatlarla təchiz olunması şüurlu varlıqların aşkar edilməsinə gətirib çıxarmasa belə, hər halda, maraqlı kosmik hadisələri kəşf etməyə imkan verəcəkdir.

İlk işlər, sadəcə, Dreykin ideyasını geniş formada təkrar edirdi. Sonra başqa ulduzları başqa tezliklərdə tədqiq etdilər, lakin çox keçmədən başa düşdülər ki, əgər bütün göyü bütün tezliklərdə dinləsələr, müvəffəqiyyət qazanıla bilər. Kompüter dövründə məlum olmuşdur ki, bu mümkündür.

1992-ci ildə ABŞ Milli Aeronavtika və Kosmik Fəzanın Tədqiqi İdarəsi (NASA) SERENDİP (Search for Extra-terrestrial Radio Emission from Nearby Developed Intelligent Populations – "İnkişaf etmiş Sivilizasiyalardan Yerdənkənar Radioşüalanmanın Axtarışı) layihəsini həyata keçirməyə başladı. SERENDİP layihəsi 10 ilə nəzərdə tutulmuşdu. Layihədə müxtəlif ölkələrin bir neçə rəsədxanası iştirak edirdi. Diametri 34 m olan parabolik antenanın köməyi ilə Holdstounda (Kaliforniya ştatı) bir-birinin ardınca gələn zolaqlar boyunca səma tam nəzərdən keçirilirdi. Şübhəli siqnallar aşkar edildikdə onların əsaslı surətdə öyrənilməsi ilə Parksdakı (Avstraliya) diametri 64 m olan antenaya və yaxud Puerto-Riko adasında Aresiboda qurulmuş diametri 300 m olan antenaya malik daha iri teleskoplar məşğul olurdu.

İş adi elmi müşahidələrlə paralel aparılır. Başqa sözlə, radioteleskop siqnalları haradan alırsa alsın, SERENDİP onun şüurlu varlıq tərəfindən göndərilməsi ehtimalını təhlil edir: ola bilsin ki, lap məşhur nağılda olduğu kimi, birdən maraqlı bir şey tapılsın.

Axtarışın yeni strategiyası da tətbiq olundu. Əvvəlcə ortaölçülü radioteleskop göyün bir zolağını tez-tez bir neçə dəfə irəli-geri "izləyir". Antenanın "nəzərləri" tez hərəkət edir, kompüter alınan siqnalları çeşidləyir, onlardan bir neçə ən maraqlısını seçir. Sonra elə həmin antenanın köməyi ilə onlar daha dərindən öyrənilir. Teleskop onların hər birində "nəzərini" qeyd edir, bununla da öz həssaslığını artırır. Əlbəttə, siqnalların əksəriyyəti yalançı olur: radarların küyü, qəbuledicinin öz küyləri və s. Lakin bir neçə siqnal dəqiqləşdirildikdən sonra böyük antenaların köməyi ilə araşdırılmaq üçün kataloqa köçürülür.

SERENDİP layihəsinin ən qəribə xüsusiyyəti onun çoxkanallı qəbulediciləridir. Kosmik fəza bir tezlikdə deyil, eyni anda radio dalğalarının geniş diapazonunu örtən bir neçə milyon (!) tezlikdə izlənilir. Əvvəlki illərdə axtarış yalnız bir tezlikdə aparılırdı və bu tezlik tədqiqatçılar tərəfindən qabaqcadan seçilirdi. Bu strategiya bulanıq suda çəngəl ilə balıq tutmağa bənzəyirdi. Ovçu balığın harada olduğunu dəqiq bilmədən çəngəli ora sancır. Onun uğurlu ov etməsi üçün nə qədər şans var? Bu mənada SERENDİP layihəsinin radioqəbulediciləri çox xırda deşikli tora bənzəyir, geniş açılır və bir dənə də balığı buraxmır, həm də onun ölçüləri daim artır: Aresiboda qəbuledici 4 milyon kanalda işləyir, indi isə 167 milyon kanallı yeni antena hazırlanır. Belə superqəbuledici hazırlandıqdan sonra astronomlar antenanı yenə ən yaxın Günəş tipli ulduzlara yönəltdilər. İndi belə minlərlə ulduzdan gələn siqnallar milyonlarla müxtəlif tezlikdə qəbul olunur.

Qeyd edək ki, birbaşa tətbiq sahəsi olmayan elmi layihələr və xüsusilə də belə yarıməfsanəvi YS (Yerdənkənar sivilizasiyalar) layihəsi istənilən ölkədə çox zəif maliyyələşdirilir. SERENDİP layihəsi 1994-cü ildə dayandırıldı: Amerika senatı layihə üçün lazım olan 12 milyon dolları ayırmadı və belə bir bəhanə gətirdi ki, "şüur qardaşlarımız bizim maliyyə problemlərimizin həllinə kömək etməzlər". Lakin bu işdə entuziastlar tapıldı, onlar "SERENDİP-in dostları" cəmiyyətini yaratdılar, ona məşhur fantast yazıçı Artur Klark başçılıq etdi. Yeri gəlmişkən, o artıq bir çox illərdir ki, Şri-Lanka adasında, elə həmin əfsanəvi Serendipdə yaşayır. İndi kosmik axtarış davam edir: artıq yüzlərlə qeyri-adi siqnal qeydə alınmışdır və onlar daha müfəssəl öyrəniləcəkdir.

ŞÜUR QARDAŞLARININ DİLİ

Şüur qardaşları ilə radiorabitə vasitəsilə əlaqə yaratmaq cəhdi artıq 40 ildir ki, davam edir. Çoxdan məlum idi ki, bu işdə başlıca problem ötürücü və qəbuledici texnika deyil, məlumatın məzmunu və dilidir. Aydındır ki, dilin seçilməsi həmsöhbətin kimliyindən asılıdır: onun barəsində nə qədər az biliriksə, dil də bir o qədər universal olmalıdır. Onun seçilməsi əlaqə formasından da asılıdır.

Yerdəki müxtəlif sivilizasiyaların ünsiyyət təcrübəsi (məsələn, hindilərlə avropalılar) göstərir ki, hətta burada da əlaqə çox çətin olur. Rus etnoqrafı N.N.Mikluxo-Maklay XIX əsrdə papuasların dilinin lüğətini tərtib etmək istərkən çox ciddi çətinliklə qarşılaşdı. Yarpaq barədə bir neçə yerli adamdan soruşanda aldığı cavabların müxtəlifliyi onu çox təəccübləndirdi. Sonra o aydınlaşdırdı ki, adamlardan biri ona "yaşıl", digəri "çirkli", "yaramaz" demişdir, çünki yarpaq yerdən götürülmüşdü, üçüncüsü isə ona yarpağın mənsub olduğu bitkinin adını demişdir və s. Hətta belə sadə bir halda aydınlığa nail olmaq çətindir. Mücərrəd anlayışları başa salmaq daha çətindir. Tədqiqatçı yazırdı ki, "bəzi anlayışlar üçün nə mənim təxəyyülüm, nə də mimikam kifayət edirdi. Məsələn, mən "yuxu" və ya "yuxular" anlayışlarını, yaxud "dost" və "dostluq" anlayışlarını necə başa sala bilərdim? Hətta "görmək" sözünün mənasını çay keçəndən sonra bilmişəm, "eşitmək" felini isə heç öyrənə bilmədim".

Başqa sivilizasiyalarla kontaktlar, yəqin ki, böyük çətinliklərlə qarşılaşacaqdır və hətta, nəticəsiz qala bilər. Axı, hələ də Yerdə mövcud olmuş və ölmüş dillərdəki yazıları – əsrlərin dərinliyindən gələn özünəməxsus göndərişləri oxumaq mümkün olmamışdır. Əgər biz təsadüfən başqa dünyanın özünəməxsus radioxəbərlərini, məsələn, televeriliş-lərdən parçalar və ya kosmik mayakların siqnallarını tutmuş olsaq, bu halda daha çoxsaylı çətinliklərlə qarşılaşa bilərik. Lakin əgər kimsə kosmosa çağırış siqnalları göndərirsə, dilin sadəliyinə çalışmalıdır, başqa sözlə, elə bir dil hazırlanmalıdır ki, həm hazırlayanın özünə, həm də onun kimi düşünənə aydın olsun. Alimlər buna *antikriptoqrafiya* (*yun.* "anti" – əks; "kriptos" – sirli, gizli; "qrafo" – yazıram) deyirlər.

SÜNİ DİLLƏR. Bu dillər tarixən insanlar üçün universal dil hazırlamaq ehtiyacından yaranıb. Bunların nəticələrindən biri olan esperanto indi də işlənir. Lakin bu dil canlı Avropa dillərinin əsasında qurulub. Utrext Universitetinin (Niderland) professoru Hans Froydental elə bir dil yaratmaq qərarına gəlir ki, bu dil bizimlə, şüurdan başqa, heç bir ortaq xüsusiyyəti olmayanlara da aydın olsun. Bu iş birinci peykin buraxılması və Dreykin yerdənkənar siqnalları ilk dəfə tutmağa cəhd etdiyi dövrə təsadüf edir. Ona görə Froydental bu dili *linkos* (*lat.* linqua cosmica – "kosmik dil") adlandırdı.

Linkos sadə və birmənalıdır, qaydalardan kənaraçıxma və sinonim yoxdur və s. Bu dil həm də fonetik səsləndirmədən azaddır. Bu dilin sözləri heç vaxt Kainatda kimsə tərəfindən səsləndirilməyəcəkdir. Onu istənilən sistemdə, məsələn, ikilik say sistemində kodlaş-

YADPLANETLİLƏR ÜÇÜN TEATR

Linkos süni dilinin yaradıcısı H.Froydental "humanitar" xarakterli anlayışları kiçik səhnəciklərin köməyi ilə verməyin orijinal üsulunu tapmışdır. Onlar əvvəlcə riyazi xarakter daşıyır. Məsələn, söhbətin mövzusu düşünmək qabiliyyətidir. Dialoqu A və B aparır; birinci A müraciət edir:

A → B: 2 + 3 neçə edər?
B → A: 2 + 3 = 5
A → B: Düzdür.

Sonra bir neçə analoji səhnə baş verir. Daha sonra C personajı peyda olur.

A → B: 15 × 15 = 220
B → A: Yanlışdır.
A → C: 15 × 15 neçə edər?
C → A: 15 × 15 = 225
A → C: Düzdür. C B-dən daha ağıllıdır.

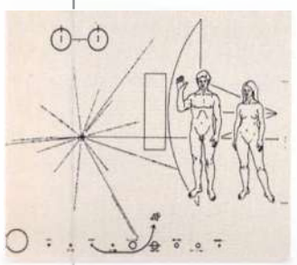
Gec-tez müxbir başa düşəcək ki, bu, riyaziyyat dərsi yox, hərəkətləri, hiss və emosiyaları izah edən teatr, tamaşadır.

Riyazi göndərişləri peşəkar riyaziyyatçılar daha tez qavradılar. Daha ümumi mövzular daha mürəkkəb olur. Maraqlıdır, kosmosun dərinliklərindən ilk göndəriş hansı dildə veriləcək?

dırmaq və radio ilə kosmosa göndərmək olar.

Froydental ilk göndərişlərin başlanacağı linkos dərslərini də hazırladı. Birinci dərs sadə riyaziyyat və məntiq anlayışlarını əhatə edir. O, natural ədədlərin sırasını ifadə edən impulslarla (*, **, *** və s.) başlanır. Sonra ədədlərin işarəsi və "bərabərlik" anlayışı: * = 1, ** = 2 daxil edilir. Hər bir işarə xüsusi formalı impulsla verilir. Bundan sonra hesab əməlləri gəlir: 1 + 2 = 3. Beləliklə, naməlum müxbir riyaziyyat kursu keçərək, "böyükdür", "kiçikdir", "düzgündür", "yanlışdır", "artır", "azalır" və s. anlayışlara bələd olur.

Günəş sistemini tərk edən "Pioner-10" kosmik aparatının göyərtəsində yerləşən kosmik göndərişli lövhə.



KOSMİK GÖNDƏRİŞLƏR. Keçən 40 il ərzində insanlar əmin oldular ki, Yer yaxınlığında radio ilə xəbər yayan sivilizasiya yoxdur. Ona görə Yerdəkilər özləri naməlum qardaşlara xəbərlər göndərməyə qərar verdilər. 1970-ci illərdə ulduzlara radioqramlar və içərisində göndərişlər olan avtomat zondlar yolladılar. Onların məzmunu necə idi?

Hər şeydən əvvəl, məlumatı hansı formada: mətn və ya şəkillər formasında verməyi, yəni anlayışlardan, yoxsa obrazlardan istifadə etməyi qərara almaq lazım idi. Linkosdan istifadə etməyi hələlik təxirə saldılar. Radio ilə, kosmik aparatlarla kosmosa yollanılmış bütün göndərişlərdə obrazlar – rəsmlər, slaydlar, nitq səsləri vardır. Qısa mətn "əks-ünvanın" – Qalaktikada planetimizin vəziyyətinin göstərilməsi üçün zəruri olan bir neçə ədəddən ibarətdir.

1974-cü il noyabrın 16-da Aresibo rəsədxanasından Herkules bürcündəki M 13 kürəvi ulduz topası istiqamətində məlumat göndərildi. Bu topada bizim Günəş kimi bir milyona qədər ulduz var, buna görə, çox ehtimal ki, məlumatı kim isə qəbul edəcəkdir. Doğrudur, siqnal oraya 25 min ildən sonra çatacaqdır. Məlumat 12,6 sm dalğa uzunluğunda göndərilmişdir və 1679 işarədən ibarətdir. Yer sakinlərinin ümid etdikləri kimi, onların yadplanetli həmkarları anlayacaqlar ki, göndərişlər 23×73 ölçülü kadrdır.

Hələlik Yer sakinlərinə ulduzlararası səyahətlərin üsulu bəlli deyil; hətta, ən yaxın ulduza doğru uçuş on min illərlə vaxt aparardı. İnsan üçün ulduzlara yol hələlik bağlıdır. Lakin avtomatlar artıq ulduzlararası fəzaya üz qoymuşdur. Dörd ədəd zond Günəş sisteminin hüdudlarını tərk etmişdir. Bunlar 1972-1973-cü illərdə buraxılmış "Pioner-10, -11" və 1977-ci ildə buraxılmış "Voyacer-1, -2"-dir. Onlar xarici planetlərin yanından ötüb, Qalaktikanın dərinliyinə doğru gedir. Onların haçansa ağıllı varlıqların əlinə düşəcəyini güman etmək olar. Ona görə zondlardan hər biri xüsusi göndəriş aparır.

"Pioner"lərin içərisinə Yerlilərin "vizit kartı" həkk olunmuş metal lövhəciklər qoyulmuşdur. Kart kosmik aparatın silueti fonunda (miqyası göstərmək üçün) insanlar təsvir olunmuşdur. Kişi əlini qaldıraraq salamlayır. Aşağıda Günəş sisteminin sxemi göstərilmişdir; üçüncü planetdən "Pioner"in kiçik siluetinə doğru uzanan xətt uçuşun trayektoriyasını göstərir. Yuxarıda solda iki dəfə hidrogen atomu təsvir olunmuşdur. Dairəcik elektronun orbitini, nöqtəli düz xətt isə spinin (məxsusi elektronun və protonun fırlanma oxu) istiqamətini göstərir. Sağdakı şəkildə spinlər üst-üstə düşür, solda isə əks istiqamətdədir. Hər bir fizik, o cümlədən, yəqin, Yerdənkənar fizik də bilir ki, spin dönərkən hidrogen atomu 1420 MHs tezlikli, 21 sm dalğa uzunluğunda radioimpuls buraxır. Bu uzunluq və tezlik (vaxt ölçüsü) şəkildə göstərilən başqa zamanların və məsafələrin ölçü vahididir.

Ən vacib məlumat mərkəzdən solda "ulduzla" işarə olunmuşdur. Bu bizim "ünvanımızdır": mərkəzdə Günəş, ondan uzanan şüalar Qalaktikanın "radiomayakı" olan pulsarlara qədər olan məsafəni və istiqaməti göstərir. Pulsarlar bərk fırlanan və özündən radioimpulslar yayan neytron ulduzlardır. Hər bir pulsarın öz ikiqat dövrü vardır və o kodda şüa boyunca yazılmışdır. Bütün inkişaf etmiş sivilizasiyalara bu pulsarlar məlum olmalıdır. Onların Qalaktikada koordinatlarını bilərək, Günəşin yerini asan tapmaq olar. Ən uzun üfüqi şüa Qalaktikanın – bizim "ulduz imperiyamızın" "paytaxtının" mərkəzinə qədər olan məsafəni və istiqaməti göstərir.

"Voyacer"lərdə bağlamalar göndərilmişdir: onlardan hər birinin bortuna dəyirmi alüminium qutu bərkidilmiş, onun içinə zərli videodisk qoyulmuşdur. Onun səsləndirilməsinə (!) dair təlimat qutunun qapağında göstərilmişdir.

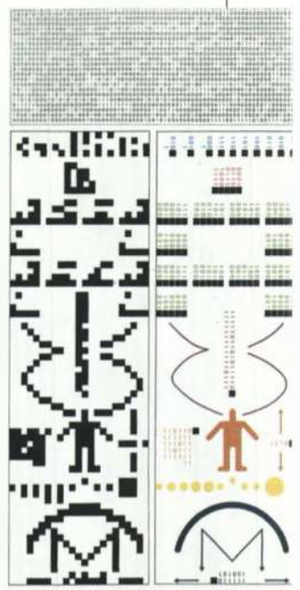
Diskdə 115 təsvir (slayd) vardır; bu təsvirlərdə çox vacib elmi məlumatlar, Yerin, onun materiklərinin müxtəlif görüntüləri, landşaftlar, heyvanların və insanların həyatından səhnələr, onların anatomik quruluşu və biokimyəvi strukturu, o cümlədən DNT molekulu toplanmışdır.

Təsvirlərdən başqa, diskdə səslər də yazılıb: ana pıçıltısı, uşaq ağlaması, quşların və heyvanların səsləri (məsələn, balinaların "mahnılar"ı), küləyin və yağışın küyü, vulkanların və zəlzələlərin gurultusu, qumun xışıltısı və okean ləpədöyəni. Diskdə hətta videodisk tərtibçilərinin bacarıqla əks etdirdikləri öpüş səsi vardır.

Diskdə insan nitqi, dünya xalqlarının 58 dilində qısa salamlaşmalarla təmsil olunmuşdur. Xüsusi başlıqda Dünya musiqi mədəniyyətinin nailiyyətləri göndərişin xüsusi fəslini təşkil edir. Diskdə Baxın, Motsartın, Bethovenin əsərləri, Lui Armstronqun və Çak Berrinin caz kompozisiyaları və bir çox ölkələrin xalq musiqisi yazılmışdır.

Bu göndərişi şüur qardaşlarının alıb-almayacaqlarını indi demək çətindir. Yerin bu zərrəciyi kosmosun ucsuz-bucaqsız enginlikləri ilə müqayisədə olduqca kiçikdir. Lakin bu, insanların kosmosda həyat və şüur sorağında atmağa başladıqları addımlardan yalnız biridir və indi artıq onlar bələlərini tapmayınca sakitləşməyəcəklər.

1974-cü ildə kürəvi M 13 topasına yollanılan radiogöndəriş. Başqa informasiya arasında ikiqat kodda; bir çox məlumatlarla yanaşı 1-dən 10-dək ədədlər; bəzi elementlərin atom nömrələri; ikiqat DNT spirali; insan; Yer əhalisinin sayı; Günəş sistemi; Aresiboda radioteleskop.







AZƏRBAYCAN ASTRONOMİYASI*





* Fəsil AMEA-nın müxbir üzvü, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru Əyyub Quliyev tərəfindən hazırlanmışdır.



AZƏRBAYCAN ASTRONOMİYASI DÜNƏN, BU GÜN VƏ SABAH

ASTRONOMİYAMIZIN TARİXİ

Azərbaycan qədim dövrlərdən astronomiyanın inkişaf etdiyi ərazilərdən hesab olunur. Qobustan və Gəmiqaya rəsmləri, arxeoloji qazıntılar zamanı əldə olunmuş materiallar, şifahi xalq ədəbiyyatının nümunələri göstərir ki, Azərbaycan torpağında səmaya, ulduzlar aləminə marağın tarixi qədim dövrlərə gedir. Ehtimal olunur ki, məşhur Qız qalasının funksiyalarından biri də səma cisimlərinin öyrənilməsi olmuşdur. Şamaxının Dədəgünəş adlı məntəqəsində orta əsrlərdə Günəşin il ərzində hərəkətinin izlənilməsi barədə dolayısı məlumatlar var. Orta əsrlərdə və ondan bir qədər əvvəlki dövrlərdə məktəb və mədrəsələrdə başqa elmlərlə yanaşı, astronomiya (nücum) da geniş tədris olunurdu. Saraylarda hökmdarların üsuli-idarəsində münəccimlərin müşahidələri və proqnozları bir çox hallarda ciddi tarixi hadisələrin inkişafına rəvac verirdi. Qədim yunan və ərəb alimlərinin əsərləri barədə kifayət qədər informasiyalar var idi. Göy aləminin diqqətlə öyrənilməsi istiqamətində Marağa rəsədxanasının fəaliyyəti və onun banisi Nəsirəddin Tusinin elmi nailiyyətləri dünya astronomiyasının inkişafında əhəmiyyətli rol oynamışdır. Astronomiyaya, Kainata maraq bu torpaqda həmişə diqqət mərkəzində olmuşdur. Sonralar bu maraq, qeyd edildiyi kimi, şifahi xalq ədəbiyyatına, folklora, atalar sözlərinə, poeziyaya və digər sahələrə sirayət etmişdir.

Dahi Azərbaycan şairi Nizami öz əsərlərində tez-tez göy cisimlərinə üz tutub onları vəsf etmiş, bir sıra müasirləri kimi geniş astronomik biliyə malik olmuşdur. Əsərlərinin birində "mən Yerdən Saturnun halqasına kimi bütün elmləri öyrəndim" ifadəsi işlətmişdir. Halbuki, müasir versiyalara görə, Saturnun halqası 1610-cu ildə kəşf olunmuşdur. Deməli, Nizaminin və eləcə də onun müasirlərinin səma haqqında

təsəvvürləri biz bildiyimizdən də geniş olmuşdur. Şair öz poemalarında dolayısı yolla cazibəni Kainatın hərəkətverici qüvvəsi hesab etmişdir.

Qədim Qobustan və Gəmiqaya rəsmlərində kosmik xarakterli çoxlu rəsmə rast gəlmək olur. Astronomiyanın ən yeni qollarından olan arxeoastronomiya nöqteyi-nəzərindən bu rəsmlər hələ yaxşı öyrənilməmişdir. Qədim türklərin məskəni olan Zəngəzur, Gədəbəy və başqa bölgələrdə daş rəsədxanaların izləri qalmaqdadır. Güman etmək olar ki, arxeoastronomiyanın sonrakı inkişafı astronomiya tarixinə aid yeni məlumatlar əldə etməyə imkan verəcək.

AZƏRBAYCAN ASTRONOMİYASINDA N.TUSİ DÖVRÜ

XIII əsri Azərbaycan astronomiyasının və bütövlükdə Azərbaycan elminin qızıl dövrü hesab etmək olar. Şərqin böyük filosofu, riyaziyyatçısı və astronomu Məhəmməd ibn Həsən Nəsirəddin Tusi (1201-1274) 1259-cu ildə Cənubi Azərbaycanın Marağa şəhəri yaxınlığında möhtəşəm bir astronomiya rəsədxanası yaratdı. Hökmdar Hülaku xan tərəfindən maliyyələşən bu elm ocağının quruluşu, layihələşdirilməsi, elmi istiqamətlərinin təyin edilməsi, dünyanın bir çox ölkəsindən buraya istedadlı alimlərin cəlb olunması, ölçmə cihazlarının yaradılması və s. kimi vacib məsələlərə N.Tusi bilavasitə özü rəhbərlik edirdi. Marağa rəsədxanası dövrünün ən böyük elm ocağı idi. Burada yüzə qədər elmi işçi fəaliyyət göstərirdi, rəsədxana zəngin əlyazmalar fonduna və kitabxanaya, tədris korpusuna, cihazqayırma emalatxanasına, əməkdaşların yaşaması üçün yaşayış binalarına malik idi. Bu elm ocağında qısa müddətdə yüzlərlə ulduzun kataloqu tərtib edilmişdir. Bizə qədər gəlib çatmış belə cədvəllər elm üçün hələ də qiymətli mənbə sayılır. Rəsədxanada eyni zamanda coğrafi tədqiqatlar da aparılmış, 250-dən çox yaşayış məntəqəsinin koordinatları verilmişdir. N.Tusi öz əsərlərində sinus və tangens cədvəllərini tərtib etmiş, müxtəlif koordinat sistemləri arasında əlaqə düsturlarını vermişdi. Onun icad edib yaratdığı cihazlar sonradan dünyanın bir çox ölkəsinə yayılmış, astronomlar tərəfindən müxtəlif ölçmələrdə tətbiq edilmişdir. Marağa rəsədxanasında yaradılan astrolyabiyalardan biri 1274-cü ildə Almaniyaya gətirilmiş və indi də Drezden şəhərinin muzeylərindən birində saxlanılır. Regionun bir çox rəsədxanaları sonradan Marağa rəsədxanasının quruluşu və nümunəsi əsasında yaranmışdır. N.Tusinin bizə gəlib çatan yüzdən çox əsəri arasında "Zic Elxani" astronomiya nöqteyi-nəzərindən xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bundan başqa, "Şəklül-qita" əsəri də sferik astronomiyanın inkişafı tarixində önəmli yer tutan bir kitabdır.



Nəsirəddin Tusi.

Nəsirəddin Tusidən sonra onun yaratdığı Marağa rəsədxanası bir müddət öz elmi fəaliyyətini davam etdirmiş, lakin sonralar müəyyən səbəblər üzündən süqut etmişdir. Orta əsrlərdən qalmış bir sıra mənbələrdə XV əsr Azərbaycan filosofu Seyid Yəhya Bakuvinin elmin bir sıra sahələri ilə yanaşı astronomiyaya meyil göstərməsi, hətta Qız qalasından müşahidələr aparması barədə məlumatlar vardır. Lakin bu məsələnin müvafiq mənbələrin köməyi ilə daha dəqiq və səhih öyrənilməsinə ehtiyacı var. Belə tədqiqatlarda yalnız tarixçilər və şərqşünaslar yox, həm də astronomlar iştirak etməlidir.

XIX əsr Azərbaycan alimi Abbasqulu ağa Bakıxanov da bir müddət astronomiyaya meyil göstərmiş, hətta "Əsrar ül-Mələkut" adlı əsər də yazmışdır.

Marağa rəsədxanasında hazırlanmış astrolyabiya.



Əsər bir növ şərh xarakteri daşıyır və orada alim öz dövrünün astronomik biliklərinə dərindən yiyələndiyini nümayiş etdirir. Abbasqulu ağa Bakıxanov bu əsərdə ulduz və planetlərin ilkin qaz-toz dumanlığından əmələ gəlməsi barədə Kant, Laplas və bir çox alimlərin o dövrdə geniş yayılmış fikirlərini şərh etməklə yanaşı, öz müstəqil fikirlərini söyləməkdən də çəkinmir.

XX ƏSRİN BİRİNCİ YARISINDA ASTRONOMİYANIN İNKİŞAFI

XX əsr astronomiyanın Azərbaycanda geniş vüsət aldığı bir dövr olmuşdur. Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının, onun müşahidə stansiyalarının, kosmosu tədqiq edən digər müəssisələrin yaradılması, yüzlərlə yüksək ixtisaslı mütəxəssisin yetişməsi, sözün əsl mənasında, yüksək ənənələrə malik bir astronomiya məktəbinin formalaşması, məhz, bu dövrə təsadüf edir.

Əsrin əvvəllərində Azərbaycanda yaradılmış ali və orta məktəblərdə, təhsil ocaqlarında bütün təbiət elmləri ilə yanaşı, astronomiyanın öyrənilməsi və tədrisi də mühüm yer tuturdu. Xarici ölkələrdə təbiət elmləri üzrə təhsil alan azərbaycanlı gənclər bir çox hallarda astronomiya və coğrafiyanı özlərinə ixtisas seçir, bu elmləri dərindən öyrənirdilər. Əfsus ki, Azərbaycanda astronomik müəssisənin və ya rəsədxananın olmaması üzündən belə gənclər digər ölkələrdəki astronomiya həvəskarları kimi sonralar bu elmlə ciddi məşğul ola bilmirdilər və bu səbəbdən ölkəmizdə peşəkar astronomiya məktəbi formalaşa bilmirdi.

Azərbaycanda astronomiya rəsədxanasının yaradılması məsələsi 1927-ci ildə ortaya qoyuldu. Həmin il Leninqrad Astronomiya İnstitutunun qısamüddətli ekspedisiyası Azərbaycana gəldi və



Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası.

burada bir sıra zonaların iqlimi və relyefini öyrənməklə məşğul oldu. Məqsəd burada dünyanın ən böyük teleskoplarından birinin quraşdırılması üçün lazımi hazırlıq işlərinin aparılması idi. Ekspedisiya zamanı bir neçə il ərzində Xankəndi, Şuşa, Lisoqorsk və Laçın rayonlarının astroiqlimi öyrənildi. Lakin bir sıra səbəblər üzündən bu işlər öz məntiqi sonluğuna çatdırılmadı. 1930-cu illərdə astronomiyanın təşəkkülündə ilk azərbaycanlı astronom H.Məmmədbəylinin böyük rolu oldu. Elə həmin illər Azərbaycanda astronomiya məktəbi formalaşmağa başladı. Bu məktəbin ilk nümayəndələri T.Eminzadə, H.Sultanov, R.Hüseynov və b. oldu. 1941-1945-ci illər müharibəsi, elmin başqa sahələri kimi, astronomiyanın da inkişafını bir neçə onillik geriyə atdı.

Müharibədən sonrakı dövrdə gələcək rəsədxana üçün yer seçilməsi məqsədi ilə ekspedisiyaların fəaliyyəti bərpa olundu. Eyni zamanda Sovet İttifaqı rəhbərliyi qarşısında Azərbaycanda astronomik rəsədxana yaradılması barədə vəsadətlər qaldırıldı. 1953-cü ilin ortalarında gələcək rəsədxananın yaradılması ideyası tam formalaşdı və onun qurulması üçün müvafiq məntəqənin yeri tam dəqiqləşdi. Adı sadalanan mütəxəssislərin yekdil qərarı ilə rəsədxana yaradılması üçün ən optimal yer Şamaxı rayonunun Pirqulu dağı hesab olundu. Tezliklə burada kiçikölçülü teleskoplar vasitəsilə müşahidələrə başlandı.

1953-cü ildə Azərbaycan SSR Elmlər Akademiyasının Fizika-Riyaziyyat İnstitutunun nəzdində H.Sultanovun rəhbərliyi ilə yaradılmış Astrofizika şöbəsində (1956-cı ildə şöbə Akademiyanın tərkibində müstəqil sektora çevrildi) aktiv elmi işlər həyata keçirilməyə başladı. 1959-cu ilin noyabrında sektorun əsasında rəsədxana yaradılması barədə müvafiq qərar verildi.

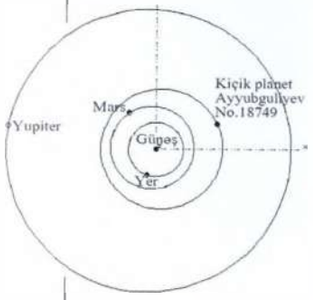
ŞAMAXI ASTROFİZİKA RƏSƏDXANASININ YARADILMASI

Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının (ŞAR) yaradılması barədə dövlət qərarı 1959-cu ilin noyabr ayında qəbul edilmişdir. Həmin qərar əsasında Azərbaycan SSR EA 1960-cı ilin yanvarında ŞAR-ın təsis olunması və onun strukturu barədə xüsusi sərəncam vermişdir. İlk vaxtlar rəsədxana daxilində dörd şöbə (Günəş fizikası və radioastronomiya şöbəsi, Ulduz fizikası şöbəsi, Günəş sisteminin kiçik cisimləri şöbəsi, Astronomiya tarixi şöbəsi) və optika-mexanika emalatxanası fəaliyyət göstərmişdir. Bir müddət sonra, 1975-ci ildə ŞAR-ın Bakı şəhərində bazası da yaradılmışdır. Astronomlar burada nəzəri tədqiqatlarla məşğul olur, müşahidələr əsasında hesablamalar aparırlar.

ŞAR-ın yerləşdiyi yerin coğrafi koordinatları aşağıdakı kimidir: uzunluq – 48°35′04″ və enlik – 40°46′20″. Sonuncunun bir sıra Avropa rəsədxanalarının coğrafi enliyinə nisbətən kiçik olması cənub göyünün müşahidəsində ŞAR-a müəyyən üstünlük verir. Rəsədxananın dəniz səviyyəsindən hündürlüyü təxminən 1500 m təşkil edir.

ŞAR bir müddət (04.01.1981 – 01.03.1985) Azərbaycan Elmlər Akademiyasının tərkibindən çıxarılıb Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi Elmi İstehsalat Birliyinin tərkibinə keçirilsə də, sonralar bu addımın özünü doğrultmadığı üçün rəsədxananın əvvəlki statusu bərpa edilmişdir. 1981-ci ildə rəsədxanaya N.Tusinin adı verilmişdir.

ŞAR-a 1960-1981-ci illərdə akademik Hacıbəy Sultanov, 1981-1982-ci illərdə f.-r.e.d. Oqtay Hüseynov, 1982-1985-ci illərdə f.-r.e.n. Alik Abbasov, 1985-1986-cı illərdə f.-r.e.n. Zöhrab İsmayılov, 1986-1988-ci illərdə f.-r.e.n.



Kiçik planet Ayyubguliyev No.18749 (1 iyun 2004-cü il).

Kamran Rüstəmov, 1988-1997-ci illərdə f.-r.e.n. Şmidt Əhmədov rəhbərlik etmişlər. 1997-ci ildən rəsədxanaya Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü Əyyub Quliyev rəhbərlik edir.

Rəsədxananın və respublikanın digər astronomik müəssisələrin 20-yə yaxın əməkdaşı Beynəlxalq Astronomiya Şurasının, Avropa Astronomiya Cəmiyyətinin və Avro-Asiya Astronomiya Şurasının üzvü seçilmişlər.

1970-2001-ci illərdə yeni tapılmış asteroidlərə Azərbaycan, ŞAR, Nizami, Cavid, M.Maqomayev, Sorin, Tusi və Əyyubquliyev adları verilmişdir. Marsda bir kraterə ŞAR əməkdaşı Nadir İbrahimovun, digərinə Quba, Ayda bir kraterə isə Nəsirəddin Tusinin adı verilmişdir.

ASTRONOMİK TEXNİKANIN ALINMASI VƏ QURULMASI

Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında ilk teleskop 1957-ci ildə qurulmuş Xromosfer-fotosfer Günəş teleskopu olmuşdur. Ümumiyyətlə, bu teleskop (AFR-2) Günəş Xidməti elmi proqramı üçün nəzərdə tutulmuşdur. Gündəlik müşahidələr nəticəsində həmin cihaz vasitəsilə Günəş səthindəki dəyişmələr barədə müvafiq məlumatlar əldə etmək olar. Teleskopun borusunun diametri 200 mm, ekvivalent fokus məsafəsi 900 mm-dir. Xromosfer borusunun diametri 130 mm, ekvivalent fokus məsafələri isə 6000 mm və 2000 mm-dir. Teleskopda xromosfer partlayışlarını müvafiq qəbuledicilərin köməkliyi ilə müşahidə etmək mümkündür.

1959-cu ildə rəsədxanada 200 mm-lik fotoelektrik teleskop qurulmuş və onun köməyi ilə ərazinin astroiqlimi öyrənilmişdir. Astroiqlim müşahidələri başa çatdıqdan sonra, 1964-cü ildən başlayaraq, həmin teleskopda dəyişən ulduzların fotoelektrik və elektropolyarimetrik müşahidələri aparılmışdır. Eyni zamanda bəzi kometaların da polyarizasiya müşahidələri də bu teleskopda yaxşı nəticələr vermişdir.

1962-1963-cü illərdə rəsədxanada yeni bir teleskop – Üfüqi Günəş teleskopu inşa edilmiş və onda Günəşin spektral müşahidələrinə başlanmışdır. Həmin müşahidələr bu gün də davam etdirilməkdədir. Teleskopun əsas parametrləri aşağıdakılardır: baş güzgünün; köməkçi güzgünün diametri 440 mm; nyuton fokus məsafəsi 16200 mm; nyuton güzgüsünün diametri 200 mm; kasseqren sisteminin fokus məsafəsi 60540 mm və s. Bu teleskopda Günəş ləkələrinin maqnit sahələri, Günəş partlayışları, tacın protuberansları, spikullar, alışmalar və s. müşahidə olunur.

1964-cü ilin dekabrında ŞAR-da daha bir teleskopun – AST-452 adlı cihazın montajı başa çatdırıldı. Teleskopun güzgüsünün diametri az (350 mm) olsa da, onun səmada əhatə edə biləcəyi sahə çox böyükdür (4,14 dərəcə) ki, bu da onun işıq gücünün böyük olması ilə əlaqədardır. Bu cihazda ulduzların spektral təsnifatı və onların kəsilməz spektrləri üzrə tədqiqatlar aparılır. Teleskopda eyni zamanda onlarca ulduzun spektrlərinin alınması mümkündür. Bütün sadalananlarla yanaşı, bu cihaz Günəş sisteminin kiçik planetlərinin və kometaların müşahidəsi və axtarışı üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir.

1970-ci ildə ŞAR-da 700 mm-lik fotoelektrik teleskopun (AZT-8) inşası başa çatdırılmışdır. Teleskop fotometrik müşahidələrin aparılması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Baş güzgünün fokus məsafəsi 2820 mm, birinci kasseqren sistemin ekvivalent fokus məsafəsi 11200 mm, ikincininki isə 28000 mm təşkil edir. Bu teleskopda əsasən fotoelektrik, polyarimetrik və spektrofotometrik müşahidələr aparılmışdır.

ŞAR-ın məşhur 2 m-lik teleskopu 1966-cı ilin sentyabr ayının 20-də istifadəyə verilmiş və 1967-ci ilin sonlarında müşahidələrə tam hazır vəziyyətə gətirilmişdir. Teleskop Almaniyanın "Karl Seyss Yena" firmasında xüsusi sifarişlə hazırlanmışdır. O, bir-birindən fərqli üç optik sistemi özündə birləşdirən nadir bir qurğudur. Teleskop, əsasən, spektral müşahidələr üçün nəzərdə tutulsa da, başqa növ proqramların yerinə yetirilməsi üçün də yararlıdır. Məsələn, onu baş fokusunda çox uzaq və zəif obyektlərin fotoqrafik müşahidəsi mümkündür. Baş güzgünün diametri 2000 mm, fokus məsafəsi 9000 mm-dir. Baş fokusun faydalı sahəsi $21' \times 21'$ təşkil edir. Kasseqren sisteminin fokus məsafəsi 29500 mm, müvafiq güzgünün diametri 580 mm-dir. Parlaq obyektlərin müşahidəsi üçün nəzərdə tutulmuş Kude sisteminin fokus məsafəsi 72000 mm təşkil edir.

1980-ci illərin əvvəllərində ŞAR-da daha bir teleskop – "Seyss-600" qurulmuşdur. Almaniyada hazırlanmış bu teleskopdan fotometrik müşahidələr üçün istifadə edilir. Kasseqren sistemində qurulmuş teleskopda, əsasən, qalaktikalar müşahidə olunur. Bu seriyadan olan ikinci teleskop Batabat rəsədxanasında fəaliyyət göstərir.

1986-cı ildə ŞAR-a astronomik texnikanın profilaktikası və güzgülərin keyfiyyətinin daim yüksək saxlanması üçün son dərəcə zəruri bir cihaz – alüminiumlaşdırıcı qurğu – B-240 gətirildi. Bu qurğu diametri 2 m-dək güzgülərin alüminiumlaşdırılmasına imkan verir. 20 ildən artıq bir dövrdə bu qurğu istifadə olunmayaraq yeşiklərdə qalıb fiziki və texniki cəhətdən köhnəlsə də, 2006-cı ildə onun modernləşdirilməsi və kompüterləşməsi istiqamətində ciddi işlər görülmüş, Almaniyanın VDT şirkətində o, yeniləşmiş variantda bərpa olunmuşdur. Hazırda qurğu ŞAR-da fəaliyyət göstərir.



Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 2 m-lik teleskopu.

Qurğu, güzgülərin səthini təmizləyən və oraya alüminium təbəqə çəkən iki hissədən ibarətdir. Qurğunun istifadəyə verilməsi Azərbaycanda müşahidə astronomiyasının inkişafında mühüm rol oynayacaqdır.

ŞAMAXI ASTROFİZİKA RƏSƏDXANASININ İŞIQQƏBULEDİCİ SİSTEMLƏRİ

Teleskopların bitkin elmi informasiya verməsi üçün onlar müvafiq işıqqəbuledicilər (spektroqraf, fotoqrafik kaset birləşmə, fotometr, polyarimetr, SSD-kamera, interferometr, kompüter və s.) ilə təchiz olunmalıdır. Praktika göstərir ki, hər 5-6 ildən bir teleskopdakı işıq-

qəbuledicilər təzələnib müasirləşməlidir. Əks halda teleskopda alınmış nəticələr dövrün tələblərinə uyğun gəlməyəcək. ŞAR yarananda bu məsələ daim diqqət mərkəzində olmuş, 1990-cı illərin əvvəllərinə qədər rəsədxana öz işıqqəbuledicilərinin keyfiyyətinə görə başqa təşkilatlardan heç də geri qalmamışdır. Sonralar bir müddət bu sahədə müvəqqəti boşluq yaransa da, halhazırda rəsədxananın işıqqəbuledicilər ilə təchizində ciddi irəliləyişlər əldə edilmişdir.

2 m-lik teleskop qurulduqdan dərhal sonra onun baş fokusunda üç kameradan və iki difraksiya qəfəsindən ibarət spektroqraf quraşdırılmışdı. Bu cihaz 13-cü ulduz ölçüsünədək parlaqlığa malik göy cisimlərinin spektrini almağa imkan verirdi.

Həmin fokus üçün həm də kaset qurğusu nəzərdə tutulmuşdur ki, bu da göyün $7' \times 7'$ hissəsinin şəklini çəkməyə imkan verir. Şəkillər 60×60 mm ölçülü fotolövhələrə çəkilirdi.

2 m-lik teleskopun kasseqren fokusu üçün prizmalı spektroqraf əldə edilmişdir. O, ikiprizmalı sistemlə və iki kamera ilə təchiz edilmişdi. Bu işıqqəbuledicinin köməyi ilə zəif ulduzların kəsilməz spektri öyrənilirdi. Həmin fokus üçün nəzərdə tutulmuş qəbuledicilərdən biri də orta dispersiyaya malik olan difraksiyalı spektroqrafdır ki, onun vasitəsilə ulduzların kimyəvi tərkibi, temperaturu, sıxlığı, hərəkəti və s. fiziki xüsusiyyətləri öyrənilir.

Kasseqren fokusu üçün nəzərdə tutulmuş işıqqəbuledicilərindən biri də kaset qurğusudur. Onun köməyi ilə 60×60 mm-lik fotolövhədə göyün müəyyən hissəsinin şəklini çəkmək olur.

1986-cı ildə kasseqren fokusunda böyük vaxt ayırdetməsinə malik yeni bir "Alkar" adlı qurğu quraşdırıldı. Bu qurğu UAGS spektroqafı ilə birlikdə T Buğa tipli ulduzların spektrinin öyrənilməsində istifadə olunmuşdur.

Kasseqren fokusunda 1980-ci illərdə geniş istifadə olunan işıqqəbuledicilərindən biri də Elektron Optik Çevirici "Klyon" olmuşdur. Onun köməyi ilə zəif səma cisimlərinin birbaşa əksi və spektrləri alınmışdır. Bu qurğu 1983-1990-cı illərdə aparılmış müşahidələrdə geniş istifadə olunmuşdur.

ŞAR işıqqəbuledicilərinin içərisində əyri difraksiya qəfəsli spektroelektrofotometri və U, B, V sistemində işləyən fotoelektrik fotometr xüsusi yer tutmuşdur. Bu qəbuledicilərin köməyi ilə təxminən 20-25 il ərzində çoxsaylı müşahidə materialları alınmış və işlənmişdir.

2 m-lik teleskopun Kude fokusunda üçkameralı və difraksiya qəfəsli spektroqraf qurulmuş və onun köməyi ilə ulduzların spektrinin daha incə təhlili aparılmışdır.

AZT-8 teleskopunda ulduzların beynəlxalq fotoelektrik sistemlərində müşahidəsinə imkan verən AFM-6 tipli fotoelektrik fotometr qurulmuşdur. Bu cihazda həm də polyarimetrik müşahidələr aparmaq mümkündür. Teleskopda həm də ASP-21 spektroqrafı da qurulmuşdur ki, onun köməyi ilə parlaq ulduzlar öyrənilir.

Horizontal Günəş Teleskopu birbaşa fotoqrafiyalar almaq üçün iki kamera və ASP-20 spektroqrafı ilə təchiz olunmuşdur. Sonuncu avtokallimasiya tiplidir və fokus məsafəsi 7000 mm-ə bərabərdir. Difraksiya qəfəsinin ölçüləri 13×360 mm-dir. İkinci işçi tərtibdə dispersiya 1,12 A/mm təşkil edir.

Xromosfer-fotosfer teleskopu interferensiya polyarizasiya filtri ilə təchiz olunmuşdur. Günəş xidməti üçün nəzərdə tutulmuş bu sistemdə digər elmi proqramlar da həyata keçirmək mümkündür. Sistem bu gün də aktuallığını itirməmişdir.

Son illər ŞAR-ın işıqqəbuledicilərlə təchizində ciddi irəliləyişlər əldə olunmuşdur. 2 m-lik teleskopun Kude fokusu üçün yüksək ayırdetməyə malik keyfiyyətcə yeni bir spektroqraf qurulmuşdur. Həmin fokus həm də yod yuvacığı adlanan yeni qurğu ilə təmin olunmuşdur. Bu qurğunun köməyi ilə ulduz atmosferində işıq sürəti cəmisi 50-100 m/san təşkil edən dəyişiklikləri müşahidə etmək mümkündür. Müasir astronomiyada ən dəbdəbəli mövzulardan sayılan ekzoplanetlərin axtarışı və müşahidəsi istiqamətinin Azərbaycanda inkişafı üçün bu qurğu çox perspektivlidir.

2 m-lik teleskopun Kasseqren fokusunda da spektral ayırdetməsi 21000 təşkil edən yeni spektroqraf işlənib hazırlanmışdır. ŞAR əməkdaşlarının ən çox maraq göstərdiyi bu cihazın köməyi ilə son illər onlarca ulduzun spektral xüsusiyyətləri öyrənilmişdir.

Son illər ABŞ-ın məşhur "Apogey" firmasında hazırlanmış 4 ədəd SSD-kamera ŞAR-a gətirilmişdir. Teleskop və işıqqəbuledicilərin vasitəsilə alınmış informasiyanın rəqəmləşdirilməsi və kompüterə verilməsi funksiyasını yerinə yetirən bu kameralardan son onilliklər bütün dünya rəsədxanalarında istifadə edilir. Onlar astronomik tədqiqatların dəqiqliyinin artırılmasında əvəzsiz rol oynayır.

Təqdirəlayiq haldır ki, son illər işıqqəbuledicilərin yeniləşməsində xarici firmalardan qiymətli aparatların alınması ilə yanaşı, ŞAR-da yerli kadr və intellektual potensialdan istifadə yolu ilə bir sıra yeniliklərin əldə olunmasına nail olunmuşdur. Rəsədxanada fəaliyyət göstərən "müşahidələrin texniki təminatı" şöbəsinin fəaliyyəti bu mənada böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu şöbədə həyata keçirilmiş bir sıra yeniliklər və modernləşdirmə işləri nəinki yerli astronomlar, eləcə də bir çox xarici rəsədxanaların əməkdaşları tərəfindən maraqla qarşılanmışdır. Onlar Rusiya EA-nın xüsusi rəsədxanası ilə birgə layihələr həyata keçirir və bu əməkdaşlıq müşahidə işinin təkmilləşməsində müsbət nəticələr verir.



ŞAR-ın alüminiumlaşdırıcı qurğusu.

BATABAT ASTROFİZİKA RƏSƏDXANASI

Qeyd etdiyimiz kimi, Azərbaycanın təbii şəraiti, xüsusilə yüksək dağ relyefinin bolluğu coğrafi enliyin nisbətən az olması burada astronomik müşahidələr üçün əlverişli şərait yaradır. Pirqulu zonasından əlavə onlarca yer göstərmək olar ki, onların hər biri rəsədxana yaratmaq üçün ən əlverişli parametrlərə malikdir.

1960-cı illərin sonunda, ŞAR-da astronomik müşahidələrin artıq tam qaydaya düşdüyü bir vaxtda rəsədxananın daha yüksək bir nöqtədə yerləşə bilən bir müşahidə stansiyasının yaradılması zərurəti ortaya çıxdı. Bu yer astronomik iqliminə görə ŞAR-dan da üstün olmalı idi. Bunun üçün dəfələrlə bir neçə zona nəzərdən keçirilmiş və sonda Naxçıvan Muxtar Respublikasının Batabat adlanan nöqtəsi (Şahbuz rayonu) üzərində dayanılmışdı.

Azərbaycan EA Rəyasət Heyətinin 1971-ci il mart ayının 25-də qəbul etdiyi 13 saylı qərar əsasında ŞAR-ın Naxçıvan bölməsi yaradıldı. Ərazi, onun relyefi və xüsusiyyətləri öyrənildikdən sonra Batabatda müvafiq kiçik teleskopun köməyi ilə astroiqlimin öyrənilməsi qərara alındı. Tezliklə burada Kude sistemində işləyən 200 mm-lik bir teleskop quruldu. Həmin teleskopda bir ilə yaxın dövrdə sistematik astroiqlimi öyrənən müşahidələr aparıldı. Onlar göstərdi ki, Batabatda astronomik stansiya yaradılması ideyası böyük perspektivə malikdir. Dağ külәkləri əsmədiyi dövrdə göy cisimlərinin xəyalı elmi tədqiqatlar üçün son dərəcə əlverişlidir. Dəniz səviyyəsindən 2060 m hündürlükdə yerləşən Batabat nöqtəsinin yeganə qüsuru üfüqün bir qədər hündür olması idi. 1974-cü ildə Batabat bölməsində ilk böyük teleskop – Günəş koronoqrafı quruldu. Tezliklə həmin teleskopda Günəş spikullarının müşahidəsi başlandı. Onların hərəkətinin izlənməsi çox maraqlı elmi nəticələrə gətirib çıxardı.

Batabat bölməsində 1976-cı ildə tam Günəş tutulmasının müşahidəsi təşkil olundu. 1978 və 1979-cu illərdə burada kometalar üzrə Ümumittifaq konfransları keçirildi. 1970-1980-ci illərdə Batabat bölməsi əməkdaşlarının 120-dən çox əsəri SSRİ-nin və Avropanın elmi jurnallarında dərc olundu. ŞAR-ın Batabat bölməsinə 1970-1982-ci illərdə Mütəllim Məmmədov, 1983-1989-cu illərdə Həsən Kazımov, 1990-1995-ci illərdə Əyyub Quliyev və sonrakı dövrdə Qulu Həziyev rəhbərlik etmişlər.

1990-cı ilin yazında Batabat bölməsində "Seyss-600" teleskopu inşa olundu. Tezliklə sistematik müşahidələrə başlamaq olardı. Teleskop fotometrlə təchiz olunmuşdu və elmi müşahidələr üçün yaxşı perspektivlər vəd edirdi.

1988-ci ildən başlayaraq Naxçıvan MR-in blokada vəziyyətinə düşməsi və Batabat bölməsinin Ermənistanla həmsərhəd ərazidə atəş xətti zonasında yerləşməsi bu elmi idarənin fəaliyyətində mənfi faktora çevrildi. Bölmə dəfələrlə artilleriya atəşinə məruz qaldı. 1991-ci ildən etibarən bölmə faktiki olaraq iflic vəziyyətinə düşdü və bir ildən sonra zərurət nəticəsində onun binaları və ərazisi bir müddət hərbçilərin ixtiyarına verildi. 2003-cü ildən Batabat bölməsi sərbəst rəsədxana kimi AMEA Naxçıvan bölməsinin tərkibində fəaliyyət göstərir. Hal-hazırda onun bərpası və inkişafı istiqamətində ciddi işlər görülür. Naxçıvan şəhərində rəsədxananın şəhər bölməsi yaradılmış, Batabatda isə ikimərtəbəli laboratoriya korpusu tikilmişdir. 1990-cı ildə ciddi ziyan dəymiş "Seyss-600" teleskopunun təmiri və modernləşdirilməsi üçün Moskva Dövlət Universitetinin Astronomiya



Batabat Astrofizika Rəsədxanası.

İnstitutu ilə müvafiq müqavilə bağlanmış və hazırda teleskop işçi vəziyyətə gətirilmişdir. Batabat rəsədxanasının qarşısında duran ən ümdə vəzifə gənc astronomların yetişdirilməsi və yeni işıqqəbuledicilərin alınmasıdır.

Astronomiyanın Azərbaycanda inkişafı gələcəkdə daha böyük diametrə malik teleskopların alınması və respublikanın ərazisində qurulması məsələsini gündəmə gətirir. Naxçıvan Muxtar Respublikasının dağlıq əraziləri bu mənada daha böyük önəm kəsb edir. Ola bilsin ki, yaxın onilliklərdə bu ideyanın həyata keçməsi üçün daha münbit şərait yaranacaq. Batabat rəsədxanasının perspektivləri onun gələcəkdə mühüm astronomiya mərkəzinə çevrilməsini vəd edir.

1969-cu ildən başlayaraq Ordubad rayonunun Ağdərə məntəqəsində Rusiyanın Pulkovo rəsədxanasının daimi ekspedisiyası fəaliyyətə başladı. Ekspedisiyanın məqsədi yüksək dəqiqliyə malik mövqe müşahidələrini apara bilən bir astronomik stansiya yaradılması idi. Dəniz səviyyəsindən 2100 m yüksəklikdə yerləşən həmin məntəqədə ekspedisiyaya sahəsi 0,8 ha olan meydança ayrılmış, onun su, işıq, enerji təminatının ödənilməsi üçün lazımi tədbirlər görülmüşdü. Artıq 80-ci illərin əvvəllərində Ağdərə Astronomiya Stansiyasında (AAS) iki işlək teleskop-astroqraf AFR-1 və uzunfokuslu meniskli Ay-planet teleskopu fəaliyyət göstərirdi. 80-ci illərdə AAS-də Leninqrad astronomları qiymətli mövqe müşahidələri aparmışlar. Bunlar içərisində Sovet-Amerika birgə "VEQA" proqramı çərçivəsində Halley kometasının yerüstü müşahidələri xüsusi yer tuturdu.

Təəssüflər olsun ki, 80-ci illərin sonunda regionda baş verən dağıdıcı proseslər, xüsusilə Naxçıvanın Ermənistan tərəfindən blokadaya alınması AAS-in fəaliyyətinə son dərəcə mənfi təsir göstərdi. Leninqrad astronomları AAS-i 1991-ci ildə tərk etdikdən sonra o, 1997-ci ilədək faktiki olaraq nəzarətsiz qaldı. ŞAR əməkdaşları həmin illərdə stansiyaya bir neçə dəfə səfər edərək, onun mühafizəsi üçün müəyyən tədbirlər gördülər.

Azərbaycan EA Rəyasət Heyətinin 1997-ci il 5 noyabr tarixli qərarı ilə AAS Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasına birləşdirildi. Batabat Astrofizika Rəsədxanası 2003-cü ildə təşkil olunandan sonra AAS onun tərkibinə qatıldı. Stansiyanın müntəzəm astronomik müşahidələr aparan bir struktura çevrilməsi üçün onun teleskopları müvafiq vəziyyətə gətirilməli, onlar müasir işıqqəbuledicilərlə təmin olunmalıdır. Bunlardan əlavə, Batabat Astrofizika Rəsədxanasının dünya rəsədxanalar şəbəkəsində öz layiqli yerini tutması üçün onun xarici əlaqələri genişləndirilməli, müvafiq proqramlarda iştirakı təmin olunmalıdır.

AZƏRBAYCANDA ASTRONOMİYA KADRLARININ HAZIRLANMASI

Astronomik rəsədxana yaradılmasının ən vacib şərtlərindən biri kadrların yetişdirilməsi və bu prosesin daim diqqət mərkəzində olmasıdır. Kadrların orta yaş həddinin bir səviyyədə saxlanılması, personalın yaşlaşma prosesinin daim gənc kadrların gəlişilə tənzimlənməsi astronomiyanın inkişafında zəruri şərtlərdən biridir. Bu məsələ diqqətdən kənarda qalanda acı nəticələr verə bilər.

Azərbaycanda astronomiya məktəbinin yaradılmasının təməli ŞAR yaradıldıqdan hələ çox-çox qabaq qoyulmuşdu. XX əsr Azərbaycanın ilk astronomu Həbibulla Cəfərqulu oğlu Məmmədbəyli 1912-ci ilin dekabrında Bakının Şağan kəndində anadan olmuşdur. O, 1925-1929-cu illərdə pedaqoji texnikumda təhsil almış və sonra müəllimlik fəaliyyətinə başlamışdır. 1933-1938-ci illərdə Leninqrad Universitetinin fizika-riyaziyyat fakültəsində peşəkar astronom təhsili almış və Bakıya qayıdaraq əvvəlcə Bakı Universitetində, sonra isə Azərbaycan EA-da fəaliyyət göstərmişdir. O, ömrünün sonunadək Nəsirəddin Tusinin həyat və fəaliyyətinin tədqiqi ilə məşğul olmuşdur. 1964-cü ildə bu mövzuda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir. Uzun illər ŞAR-da astronomiya tarixi şöbəsinin müdiri olmuş, 100-dən çox əsər, bir neçə monoqrafiya çap etdirmişdir. H.Məmmədbəylinin Azərbaycan elmi qarşısında xidmətləri danılmazdır. Ölümündən sonra alimin tələbələri və ardıcılları onun tədqiqat istiqamətlərini davam etdirirlər. Onun astronomiya tarixi üzrə apardığı tədqiqatlar nəinki Azərbaycanda, eləcə də bütün regionda böyük maraq kəsb edir. Orta əsrləri öyrənən şərqşünas və tarixçilər üçün bu tədqiqatlar əvəzolunmaz bir mənbədir.

H.Məmmədbəylidən sonra gələcək astronomik kadrların seçilməsi işinə rəhbərlik etmiş Hacıbəy Fərəculla oğlu Sultanov 1921-ci il sentyabrın 20-də Bakıda anadan olmuş, 1942-ci ildə Azərbaycan Dövlət Universitetini bitirərək İkinci dünya müharibəsində iştirak etmək üçün səfərbər olunmuşdu. 1946-cı ildə ordudan tərxis olunduqdan sonra o, universitetə qayıtmış və 1947-ci ildə aspiranturaya qəbul olunaraq M.V.Lomonosov adına MDU-ya ezam edilmişdir. 1951-ci ildə fizika-riyaziyyat elmləri namizədi və 1967-ci ildə elmlər doktoru alimlik dərəcəsi almışdır. 1972-ci il dekabrın 29-da Azərbaycan SSR EA-nın həqiqi üzvü seçilmişdir. H.F.Sultanov rəsədxana yaradılandan ömrünün sonuna qədər ŞAR-da Günəş sistemi cisimlərinin fizika və dinamikası şöbəsinin müdiri olmuşdur. H.Sultanov asteroidlərin əmələ gəlməsi istiqamətində tədqiqatlar aparmış və bir sıra dəyərli nəticələr almışdır.

Tanınmış Azərbaycan astronomlarından sayılan Rəhim Əyyub oğlu Hüseynov 1924-cü ildə Şuşa şəhərində anadan olmuş, 1946-cı ildə ADU-nun fizika-riyaziyyat fakültəsini fərqlənmə diplomu ilə bitirmiş, Azərbaycanda astronomiyanın əsasını qoyan mütəxəssislərdən biri sayılır. O, uzun illər ŞAR direktorunun elmi işlər üzrə müavini olmuş, 1975-ci ildə ADU-da yaradılmış Astrofizika kafedrasına uzun müddət rəhbərlik etmişdir. 1971-ci ildə doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. Respublikada gənc astronomların yetişməsində böyük rol oynamışdır. Bir neçə kitabın, o cümlədən Azərbaycan dilində "Astronomiya" dərsliyinin müəllifidir. R.Hüseynov Azərbaycan dilində astronomik terminlərin yaranması və inkişafında mühüm rol oynamışdır. O, 2001-ci ildə Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü seçilmişdir. Günəş səthində gedən aktiv proseslərin öyrənilməsi istiqamətində maraqlı tədqiqatlar aparmışdır. Tədqiqat sferası həm də planetar dumanlıqları əhatə edir.

Əyyub Salah oğlu Quliyev 1954-cü ildə Şahbuz rayonunda anadan olmuş, 1975-ci ildə Bakı Dövlət Universitetinin tətbiqi riyaziyyat fakültəsini bitirmişdir. O, "Böyük planetlərin kometa ailələri" mövzusunda namizədlik dissertasiyasının və "Qısaperiodlu, aralıq və uzunperiodlu kometaların kosmoqonik xarakteristikası" mövzusunda doktorluq dissertasiyasının müəllifidir. Kiyev astronomiya məktəbinin yetirməsidir. Ə.Quliyev 1997-ci ildən ŞAR-a rəhbərlik edir. 2001-ci ildə Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

Namiq Sərdar oğlu Cəlilov 1956-cı ildə Şahbuz rayonunda anadan olmuşdur. 1977-ci ildə Bakı Dövlət Universitetinin fizika fakültəsini bitirib, ŞAR-ın Batabat bölməsində fəaliyyətə başlamışdır. Sonralar Rusiya EA-nın Yer Maqnetizmi, İonosfer və Radiodalğalarının Yayılması İnstitutunda 1982-ci ildə namizədlik dissertasiyası müdafiə etmişdir. Uzun müddət həmin İnstitutda fəaliyyət göstərmiş və nəhayət, yenidən ŞAR-a qayıtmışdır. 2007-ci ildə AMEA-nın müxbir üzvü seçilmişdir. 100-ə qədər elmi işin müəllifidir.

Süleyman Qulu oğlu Zeynalov 1934-cü ildə Qazax rayonunda anadan olmuş, 1956-cı ildə Gəncə Pedaqoji İnstitutunu bitirmişdir. 1960-cı ildən ŞAR-da işləyir. 1969-cu ildə namizədlik və 1998-ci ildə doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir. Ulduz fizikası üzrə tanınmış mütəxəssisdir. 60-a yaxın elmi işin müəllifidir. ŞAR-ın Səma cisimlərinin spektroskopiyası şöbəsinin müdiridir. Əsas elmi istiqaməti nəhəng ulduzların atmosferinin öyrənilməsidir.

Cəfər Müseyib oğlu Quluzadə 1936-cı ildə Tovuz rayonunda anadan olmuşdur. 1991-ci ildən Bakı Dövlət Universitetinin professoru, 1997-ci ildən burada fəaliyyət göstərən Astrofizika kafedrasının müdiridir. Leninqrad astronomiya məktəbinin yetirməsidir. Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, bir neçə dərslik və monoqrafiyanın müəllifidir. Əsas tədqiqat istiqaməti Günəş atmosferində Fraunqofer xətlərinin öyrənilməsidir.

İnqilab Əsəd oğlu Aslanov 1933-cü ildə Şuşa şəhərində anadan olmuş, 1956-cı ildə Bakı Dövlət Universitetini bitirmişdir. 1956-cı ildən astronom kimi fəaliyyətə başlayaraq bir qədər sonra Leninqrad Dövlət Universitetində aspiranturaya daxil olmuş, 1962-ci ildə Günəş fizikası üzrə namizədlik dissertasiyası müdafiə etmişdir. ŞAR elmi işlər üzrə direktor müavini, şöbə müdiri vəzifələrində işləmişdir. İ.Aslanov 1966-cı ildən 1982-ci ilədək 2 m-lik teleskopun rəhbəri olmuş, müşahidələrin təşkilinə və gedişinə nəzarət etmişdir. O, 1982-ci ildən BDU-ya işə keçmiş və 1992-1997-ci illərdə Astrofizika kafedrasına rəhbərlik etmişdir. 1997-ci ildə ulduz fizikası sahəsində doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir.

Həsənbəy Tahir oğlu Arazov 1940-cı ildə anadan olmuş, 1964-cü ildə BDU-nu bitirmişdir. 1965-1968-ci illərdə Moskva Dövlət Universitetində aspirant kimi təhsil almış və 1969-cu ildə orada səma mexanikası üzrə namizədlik dissertasiyası müdafiə etmişdir. Məşhur sovet astronomu V.Dyominin tələbəsi olmuşdur. Uzun illər ŞAR-da işləmiş, 1993-cü ildən BDU-da fəaliyyət göstərir. H.Arazov doktorluq dissertasiyasını Moskvada 1989-cu ildə müdafiə etmişdir. Elmi maraq dairəsi peyklərin hərəkəti və onun mərkəzi cisimlərin formasından asılılığıdır. Hazırda Bakı Dövlət Univer-

sitetinin nəzdindəki Tətbiqi Riyaziyyat İnstitutunda fəaliyyət göstərir.

Oqtay Xanhüseyn oğlu Hüseynov 1938-ci ildə Bakı şəhərində anadan olmuşdur. 1963-cü ildə Bakı Dövlət Universitetini bitirib ŞAR-a işə göndərilmişdir. 1963-1966-cı illərdə aspirantura təhsili almış və namizədlik dissertasiyasını 1966-cı ildə müdafiə etmişdir. Məşhur sovet astrofiziki O.Zeldoviçin tələbəsi olmuşdur. 1979-cu ildə Moskva şəhərində doktorluq dissertasiyasını uğurla müdafiə etmişdir. 1968-1982-ci illərdə ŞAR elmi işlər üzrə direktor vəzifəsində çalışmışdır. 1982-ci ildən rəhbərlik etdiyi qrupla birlikdə Azərbaycan EA Fizika İnstitutuna keçmiş və orada öz elmi fəaliyyətini davam etdirmişdir. Son illər Türkiyə Respublikasında (Antaliya Universiteti) yaşayıb fəaliyyət göstərir. Nəzəri astrofizika üzrə tanınmış mütəxəssisdir.

Əlikram Nuhbala oğlu Əliyev 1954-cü ildə Şamaxı rayonunda anadan olmuş, 1976-cı ildə Moskva Dövlət Universitetini bitirmişdir. 1978-ci ildən ŞAR-da işləmişdir. 1980-1983-cü illərdə Moskva Dövlət Universitetinin aspirantı olmuş, 1984-cü ildə namizədlik və 1993-cü ildə doktorluq dissertasiyalarını Moskva şəhərində müdafiə etmişdir. Qara çuxurlarda gedən fiziki proseslər üzrə mütəxəssisdir. Hazırda Türkiyənin TUBİTAK elm mərkəzində fəaliyyət göstərir.

Seyidov Zakir Fazil oğlu 1939-cu ildə Bakı şəhərində ziyalı ailəsində anadan olmuşdur. 1961-ci ildə Bakı Dövlət Universitetini bitirmiş və ŞAR-a işə göndərilmişdir. Moskva şəhərində 1970-ci ildə namizədlik və 1985-ci ildə doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. ŞAR-da elmi katib, elmi işlər üzrə direktor müavini işləmiş, uzun müddət "ŞAR Sirkulyarı" jurnalının elmi katibi olmuşdur. Əsas elmi istiqaməti ulduzların təkamülüdür. Yüzdən çox elmi məqalənin müəllifidir. Hazırda İsraildə elmi fəaliyyətini davam etdirir.

Nəriman Zeynalabdin oğlu İsmayılov – fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, BDU-nun Astrofizika kafedrasının professoru, ŞAR-ın Səma cisimlərinin spektroskopiyası şöbəsinin baş elmi işçisidir. 1955-ci ildə Qərbi Azərbaycanın Amasiya rayonunda anadan olmuş, 1979-cu ildə Bakı Dövlət Universitetini bitirmişdir. Əsas tədqiqat istiqaməti cavan ulduzların spektral və fotometrik xüsusiyyətlərinin öyrənilməsidir. Bir monoqrafiyanın və yüzədək elmi məqalənin müəllifidir.

Vaqif Əli oğlu Məhərrəmov – texnika elmləri doktoru, Azərbaycan Texniki Universitetinin (ATU) professorudur. 1947-ci ildə Qərbi Azərbaycanın Basarkeçər rayonunda anadan olmuşdur. Azərbaycan Politexnik İnstitutunu bitirmiş, sonralar uzun müddət ŞAR-da elmi fəaliyyət göstərmişdir. Kosmik şəkillərin deşifrasiyası, infraqırmızı diapazonda işləyən yerüstü və kosmik astrofiziki cihazqayırma problemləri ilə məşğul olmuşdur. 90-dan çox elmi məqalənin, bir monoqrafiyanın və bir neçə dərs vəsaitinin müəllifidir. Hazırda ATU-nun Radiotexnika kafedrasının müdiri vəzifəsində çalışır.

Adları sadalanan astronomlardan başqa onlarca mütəxəssis astronomiyanın bir çox sahələrində fəaliyyət göstərir, ciddi araşdırmalarla məşğul olurlar.

ƏLAVƏ

FİZİKİ KƏMİYYƏTLƏRİN VAHİDLƏRİ

Adı	İşarəsi	Qiyməti
	Uzunluq	
metr	m	BS vahidi
mikrometr	mkm	1 mkm = 10^{-6} m
nanometr	nm	1 nm = 10^{-9} m
angstrem	Å	1Å = 10^{-10} m
astronomik vahid	a.v.	1 a.v. = = 1,496 · 10^{11} m
işıq ili	–	1 işıq ili = = 9,46 · 10^{15} m
parsek	pk	1 pk = 3,086 · 10^{16} m
kiloparsek	kpk	1 kpk = 10^{3} pk
meqaparsek	Mpk	1 Mpk = 10^{6} pk
	Temperatur	
kelvin	K	BS vahidi
Selsi dərəcəsi	°C	Əgər T kelvinlərlə, t isə Selsi dərəcələri ilə ölçülən temperatur olarsa, onda t = T – 273,15

Adı	İşarəsi	Qiyməti
	Kütlə	
kiloqram	kq	BS vahidi
Günəşin kütləsi	$M_\odot$	1,989 · 10^{30} kq
	Təzyiq	
paskal	Pa	BS vahidi
bar	–	1 bar = 10^{5} Pa
	Enerji	
coul	C	BS vahidi
elektronovolt	eV	1 eV = = 1,602 · 10^{-19} C
meqaelektronvolt	MeV	1 MeV = 10^{6} eV
	İşıqlıq (şüalanmanın gücü)	
vatt	Vt	BS vahidi
Günəşin işıqlığı	$L_\odot$	3,88 · 10^{26} Vt
	Maqnit induksiyası	
tesla	Tl	BS vahidi
qaus	Qs	1 Qs = 10^{-4} Tl

BÜRCLƏR

Azərbaycanca adı	Latınca adı	İşarəsi	Sahə kvadrat dərəcələri ilə	Gözlə görünən ulduzların sayı
Andromeda	Andromeda	And	722	100
Əkizlər	Gemini	Gem	514	70
Böyük Ayı	Ursa Major	Uma	1280	125
Böyük Köpək	Canis Major	Cma	380	80
Tərəzi	Libra	Lib	538	50
Dolça	Aquarius	Aqr	980	90
Arabaçı	Auriga	Aur	657	90
Canavar	Lupus	Lup	334	70
Naxırçı	Bootes	Boo	907	90
Veronikanın saçları	Coma Berenices	Com	386	50
Qarğa	Corvus	Crv	184	15
Herkules	Herkules	Her	1225	140

Azərbaycanca adı	Latınca adı	İşarəsi	Sahə kvadrat dərəcələri ilə	Gözlə görünən ulduzların sayı
Hidra	Hydra	Hya	1300	130
Göyərçin	Columba	Col	207	40
Tazılar	Canes Venatici	CVn	465	30
Qız	Virgo	Vir	1290	95
Delfin	Delphinus	Del	189	30
Əjdaha	Draco	Dra	1083	80
Təkbuynuz	Monoceros	Mon	482	85
Qurbangah	Ara	Ara	237	30
Rəssam	Pictor	Pic	247	30
Zürafə	Camelopardalis	Cam	757	50
Durna	Grus	Gru	366	30
Dovşan	Lepus	Lep	290	40
İlandaşıyan	Ophiuchus	Oph	948	100
İlan	Serpens	Ser	637	60

Azərbaycanca adı	Latınca adı	İşarəsi	Saho kvadrat dərəcələri ilə	Gözlə görünən ulduzların sayı
Qızıl Balıq	Dorado	Dor	179	20
Hindli	İndus	İnd	294	20
Kassiopeya	Cassiopeja	Cas	598	90
Sentavr	Centaurus	Cen	1060	150
Kil	Carina	Car	494	110
Balina	Cetus	Cet	1230	100
Oğlaq	Capricornus	Cap	414	50
Kompas	Pyxis	Pyx	221	25
Göyərtə	Puppis	Pup	673	140
Qu	Cygnus	Cyg	804	150
Şir	Leo	Leo	947	70
Uçan Balıq	Volans	Vol	141	20
Lira	Lyra	Lyr	286	45
Tülkü	Vulpecula	Vul	268	45
Kiçik Ayı	Ursa Minor	UMi	256	20
Dayça	Equuleus	Equ	72	10
Kiçik Şir	Leo Minor	LMi	232	20
Kiçik Köpək	Canis Minor	CMi	183	20
Mikroskop	Microscopium	Mic	210	20
Milçək	Musca	Mus	138	30
Nasos	Antlia	Ant	239	20
Günyə	Norma	Nor	165	20
Qoç	Aries	Ari	441	50
Oktant	Octans	Oct	291	35
Qartal	Aquila	Aql	652	70
Orion	Orion	Ori	594	120
Tovuz	Pavo	Pav	378	45
Yelkən	Vela	Vel	500	110
Peqas	Pegasus	Peq	1121	100
Persey	Perseus	Per	615	90
Soba	Fornax	For	398	35
Cənnət Quşu	Apus	Aps	206	20
Xərçəng	Cancer	Cnc	506	60

Azərbaycanca adı	Latınca adı	İşarəsi	Saho kvadrat dərəcələri ilə	Gözlə görünən ulduzların sayı
Mişar	Caelum	Cae	125	10
Balıqlar	Pisces	Psc	889	75
Vaşaq	Lunx	Lun	545	60
Şimal	Corona	CrB	179	20
Tacı	Borealis			
Sekstant	Sextans	Sex	314	25
Tor	Reticulum	Ret	114	15
Əqrəb	Scorpius	Sco	497	100
Heykəltəraş	Sculptor	Scl	475	30
Onikiulduz	Mensa	Men	153	15
Ox	Sagitta	Sge	80	20
Oxatan	Sagittarius	Sgr	867	115
Teleskop	Telescopium	Tel	252	30
Buğa	Taurus	Tau	797	125
Üçbucaq	Triangulum	Tri	132	15
Tukan	Tucana	Tuc	295	25
Feniks	Phoenix	Phe	469	40
Buqələmun	Chamaeleon	Cha	132	20
Sefey (Kefey)	Cepheus	Cep	588	60
Pərgar	Circinus	Cir	93	20
Saat	Horologium	Hor	249	20
Kasa	Crater	Crt	282	20
Qalxan	Scutum	Sct	109	20
Eridan	Eridanus	Eri	1138	100
Cənub Hidrası	Hydrus	Hyi	243	20
Cənub Tacı	Corona Australis	CrA	128	25
Cənub Balığı	Piscis Austrinus	PsA	245	25
Cənub Xaçı	Crux	Cru	68	30
Cənub Üçbucağı	Triangulum Australe	TaA	110	20
Kərtənkələ	Lacerta	Lac	201	35

BƏZİ PARLAQ ULDUZLARIN MƏXSUSİ ADLARI

Alqenib	γ Peg	Asteropa	21 Tau	Denebola	β Leo
Alqol	β Per	Atlas	27 Tau	Dubxe	α UMa
Aliot	ε UMa	Bellatriks	γ Ori	Gemma	α CrB
Albireo	β Cyg	Benetnaş	η UMa	Kanopus	α Car
Alkor	80 UMa	Bətəlgeyze	α Ori	Kapella	α Aur
Alderamin	α Cep	Əldebaran	α Tau	Kastor	α Gem
Alsiona	η Tau	Əltair	α Aql	Mayya	20 Tau
Antares	α Sco	Veqa	α Lyr	Markab	α Peg
Arktur	α Boo	Deneb	α Cyg	Merax	β UMa

Meropa	23 Tau	Polluks	β Gem	Sirius	α CMa
Mira	o Cet	Qütb	α UMi	Spika	α Vir
Mirax	β And	Prosion	α CMi	Tayqeta	19 Tau
Mitsar	ξ UMa	Requl	α Leo	Fəməlhut	α PsA
Pleyona	28 Tau	Rigel	β Ori	Elektra	17 Tau

PLANETLƏRİN PEYKLƏRİ*

Adı	Kim tərəfindən kəşf edilib	İl	Ulduz ölçüləri ilə parlaqlığı	Orbitin radiusu, min km	Fırlanma dövrü, sutka	Orbitinin mailliyi dərəcələrlə**	Radiusu, km	Kütləsi 10^{20} kq
Yerin peyki								
Ay	—	—	–12,7	384,4	27,32	18,3—28,6	1738	735
Marsın peykləri								
Fobos	A.Holl	1877	11,3	9,38	0,319	1,0	14 × 10	11×10^{-5}
Deymos	»	»	12,4	23,46	1,263	0,9—2,7	8 × 6	18×10^{-6}
Yupiterin peykləri								
Metida	S.Sinnot	1979	17,5	127,96	0,295	(0)***	(20)	—
Adrasteya	D.Cüit və b.	»	18,7	128,98	0,298	(0)	12 × 8	—
Amalteya	E.Barnard	1892	14,1	181,3	0,498	0, 4	135×75	—
Teba	S.Sinnot	1979	16,0	221,9	0, 675	(0, 8)	(50)	—
Io	Q.Qaliley, S.Mariy	1610	5,0	421,6	1,769	0,04	1815	894
Avropa	»	»	5,3	670,9	3,551	0,47	1569	480
Qanimed	»	»	4,6	1070	7,155	0,19	2631	1482,3
Kallisto	»	»	5,6	1883	16,689	0,28	2400	1076,6
Leda	Ç.Kouel	1974	20,2	11094	238,72	27	(8)	—
Gimaliya	Ç.Perrayn	1904	15,0	11480	250, 57	28	(90)	—
Lisiteya	S.Nikolson	1938	18,2	11720	259,22	29	(20)	—
Elara	Ç.Perrayn	1905	16,6	11737	259,65	28	(40)	—
Ananke	S.Nikolson	1951	18,9	21200	631	147	(15)	—
Karme	»	1938	17,9	22600	692	163	(22)	—
Pasife	P.Melot	1908	16,9	23500	735	147	(35)	—
Sinope	S.Nikolson	1914	18,0	23700	758	153	(20)	—
Saturnun peykləri								
Pan	M.R.Şouolter	1990	—	133,6	—	—	—	—
Atlas	R.Terril	1980	18,0	137,64	0,602	(0)	20 × 15	—
Prometey	S.Kollinz və b.	1980	15,8	139,35	0,613	(0)	70 × 40	—
Pandora	»	»	16,5	141,7	0,629	(0)	55 × 35	—
Epimeti	R.Uolker	1966	15,7	151,42	0,694	0,34	70 × 50	—

* Peyklərin dəqiq sayı məlum deyil. Demək olar ki, hər il planetlərarası aparatlar vasitəsilə yeni peyklər aşkar olunur. Məsələn, 1995-ci ilin yayında Habbl teleskopu vasitəsilə Saturnun dörd yeni daxili peyki kəşf edilmişdir.

** Peyk orbiti müstəvisinin meylinin düz və tərs olması planetin ekvatorial müstəvisinə meyli peykin dolanmasının istiqamətini də əks etdirir. Əgər meyil 90°-dən artıqdırsa, deməli, peyk əks istiqamətdə hərəkət edir.

*** Mötərizələrdə təxmini qiymətlər verilmişdir.

Adı	Kim tərəfindən kəşf edilib	=	Ulduz ölçüləri ilə parlaqlığı	Orbitin radiusu, min km	Fırlanma dövrü, sutka	Orbitinin mailliyi, dərəcələrlə	Radiusu, km	Kütləsi 10^{20} kq
Yanus	O.Dolfyus	»	14,5	151,47	0,695	0,14	110 × 80	—
Mimas	U.Herşel	1789	12,9	185,52	0,942	1,53	195	0,38
Enselad	»	»	11,7	238,02	1,37	0,02	250	0 ,84
Tefiya	C.Kassini	1684	10,2	294,66	1,888	1,09	525	7,55
Telesto	B.Smit və b.	1980	18,7	294,66	1,888	(0)	(12)	—
Kalipso	»	»	19,0	294,66	1,888	(0)	15 × 10	—
Diona	C.Kassini	1684	10,4	377,40	2,737	0,02	560	10,5
Yelena	P.Lak və b.	1980	18, 4	377,40	2,737	0,2	18 × 15	—
Reya	C.Kassini	1672	9,7	527,04	4,518	0,35	765	24,9
Titan	X.Hüygens	1655	8,3	1221,85	15,945	0,33	2575	1350
Hiperion	C.Bond, U.Bond, U.Lassell	1848	14,2	1481,0	21,277	0,43	175 × 100	—
Yapet	C.Kassini	1671	10,2–11,9	3561,3	79, 331	14,72	720	18,8
Feba	U.Pikerinq	1898	16,5	12952,0	550,48	175,3	110	—
Uranın peykləri								
Kordeliya	"Voyacer-2"	1986	24	49,75	0,335	(0,14)	(15)	—
Ofeliya	»	»	24	53,76	0,376	(0,09)	(15)	—
Bianka	»	»	23	59,16	0,435	(0,16)	(20)	—
Kressida	»	»	22	61,77	0,464	(0,04)	(35)	—
Dezdemona	»	»	22	62,66	0,474	(0,16)	(30)	—
Culyetta	»	»	22	64,36	0,493	(0,06)	(40)	—
Porsiya	»	»	21	66,10	0,513	(0,09)	(55)	—
Rozalinda	»	»	23	69,93	0,558	(0,28)	(30)	—
Belinda	»	»	22	75,26	0,624	(0,03)	(35)	—
Pek	»	1985	20	86,01	0,762	(0,31)	75	—
Miranda	C.Koyper	1948	16,3	129,78	1,414	3,40	235	0,689
Ariel	U.Lassell	1851	14,2	191,24	2,52	0,00	580	12,6
Umbriel	»	»	14,8	264,97	4,144	0,00	585	13,3
Titaniya	U.Herşel	1787	13,7	435,84	8,706	0,00	790	34,8
Oberon	»	»	13,9	582,60	13,463	0,00	760	30,3
Neptunun peykləri								
Nayada	"Voyacer-2"	1989	25	48,00	0,296	(0)	(25)	—
Talassa	»	»	24	50,00	0,312	(4,5)	(40)	—
Despina	»	»	23	52,50	0,333	(0)	(90)	—
Qalateya	»	»	22	62,00	0,429	(0)	(75)	—
Larissa	»	»	22	73,60	0,554	(0)	(95)	—
Protey	»	»	20	117,60	1,121	(0)	(200)	—
Triton	U.Lassell	1846	13,5	354,80	5,877	157	1350	214
Nereida	C.Koyper	1949	18,7	5562,4	360,16	29	(170)	—
Plutonun peykləri								
Xaron	C.Kristi	1978	16,8	19,64	6,387	98,8	593	18

AD GÖSTƏRİCİSİ

Adams Uolter Sidni (1876-1956), Amerika astronomu 190, 432, 520
Alven Hannes Olof Qosta (1908-ci ildə anadan olmuşdur), İsveç astronomu və fiziki 343, 449
Anaksaqor (e.ə. təxminən 500-428), qədim yunan astronomu, filosofu, kimyaçısı və riyaziyyatçısı 42-44, 47
Anaksimandr, Miletli Anaksimandr (e.ə. təxminən 610-547), qədim yunan filosofu 37, 40, 41, 44, 45
Anqstrem Anders Yonas (1814-1874), İsveç fiziki və astronomu, spektroskopiyanın banilərindən biri 163
Antoniadi Ejen (1870-1944), fransız astronomu 176, 513
Araqo Dominik Fransua (1786-1853), fransız astronomu, fiziki, siyasi xadimi 137, 157, 165, 173, 536
Arat (e.ə. təxminən 310-245), qədim yunan şairi və yazıçısı 50, 55, 246, 251, 254, 260
Argelander Fridrix Vilhelm Avqust (1799-1875), alman astronomu 240
Arximed, Sirakuzlu Arximed (e.ə. təxminən 287-212), qədim yunan riyaziyyatçısı və fiziki 49, 53, 54, 57, 79, 104
Aristarx, Samoslu Aristarx (e.ə. təxminən 310-230), qədim yunan astronomu 28, 52, 53, 55-57, 59, 60, 66, 79
Aristoksen (e.ə. 354-300), qədim yunan filosofu, riyaziyyatçısı və musiqiçisi; Aristotelin şagirdi 38
Aristotel (e.ə. 384-322), qədim yunan filosofu 46, 47, 51-53, 55, 62, 78, 79, 88, 91, 95, 101, 104, 105, 113, 175, 185, 186, 287, 296, 306, 515, 578, 583, 646
Armstronq Nil (1930-cu ildə anadan olmuşdur), Amerika astronavtı 380, 537
Arrenius Svante Avqust (1859-1927), İsveç alimi, fiziki kimyanın banilərindən biri 663

Baade Vilhelm Henrix Valter (1893-1960), alman astronomu; 1931-1958-ci illərdə ABŞ-da işləmişdir 428, 463
Barabaşov Nikolay Pavloviç (1894-1971), sovet astronomu 517, 532
Barnard Eduard Emerson (1857-1923), Amerika astronomu 249, 556, 613
Bəttani (Əbu Abdallah Mühəmməd ben Cabir əl-Bəttani; 858-929), ərəb astronomu və riyaziyyatçısı 65
Bayer İohann (1572-1625), alman astronomu 247-249, 254, 256, 258, 261, 262, 415
Belopolski Aristarx Apollonoviç (1854-1934), rus sovet astronomu 165, 166, 520, 535
Bernal Con Desmond (1901-1971), ingilis fiziki 646
Bernulli İohann (1667-1748), İsveçrə riyaziyyatçısı 130, 143, 152
Bessel Fridrix Vilhelm (1784-1846), alman astronomu və geodeziyaçısı 169, 431
Bete Hans Albrext (1906-cı ildə anadan olmuşdur), Amerika nəzəriyyəçi-fiziki 180, 206, 207
Beyli Frensis (1774-1844), ingilis astronomu 289, 290
Bin Alan (1932-ci ildə anadan olmuşdur), Amerika astronavtı 380
Biruni (Əbu Reyhan Mühəmməd ibn Əhməd əl-Biruni; 973-1048), Orta Asiya ensiklopedist alimi 66-68, 73
Blau Villem Yanszon (1571-1638), niderland kartoqrafı 128
Bode İohann Elert (1747-1826), alman astronomu 158, 565
Bok Bart Yan (1906-cı ildə anadan olmuşdur), Amerika astronomu 610
Bond Corc Fillips (1825-1865), Amerika astronomu, U.K.Bondun oğlu 166, 560
Bond Uilyam Kranç (1789-1859), Amerika astronomu 166, 560
Bor Nils Hendrik David (1885-1962), Danimarka nəzəriyyəçi fiziki, müasir fizikanın banilərindən biri 184, 201
Born Maks (1882-1970), alman fiziki, kvant mexanikasının yaradıcılarından biri 182, 185
Boşkoviç Rucer İosip (1711-1787), xorvat alimi və filosofu 357, 534
Bradley Ceyms (1693-1762), ingilis astronomu 141, 142, 240
Brahe Tiho (1546-1601), Danimarka astronomu 75, 86-99, 102, 139, 145, 239, 252, 579, 580, 619, 633
Broyl Lui de (1892-1987), fransız fiziki, kvant mexanikasının yaradıcılarından biri 184
Bruno Cordano (Filippo; 1548-1600), İtaliya filosofu 105, 106, 624, 637
Bryus Yakov Vilimoviç (1781-1868), rus dövlət xadimi, I Pyotrun məsləkdaşı 129, 130
Bryuster Devid (1781-1868), Şotlandiya fiziki 162
Bunzen Robert Vilhelm (1811-1899), alman kimyaçısı 163, 322

Cins Ceyms Hopvud (1877-1946), ingilis nəzəriyyəçi fiziki, nəzəri astrofizikanın yaradıcılarından biri 160, 188, 192-198, 213, 512, 613, 615

Çandrasekar Subrahmanyan (1910-cu ildə anadan olmuşdur), astrofizik, Hindistan mənşəlidir; 1936-cı ildən ABŞ-da yaşayır 187, 621
Çijevski Aleksandr Leonidoviç (1897-1964), sovet biofiziki, arxeoloqu, heliobiologiyanın banisi 644, 645
Çjan Hen (78-139), qədim Çin astronomu 36

Dager Lui Jak Mande (1787-1851), fransız ixtiraçısı 165
D'Alamber Jan Leron (1717-1783), fransız ensiklopedist filosofu, riyaziyyatçısı, astronomu 138, 143, 146, 150, 152, 357
Darvin Corc Hauard (1845-1912), ingilis astronomu və riyaziyyatçısı 194, 531, 535
Dekart Rene (1596-1650), fransız riyaziyyatçısı və filosofu 114, 118, 121, 125, 132, 136, 137, 147, 197, 357
Delandr Anri (1853-1948), fransız astronomu 165
Delarü Varren (1815-1889), ingilis həvəskar astronomu 166
Delil Giyom (1675-1726), fransız coğrafiyaçı və xəriteçisi, J.N.Delilin qardaşı 132
Delil Jozef Nikola (1688-1768), fransız astronomu, fiziki, coğrafiyaçısı və elm tarixçisi; 1726-cı ildən Rusiyada işləmişdir 132, 133, 137
Delport Ejen Jozef (1882-1955), Belçika astronomu 248
Demokrit (e.ə. təxminən 470 və ya 460-cı il; 100 ildən artıq yaşamışdır), qədim yunan filosofu, antik atomistikanın banilərindən biri 43-45
Dikke Robert (1916-cı ildə anadan olmuşdur), Amerika fiziki 350
Donati Covanni Battista (1826-1873), İtaliya astronomu 163, 582, 589
Dopler Kristian (1803-1853), Avstriya fiziki və riyaziyyatçısı 164

Dreper Henri (1837-1882), Amerika astronomu 165, 166
Dreyer Yohan Lüdviq (Con Luis; 1852-1926), astronom; Danimarkada anadan olmuş, İrlandiya və İngiltərədə işləmişdir 612
Dreyk Frensis, Amerika radioastronomu 254, 665, 667, 669

Eddinqton Artur Stenli (1882-1944), ingilis astronomu, fiziki 151, 180, 187-192, 195, 196, 396, 398, 432, 486
Empedokl, Aqrigentli Empedokl (e.ə. təxminən 490 – təxminən 430), qədim yunan filosofu, şairi, həkimi, siyasi xadimi 43, 44
Enke İohann Frans (1791-1865), alman astronomu 560, 589
Epik Ernst Yulius (1893-1985), eston astronomu, 1944-cü ildən bir sıra xarici rəsədxanalarda işləmişdir 180
Eratosfen Kirenski (e.ə. təxminən 276-194), qədim yunan astronomu, coğrafiyaşünası 28, 54, 61, 259, 260
Evdem, Rodoslu Evdem, qədim yunan filosofu, Aristotelin şagirdi 40
Evdoks, Knidli Evdoks (e.ə. təxminən 408 – təxminən 355), qədim yunan riyaziyyatçısı, astronomu 49-52, 80
Evklid (e.ə. III əsr), qədim yunan riyaziyyatçısı, İskəndəriyyədə işləmişdir 61, 66, 68, 72, 104, 105, 124
Eyler Leonard (1707-1783), riyaziyyatçı, mexanik, fizik və nəzəriyyəçi astronom; İsveçrədə anadan olmuş, Peterburqda (1727-1741 və 1766-cı ildən vəfat edənə qədər) və Berlində (1741-1766-cı illərdə) işləmişdir 130, 143-146, 150-152, 357
Eynşteyn Albert (1879-1955), nəzəriyyəçi fizik, XX əsr müasir fizikasının yaradıcılarından biri 181-187, 198-200, 203, 207, 296, 297, 420, 422, 429, 430, 486, 602, 603, 620, 623, 653

Əbül-Vəfa (940-997/998), ərəb astronomu və riyaziyyatçısı 65
Əs-Sufi Əbd ər-Rəhman (986-cı ildə vəfat etmişdir), ərəb astronomu 72, 471

Fabritsius David (1564-1617), alman astronomu 415
Fabritsius Yohannes (1587 – təxminən 1615), alman astronomu, D.Fabritsiusun oğlu 110
Fales, Miletli Fales (e.ə. təxminən 624-547), qədim yunan filosofu 37, 39-42, 60, 269
Fauler Ralf Hovard (1889-1944), ingilis fiziki 434, 646
Fedinski Vsevolod Vladimiroviç (1908-1978), sovet geofiziki və astronomu 519
Fermi Enriko (1901-1954), İtaliya fiziki, nüvə və neytron fizikasının yaradıcılarından biri 434, 448
Feynman Riçard Fillips (1918-1988), Amerika nəzəriyyəçi fiziki, müasir kvant elektrodinamikasının yaradıcılarından biri 398
Filolay, Krotonlu Filolay (e.ə. təxminən 470-388), qədim yunan filosofu, pifaqor məktəbinin nümayəndəsi 46-47, 79
Fizo Arman İppolit Lui (1819-1896), fransız fiziki 164
Flammarion Nikola Kamill (1842-1925), fransız astronomu, elm populyarizatoru 172-177, 216, 273, 293, 589
Flemstid Con (1646-1719), ingilis astronomu, Qrinviç rəsədxanasının ilk direktoru 129, 138, 139, 142, 248, 249, 306, 308
Fogel German Karl (1841-1907), alman astronomu 166
Fontenel Bernar Le Bovede (1657-1757), fransız yazıçısı, alim-populyarizatoru 132, 173
Forvarsen A.D. (1675-1739), şotland astronomu; XVII sonu – XVIII evvəllərində Rusiyada yaşamış; Moskva naviqasiya məktəbinin müəllimi olmuşdur 129, 130
Fraunhofer Yozef (1787-1826), alman fiziki 162, 163, 168, 322, 357-359, 501
Fridman Aleksandr Aleksandroviç (1888-1925), rus riyaziyyatçısı və geofiziki 181, 198-201, 203, 603
Froydental Hans, niderland riyaziyyatçısı və linqvisti 669-670
Fuko Jan Bernar Leon (1819-1868), fransız fiziki 358-359
Fuss Nikolay İvanoviç (1755-1825/26), rus riyaziyyatçısı, L.Eylerin köməkçisi 130

Habbl Edvin Pauell (1889-1953), Amerika astronomu 151, 181, 200, 203-208, 349, 471-473, 475, 603-605
Halle İohann Qotfrid (1812-1910), alman astronom-müşahidəçisi 569
Halley Edmund (1656-1742), ingilis astronomu 124, 125, 127, 129, 133, 139-141, 151, 152, 252, 257, 393, 585, 586, 590
Haynd Con Rasell (1823-1895), ingilis astronomu 254
Helmholts Herman Lüdviq Ferdinand (1821-1894), alman təbiətşünası, biofiziki, psixoloqu 394
Henderson Tomas (1798-1844), ingilis astronomu 169
Hentsel İohann (XVI əsr), alman astronomu, T.Bragenin köməkçisi 87, 88
Hentsel Paul (XVI əsr), alman astronomu, T.Bragenin köməkçisi 87, 88
Hers Henrix Rudolf (1857-1894), alman fiziki, elektrodinamikanın banilərindən biri 184
Hersşprunq Eynar (1873-1967), danimarka astronomu; Almaniya və Niderlandiyada işləmişdir 247, 406
Herşel Con Frederik Uilyam (1792-1871), ingilis astronomu, U.Herşelin oğlu 162, 514
Herşel Karolina Lukresiya (1750-1848), ingilis astronomu, U.Herşelin bacısı və köməkçisi 155, 156, 161, 356, 582, 586
Herşel Uilyam (Fridrix Vilhelm; 1738-1822), ingilis astronomu və optiki 131, 153, 155-162, 168, 171, 356, 393, 409, 435, 439, 457, 458, 462, 469, 514, 520, 557, 563-567, 576, 577, 612, 613, 643
Hesiod (e.ə. VIII-VII əsrlər), qədim yunan şairi, "Teoqoniya" poemasının müəllifi 37, 38
Heveli Yan (1611-1687), Polşa astronomu 128, 139, 239, 252, 253, 256, 259, 260, 262, 353-355
Higin (təxminən X əsrdə vəfat etmişdir), Roma alimi və yazıçısı 40
Hilbert Uilyam (1544-1603), ingilis təbiətşünası və həkimi 646
Hipparx (e.ə. II əsr), qədim yunan astronomu 29, 31, 37, 50, 58-60, 62, 70, 146, 233, 239, 256, 268, 269, 283, 532
Hofmeyster Kuno (1892-1968), alman astronomu 415
Holl Asaf (1829-1907), Amerika astronomu, radiogeologiyanın yaradıcılarından biri 539, 546
Holms Artur (1890-1965), ingilis geoloq və petroqrafı 528
Homer, qədim yunan epik şairi, "İliada" və "Odisseya"nın müəllifi 16, 270
Höggins Uilyam (1824-1910), ingilis astronomu 163, 164
Huk Robert (1635-1703), ingilis təbiətşünası, hərtərəfli alim və eksperimentator, arxitektor 125, 126, 138

Humboldt Aleksandr fon (1769-1859), alman təbiətşünası, coğrafiyaçı və səyahətçisi 592
Hüygens Xristian (1629-1695), niderland fiziki, mexanik, riyaziyyatçısı və astronomu; 1665-1681-ci illərdə Parisdə işləmişdir 110, 122, 125, 130, 134, 184, 301, 306, 309, 355, 357, 537, 563, 661
Hyuiş Entoni (1924-cü ildə anadan olmuşdur), ingilis radioastronomu 346
Hyumason Milton (1891-1972), Amerika astronomu 205
Hyülst Hendrik Kristofel van de (1918-ci ildə anadan olmuşdur), niderland astronomu 202, 343

Xladni Ernst Florens Fridrix (1756-1827), alman fiziki; meteoritlərin kosmik mənşəli olmasını göstərmişdir 140, 594

İbn Yunis Əli ibn Abdrəhman (950-1009), ərəb astronomu 65
İnnes Robert Torbern Eyton (1861-1933), ingilis astronomu 261
İrvin Ceyms (1930-cu ildə anadan olmuşdur), Amerika astronavtı 381

Jansen Pyer Jül Sezar (1824-1907), fransız astronomu 162, 163, 503

Kant İmmanuil (1724-1804), alman filosofu və təbiətşünası 40, 147-149, 161, 310, 394, 461, 462, 559, 624, 661
Kaplan Samuil Aronoviç (1921-ci ildə anadan olmuşdur), sovet astrofiziki və astronomu 435
Kapteyn Yakobus Kornelius (1851-1922), niderland astronomu 249
Kardaşov Nikolay Semyonoviç (1932-ci ildə anadan olmuşdur), sovet astronomu 344
Kassini Covanni Domeniko (Jan Dominik; 1625-1712), astronom, İtaliyada anadan olmuş, 1669-cu ildən Parisdə işləmiş, Paris rəsədxanasının ilk direktoru olmuşdur 135-136, 355, 541, 556, 563, 564
Kassini Jak (1677-1756), fransız astronomu, C.D.Kassinin oğlu 132, 136, 137
Kepler İohann (1571-1630), alman astronomu, müasir təbiətşünaslığın banilərindən biri 72, 75, 81, 83, 85, 86, 93-103, 105, 109, 110, 113, 114, 117-121, 124, 125, 151, 152, 165, 173, 245, 283, 294, 355, 409, 514, 529, 588, 633, 641, 656
Kertis Heber (1872-1942), Amerika astronomu 181, 196
Kiçik Seneka Lutsi Anney (təxminən 4-65), Roma siyasi xadimi; imperator Neronun tərbiyəçisi 583
Kiler Ceyms Eduard (1857-1900), Amerika astronomu 165
Kirxhof Qustav Robert (1824-1887), alman fiziki 163, 322, 323
Kirkvud Deniel (1814-1895), Amerika astronomu 578
Klark Alvan (1804-1887), Amerika cilalayıcı optiki, oğulları ilə birlikdə teleskoplar və obyektivlər istehsal edən məşhur firmanın təsisçisi 432
Klero Aleksis Klod (1713-1765), fransız riyaziyyatçısı 138, 143, 145, 146, 150, 151, 357
Kolumb Xristofor (1451-1506), genuziyalı dəniz səyahətçisi; 1492-ci ildə Amerikanı kəşf etmişdir 76, 288
Kondon Eduard (1902-1974), Amerika fiziki 648, 651, 652
Konrad Çarlz (1930-cu ildə anadan olmuşdur), Amerika astronavtı 380
Kopernik Nikolay (1473-1543), polşalı astronom, dünyanın heliosentrik sistem olması barədə təlimin banisi, astronomiyanın reformatoru 29, 31, 46, 61, 72, 76-86, 91, 92, 96, 97, 105-108, 111, 112, 114, 117, 128, 130, 142, 205, 269, 294, 304, 400, 515, 516, 611, 637
Koyper Cerard Peter (1905-1973), Amerika astronomu 567, 570
Kraft Georq Volfqanq (1701-1754), rus fiziki və riyaziyyatçısı, L.Eylerin köməkçisi 130
Kristi Ceyms, Amerika astronomu 573
Kubetski Leonid Aleksandroviç (1906-1959), sovet fiziki 364
Kulik Leonid Alekseyeviç (1883-1942), mineroloq, Rusiyada meteoritlərin tədqiqatlarının aparılmasının təşkilatçısı 591

Qaliley Qalileo (1564-1642), İtaliya fiziki, mexanik və astronomu; təbiətşünaslığın banilərindən biri 52, 101-105, 107-115, 120-122, 135, 169, 173, 181, 184-186, 218, 298, 299, 306, 352-355, 514, 533, 534, 545, 559, 611, 637, 643
Qamov Georgi Antonoviç (Corc) (1904-1968), nəzəriyyəçi fizik, astrofizik; Odessada anadan olmuşdur, 1934-cü ildən ABŞ-da yaşamışdır 201, 206, 207, 350, 604
Qanski Aleksey Pavloviç (1870-1908), rus astronomu 501
Qassendi Pyer (1592-1655), fransız filosofu, astronomu, riyaziyyatçısı və mexaniki 85
Qauss Karl Fridrix (1777-1855), alman riyaziyyatçısı, astronom və geodezisti 357, 577
Qlazenap Sergey Pavloviç (1848-1937), rus astronomu 422
Qold Tomas (1920-ci ildə anadan olmuşdur), ingilis astronomu 533
Qudrayk Con (1764-1786), ingilis astronomu, dəyişən ulduzların ilk tədqiqatçısı 256

Lakayl Nikola Lui de (1713-1762), fransız astronomu 137, 253, 255, 257, 259, 260, 262
Laqranj Jozef Lui (1736-1813), fransız mexaniki 110, 138, 143, 144, 150-152, 154, 579
Laland Jozef Jeromle Fransuade (1732-1807), fransız astronomu 173
Lambert İohann Henrix (1728-1777), alman astronomu, riyaziyyatçısı, fiziki və filosofu 149
Landau Lev Davidoviç (1908-1968), sovet nəzəriyyəçi fiziki 428
Laplas Pyer Simon (1749-1827), fransız astronomu, riyaziyyatçısı, fiziki 68, 133, 138, 141, 143, 145-147, 149-154, 161, 173, 194, 314, 559, 623, 624
Lassell Uilyam (1799-1880), ingilis astronomu 564, 566, 570
Leksel Andrey İvanoviç (1740-1784), rus astronomu, L.Eylerin köməkçisi 130
Lemetr Jorj (1894-1966), Belçika astronomu 604
Levenhuk Antoni van (1632-1723), niderland naturalisti, elmi mikroskopiyanın banilərindən biri 129
Leverye Urben Jan Jozef (1811-1877), fransız astronomu 172, 173, 187, 565
Leybnits Qotfrid Vilhelm (1646-1716), alman filosofu, riyaziyyatçısı, fiziki, dilçisi 119, 125
Lio Bernar (1897-1952), fransız astronomu 493, 521
Livitt Henrietta Suon (1868-1921), Amerika astronomu 415-416, 475
Lodoçnikov Vladimir Nikitoviç (1887-1943), sovet geoloqu və petroqrafı 539
Lokyer Jozef Norman (1836-1920), ingilis astronomu 503

Lomonosov Mixail Vasilyeviç (1711-1765), rus ensiklopedist alimi 72, 130, 131, 151, 216, 520, 535
Lovell Persival (1855-1916), Amerika astronomu 539-541, 547, 572
Lyapunov Aleksandr Mixayloviç (1857-1918), rus riyaziyyatçısı və mexaniki 145, 194

Magellan Fernan (1470-1521), dəniz səyahətçisi 94, 155, 246, 313, 470
Maksvell Ceyms Klerk (1831-1879), ingilis fiziki, klassik elektrodinamikanın banisi 165, 184, 185, 559
Maqnitski Leonti Filippoviç (1669-1739), Moskva naviqasiya məktəbinin riyaziyyat fənni üzrə müəllimi 130
Mari Simon (1573-1624), alman astronomu 471, 514
Maskelayn Nevil (1732-1811), ingilis astronomu 141, 142
Maunder Eduard Uolter (1851-1928), ingilis astronomu 509
Messye Şarl (1730-1817), fransız astronomu 158, 159, 240, 457, 475, 582, 585, 612
Meton (e.ə. təxminən 460-cı il – vəfat etdiyi tarix məlum deyil), qədim yunan astronomu və riyaziyyatçısı 38, 39, 54
Mitçell Edqar (1930-cu ildə anadan olmuşdur), Amerika astronavtı 381
Montanari Ceminino (1633-1687), İtaliya astronomu 259
Mopertyui Pyer Lui Morode (1698-1759), fransız riyaziyyatçısı 143, 144

Nəsirəddin Tusi (Mühəmməd ibn Həsən Nəsirəddin Tusi; 1201-1274), Azərbaycan astronomu, riyaziyyatçısı və filosofu 67, 68
Nikolson Set Barnz (1891-1963), Amerika astronomu 521
Nyuton İsaak (1643-1727), ingilis fiziki, astronomu və riyaziyyatçısı; müasir təbiətşünaslığın banilərindən biri 72, 81, 93, 103, 115-127, 129, 130, 132-134, 136-140, 142, 144-153, 182, 184, 186, 188, 190, 193, 194, 305, 321, 355-357, 455, 457, 497, 501, 528, 532, 533, 584, 585, 589, 611, 612, 623

Olbers Henrix Vilhelm (1758-1840), alman astronomu 171
Oldrin Edvin (1930-cu ildə anadan olmuşdur), Amerika astronavtı 380, 537
Oort Yan Hendrik (1900-cü ildə anadan olmuşdur), niderland astronomu 590, 632
Ömər Xəyyam (Əbu-əl Fəth ibn İbrahim Ömər Xəyyam; 1048-1122-ci ildən sonra) 34, 65, 68

Pallas Pyotr Simon (1741-1811), rus təbiətşünası 590
Parker Yucin, Amerika astrofiziki 508
Parmenid, Eleyalı Parmenid (e.ə. təxminən 540-480-ci illər), qədim yunan filosofu 44-46
Parsons Uilyam (lord Ross) (1800-1867), irland astronomu 475
Penzias Arno Allan (1933-cü ildə anadan olmuşdur), Amerika radiofiziki və astrofiziki 350, 607
Perevoşikov Dmitri Matveyeviç (1788-1880), rus astronomu və riyaziyyatçısı, Moskva rəsədxanasının banisi 308
Piatsi Cüzeppe (1746-1826), İtaliya astronomu 576, 577
Pifaqor, Samoslu Pifaqor (e.ə. VI əsr), qədim yunan filosofu, dini və siyasi xadim 16, 44-46, 48, 83, 539
Pikar Jan (1620-1682), fransız astronomu 135, 136
Pikerinq Eduard Çarlz (1846-1919), Amerika astronomu 164
Pikerinq Uilyam Henri (1858-1938), Amerika astronomu 564
Plank Maks Karl Ernst Lüdviq (1858-1947), alman fiziki, kvant nəzəriyyəsinin yaradıcılarından biri 184, 185, 342
Platon, Afinalı Platon (e.ə. 428 və ya 427-348 və ya 347), qədim yunan filosofu 40, 47-49, 57, 73, 78, 104, 113, 219, 268, 296, 297
Plini, Böyük Plini (23 və ya 24-79), qədim Roma dövlət xadimi, tarixçi, yazıçısı; donanmaya rəhbərlik edirdi 40, 55, 58, 646
Poqson Norman Robert (1829-1891), ingilis astronomu 167, 233
Ptolemey Klavdi (təxminən 90 – təxminən 160), qədim yunan alimi, onun yazdığı əsərlər astronomiya, coğrafiya və optika elmlərinin təkamülünə çox böyük təsir göstərmiş, "Almagesta" əsərinin müəllifidir 28, 29, 31, 32, 37, 57, 60-63, 65, 66, 68, 70, 71, 74, 77-81, 83, 95-98, 105, 128, 139, 239, 246, 251-253, 262, 294, 516, 532, 533, 535, 636, 637
Puankare Jül Anri (1854-1912), fransız riyaziyyatçısı, fizik və astronomu 145, 194, 559
Purbax Georq (1423-1461), Avstriya astronom və riyaziyyatçısı 72-76
Pyotr, I Pyotr (1672-1725), 1682-ci ildən rus çarı (1689-cu ildən idarəçiliyə başlamışdır); ilk Rusiya imperatoru (1721-ci ildən) 128-130, 132, 137

Rayt Tomas (1711-1786), ingilis astronomu 159
Reber Qrout (1911-ci ildə anadan olmuşdur), Amerika radiomühəndisi, radioastronomiyanın yaradıcılarından biri 338
Regiomontan (İohann Müller) (1436-1476), alman astronomu və riyaziyyatçısı 72-77, 96
Reley Con Uilyam (1842-1919), ingilis fiziki, rəqslər nəzəriyyəsinin banilərindən biri 425
Ressell Henri Norris (1877-1957), Amerika astronomu 196, 247, 406, 433
Retik (Georq İoahim fon Lauhen; 1514-1576), alman astronomu və riyaziyyatçısı, N.Kopernikin şagirdi və ardıcılı 79, 82-83, 85
Reynhold Erazm (XVI əsr), Vittenberq universitetinin riyaziyyatçı müəllimi, Retikin dostu; "Prussiya cədvəlləri"nin tərtibatçısı 82, 85, 87, 96
Riççoli Covanni Battista (1598-1671), İtaliya astronomu 534, 535
Riçi Corc (1864-1945), Amerika astronomu və teleskopların konstruktoru 181, 359
Rinqvud Edvard (1930-1993), Avstraliya geofiziki 539
Ryomer Ole (1644-1710), Danimarka astronomu, 1671-1681-ci illərdə Parisdə yaşamışdır 122, 136, 137, 301, 550

Sabit ibn Qurra (836-901), ərəb alimi, Ptolemeyin "Almagesta" əsərinin tərcüməçisi 65
Saxarov Andrey Dmitriyeviç (1921-1989), sovet fiziki və ictimai xadimi 209
Saqan Karl Eduard (1934-1996), Amerika astronomu 518
Sekki Ancelo (1818-1878), İtaliya astronomu 163
Sendic Alan Reks (1926-cı ildə anadan olmuşdur), Amerika astronomu 207, 208
Seraski Vitold Karloviç (1849-1925), rus sovet astronomu 276
Seyfert Karl Kinan (1911-1960), Amerika astronomu 475

Siseron (Mark Tulli Siseron; eramızın 106-43 illərinədək), Roma siyasi xadimi, natiq və yazıçısı 40, 55, 79
Sitter Villem de (1872-1934), niderland astronomu 206
Skiaparelli Covanni Vircinio (1835-1910), İtaliya astronomu 513, 517, 543
Skott Devid (1932-ci ildə anadan olmuşdur), Amerika astronavtı 381
Slayfer Vesto Melvin (1875-1969), Amerika astronomu 181, 516, 599
Sozigen (e.ə. təxminən I əsr), qədim yunan riyaziyyatçısı və astronomu; İskəndəriyyədə yaşamış və işləmiş, Yuli Sezarın tapşırığı ilə yeni təqvim (Yuli təqvimi) tərtib etmişdir 39, 54, 55
Söllner İohann Karl Fridrix (1834-1882), alman astronomu 162
Stobey İohann (e.ə. V əsr), Bizans filosofu və yazıçısı 40, 46, 47
Struve Otto Vasilyeviç (1819-1905), rus astronomu, Pulkovo rəsədxanasının ikinci direktoru, V.Y.Struvenin oğlu 167, 239, 417
Struve Vasili Yakovleviç (1793-1864), rus astronomu və geodeziyaçısı; Pulkovo rəsədxanasının ilk direktoru 167-171, 308, 358, 409
Svedenborq Emanuel (1688-1772), İsveç alimi, filosofu 147
Svikki Frits (1898-1974), İsveçrə astronomu; 1925-ci ildən ABŞ-da işləmişdir 160, 429, 479, 483, 486

Şaronov Vsevolod Vasilyeviç (1901-1964), sovet astronomu 521, 536
Şepard Alan (1923-cü ildə anadan olmuşdur), Amerika astronavtı 381
Şepli Harlou (1885-1972), Amerika astronomu 159, 196, 197, 458, 463, 470
Şeyner Xristof (1575-1650), alman astronomu 110
Şezo Jan (1718-1751), fransız astronomu 171, 585
Şi Şen (e.ə. təxminən IV əsr), qədim Çin astronomu 36
Şklovski İosif Samuiloviç (1916-1985), sovet astronomu 178, 201, 202, 343, 344, 542
Şmidt Otto Yulyeviç (1891-1956), sovet alimi, riyaziyyat, astronomiya və geofizika sahələri üzrə tanınmış mütəxəssis; Arktikanın tədqiqatçısı 535, 626, 631, 632
Şreter İohann (1745-1816), alman astronomu 516, 535
Şvabe Henrix (XIX əsr), alman həvəskar astronomu 505
Şvartsşild Karl (1873-1916), alman astronomu 180

Teller Edvard (1908-ci ildə anadan olmuşdur), Amerika fiziki 448
Tombo Klayd Uilyam (1906-cı ildə anadan olmuşdur), Amerika astronomu 568
Tomson Uilyam (baron Kelvin; 1824-1907), ingilis fiziki 640
Troitski Vsevolod Sergeyeviç (1913-1996), sovet fiziki və astronomu 645
Trümpler Robert Culius (1886-1956), astronom; İsveçrədə anadan olmuş, 1915-ci ildən ABŞ-da işləmişdir 171, 436

Uiller Con Arçibald (1918-ci ildə anadan olmuşdur), Amerika nəzəriyyəçi fiziki 622
Uilson Robert Vudrou (1936-cı ildə anadan olmuşdur), Amerika radioastronomu 350, 607
Uluqbəy (Mirzə Məhəmməd ibn Şahruh ibn Teymur Uluqbəy Tarağay; 1394-1449), özbək astronomu, Teymurləngin nəvəsi 66, 68-71, 139, 239
Umov Nikolay Alekseyeviç (1846-1915), rus fiziki 165

Vegener Alfred Lotar (1880-1930), alman geofiziki, materiklərin dreyfi nəzəriyyəsinin müəllifi 524
Vernadski Vladimir İvanoviç (1863-1945), rus alimi, geokimya, biogeokimya və radiogeologiyanın banisi 632
Veyszekker Karl Fridrix fon (1912-ci ildə anadan olmuşdur), alman nəzəriyyəçi fizik və astrofiziki 206
Vitruvi (e.ə. I əsr), Roma arxitektoru və mühəndisi 55
Volf Rudolf (1816-1893), İsveçrə astronomu 509
Vollaston Uilyam Hayd (1766-1828), ingilis fiziki 162
Volter (Mari Fransua Arue; 1694-1778), fransız yazıçısı, filosofu və maarifçisi 54, 120, 134, 137
Vorontsov-Velyaminov Boris Aleksandroviç (1904), sovet astronomu 25, 160, 174, 480

Yanski Karl (1905-1950), Amerika radiomühəndisi 337, 338, 346, 350
Yuri Harold Kleyton (1893-1981), Amerika fiziki və fiziki-kimyaçısı 535

Zeeman Piter (1865-1943), niderland fiziki 325

MÖVZU GÖSTƏRİCİSİ

afeli 99
ağ cırtdanlar 190, 202, 250, 257, 403, 408, 411, 422, 426, 431-435, 621, 622
akkresiya 413, 629, 630
akkresiya diski 377, 413, 422, 630, 631
albedo 518, 579
annihilyasiya 610
apeks 157, 370
apertur 223
apertur sintezi sistemi 341
apogey 59
apsid xətti 59, 146
arxeoastronomiya 17
asteroidlər 245, 576-581, 630
asteroidlər qurşağı 578
astrologiya 635-643
astrolyabiya 65, 66, 675
astrometriya 138-143, 238-240, 368-371, 656
Astronaviqasiya (bax: naviqasiyada istifadə olunan ulduzlar)
astronomik vahid 80, 136, 140, 520
astrofizika 162-167, 209, 210, 342
astronomik təqvim 226, 245
atmosfer diski 354
Ay orbitinin düyünləri 50, 60, 287
ay
  anomaliya 533
  Əjdaha 533
  siderik (ulduz) 15, 285, 532
  sinodik 15, 60, 285, 532
Ayın fazaları 284, 285
Ayın hərəkətindəki bərabərsizliklər 91, 146, 529
  böyük elliptik bərabərsizlik 145
  eveksiya 145
  əsri təcil 140, 141
  illik tənlik 145
  variasiya 65, 145
Ayın optik librasiyası 115, 533
azimut 236

balc (bax: qalaktik barın quruluşu)
bar (bax: qalaktik rentgen)
barsterlərinin quruluşu 376, 422
birləşmə 517
bolidlər 140, 278
bolometr 326
bucaq ayırdetməsi (bax: teleskopların xassələri)
bucaq məsafəsi 224, 235

cırlaşmış qaz 434
cins dalğa uzunluğu 194
cins kütləsi 613
cins radiusu 613

Çandrasekar həddi 621

Dayson sferası 666
deferent 62
difraksiya 126, 224
difraksiya təsviri 224, 228, 354
Dopler effekti 164, 325, 368, 603
dumanlığın trek detektoru 141, 159, 160, 260, 608
  əksolunma 443
  qaz 258, 329, 439-443
  planetar 160, 202, 256, 435, 441
  toz 262, 443
  dünya oxu 236
  dünyanın qütbü 236, 256, 263, 264, 267-269
dünyanın sistemi 42, 91
  heliosentrik 53, 57, 80, 81, 111, 112
  geosentrik 41, 47, 53, 55, 62, 71, 80, 294
düz doğuş 237, 247, 301, 368

efemeridlər 75, 96, 244-246
effektiv temperatur 432
ekliptika 28, 32, 246, 282, 283, 285
ekliptika müstəvisi 513
ekssentrisitet 59, 97, 513
elektromaqnit şüalanma kvantı (foton) 190, 319, 323, 324, 334, 335, 507, 509
elektron-optik çeviricisi (EOP) 365
elonqasiya 517
emissiya xətləri (bax: şüalanma spektral xətləri)
episikl 62
epitonlar 572

fotoelektron gücləndirici (FEU) 364, 365
fotometrik paradoks 141, 171
fotometriya 158, 233
foton (bax: kvant fotosferin elektromaqnit şüalanması)
fotosfera (bax: Günəş)
Fraunhofer xətləri (bax: spektral xətlər)

gecə-gündüz bərabərliyi nöqtəsi 17, 237, 257, 268, 282, 283
gecə-gündüz bərabərliyinin qabaqcadan xəbər verilməsi (bax: Yer oxunun presessiyası)
gizli kütlə 483-485
görünən şüalanma 318-325
göy cisimlərinin hərəkətində sarsıntılar 245, 569, 570, 572
göy ekvatoru 236
göy qurşağı 273, 274, 321
göy mexanikası 133-147, 244, 245
göy meridianı 236
göy sferası 235
gümüşü buludlar 276, 277
günəş fəallığı (bax: Günəş)
günəş küləyi 506, 508
günəş ləkələri (bax: Günəş)
günəş sabiti 507
Günəş tacı (bax: Günəş)
Günəş
  fəallığı 345, 502, 504, 509, 643-646
  enerjinin şüa ilə ötürülən zonası 491, 492
  fırlanması 396
  fotosfer 490, 491, 500-502
  xromosfer 291, 496, 501
  xromosfer alışmalar 503, 504, 509, 645
  illik yol 282-283
  konvektiv zona 408, 498, 502
  qranulyasiya 491, 498-502
  ləkələr 110, 158, 491, 492, 502, 509
  protuberans 36, 291, 503
  sutkalıq yol 280-282
  meşəli 491, 492, 504, 505
  tac 202, 291, 342, 504-510

Habbl qanunu 603, 604
Habbl radiusu 605
Habbl sabiti 349, 604, 607
halələr 275
heliobiologiya 643, 644
helioseysmologiya 498-500
heliosfer 506
Hertsşprunq-Ressel diaqramı 406, 407, 620
hərəkət miqdarı momenti 153, 513-516, 624
hündürlük 236

xromatik aberrasiya122, 354-355, 357
xromosfer alışmalar (bax: Günəş)
  tropik il 282
  ulduz 282

infraqırmızı (İQ) şüalanma 158, 319, 320, 326-329, 372, 387
istilik seli 527
istilik şüalanması 342
işığın dispersiyası 273
işığın aberrasiyası 141
işığın polyarlaşması 449
işıqlığın (parlaqlığın) Eddinqton limiti 190
işıqlıq 400, 401, 403

Kainat
  – dövrün ilk nukleosintezi 610, 611
  – inflyasiya mərhələsi 610
  – radiasiya mərhələsi 608
  – rekombinasiya mərhələsi 350, 351, 440, 608-610
  "Böyük Partlayış" 200, 201, 203, 604, 605
  genişlənmə 199, 209, 603-605
  isti Kainat hipotezi 201
  böhran sıxlığı 607
  qeyri-stasionar Kainat nəzəriyyəsi 198, 199, 203
  yaş 200, 605
Kainatın genişlənməsi (bax: Kainat)
Kainatın qeyri-stasionarlıq nəzəriyyəsi (bax: Kainat)
Kassini bölgüsü 135, 561
kataloqlar 59, 61, 62, 65-67, 70, 71, 81, 91, 136-142, 158, 170, 175, 238-241, 268
  fundamental 240, 368
  Messye 240
  "Yeni Ümumi Kataloq" (NGC) 240
Kepler qanunları 100-103, 245
Kirkvud lyukları 578
kollaps 423, 424, 613, 616, 618
kometalar 36, 91, 123, 140, 245, 246, 374, 581-590, 632, 662
koordinat sistemləri 234-238
  ekliptik 59, 66, 238
  ekvatorial 237, 238
  üfüqi 236-238
  qalaktik 238
koronoqraf 493, 494
kosmik şüalar 332, 508-510
kosmoqoniya
  planet 530-533, 539, 624-633
  ulduz 452, 453, 611-620
  kosmologiya 42, 44, 47, 106, 141, 147, 149, 160, 186, 193, 199-201, 203, 605, 607, 610, 611
  kraterlər 518, 519, 535, 536, 538, 542, 566, 567, 591, 592
  böhran sıxlığı 603
  kulminasiya 280
  kvadrant 65-67, 69-70, 78, 87, 90
  kvazarlar 181, 190, 253, 329, 331, 333, 348-350

qabarmalar 95, 114, 152, 309, 310
qalaktik quruluş
  balc 464, 473, 474
  bar 473
  qalo (sferik toplanan) 463, 464, 477
  disk 462
  nüvə 331, 333, 464, 475, 476, 478, 479
  spiral qollar (qol) 266, 466-468, 475-477, 481
  qalaktika diski (bax: Qalaktikanın quruluşu)
qalaktikalar 181, 190, 205, 331, 600-604
  aşağı parlaqlıqlı 474
  barlı 473
  cırtdan 196, 473, 474
  elliptik 253, 472
  Habbl təsnifatı 206, 471, 472
  qarşılıqlı təsir edən 160, 476, 480-483
  qeyri-düzgün 556
  linzaşəkilli 473
  radioqalaktikalar 347, 348
  seyfert qalaktikaları 477-479
  spiral qalaktikalar 252, 261, 329, 423, 448, 466, 467, 472, 474-476
qalaktikalar topası 484, 487, 601
  irrequlyar 601
  requlyar 601
qalaktikaların spiral qolları (bax: qalaktikaların quruluşu)
qalaktikanın nüvəsi (bax: qalaktikanın quruluşu)
qalo (qalaktikanın) (bax: qalaktik qalonun quruluşu) (göy hadisəsi) 274
qamma-atışmalar 336, 377, 378
qamma-şüalanma 334-336, 377-379
qara çuxur 190, 376, 411-414, 423, 429-432, 479, 480, 621-624
qarşıdurma 79, 98, 540
qazın dissipasiyası 629
qırmızı sürüşmə 181, 189, 190, 603-605, 607-609
qlobullar 614
qnomon 27, 31, 32, 299, 300, 302-305, 311
qranulyasiya (bax: Günəş)
qravitasiya linzası 484-487
qravitasiya mikrolinzası 485-487
qravitasiya radiusu 430
qütb parıltısı 275, 277, 278, 439, 510

Laqranj nöqtələri 144, 563, 579

mazer şüalanması 344, 345
meqalit 18, 19, 21
meridian dairəsi 136
meteor seli 592, 593
radiant 592
meteorit cisimlər 278, 394
meteoritlər 542, 591, 593-597
  daş 596
  daş-dəmir 596
  dəmir 596
  hondritlər 596
  tapıntılar 594
meteorlar 241, 278, 591
  sporadik 593
  meyil dairəsi 237
  məxsusi hərəkət 141, 368
  məşəllər (bax: Günəş)
  mikrolinzalar (bax: qravitasiya mikrolinzaları)
  ilğım 272, 273
  müşahidə jurnalı 227, 230, 231
  müşahidə proqramı 229, 230, 232
  mütləq qara cisim 432, 607

nadir 235
nisbilik nəzəriyyəsi
  xüsusi (XNN) 184, 297
  ümumi (ÜNN) 186-189, 198-200, 203, 603, 609

Oppenheymer-Volkov limiti 618

panspermiya hipotezi 663
parallaks 91, 114, 168, 169, 368-370, 399, 454
  illik 399
parallaktik yerdəyişmə 399
parqelii 274
parnik effekti 326, 571

parsek 400
passaj aləti 136, 170
periheli 99
perigey 59
Pikerinq şkalası 224
planet əmələ gətirən bulud (bax: protoplanet bulud)
planetezimali 626
planetlər
  görünən hərəkət 60, 61, 97
  kiçik (bax: aşağı asteroidlər) 27, 294
  nəhənglər (Yupiter qrupu) 562, 652
  Yer qrupu 628, 629
  yuxarı 26, 294, 295
planetlərin akkumulyasiyası (bax: kosmoqoniya planetləri)
planetlərin halqaları 560
planetlərin peykləri 542, 543, 545, 546, 550-553, 558-567, 569, 627, 658
  daxili 556, 568
  xarici 556, 566, 567
  qeyri-müntəzəm 572, 581, 589, 628
  müntəzəm 509, 556
plazma 32
protogünəş dumanlığı 621
proton-proton reaksiyası 497
protoplanet buludu 624
protoulduz 328, 373, 617
protuberans (bax: Günəş)
pulsarlar 345-348, 427-430
  qamma 336
  rentgen 334
Purkinye effekti 220

radioastronomiya 337-351
radiointerferometr 338, 341
  ifratuzun bazalı (İUBRİ) 341
radioqalaktikalar 347, 348, 478
radiometr 339, 382, 385, 386
radioşüalanma 203, 318-321, 337-351
radioteleskoplar 338, 339
reflektor (bax: teleskoplar)
refraksiya 91, 272, 282
refraktor (bax: teleskoplar)
rekombinasiya şüalanması 344
reqolit 537
relikt şüalanma 201, 350, 351, 373, 604, 606
rentgen şüalanma 319, 320, 332-334, 375-377
rezonans hərəkət 521

saat bucağı 237
saat
  atom 309
  düzəliş 225, 226, 228, 306-309
  Günəş 27, 302-307
  kvars 309
  reqqaslı 299, 306, 308, 309
  su (klepsidra) 26, 27
  sutkalıq gediş 307
Saros 34, 141, 288, 290
sefeidlər 165, 181, 196, 205, 206, 415, 416, 470

sekstant 138
selostat 493
sinfaz antenalar 339
sinxrotron şüalanma 342, 343
spektr 122, 123, 273, 498
  xətti (zolaqlı) 322, 324
  kəsilməz 322, 324
spektral analiz metodu 162-164, 321-323, 396, 397, 520
spektral xətlər
  fraunhofer 162, 322, 358, 501
  spektral şüalanma xətləri (emissiya) 322, 330, 413
  udulma 162, 166, 322, 324
spektroqraf 324, 494
  eşelle 494
spektroqramm 165
spektroskop 123, 162
spikul 502
sintillyasiya sayğacı 335
Stefan-Boltsman qanunu 432
Sutka
  günəş 300, 301
  ulduz 300, 301
  sutkalıq paralel 237, 262, 263
  şüa sürəti 164, 206, 368
şüalanma qəbuledicilər
  xəyal 364
  işıqqəbuledicilər 401

tac qazı 506
teleskoplar 109, 110, 122, 223, 224, 352-367
  Günəş 488, 489
  1-ci nəsil 358-360
  2-ci nəsil 360, 361
  3-cü nəsil 362
  4-cü nəsil 362
  reflektorlar 122, 155, 156, 205, 224, 355-361, 397
  refraktorlar 122, 224, 357, 359
teleskopun xassələri
  böyütməsi 223, 366
  bucaq ayırdetməsi (ayırdetmə gücü) 333, 374
  nüfuzetmə qüvvəsi 366
  obyektivin diametri 224, 366
  obyektivin fokus məsafəsi 366, 367
  obyektivin işıq gücü 367
teleskopun nüfuzetmə gücü (bax: teleskopların xassələri)
termocüt 326
təqvim 314
  Ay-Günəş 33, 38, 642
  ay-ulduz 24
  Qriqori 38, 277, 314
  sxematik 24, 25, 29
  tsiklik 36
  ulduz 38
  Yuli 39, 314
Tisius-Bode qaydası 513, 576
topa 240, 251
tozlu subdisk
tutqun qalo 484
tutulmalar
  Ay 224, 286-288
  – qismən 287
  – tam 287
  – yarımkölgəvari 287
  Günəş 289-292, 503
  – halqavari 290
  – qismən 289-292
  – tam 290

uçan naməlum obyektlər (UNO) 646-648
ulduz assosiasiyaları 458, 461, 619
ulduz atlası 226, 244
ulduz bürcləri 86, 239
zodiak 246, 257
ulduz məskunu (tipi) 148, 462
ulduz ölçüsü 59, 158, 166, 233, 234, 398, 399
ulduz topaları 456
  kürəvi 196, 251, 252, 254, 261, 458
  səpilmə 217, 439, 506, 521, 629
ulduzlar
  – pulsasiya edən 196, 261, 415, 416 (bax: Balina bürcünün Mira ulduzu tipli, RR Lira tipli, sefeidlər)
  – fiziki 158, 168, 409-414
  – fiziki 416-419
  – qəhvəyi 657
  – qırmızı 407, 415, 617
  – qırmızı cırtdanlar 418
  – ləkəli 418
  – mavi 407
  – optik 169, 409
  – Orion tipli (bax: T Buğa tipli)
  – tutulan 255, 256, 259, 261, 411, 412, 418
alışan 259, 418
Balina bürcünün Mira ulduzu tipli (miridlər) 254, 415
baş ardıcıllıq 406, 433
batmayan 262, 263
cırlaşmış (bax: ağ cırtdanlar)
dəyişən 254, 255, 258, 414-420
fundamental 368, 369
Günəş tipli 255, 407, 414
ifratnəhəng 206, 325
ifratyeni 211, 376, 427
isti (ilkin) 401
qalxmayan 262, 263
qoşa və bir neçə qatlı 158, 164, 168, 169, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 260, 261, 334, 336, 409-414
naviqasiyada istifadə olunan 269-271
neytron 422, 423, 428-430, 628 (bax: pulsarlar)
nəhənglər 331, 406
partlayan ulduzlar (kataklizmik) 396, 420, 460
  gecikmiş (soyuq) 401
  R Şimal Tacı tipli 418
  rentgen yenilər 422
  RR Lira tipli 256, 416
  spektral siniflər 158, 401
  T Buğa tipli (orion dəyişgənləri) 417
  U Əkizlər tipli (cırtdan yenilər) 417
  Volf-Rayye tipli 425
  yeni 254, 412, 417, 421-423
ulduzların adları və işarələnməsi 248-250
ulduzların Ayla örtülməsi 226, 278, 279
ulduzların spektral sinfi (bax: ulduzlar)
ulduzlu göyün mütəhərrik xəritəsi 226, 229
ulduzun parlaqlığı (bax: ulduz ölçüsü)
ultrabənövşəyi (UF) şüalanma 318-321, 329-331, 375

üfüq 236
Ümumdünya cazibə qanunu 103, 119, 124

vaxt tənliyi (bax: vaxt; ufologiya) 646-654
vertikal 237
Volf ədədi 509
Vaxt
  Günəş vaxtı
  – həqiqi 303-305, 313
  – orta 303, 304, 313
  mövsümi vaxt (qış, yay) 228, 313
  aydınlaşdırma 222, 331
  ulduz vaxtı 301, 302
  ümumdünya vaxtı 311, 313
  yerli 308, 311-313
  zaman tənliyi 303

Yer oxunun nutasiyası 142
Yer oxunun presessiyası 66, 79, 257, 267-269, 282
Yer
  astenosfer 527
  atmosfer 318, 320, 497, 503, 530
  biosfer 525, 643
  hidrosfer 526
  ionosfer 530
  istilik seli 527, 529
  qabıq 526, 528
  litosfer 527, 529
  mantiya 525
  nüvə 525, 526, 527
  plitələrin tektonikası 528
YƏC (bax: yük əlaqəli cihaz)
yük əlaqəli cihaz (YƏC) 365

Zeyeman effekti 325
zenit 235, 236
zenit məsafəsi 236
zodiak 246, 635
zodiak işarələri 33, 257, 636, 638, 639

MÜNDƏRİCAT

Oxucuya 5
Giriş məqaləsi 6

İNSAN KAİNATI KƏŞF EDİR

UZAQ KEÇMİŞDƏN

Ulu əcdadlarımızın astronomiyası 14
Qədim sivilizasiyaların astronomiyası 24
Antik astronomiya 37
Aristarx. Antik dünyanın Kopernikі 55
Hipparx 58
Klavdi Ptolemey. Göy nəzəriyyəsinin yaradıcısı 61

Əlavə oçerklər
Qədim astronomiya — *16.* Göy yolu — *16.* "Asma ağaclar" rəsədxanası — *21.* Gözəl meçada daş at — *22.* Rusiyada astronomiya — *23.* Vedaların kainat mifologiyası — *28.* İnklər Ağ yolda — *32.* Qanlı asteklər təqvimi — *33.* Mayya kahin-astronomları — *34.* Çin astronomiyası — *36.* Miletli Fales ilk Avropa astronomudur — *40.* Qədim yunan şairi Aratın səmanı təsvir etdiyi dövr — *50.* Yerin kürə şəklində olmasının isbatı — *52.* Aristarx Aya və Günəşə qədər olan məsafəni müqayisə edir — *57.*

QƏDİMLİKLƏ YENİ ZAMAN ARASINDA

Yaxın və Orta Şərqin orta əsrlər astronomiyası (VIII-XV əsrlər) 64
Astronomiyada intibah: Purbax və Regiomontan 72
Nikolay Kopernik. "Günəşi dayandıran, Yeri tərpədən" 76
Tiho Brahe. "Göylər qəsri"nin yaradıcısı 86
İohann Kepler. Göyün qanunvericisi 94
Qalileo Qaliley 103

Əlavə oçerklər
Astronomlar arasında ulu şair — *68.* Nəsirəddin Marağada — *69.* Presessiyanın izahı — *79.* Ayın cazibəsi okean qabarmalarını törədir — *95.* Cordano Bruno — *106.*

DÜNYANIN MÜASİR ELMİ MƏNZƏRƏSİNƏ DOĞRU

İsaak Nyuton 116
Pyotr dövründə Rusiya astronomiyası 128
On səkkizinci əsr və göy mexanikası 133
Pyer Simon Laplas 149
Uilyam Herşel 155
On doqquzuncu əsr və astrofizika 162
Vasili Yakovleviç Struve 167
Nikolya Kamill Flammarion 172

Əlavə oçerklər
Rene Dekart və ya Qalileyin və Keplerin ideyalarını barışdırmağa ilk cəhd — *120.* Alma ağacı altında düşüncələr — *121.* Nyutonun teleskopları — *122.* Səmanın ilk spektroskopçusu — *123.* Natural fəlsəfənin riyazi əsasları — *125.* Yaradan və təbiət qanunları — *126.* Elmi mühakimənin dörd qaydası — *127.* Leonard Eyler — *130.* Mixail Lomonosovun uğurları — *131.* Dekart, yoxsa Nyuton? Mandarin, yoxsa limon? — *136.* Edmund Halley — *140.* Okeanda qabarmaların qabarıqları — *152.* Yupiter Ayın hərəkətini qaydaya salır! — *152.* 1789-cu il Fransa inqilabının təqvimi — *154.* Rus hamamında fotolaboratoriya — *166.*

XX ƏSRİN ASTRONOMİYASI

Giriş 178
Albert Eynşteyn 181

Artur Stenli Eddinqton 187
Ceyms Hopvud Cins 192
Aleksandr Aleksandroviç Fridman 198
Edvin Pauell Habbl 203
XXI əsrə qədəm qoyaraq 209

Əlavə oçerklər
Ulduzların sirrinin açılması — *180.* Böyük Kainat — *181.* Dəyişməyən sürət — *185.* Əkizlərin paradoksu — *186.* Nisbilik nəzəriyyəsindən cazibə nəzəriyyəsinə doğru — *186.* Nisbilik nəzəriyyəsinin yoxlanması — *187.* Ulduzun Eddinqton tarazlığı — *191.* Xarlou Şepli (1885-1972) — *196.* Georgi Antonoviç Qamov — *201.* Iosif Samuiloviç Şklovski — *202.* Bankir - dalandar - astronom — *205.* Elmi nəzəriyyə kazinoda yaranır — *206.* Andrey Dmitriyeviç Saxarov — *209.*

BAŞIMIZ ÜZƏRİNDƏ ULDUZLU GÖY

MÜŞAHİDƏ ELMİNİN ƏSASLARI
Baxıb həzz almaq, yoxsa müşahidə etmək? 216
Göz müşahidəçinin əsas alətidir 219
Öz rəsədxanan 221
Həvəskar kollektivin rəsədxanası 231
Ulduz ölçüləri 232
Göy cisimlərinin göydə ünvanları 234
Ulduz xəritələri və kataloqları 238
Göy cisimlərinin "sabahkı" yeri 244
Göyün sakinləri. Bürclər 246
Müxtəlif en dairələrində ulduzlu göy 262
Şimal yarımkürəsinin orta enliklərində dörd mövsümün ulduzlu göyü 264
Fırfıra oyunu, yaxud qütb ulduzlarının uzun əhvalatı 267
Ulduzlar yol göstərir 270
Göydə nadir və qeyri-adi hadisələr 272

Əlavə oçerklər
Ulduzlar teleskopda necə görünür? — *224.* Fotomaterialların işlənilməsi — *227.* Zodiak bürcləri və işarələri — *257.* Əsrarəngiz gecə buludları — *276.*

GÜNƏŞİN, AYIN VƏ PLANETLƏRİN GÖRÜNƏN HƏRƏKƏTİ
Ulduzlar arasında Günəşin yolu 280
Ayın hərəkəti və fazaları 284
Ay və Günəş tutulmaları 286
"Gəzən" göy cisimlərinin mürəkkəb ilgəkləri 292

Əlavə oçerk
Alaqaranlıq — *281.*

VAXT, ONUN ÖLÇÜLMƏSİ VƏ MÜHAFİZƏSİ
Vaxt nədir? 296
Ulduz və günəş sutkaları 300
Günəş saatı 302
Etibarlı saatların sorağında 306
Yerli vaxt 310

Əlavə oçerklər
Qalileyin lampası — *299.* Ryomerin passaj cihazı — *301.* Qnomonun köməyi ilə günorta vaxtının təyini — *303.* Strasburq kilsəsinin saatı — *307.* Saatsız heç cür mümkün deyil — *308.* Günbəz-qnomon — *311.* Yerli vaxtı necə hesablamalı — *313.*

ASTRONOMLAR KAİNATI NECƏ ÖYRƏNİRLƏR

KAİNATIN GÖY QURŞAĞI
Çoxdalğalı astronomiya 318
Görünən işığın təhlili 321
İnfraqırmızı və ultrabənövşəyi kainat 326
Rentgen və qamma-astronomiya 332
Radioastronomiya 337

Əlavə oçerklər
Göy qurşağının yeddi rəngi — *321.* Nebulium və koronium elementlərinin maraqlı detektiv tarixçəsi — *325.* Radioteleskoplar — *339.* Radiointerferometrlər — *341.* Başqa dünyaların əks-sədası — *345.*

YERDƏ VƏ KOSMOSDA ASTRONOMİK ALƏTLƏR
Teleskoplar – Qalileydən bizim günlərədək 352
Teleskopun optik xarakteristikaları 365
Cisimlər harada yerləşir və haraya hərəkət edir 368
Kosmik rəsədxanalar 371
Günəş sisteminə kosmik ekspedisiyalar 378

Əlavə oçerklər
Teleskop qurğuları — *367.* "Göy xəritəsi" — *370.*

ULDUZLAR VƏ QALAKTİKALAR ALƏMİNDƏ

ULDUZLAR: ƏSAS İŞTİRAKÇILAR
Ulduz nədir? 392
Ulduzlardan ölçü götürülməsi 398
Ulduzun quruluşu necədir və o necə yaşayır 404
Ulduz cütləri (qoşa ulduzlar) 409
Dəyişən ulduzlar 414
Partlayan ulduzlar 420
Qeyri-adi obyektlər: neytron ulduzlar və qara çuxurlar 426
Ağ cırtdanlar 431

Əlavə oçerklər
Herssprunq-Ressell diaqramı — *406.* Sefey bürcünün VV qırmızı ifratnəhəngi — *408.* Herkules bürcünün AM qoşa sistemi — *411.* Nadir SS 433 obyekti — *413.* Gimnazist yeni ulduz kəşf edir — *422.* Öz yaxınını acgözlüklə "yeyən" pulsar — *430.*

ULDUZLAR ARASINDA
Ulduzlararası mühit 436
Qaz dumanlıqları 439
Ulduzlararası toz 443
Ulduzlararası maqnit sahələri 448

Əlavə oçerklər
Kainatda qazın və tozun dövranı — *446.* İşığın polyarlaşması — *449.*

AĞ YOL – BİZİM QALAKTİKA
Ulduzlar – Günəşin qonşuları 452
Ulduz topaları və assosiasiyaları 456
Bizim qalaktika və orada Günəşin yeri 461

Əlavə oçerklər
Proksimadan yaxını varmı? — *454.* Qalaktik məsafələr — *465.*

ULDUZ ADALARI
Qalaktikaların müxtəlifliyi 469
Spiral qalaktikalar 475
Fəal nüvəli qalaktikalar 477
Qarşılıqlı təsirdə olan qalaktikalar 480
Gizli kütlə nədir 483
Qravitasiya linzaları 486

Əlavə oçerk
Andromeda dumanlığı — *471.*

GÜNƏŞ SİSTEMİ

GÜNƏŞ ADLI ULDUZ
Günəşdə nələr görünür 490
Günəş alətləri 492
Günəşin daxili quruluşu 495
Günəşin rəqsləri. Helioseysmologiya 498
Günəş atmosferi 500
Günəş Yerə necə təsir edir 506

Əlavə oçerklər
Günəş enerjisi haradan alınır? — *497.* Səsin yayılması — *498.* Günəş fəallığı tsikllləri — *509.*

GÜNƏŞ SİSTEMİNİN PLANETLƏRİ
Günəş sistemi necə qurulmuşdur 511
Merkuri Günəşə ən yaxın planetdir 516
Buludlarla örtülmüş Venera 519
Yer planeti 525
Ay bizim kosmik peykimizdir 532
Marssız Mars 539
Nəhəng Yupiter 549
Saturn: halqaların ecazkarlığı 557
Uran: Günəş ətrafında "böyrü üstə" 564
Neptun və Triton – şaxta səltənəti 569
İtirilmiş dünya: Pluton və Xaron 572

Əlavə oçerklər
Peyklərin adları — *514.* Merkuri necə fırlanır — *517.* Veneranın fırlanması — *521.* Plitələrin tektonikası — *528.* Yerin atmosferi — 530. Yerin hidrosferi — *530.* Ayın fırlanması — *533.* Ay kraterlərinin işıqlı şüaları — *536.* Ay mineralogiyası — *538.* Dəyişkən Mars iqlimi — *545.* Marsdan "qonaq" — *548.* Yupiterin daxili və xarici peykləri — *556.* Halqaların yaranması — *560.* Daxili peyklər — *568.*

GÜNƏŞ SİSTEMİNİN KİÇİK CİSİMLƏRİ
Asteroidlər 576
Kometalar 581
Meteorlar və meteoritlər 591

Əlavə oçerklər
Yupiter orbitində asteroidlər — *579.* Yupiter orbitindən kənardakı asteroidlər — *579.* "Kometa niyə gəldi?" — *583.* Ən maraqlı kometalar — *589.* Sixote-Alin meteorit yağışı — *594.* Tunqus meteoriti — *595.*

KAİNAT KEÇMİŞDƏ, İNDİ VƏ GƏLƏCƏKDƏ

KAİNATIN TƏKAMÜLÜ
Kainatın quruluşu 600
Genişlənən Kainat 602
Kosmologiya və ya ulduzlar mövcud olmayanda nə var idi 605
Ulduzların yaranması 611
Ulduzun ömür yolunun sonu 620
Günəş sisteminin tarixi 624

Əlavə oçerklər
Qırmızı sürüşmələr necə ölçülür — *604.* Cavan ulduzların reaktiv şırnaqları — *618.* Pyer Laplasın bir səhifədə üç dahiyanə açıqlaması — *623.* Planetlərin peykləri necə yaranmışdır — *631.* Olmayan planet haqqında — *632.*

ULDUZLAR VƏ İNSANLAR
Astrologiya 635
Günəş və Yer biosferi 643
Uçan naməlum obyektlər (UNO) 646
Nəinki Günəşin planetləri vardır... 655
Kainatda həyat 660

Əlavə oçerklər
Kral və astroloq — *636.* Zodiak işarələri və ünsürlər — *639.* Astrologiyanın "heroqlifləri" — *639.* Horoskopa misal — *640.* Statistika astrologiyaya qarşı — *642.* Astrologiya təcrübələr güzgüsündə — *642.* "Petrozavodsk fenomeni" — *648.* Venera ilə yarış — *649.* Biznes və uçan boşqablar — *652.* Bəlkə, birdən?.. — *653.* UNO-nun "enməsinin izləri" — *654.* Şəhərlilər və boşqablar — *654.* Planet nədir? — *655.* Heç kimin gözləmədiyi planetlər — *659.* Kosmosda üzvi molekullar — *663.* Panspermiya hipotezi — *663.* Qeyri-üzvi həyat?.. — *664.* Dreyk düsturu — *665.* SERENDİP nədir? — *667.* Yadplanetlilər üçün teatr — *670.*

AZƏRBAYCAN ASTRONOMİYASI

AZƏRBAYCAN ASTRONOMİYASI DÜNƏN, BU GÜN VƏ SABAH
Astronomiyamızın tarixi 674
XX əsrin birinci yarısında astronomiyanın inkişafı 676
Batabat astrofizika rəsədxanası 682
Azərbaycanda astronomiya kadrlarının hazırlanması 684

ƏLAVƏ
Fiziki kəmiyyətlərin vahidləri 687
Bürclər 687
Bəzi parlaq ulduzların məxsusi adları 688
Planetlərin peykləri 689
Ad göstəricisi 691
Mövzu göstəricisi 696

UŞAQLAR ÜÇÜN
ENSİKLOPEDİYA

ASTRONOMİYA

Buraxılışa məsul: *Əziz Güləliyev*

Kompüter səhifələyicisi: *Günay Əhmədova*

Korrektorlar: *Sahib Yusifov*
Pərinaz Səmədova

Çapa imzalanmışdır 24.09.2008. Format 84×108 $^{1}/_{16}$.
Ofset kağızı. Ofset çapı. Fiziki çap vərəqi 44.
Tirajı 25000 nüsxə. Sifariş №128.

DÜST 5773-90, DÜST 4.482-87

CBS POLYGRAPHIC PRODUCTION
Tel/Fax: 447 75 04, Tel.: 447 75 05

Kitab "CBS-PP" MMC mətbəəsində çap olunmuşdur.
Bakı, Şərifzadə küçəsi, 3.