

C.M. QULUZADƏ

# KLASSİK ASTRONOMİYA

Yenidən işlənmiş ikinci nəşri

*Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin  
Elmi -Metodiki Şurasının Fizika bölməsinin  
13 aprel 2004-cü il 1 sayılı qərarı ilə universitetlər  
üçün dərslik kimi təsdiq edilmişdir*

BAKİ - 2007

## ÖN SÖZ

**Elmi redaktor:** R.Ə. HÜSEYNOV  
AMEA-nın müxbir üzvü,  
fizika- riyaziyyat elmləri doktoru,  
professor

**Rəyçilər:** S.Q. ZEYNALOV  
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru  
  
H.T. ARAZOV  
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru

**QULUZADƏ C.M.** Klassik astronomiya (universitetlərin fizika fakültələri üçün dərslik). Bakı: Bakı Universiteti Nəşriyyatı, 2007,-250 s., şəkilli.

*Dərslik əsasən universitetlərin Fizika fakültələrinin bakalavr dərslər proqramlarına uyğun yazılmışdır. O, həmin fakültələrin astrofizika üzrə ixtisaslaşan magistrantları və aspirantları, eləcə də universitetlərin coğrafiya fakültələrinin tələbələri, magistrantları və aspirantları üçün də faydalı ola bilər.*

$$Q \frac{1605010000}{M - 658(07) - 009} - 009 - 2007$$

Bakı Universiteti Nəşriyyatı, 2007

Təqdim olunan "Klassik astronomiya" dərsliyi müəllifin 30 ildən artıq bir müddətdə Bakı Dövlət Universitetinin Fizika fakültəsində oxuduğu mühazirələr əsasında yazılmışdır. Fizika fakültəsində bir semestr klassik astronomiya (36 saat mühazirə+36 saat laboratoriya), bir semestr də astrofizika (48 saat mühazirə) oxunur.

Bu dərslik yalnız klassik astronomiya kursunu əhatə edir. Astronomiyadan və xüsusilə astrofizikadan daha ətraflı bilgi almaq istəyənlərə məşhur Azərbaycan astronomu, mənim ilk astronomiya müəllimim, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü, professor R.Ə. Hüseynovun 1997-ci ildə Maarif nəşriyyatında çapdan çıxmış "Astronomiya" kitabını tövsiyə edirəm.

Dərslik 15 fəsildən ibarətdir. Tələbələrə asan olmaq xatirinə klassik astronomiyanın uyğun məsələləri ayrı-ayrı fəsillərə ayrılmışdır. Bunun kursun daha asan mənimsənilməsinə kömək edəcəyinə əminik.

Dərslikdə hər bir məsələnin nəzəri həlli konkret misallarla möhkəmləndirilir.

Mövcud olan dərsliklərdə astronomiya təqvimlərinə, xüsusilə müsəlman dünyasında işlədilən Ay təqvimlərinə çox az yer verilir. Bunları nəzərə alaraq kitabda təqvimlərə, xüsusilə müsəlman təqvimlərinə geniş yer verilmişdir.

Dərslik əsasən Azərbaycan Respublikasının universitetlərinin Fizika fakültələri üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bəzi fəsil və paraqrafları çıxarılmaqla o universitetlərin Coğrafiya fakültələrində də tədris oluna bilər.

Güman edirəm ki, bu kitab Türkiyə Respublikasının və digər türkdilli respublikaların universitetlərində də istifadə oluna bilər. Bu məqsədlə demək olar ki, əksər astronomiya terminləri bütün türkdilli respublikalarda başa düşülməyə başlayacaq şə-

kildə işlədilmişdir.

Kitabın quruluşu və məzmunu Bakı Dövlət Universitetinin Fizika fakültəsinin Astrofizika kafedrasının əməkdaşları ilə müzakirə olunmuşdur. Kafedranın bütün əməkdaşları bu və ya digər dərəcədə kitabın tərtibində və keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasında iştirak etmişlər. Fərsətdən istifadə edərək onların hamısına təşəkkürlərimi bildirirəm.

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü, Astrofizika kafedrasının professoru R.Ə. Hüseynov dərsləyin redaktorluğu kimi çətin bir işi öz üzərinə götürmüşdür. O, dərsləyin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və mükəmməlləşdirilməsi üçün bir çox təkliflər vermişdir. BDU-nun Astrofizika kafedrasının əməkdaşı f.r.e.n. Z.A. Səmədov kitabın bütün əlyazmasını diqqətlə oxumuş və bəzi faydalı təkliflər vermişdir. Ona öz özəl şükranlarımı bildirirəm.

Dərsləyin hazırlanmasında kafedranın əməkdaşları T.H. Əliyeva, Z.F. Şabanova və K.İ. Alışova böyük zəhmət çəkmişlər. Onlara öz şükranlarımı bildirirəm.

Hesab edirəm ki, təqdim olunan bu kitab fizika, riyaziyyat və astronomiya sahəsində çalışan aspirantlara, elmi işçilərə, astronomiya həvəskarlarına və astronomiya ilə maraqlanan hər kəsə faydalı olacaqdır.

***Professor C.M. QULUZADƏ***

## İKİNCİ NƏŞRƏ ÖN SÖZ

“Klassik astronomiya” dərslə kitabının birinci nəşrindən keçən iki il müddətində astronomiyada bir çox yeniliklər baş vermişdir. 2006-cı il avqustun 24-də Praqada Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının 26-cı Baş Assambleyası olmuşdur. Assambleyada müxtəlif ölkələrdən 2500-dən artıq astronom iştirak etmişdir. Assambleyada “planet”, “cırtıdan planet” və “Günəş sisteminin kiçik cisimləri” anlayışları dəqiqləşdirilmişdir. Assambleyanın qərarı ilə “Pluton” Günəş sisteminin planetləri sırasından çıxarılmış və cırtıdan planetlər sinfinə daxil edilmişdir.

Assambleyanın qərarına görə, yalnız aşağıdakı şərtləri ödəyən göy cisimləri “planet” adlandırıla bilər:

1. Günəş ətrafında orbit boyunca hərəkət edən;

2. Başqa cisimlərin cazibəsinə qarşı kürə formasında qalaraq öz hidrostatik tarazlıq halını saxlaya biləcək kifayət qədər kütləyə malik olan;

3. Orbitətrafi fəzanın təmizliyi təmin olunan.

Bu şərtləri ödəmədiyinə görə Pluton planetlər sinfindən çıxarılıb “Trans-Neptun” obyektleri sinfinə, başqa sözlə, “cırtıdan planetlər” sinfinə daxil edilmişdir. Bu sinfin ilk üzvləri - Serera, Pluton və 2003-cü ildə kəşf olunmuş, müvəqqəti adı 2003UB<sub>313</sub> olan obyektidir. Bu cismin diametri 2600 km, yəni Plutonun diametrindən bir qədər artıqdır. Xatırladaq ki, Plutonun diametri 2250 km-dir.

Peyklər istisna olmaqla Günəş ətrafında dövr edən bütün digər cisimlər “Günəş sisteminin kiçik cisimləri” adlandırılmışdır.

Təbiidir ki, bu məsələlər dərsləkdə öz əksini tapmalı idi. Bundan başqa, kitabın birinci nəşrində gedən bəzi mexaniki səhvlər, dəqiqsizliklər və digər nöqsanlar aradan qaldırılmışdır. Kitabın bəzi paraqrafları demək olar ki, yenidən

işlənmişdir.

Kitabın birinci nəşrindəki XIV və XV fəsillər daha çox astrofizikaya aid olduğundan kitabdan çıxarılmış və hazırda yazılmaqda olan "Astrofizika" kitabına daxil edilmiş, XII və XIII fəsillər birləşdirilib bir fəsil kimi verilmişdir.

Kitabın birinci nəşrindəki "əlavələr"də dəyişikliklər edilmişdir. Belə ki, Pluton planetlər sırasından çıxarılmış və dünyanın böyük şəhərlərinin coğrafi koordinatları "əlavələr"ə daxil edilmişdir. Burada əsas yeri türk dünyasının şəhərləri tutmaqdadır.

**Professor C.M. QULUZADƏ**

## GİRİŞ

*Kitab dilsiz müəllimdir.*

**Platon**

### 1. Astronomiya fənni

"Astronomiya" sözü yunanca "astron" - ulduz və "nomos" - qanun sözlərindən əmələ gəlmiş və hərfi mənada "ulduzlar qanunu" kimi mənə daşıyır.

Astronomiya Kainat haqqında elmdir. O göy cisimlərinin (ulduzlar, Günəş, Ay, planetlər və onların peykləri, asteroidlər, kometlər, meteorlar, meteoritlər) göydə vəziyyətinin, hərəkətini, quruluşunu, fiziki halını, kimyəvi tərkibini, əmələ gəlməsini və təkamülünü öyrənir. Bundan əlavə, astronomiya göy cisimlərinin əmələ gətirdiyi sistemlərin (qalaktikalar, dumanlıqlar, ulduz topaları), ulduzlararası mühitin, planetlərarası mühitin və hətta Kainatın bütövlükdə əmələ gəlməsini və təkamülünü öyrənir.

Astronomiya əsasən üç məsələnin həlli ilə məşğuldur:

1. Göy cisimlərinin görünən və həqiqi vəziyyətlərinin və hərəkətlərinin öyrənilməsi, göy cisimlərinin forma və ölçülərinin, onlara qədər məsafələrin təyini;
2. Göy cisimlərinin quruluşunun, fiziki halının və kimyəvi tərkibinin təyini;
3. Göy cisimlərinin və onların əmələ gətirdiyi sistemlərin əmələ gəlməsi və təkamülünün öyrənilməsi.

### 2. Astronomiyanın tədqiqat üsulları

Astronomiya müşahidə elmidir. Astronomiyada göy cisimləri haqqındakı bütün bilgiler uzun astronomik müşahidələr nəticəsində əldə edilir. İlk əvvəllər astronomik müşahidələr adi gözlə aparılırdı. Teleskopun kəşfi ilə astronomik müşahidələr xeyli mükəmməlləşdi, bu da göy cisimləri haqqında bil-

gilərin qat-qat zənginləşməsinə səbəb oldu.

1957-ci ildə Yerin ilk süni peykinin buraxılması ilə astronomiyada yeni bir dövr başlandı. Daha sonra planetlərarası kosmik stansiyaların və orbital rəsədxanaların buraxılması və nəhayət Aya uçuşla astronomiya müşahidə elmi çərçivəsindən çıxdı və qismən eksperimental elmə çevrilməyə başladı.

### 3. Astronomiyanın bölmələri

Astronomiyanı əsasən üç bölməyə ayırmaq olar:

**1. Astrometriya** - Göy cisimlərinin vəziyyətini, koordinatlarını və vaxtı ölçməklə məşğul olur;

**2. Göy mexanikası** - Cazibə qüvvəsinin təsiri ilə göy cisimlərinin hərəkət qanunlarını öyrənməklə məşğul olur;

**3. Astrofizika** - Göy cisimlərinin quruluşunu, fiziki halını, kimyəvi tərkibini, yaranmasını və təkamülünü öyrənməklə məşğul olur.

### 4. Astronomiyanın yaranması və əsas inkişaf mərhələləri

Astronomiya dəqiq elmlərin ən qədimidir. Astronomiya qədim Yunanıstanda, Misirdə və Çində meydana gəlmişdir. Yunan alimi Filolay bizim eradan əvvəl (b.e.ə. ~400-cü il) Yerin kürə şəklində olduğunu söyləmiş, b.e.ə. III əsrdə Eratosfen Yerin radiusunu təyin etmiş, b.e.ə. II əsrdə Hipparx minə qədər ulduzu içəran ilk ulduz kataloqu tərtib etmiş və Yer oxunun presessiyasını kəşf etmişdir. Bizim eranın II əsridə Ptolemey dünyanın geosentrik sistemini riyazi olaraq çox böyük dəqiqliklə işləmiş və bir çox göy hadisələrini izah etmişdir. Aristarx Samoskiy heliosentrizm ideyasını vermiş, Yerdən Günəşə və Aya qədər məsafələrin nisbətini təyin etmişdir.

Çin astronomları bizim eradan iki min il əvvəl Günəş və Ay tutulmalarını əvvəlcədən xəbər verə bilirdi. Misirdə bizim eradan üç min il əvvəl ilin uzunluğunu kifayət qədər böyük

dəqiqliklə təyin edə bilmişlər.

Yeni eradan əvvəl VIII əsrdən başlayaraq astronomiya müşahidələrinin qeydi aparılmağa başlamışdır, onların bəziləri günümüzdə qədər gəlib çatmışlar.

Orta əsrlərdə astronomiya orta Asiya və Azərbaycanda təşəkkül tapmağa başlamışdır. Orta Asiyada əl-Bəttani (850-929), Biruni (973-1048) və Uluqbəy (1394-1449) astronomik müşahidələr aparmış və astronomiyanın inkişafında böyük rol oynamışlar.

XIII əsrin əvvəllərində böyük Azərbaycan astronomu Nəsirəddin Tusi (1201-1274) Azərbaycanda dünyanın ən böyük və ən mükəmməl Marağa rəsədxanasını qurmuşdur. Qısa müddətdə bu rəsədxana dünyanın astronomiya mərkəzinə çevrilmişdir. Rəsədxanada astronomiyaya dair 100-dən çox monoqrafiya hazırlanmışdır. Onlardan 30-u şəxsən Tusinin özünə məxsusdur. Rəsədxana çox zəngin kitabxanaya malik olmuş və o dövrün Elmlər Akademiyası kimi şöhrət tapmışdır.

Marağa rəsədxanasında sistemətik astronomiya müşahidələri aparılmış və bu müşahidələr əsasında müasir dövrdə də elmi mahiyyətini itirməmiş məşhur "Elxan cədvəlləri" tərtib olunmuşdur.

Avropada astronomiya XV-XVI əsrlərdə inkişaf etməyə başlamışdır. Nikolay Kopernik (1473-1543) "Dünyanın heliosentrik sistemi"ni vermişdir. Bu yeni astronomiyanın meydana gəlməsinə və sürətlə inkişafına səbəb olmuşdur. Tixo Brahe (1546-1601), İohan Kepler (1571-1630), Qalileo Qaliley (1564-1642), İsaak Nyuton (1643-1727) və başqaları astronomiyanın inkişafında böyük rol oynamışlar.

Kepler planetlərin hərəkət qanunlarını vermiş, Nyuton **Ümumdünya Cazibə** qanunu kəşf etmiş və müşahidələr əsasında verilmiş Kepler qanunlarını riyazi olaraq almış və ümumiləşdirmişdir. O, ilk dəfə olaraq bir çox astronomik hadisələrin düzgün izahını vermişdir.

XVIII-XIX əsrlərdə Avropada astronomiya sürətlə inkişaf etməyə başlayır. 1781-ci ildə Uran planeti, 1846-cı ildə isə Neptun planeti kəşf olunur. 1930-cu ildə Günəş sisteminin IX planeti Pluton kəşf olunur. 2006-cı il avqustun 24-də Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının Baş Assambleyasında qərara alınmışdır ki, Pluton planet deyil.

1859-cu ildə Kirxhof spektral analiz üsulunu verir. XIX əsrin ikinci yarısında fotoqrafiya kəşf olunur və astronomiyada fotoqrafik müşahidələrə başlanılır. Beləliklə, astronomiyanın ən gənc sahəsi - astrofizika yaranır. XX əsrin 40-50-ci illərində radioastronomiya meydana gəlir.

1957-ci ildə Yerin ilk süni peyki buraxılır. 1961-ci ildə kosmosa ilk insan uçuşu, 1969-cu ildə Aya yumşaq enmə həyata keçirilir. Bununla da astronomiyada yeni era başlanır.

Beləliklə, astronomiyanın inkişafını aşağıdakı mərhələlərə ayırmaq olar:

**I. Qədim yunan mərhələsi:** Bu mərhələ yeni eradan əvvəl III əsrdən bizim eranın II əsrində Ptolemeyin dünyanın geosentrik sistemi təliminin yaranmasına qədər olan dövrü əhatə edir;

**II. Şərqi mərhələsi:** Orta Asiya və Azərbaycanda astronomiyanın təşəkkül tapdığı X-XVI əsrləri əhatə edir;

**III. Avropa mərhələsi:** XVI əsrdə Kopernikin dünyanın heliosentrik sisteminin kəşfindən XIX əsrdə fotoqrafiyanın və spektral analizin kəşfinə qədər olan dövrü əhatə edir;

**IV. Kosmik mərhələ:** 1957-ci ildə Yerin ilk süni peykinin buraxılmasından bu günə qədər olan dövrü əhatə edir.

## 5. Astronomiyanın digər elmlər arasında yeri

Astronomiyanın digər təbiət elmlərinin inkişafında böyük rolu olmuşdur. Göy cisimlərində mövcud olan bəzi fiziki şəraiti yer laboratoriyalarında almaq mümkün olmur. Ona görə göy cisimlərindəki fiziki şəraiti öyrənməklə onu Yerdə

gedən proseslərə də şamil etmək olar. Məsələn, maddənin yüksək temperatur və yüksək sıxlıq şəraitində halı ulduzlarda aşkar edilmiş və sonra Yer şəraitində də öyrənilməyə başlamışdır. Helium elementi ilk dəfə Günəşdə, sonra isə Yerdə kəşf olunmuşdur.

Astronomiyanın böyük fəlsəfi əhəmiyyəti də vardır. İnsan yaşadığı Kainatı dərk etmək üçün astronomiyayı öyrənməli və Kainatda öz yerini bilməlidir. Bəzi göy hadisələrinin, məsələn, Günəş və Ay tutulmalarının mahiyyətini öyrənməklə insanlıq əsrlər boyu yaşadığı vahimələrdən azad olmuşdur.

Göy cisimlərinin hərəkət qanunlarını bilmədən kosmik uçuşlar mümkün olmazdı. Müasir aviasiyayı və naviqasiyanı da astronomiyasız təsəvvür etmək olmaz.

Beləliklə, astronomiya digər dəqiq elmlərlə sıx əlaqədədir, onların üsullarından və əldə etdikləri nəticələrdən istifadə edir və onların da inkişafına təkan verir. Astronomiyayı digər dəqiq elmlərsiz, digər dəqiq elmləri də astronomiyasız təsəvvür etmək olmaz.

## I FƏSİL

### GÖY SFERİ

*Biliksiz adam okeanda azan  
yelkənsiz gəmiyə bənzər, ya sahilə  
çarpılıb parçalanar, ya da  
tufana düşüb batar.*

*Pifaqor*

**Göy cisimlərinin göydə vəziyyətini təyin etmək üçün göy sferi anlayışından istifadə edilir. Bu fəsildə göy sferi və onun elementləri, göy sferinin fırlanması və onunla bağlı olan bəzi hadisələrlə tanış olacağıq. Göy sferində istiqamətlər Yerə nəzərən təyin olunduğundan bunlardan öncə coğrafi koordinatlar və iqlim qurşaqları haqqında qısa məlumat verəcəyik.**

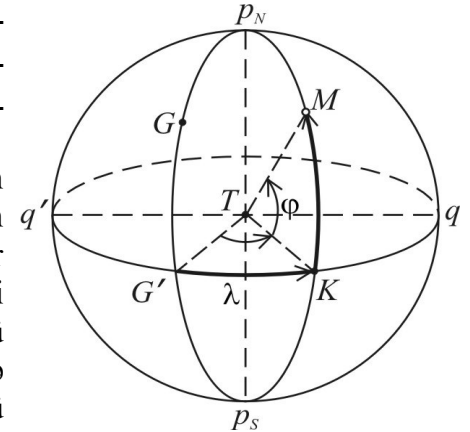
### § 1.1. Coğrafi koordinatlar

Yer də göy cisimlərindən biridir. Biz də onun üzərində məkan salmışıq. Yer formaca kürəyə çox yaxındır və əksər hallarda onu bircins kürə hesab etmək olar. O, diametrlərindən biri ətrafında fırlanır. Bu diametrə Yerin fırlanma oxu deyilir.

Yerin fırlanma oxu  $p_N p_S$  onun kütlə mərkəzindən keçir və iki nöqtədə Yer səthini kəsir. Bu kəsişmə nöqtələri Yerin **coğrafi qütbləri** adlanır. Şerti olaraq Yerin o qütbü şimal qütbü adlanır ki, ona kənardan baxdıqda Yerin fırlanması saat əqrəbinin əksi istiqamətində baş verir. Şəkil 1.1-də  $p_N$  Yerin şimal qütbü,  $p_S$  isə cənub qütbüdür.

**Müstəvisi Yerin fırlanma oxuna perpendikulyar olan böyük Yer dairəsinə Yer ekvatoru deyilir.**

Aydındır ki, Yerin ekvator müstəvisi Yerin mərkəzindən keçir. Yer ekvatoru Yerin səthini təpəsində şimal qütbü olan şimal yarımkürəsinə və təpəsində cənub qütbü olan cənub yarımkürəsinə ayırır.



Şəkil 1.1. Coğrafi koordinatlar

**Müstəvisi Yerin ekvator müstəvisinə paralel olan kiçik Yer dairələri Yerin coğrafi paralelləri adlanır.**

**Yerin coğrafi qütblərindən və Yer səthindəki ixtiyari M nöqtəsindən keçən böyük  $p_N M p_S$  Yer yarım dairəsinə M nöqtə-**

sinin coğrafi meridianı deyilir.

İngiltərənin Qrinviç rəsədxanasından keçən  $p_N G p_S$  meridianına başlanğıc və ya sıfırıncı meridian deyilir.

Başlanğıc meridian və ondan  $180^\circ$  fərqlənən meridian Yer səthini şərq və qərb yarım kürələrinə ayırır.

Yer səthinin istənilən nöqtəsində ağırlıq qüvvəsi Yerin kütlə mərkəzinə yönəlib. Bu istiqamətdə çəkilən xətlər (məsələn,  $MT$  xətti) şaquli xətlər adlanır.

Yer səthindəki hər bir nöqtənin vəziyyəti iki koordinatla: coğrafi enlik  $\varphi$  və coğrafi uzunluq  $\lambda$  ilə təyin olunur.

Meridian dairəsi boyunca ekvator dan  $M$  nöqtəsinə qədər olan  $MK$  qövsünün uzunluğuna və ya onun qarşısındakı  $MTK$  bucağına  $M$  nöqtəsinin coğrafi enliyi deyilir.

Yəni,

$$\varphi_M = \angle MTK \quad \text{və ya} \quad \cup KM.$$

Coğrafi enlik  $0^\circ$  ilə  $\pm 90^\circ$  arasında dəyişə bilər. Yerin şimal yarım kürəsində coğrafi enlik müsbət, cənub yarım kürəsində isə mənfi dir.

Ekvator boyunca Qrinviç meridianından  $M$  nöqtəsinin meridianına qədər olan  $G'K$  qövsünün uzunluğuna və ya onun qarşısındakı  $G'TK$  ikiüzlü bucağına  $M$  nöqtəsinin coğrafi uzunluğu  $\lambda$  deyilir.

Yəni,

$$\lambda_M = \angle G'TK \quad \text{və ya} \quad \cup G'K.$$

Coğrafi uzunluq Yerin fırlanması istiqamətində, yəni, Qrinviç meridianından şərqə doğru ölçülür və  $0^\circ$  ilə  $360^\circ$  arasında qiymətlər alır.

Biz indiyə qədər Yeri kürə şəklində qəbul etdik. Əslində Yer daha sonralar dəqiq öyrənəcəyimiz kimi, kürə yox, kütləsi bircins paylanmayan sferoid (fırlanma ellipsoidi) şəklindədir.

Sferoidin verilmiş nöqtəsində ona çəkilən şaquli xətt və

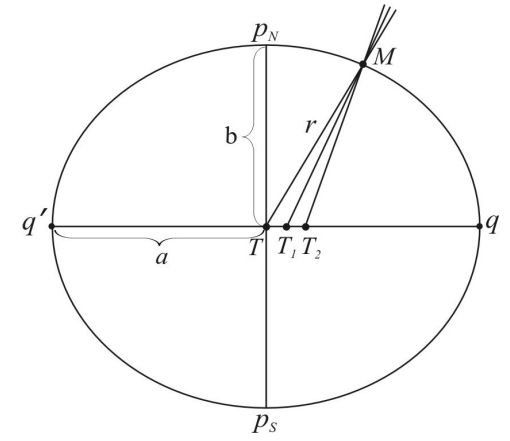
normal üst-üstə düşməz və sferoidin mərkəzindən keçməz. Şəkil 1.2 -də sferoidin səthindəki  $M$  nöqtəsində ona çəkilmiş şaquli xətt  $MT_1$ , normal  $MT_2$  və radius vektor  $r$  göstərilmişdir.

$M$  nöqtəsində sferoidə çəkilmiş şaquli xətlə ekvator müstəvisi arasındakı  $MT_1q$  bucağına  $M$  nöqtəsinin astronomik enliyi deyilir.

$M$  nöqtəsində sferoidə çəkilən  $MT_2$  normala ekvator müstəvisi arasındakı  $MT_2q$  bucağına  $M$  nöqtəsinin geodezik enliyi deyilir.

$M$  nöqtəsinin radius vektoru ilə ekvator müstəvisi arasındakı  $MTq$  bucağına  $M$  nöqtəsinin geosentrik enliyi deyilir.

Astronomik və geodezik enlik bir-birindən cəmi  $3''$  fərqlənir və onu çox zaman nəzərə almamaq olar. Geosentrik və astronomik enlik isə bir-birindən  $12'$  fərqlənir.



Şəkil 1.2. Astronomik, geosentrik və geodezik enlik

## § 1.2. Yerin iqlim qurşaqları

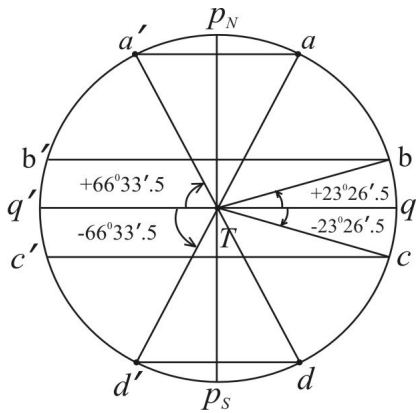
Yerin şəkil müstəvisinə proyeksiyasına baxaq (şəkil 1.3).

Coğrafi enliyi  $\varphi = \pm 66^\circ 33'.5$  olan nöqtələrindən keçən coğrafi paralellərə şimal ( $a'a$ ) və cənub ( $d'd$ ) qütb dairələri deyilir.

Coğrafi enliyi  $\varphi = \pm 23^\circ 26'.5$  olan nöqtələrindən keçən coğrafi paralellərə şimal ( $b'b$ ) və cənub ( $c'c$ ) tropikləri deyilir.

Şimal ( $b'b$ ) və cənub ( $c'c$ ) tropikləri arasındakı qurşağa isti və ya tropik qurşaq deyilir.





Şəkil 1.3. Yerin iqlim qurşaqları

Şimal qütb dairəsi (a'a) ilə şimal tropiki (b'b) arasındakı qurşağa şimal mülayim qurşaq, cənub qütb dairəsi (d'd) ilə cənub tropiki (c'c) arasındakı qurşağa isə cənub mülayim qurşaq deyilir.

Şimal qütb dairəsindən (a'a) Yer şimal qütbünə (p\_N) qədər olan qurşağa şimal soyuq qurşaq, cənub qütb dairəsindən (d'd) Yer cənub qütbünə (p\_S) qədər olan

qurşağa isə cənub soyuq qurşaq deyilir.

### § 1.3. Göy sferinin əsas elementləri

Əgər ulduz göyünə nəzər salsaq, bizə elə gəlir ki, başımızın üstündə böyük bir qübbə və ya yarımsfer var və bütün ulduzlar, Günəş, Ay, planetlər və s. bu yarımsferin səthində yerləşmişlər. Özü də Yer səthinin istənilən nöqtəsində olan müşahidəçiyə elə gəlir ki, o, bu sferin mərkəzində yerləşmişdir.

**Mərkəzi müşahidəçinin gözündə yerləşən ixtiyari radiuslu sferə göy sferi deyilir.**

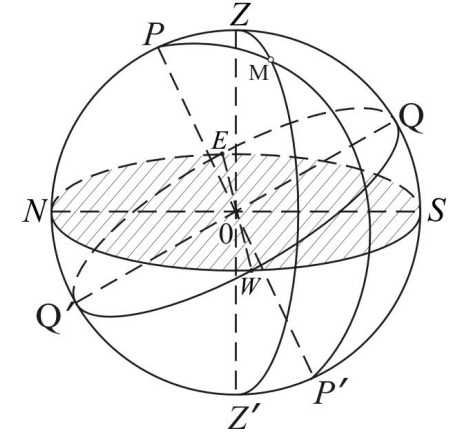
Göy sferi xəyali bir ox ətrafında fırlanır və gündə bir dövr edir. Ona görə bu fırlanma göy sferinin günlük fırlanması adlanır. Göy sferinin xəyali PP' fırlanma oxuna **dünya oxu** deyilir (şəkil 1.4).

Əvvəlcədən qeyd edək ki, göy sferinin günlük fırlanması həqiqi olmayıb, zahiri və ya görünən hərəkətdir. Əslində Yer kürəsi öz oxu ətrafında qərbdən şərqə doğru fırlanır, Yer səthindəki müşahidəçiyə isə elə gəlir ki, göy sferi bütün göy cisimləri ilə birlikdə onun əksi istiqamətində - şərqdən qərbə

doğru fırlanır.

Dünya oxu iki nöqtədə göy sferi ilə kəşişir. Bu kəşişmə nöqtələri dünyanın qütbləri adlanır. Şərti olaraq dünyanın şimal qütbü o qütb götürülür ki, xəyalən kənardan ona baxdıqda göy sferinin fırlanması saat əqrəbi istiqamətində olsun. Şəkil 1.4-də P- dünyanın **şimal qütbü**, P' - dünyanın **cənub qütbü**dur.

Göy sferində istiqamətlər Yerdəki istiqamətlərlə təyin olduğundan dünya oxu Yer fırlanma oxuna paralel olacaqdır. Əgər Yer ölçülərini nəzərə almasaq, dünya oxu Yer fırlanma oxu ilə üst-üstə düşər, dünyanın şimal və cənub qütbləri uyğun olaraq Yer şimal və cənub qütbləri istiqamətində olar.



Şəkil 1.4. Göy sferinin əsas elementləri

**Müstəvisi PP' dünya oxuna perpendikulyar olan Q'WQEQ' böyük göy dairəsinə göy ekvatoru deyilir.**

Aydın ki, göy ekvatoru müstəvisi göy sferinin mərkəzindən keçir və Yer ekvator müstəvisinə paralel olur.

Göy ekvatoru göy sferini (və ya dünyanı) iki yarımsferə - şimal qütbü yerləşən **şimal yarımsferinə** və cənub qütbü yerləşən **cənub yarımsferinə** ayırır.

Göy sferinin günlük fırlanması nəticəsində göy cisimləri gün ərzində müstəvisi ekvator müstəvisinə paralel olan kiçik göy dairələri cızır. Bu dairələrə **günlük paralellər** deyilir.

Göy sferində əsas istiqamət olaraq ZZ' şaquli xəttin istiqaməti (ağırlıq qüvvəsinin istiqaməti) götürülür. Şaquli xətt göy sferini iki nöqtədə - başımızın üstündə (Z) və ona

diametral əks nöqtədə ( $Z'$ ) kəsir. Bu kəsişmə nöqtələri uyğun olaraq **zenit  $Z$**  və **nadir  $Z'$**  adlanır.

**Müstəvisi  $ZZ'$  şaquli xəttə perpendikulyar olan NESWN böyük göy dairəsinə riyazi və ya həqiqi üfüq deyilir.**

Riyazi üfüq göy sferini iki yarımsferə bölür: təpəsində zenit olan **görünən yarımsferə** və təpəsində nadir olan **görünməyən yarımsferə**.

Göy ekvatoru ilə riyazi üfüq iki nöqtədə kəsişir. Bu kəsişmə nöqtələri **şərq  $E$**  və **qərb  $W$**  nöqtələri adlanır.

**Dünyanın qütblərindən, zenitdən və nadirdən keçən  $PZQSP'Z'Q'NP$  böyük göy dairəsinə göy meridianı deyilir.**

Aydındır ki, göy meridianının müstəvisi dünya oxundan və şaquli xətdən keçir.

Göy meridianı göy sferini iki yarımsferə ayırır: şərq nöqtəsi yerləşən **şərq yarımsferinə** və qərb nöqtəsi yerləşən **qərb yarımsferinə**.

Göy meridianı iki nöqtədə göy ekvatoru ilə kəsişir. Onlardan zenitə yaxın olan  $Q$  nöqtəsi **ekvatorun yuxarı nöqtəsi**, nadirə yaxın olan  $Q'$  nöqtəsi isə **ekvatorun aşağı nöqtəsi** adlanır.

Göy meridianı iki nöqtədə riyazi üfüqlə kəsişir. Bu kəsişmə nöqtələrindən dünyanın şimal qütbünə yaxın olanı **şimal  $N$**  nöqtəsi, dünyanın cənub qütbünə yaxın olanı isə **cənub  $S$  nöqtəsi** adlanır. Göy meridianı müstəvisinin riyazi üfüq müstəvisi ilə kəsişmə xətti  **$NS$  günorta xətti** adlanır.

Göy sferində ixtiyari  $M$  göy cismi götürək.

**Zenitdən, nadirdən və  $M$  göy cismindən keçən  $ZMZ'$  böyük göy yarımdairəsinə şaquli dairə və ya hündürlük dairəsi deyilir.**

Bəzən şaquli dairə sadəcə **şaqul** adlanır. Şərq  $E$  və qərb  $W$  nöqtələrindən keçən şaquli dairəyə **birinci şaquli dairə** və ya sadəcə **birinci şaqul** deyilir.

**Dünyanın  $P$  və  $P'$  qütblərindən və  $M$  göy cismindən keçən**

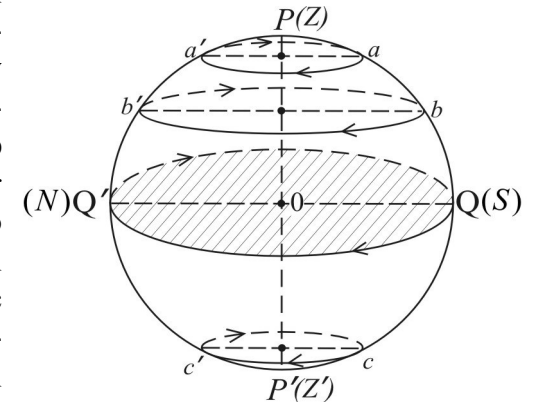
**$PMP'$  böyük göy yarımdairəsinə meyl dairəsi və ya saat dairəsi deyilir.**

#### § 1.4. Göy sferinin fırlanması

Yuxarıda dediyimiz kimi, Yer öz oxu ətrafında qərbdən şərqə doğru fırlanır. Yer səthindəki müşahidəçiyə isə elə gəlir ki, göy sferi günlük dövrlə Yerin fırlanmasının əksi istiqamətində, yəni şərqdən qərbə doğru fırlanır. Göy sferinin günlük fırlanma mənzərəsi müşahidəçinin yerləşdiyi yerin coğrafi enliyindən asılıdır. Ona görə bir neçə xüsusi hallara baxaq:

##### 1. Yerin şimal qütbündə ( $\varphi = +90^\circ$ )

Bu halda şəkil 1.5-dən görüldüyü kimi, zenitlə dünyanın şimal qütbü, nadirlə isə dünyanın cənub qütbü üst-üstə düşür. Bundan başqa, göy ekvatoru riyazi üfüq ilə üst-üstə düşür. Ona görə göy cisimlərinin günlük paralelləri ( $aa'$ ,  $bb'$  və  $cc'$ ) riyazi üfüqə paralel olur. Aydındır ki, göy cismi üfüqdən zenitə doğru (dünyanın görünən yarımsferində olduqda) görünəcək, üfüqdən nadirə doğru (dünyanın görünməyən yarımsferində olduqda) isə görünməyəcək. Ona görə Yerin şimal qütbündəki müşahidəçi üçün dünyanın şimal yarımkürəsində olan göy cisimləri həmişə görünür və gün ərzində üfüqə paralel dairələr cızır. Dünyanın cənub yarımkürəsində olan göy cisimləri isə heç zaman görünmür. Yerin cənub qütbündəki müşahidəçi isə yalnız dünyanın cənub ya-



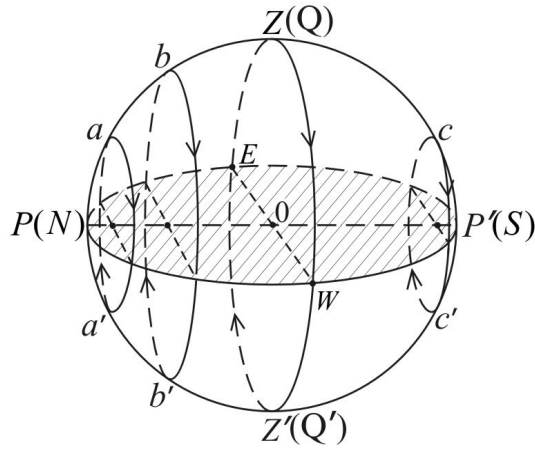
Şəkil 1.5. Yerin şimal qütbündə ( $\varphi = +90^\circ$ ) göy sferinin fırlanması

rımkürəsindəki göy cisimlərini görə bilər.

Beləliklə, Yerin qütblərində olan müşahidəçi göy sferinin yalnız yarısını seyr edə bilər.

## 2. Yer ekvatorunda ( $\varphi = 0^\circ$ )

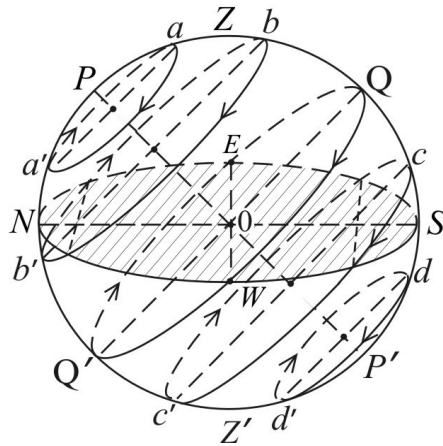
Yer ekvatorundakı müşahidəçi üçün şəkil 1.6-dan görüldüyü kimi, ekvator müstəvisi üfüq müstəvisinə perpendikulyar olur, dünya oxu da günorta xəttinin üzərinə düşür, göy cisimlərinin günlük paralelləri ( $aa'$ ,  $bb'$  və  $cc'$ ) isə riyazi üfüqə perpendikulyar olar. Ona görə bütün göy cisimləri günün tən yarısını üfüqdən yuxarıda olur (görünür), qalan yarısını isə üfüqdən aşağıda olur (görünmür).



Şəkil 1.6. Yer ekvatorunda ( $\varphi=0^\circ$ ) göy sferinin fırlanması

## 3. Orta coğrafi enliklərdə ( $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ )

Bu halda şəkil 1.7-də göstərilirdiyi kimi, göy cisimlərinin günlük paralelləri ( $aa'$ ,  $bb'$ ,  $cc'$  və  $dd'$ ) riyazi üfüqlə  $0^\circ < \varphi < 90^\circ$  şərtini ödəyən bucaq əmələ gətirir. Ona görə bəzi göy ci-



Şəkil 1.7. Orta coğrafi enliklərdə ( $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ ) göy sferinin fırlanması

simləri gün ərzində həmişə üfüqdən aşağıda olur (məsələn, günlük paraleli  $dd'$  olan) və heç zaman görünmür, bəziləri həmişə üfüqdən yuxarıda olur (məsələn, günlük paraleli  $aa'$  olan) və həmişə görünür, bəziləri isə günün müəyyən hissəsini üfüqdən yuxarıda olur və görünür, qalan hissəsini isə üfüqdən aşağıda olur və görünmür. Məsələn, günlük paralelləri  $bb'$  və  $cc'$  olan göy cisimləri günün müəyyən hissəsi görünür, qalan hissəsi isə görünmür.

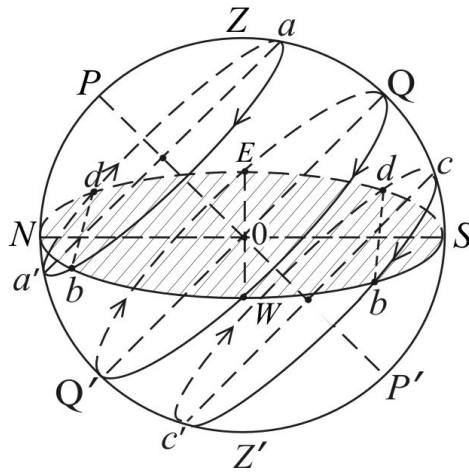
## § 1.5. Göy cisimlərinin doğması və batması

Yuxarıda dediyimiz kimi, bütün göy cisimləri göy sferinin günlük fırlanması nəticəsində müstəvisi ekvator müstəvisinə paralel olan kiçik dairələr - günlük paralellər cızır. Məhəllin coğrafi enliyindən və göy cisminin göy sferində vəziyyətindən asılı olaraq şəkil 1.7-də göstərilirdiyi kimi, günlük paralellər ya bütövlüklə riyazi üfüqdən yuxarıda ( $aa'$ ), ya bütövlüklə riyazi üfüqdən aşağıda ( $dd'$ ) qala bilər; ya da qismən üfüqdən yuxarıda, qismən də aşağıda ( $bb'$  və  $cc'$ ) ola bilər. Sonuncu halda göy cisminin günlük paraleli gün ərzində iki dəfə riyazi üfüqü kəsir (şəkil 1.8). Göy cisminin riyazi üfüqü onun şərq tərəfində kəsdiyi nöqtə **doğma nöqtəsi**, qərb tərəfində kəsdiyi nöqtə isə **batma nöqtəsi** adlanır.

Doğma nöqtəsində göy cismi riyazi üfüqü kəsərək dünyanın görünməyən hissəsindən görünən hissəsinə, batma nöqtəsində isə əksinə, dünyanın görünən hissəsindən görünməyən hissəsinə keçir.

Şəkil 1.8-dən görüldüyü kimi, göy ekvatorunda olan göy cismi E şərq nöqtəsində doğur, W qərb nöqtəsində isə batır. Günlük paralelləri  $aa'$  və  $cc'$  olan göy cisimləri d nöqtəsində doğur, b nöqtəsində batırlar.

Əgər göy cismi dünyanın şimal yarımsferində olarsa, o şimal-şərqdə doğar, şimal-qərbdə isə batır. Əgər göy cismi



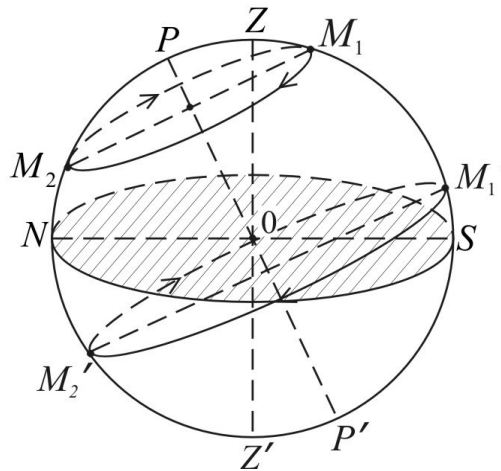
Şəkil 1.8. Göy cisimlərinin doğması və batması

dünyanın cənub yarımşerində olarsa, o cənubşərqdə doğar, cənubqərbdə isə batar.

Yer ekvatorundakı müşahidəçi üçün ( $\varphi=0^\circ$ ) bütün göy cisimləri həm doğur, həm də batır, hər bir göy cisimi, o cümlədən də Günəş, 12 saat üfüqdən yuxarıda olur (görünür), 12 saat isə üfüqdən aşağıda olur (görünmür).

### §1.6. Göy cisimlərinin kulminasiyası

Göy sferinin günlük fırlanması nəticəsində hər bir göy cisimi gündə iki dəfə göy meridianını kəsir (Şəkil 1.9). Bu hadisəyə göy cisimlərinin **kulminasiyası** deyilir. Göy cisiminin zenitə yaxın olan kulminasiyası **yuxarı kulminasiya**, zenitə uzaq olan kulminasiyası isə **aşağı kulminasiya** adlanır. Şəkil 1.9-da M göy cisminin yuxarı ( $M_1$ ) və aşağı



Şəkil 1.9. Göy cisimlərinin kulminasiyası

( $M_2$ ), eləcə də  $M'$  göy cisminin yuxarı ( $M'_1$ ) və aşağı ( $M'_2$ ) kulminasiyaları göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, yuxarı kulminasiyada göy cisimi göy meridianının  $Z$  zenit nöqtəsi yerləşən yuxarı hissəsini, aşağı kulminasiyada isə  $Z'$  nadir nöqtəsi yerləşən aşağı hissəsini kəsir.

Yeri gəlmişkən, qeyd edək ki, Günəş yuxarı kulminasiyada olduqda günorta, aşağı kulminasiyada olduqda isə gecəyarısı olur.

## II FƏSİL

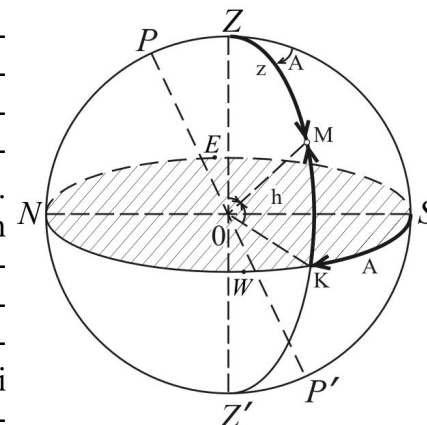
### ASTRONOMİK KOORDİNAT SİSTEMLƏRİ

*Bilik üçün üç şey lazımdır:  
təbii qabiliyyət,  
çalışmaq və vaxt.  
Demokrat*

Göy cisimlərinin göy sferində vəziyyətini təyin etmək üçün bir neçə koordinat sistemindən istifadə olunur. Bu sistemlərin hamısı sferik koordinat sistemləridir. Sferik üçbucaqların düsturlarından istifadə edərək bu sistemlərin birindən digərinə keçmək mümkündür. Bu fəsildə koordinat sistemlərindən ən geniş istifadə olunan üfüqi, ekvatorial, ekliptik və qalaktik koordinat sistemləri, eləcə də onların bir-birinə çevrilməsi və koordinatlarla bağlı digər məsələlərə tanış olacağıq.

### § 2.1. Üfüqi koordinat sistemi

Üfüqi koordinat sistemində əsas müstəvi olaraq üfüq müstəvisi götürülür və göy cisimlərinin göy sferində vəziyyəti bu müstəviyə nəzərən təyin olunur. Şəkil 2.1-də göstəriləndiyi kimi, göy sferində ixtiyari M göy cismi götürək. Bu göy cisimindən keçən ZMZ' hündürlük dairəsi çəkək. Aydın ki, M göy cisminin göy sferində vəziyyətini iki koordinatla birqiyətli təyin etmək olar. Bu koordinatlardan biri hündürlük h,



Şəkil 2.1. Üfüqi koordinat sistemi

digəri isə **azimut A** adlanır.

**Hündürlük dairəsi boyunca üfüq müstəvisindən M göy cisminə qədər olan KM qövsünə və ya onun qarşısındakı KOM bucağına göy cisminin hündürlüyü deyilir.**

Yəni, M göy cisminin hündürlüyü

$$h = \angle KOM \quad \text{və ya} \quad \cup KM \quad (2.1)$$

olar.

Müxtəlif göy cisimləri üçün hündürlük  $0^\circ$  ilə  $\pm 90^\circ$  arasında qiymətlər ala bilər. Yəni,

$$h = 0^\circ \div \pm 90^\circ. \quad (2.2)$$

Göy cismi üfüqdən zenitə tərəf olduqda (göy sferinin görünən hissəsində olduğda) hündürlük müsbət ( $h > 0$ ), nadirə tərəf olduqda (göy sferinin görünməyən hissəsində olduğda) isə mənfi ( $h < 0$ ) olur.

Bəzən hündürlük əvəzinə **zenit məsafəsi**  $z$  daxil edilir.

**Hündürlük dairəsi boyunca zenitdən M göy cisminə qədər olan ZM qövsünə və ya onun qarşısındakı ZOM bucağına göy cisminin zenit məsafəsi deyilir.**

Yəni, M göy cisminin zenit məsafəsi  
$$z = \angle ZOM \text{ və ya } \cup ZM. \quad (2.3)$$

Müxtəlif göy cisimləri üçün zenit məsafəsi  $0^\circ$  ilə  $180^\circ$  arasında dəyişə bilər, yəni,

$$z = 0^\circ \div 180^\circ.$$

Aydın ki, ixtiyari göy cismi üçün istənilən anda  
$$z + h = 90^\circ \quad (2.4.)$$

olar.

Yuxarıda dediyimiz kimi, üfüqi koordinat sistemində göy cisminin vəziyyətini təyin edən ikinci koordinat göy cisminin azimutudur.

**Zenitdə meridianla M göy cisminin hündürlük dairəsi arasındakı KZS sferik bucağına və ya riyazi üfüq boyunca göy sferinin fırlanma istiqamətində S cənub nöqtəsindən göy cisminin hündürlük dairəsinə qədər olan SK qövsünə göy cisminin azimutu deyilir.**

Yəni, M göy cisminin azimutu

$$A = \angle KZS \text{ və ya } \cup SK. \quad (2.5)$$

Müxtəlif göy cisimləri üçün azimut  $0^\circ$  ilə  $360^\circ$  arasında qiymətlər ala bilər, yəni,

$$A = 0^\circ \div 360^\circ.$$

Nəhayət, qeyd edək ki, zenit Z və cənub S nöqtələri göy sferinin günlük fırlanmasında iştirak etmədiyindən üfüqi koordinatların hər ikisi gün ərzində kəsilmədən dəyişir. Bunu gün ərzində Günəşin hündürlüyünün dəyişməsində daha əyani görmək olar. Ona görə cöy cisimlərinin müşahidədən təyin

olunmuş üfüqi koordinatları yalnız müşahidə olunan an üçün doğrudur.

Beləliklə, üfüqi koordinat sisteminin üstünlüyü onun sadəliyi və əyaniliyi, çatışmazlığı isə hər iki koordinatın gün ərzində müntəzəm olaraq dəyişməsidir.

Təbiidir ki, elə koordinat sistemi seçmək lazımdır ki, o sistemdə koordinatlar gün ərzində dəyişməsin. Bu məqsədlə ekvatorial koordinat sistemlərindən istifadə edilir.

## § 2.2. Ekvatorial koordinat sistemi

Astronomiyada iki ekvatorial koordinat sistemindən istifadə olunur. Onların hər ikisində əsas müstəvi olaraq ekvator müstəvisi götürülür və göy cisimlərinin göy sferində vəziyyəti bu müstəviyə nəzərən təyin olunur.

### 1. Birinci ekvatorial koordinat sistemi

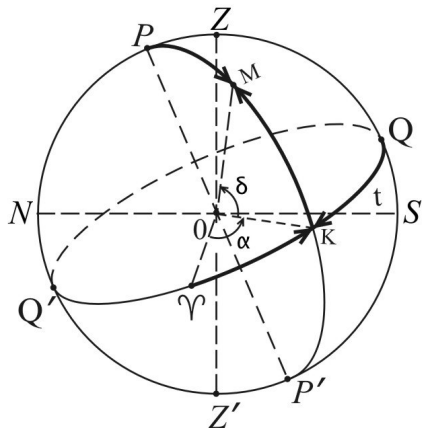
Şəkil 2.2-dən göründüyü kimi, M göy cisminin göy sferində vəziyyətini ekvator müstəvisinə nəzərən iki koordinatla təyin etmək olar. Bunlardan biri göy cisminin **meyli**  $\delta$ , digəri isə göy cisminin **saat bucağı**  $t$  adlanır.

**Meyl dairəsi boyunca ekvator müstəvisindən M göy cisminə qədər olan KM qövsünə və ya onun qarşısındakı KOM bucağına göy cisminin meyli deyilir.**

Yəni, M göy cisminin meyli  
$$\delta = \angle KOM \text{ və ya } \cup KM. \quad (2.6)$$

Ekvator müstəvisindən dünyanın şimal qütbünə doğru (dünyanın şimal yarımkürəsində) meyl müsbət, cənub qütbünə doğru (dünyanın cənub yarımkürəsində) isə mənfi olur. Beləliklə, müxtəlif göy cisimləri üçün meyl  $0^\circ$  ilə  $\pm 90^\circ$  arasında dəyişə bilər, yəni

$$\delta = 0^\circ \div \pm 90^\circ \quad (2.7)$$



Şəkil 2.2. Ekvatorial koordinat sistemi

Şəkildən görüldüyü kimi, göy cisminin meyli onun ekvator müstəvisindən olan bucaq məsafəsini göstərir.

Bəzən göy cisminin meyli əvəzinə **qütb məsafəsi**  $p$  daxil edilir.

**Meyl dairəsi boyunca dünyanın şimal qütbündən göy cisminə qədər olan PM qövsünə** və ya onun qarşısındakı POM bucağına göy cis-

**minin qütb məsafəsi deyilir.**

Yəni qütb məsafəsi

$$p = \angle POM \quad \text{və ya} \quad \sphericalangle PM. \quad (2.8)$$

Qütb məsafəsi  $p$ ,  $0^\circ$  ilə  $180^\circ$  arasında dəyişə bilər. Yəni

$$p = 0^\circ \div 180^\circ. \quad (2.9)$$

Aydın ki, həmişə

$$p + \delta = 90^\circ \quad (2.10)$$

olacaqdır.

Birinci ekvatorial koordinat sistemində ikinci koordinat olaraq göy cisminin **saat bucağı**  $t$  götürülür.

**Ekvator boyunca ekvatorun yuxarı Q nöqtəsindən göy cisminin meyl dairəsinə qədər olan QK qövsünə** və ya **qütbə meyl dairəsilə göy meridianı** arasındakı **KPQ sferik bucağına** göy cisminin saat bucağı deyilir.

Yəni M göy cisminin saat bucağı

$$t = \angle KPQ \quad \text{və ya} \quad \sphericalangle QK \quad (2.11)$$

olar. Saat bucağı ekvatorun yuxarı Q nöqtəsindən qərbə tərəf ölçülür və  $0^\circ$  ilə  $360^\circ$  (və ya  $0^h$  ilə  $24^h$ ) arasında dəyişə bilər, yəni,

$$t = 0^\circ \div 360^\circ \quad \text{və ya} \quad t = 0^h \div 24^h \quad (2.12)$$

Birinci ekvatorial koordinat sistemində göy cisimlərinin günlük paralelləri göy ekvatoruna paralel olduğundan onların meyli  $\delta$  gün ərzində dəyişmir, saat bucağı  $t$  isə kəsilmədən dəyişir. Bu da uyğunsuzluq yaradır. Ona görə ikinci ekvatorial koordinat sistemi daxil edilir.

## 2. İkinci ekvatorial koordinat sistemi

Bu koordinat sistemində də koordinatlardan biri göy cisminin meylidir. İkinci koordinat isə göy cisminin **düz doğuşu**  $\alpha$  adlanır.

**Göy cisminin PMP' meyl dairəsi müstəvisi ilə yaz bərabərliyi nöqtəsinin P $\gamma$ P' meyl dairəsi müstəvisi arasındakı ikiüzlü bucağı** və ya **onun qarşısındakı  $\gamma$ K qövsünün uzunluğuna** göy cisminin **düz doğuşu** deyilir.

Yəni, M göy cisminin düz doğuşu

$$\alpha = \angle \gamma OK \quad \text{və ya} \quad \sphericalangle \gamma K \quad (2.13)$$

olar. Göy cisminin düz doğuşu ekvator boyunca yaz bərabərliyi nöqtəsindən şərqə tərəf ölçülür və müxtəlif göy cisimləri üçün  $0^\circ$  ilə  $360^\circ$  (və ya  $0^h$  ilə  $24^h$ ) arasında dəyişə bilər, yəni,

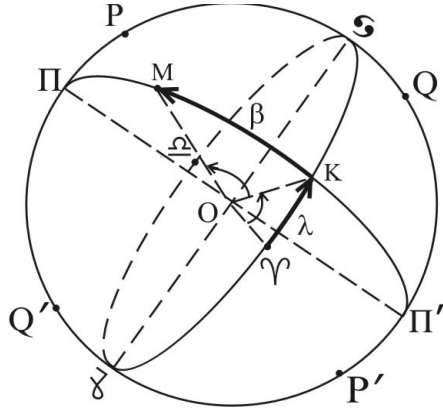
$$\alpha = 0^\circ \div 360^\circ \quad \text{və ya} \quad \alpha = 0^h \div 24^h \quad (2.14)$$

Verilmiş göy cismi üçün bu koordinatların heç biri gün ərzində dəyişmir. Ona görə də ikinci ekvatorial koordinat sistemi astronomiyada əsas koordinat sistemi kimi qəbul olunur və bütün ulduz kataloqları bu sistemdə verilir.

## § 2.3. Ekliptik koordinat sistemi

Ekliptik koordinat sistemində göy cisimlərinin vəziyyəti ekliptika müstəvisinə nəzərən təyin olunur. Sonrakı paragraflarda görəcəyimiz kimi **ekliptika** Günəşin zahiri illik hərəkəti zamanı göy sferində cızdığı böyük göy dairəsidir. Ekliptika

müstəvisi ekvator müstəvisi ilə  $\varepsilon = 23^{\circ}26.5$  -lik bucaq əmələ gətirir. Ekliptik koordinat sistemində göy cisimlərinin vəziyyəti onların **ekliptik enliyi  $\beta$**  və **ekliptik uzunluğu  $\lambda$**  ilə təyin olunur. İxtiyari bir M göy cismi götürək (Şəkil 2.3-ə bax).



Şəkil 2.3. Ekliptik koordinat sistemi

**Ekliptikanın qütblərindən ( $\sim$  - şimal və  $\sphericalangle$  - cənub qütbü) və göy cismindən keçən böyük göy yarımdairəsinə ekliptik enlik dairəsi deyilir.**

**Ekliptik enlik dairəsi boyunca ekliptika müstəvisindən göy cisminə qədər olan KM qövsünün uzunluğuna və ya onun qarşısındakı MOK bucağına göy cisminin ekliptik və ya astronomik enliyi**

deyilir.

Yəni M göy cisminin ekliptik enliyi

$$\beta = \angle MOK \text{ və ya } \cup KM \quad (2.15)$$

olar. Ekliptik enlik  $0^{\circ}$  ilə  $\pm 90^{\circ}$  arasında qiymətlər ala bilər, yəni

$$\beta = 0^{\circ} \div \pm 90^{\circ}. \quad (2.16)$$

**Ekliptika boyunca yaz bərabərliyi nöqtəsindən göy cisminin ekliptik enlik dairəsinə qədər olan  $\sphericalangle K$  qövsünün uzunluğuna və ya onun qarşısındakı  $\sphericalangle OK$  bucağına göy cisminin ekliptik və ya astronomik uzunluğu deyilir.**

Yəni M göy cisminin ekliptik uzunluğu

$$\lambda = \angle \sphericalangle OK \text{ və ya } \cup \sphericalangle K \quad (2.17)$$

olar. Ekliptik uzunluq müxtəlif göy cisimləri üçün  $0^{\circ}$  ilə  $360^{\circ}$  arasında dəyişə bilər, yəni

$$\lambda = 0^{\circ} \div 360^{\circ}. \quad (2.18)$$

## § 2.4. Qalaktik koordinat sistemi

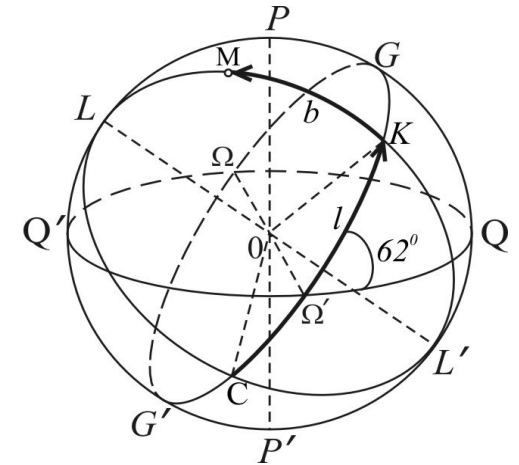
Qalaktik koordinat sistemində əsas müstəvi olaraq bizim daxil olduğumuz ulduz sisteminin - Qalaktikanın müstəvisi qəbul olunmuşdur. Qalaktika müstəvisinin göy sferi ilə kəsişdiyi böyük göy dairəsinə **qalaktik ekvator** deyilir ( $G\Omega G'C\Omega'KG$ ) (şəkil 2.4-də bax). Qalaktika müstəvisi ekvator müstəvisi ilə  $62^{\circ}.6$  -lik bucaq əmələ gətirir. Qalaktika müstəvisinə perpendikulyar olan və dünyanın mərkəzindən keçən xəttə Qalaktikanın oxu deyilir. Qalaktikanın oxu iki nöqtədə göy meridianını kəsir. Bu kəsişmə nöqtələrindən dünyanın şimal qütbünə yaxın olan Qalaktikanın **şimal qütbü L**, dünyanın cənub qütbünə yaxın olan isə Qalaktikanın **cənub qütbü L'** adlanır.

**Qalaktikanın qütblərindən və verilmiş göy cismindən keçən böyük göy yarımdairəsinə qalaktik enlik dairəsi deyilir.**

**Qalaktik ekvator boyunca C Qalaktika mərkəzindən verilmiş göy cisminin qalaktik enlik dairəsinə qədər olan qövsün uzunluğuna qalaktik uzunluq  $l$  deyilir.**

**LML' qalaktik enlik dairəsi boyunca Qalaktika müstəvisindən M göy cisminə qədər olan qövsün uzunluğuna qalaktik enlik  $b$  deyilir.**

Şəkil 2.4-dən göründüyü kimi M göy cisminin qalaktik enliyi və qalaktik uzunluğu uyğun olaraq



Şəkil 2.4. Qalaktik koordinat sistemi



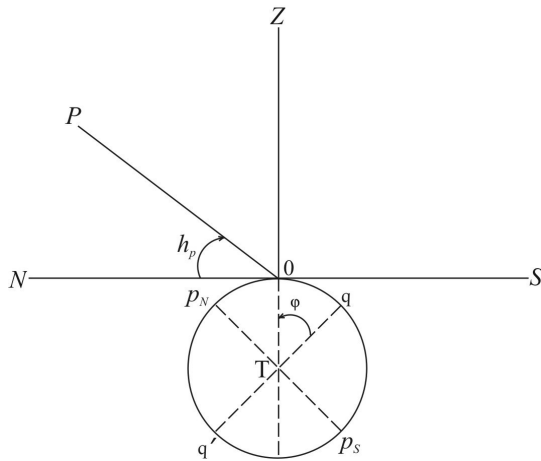
$$b = \cup KM \quad \text{və ya} \quad \angle MOK,$$

$$l = \cup CK \quad \text{və ya} \quad \angle COK.$$

Aydındır ki, qalaktik enlik  $0^\circ$  ilə  $\pm 90^\circ$  arasında, qalaktik uzunluq isə  $0^\circ$  ilə  $360^\circ$  arasında qiymətlər ala bilər.

### § 2.5. Dünyanın şimal qütbünün üfüqdən hündürlüyü

Əvvəllər dediyimiz kimi Göy sferinin şərqdən qərbə doğru günlük fırlanması Yer in öz oxu ətrafında qərbdən şərqə doğru fırlanmasının təzahürüdür. Dünyanın oxu  $PP'$  Yer in fırlanma oxu  $p_N p_S$ -ə paraleldir. Ona görə Yer səthindəki müşahidəçi yerindən asılı olmayaraq göy sferinin həmişə eyni ox ətrafında fırlanmasını müşahidə edəcəkdir. Yəni, dünyanın oxu  $PP'$  fəzada öz vəziyyətini saxlayır. Şaquli xətt  $ZZ'$  isə müşahidəçinin Yer səthindəki vəziyyətindən asılı olaraq istiqamətini



Şəkil 2.5. Dünyanın şimal qütbünün üfüqdən olan hündürlüyü

dəyişir və dünya oxu  $PP'$  ilə müxtəlif bucaq əmələ gətirir.

Yer səthinin  $O$  nöqtəsində olan müşahidəçi üçün (şəkil 2.5) zenit  $OZ$  istiqamətində, üfük müstəvisi isə  $O$  nöqtəsində Yer səthinə toxunan  $NS$  istiqamətində olar. Əgər Yer in fırlanma oxu  $p_N p_S$ , Yer ekvatoru isə  $q'q$  olarsa müşahidə nöqtəsinin coğrafi enliyi

$$\varphi = \angle OTq$$

olar. Dünyanın oxu Yer in fırlanma oxuna paralel olduğundan bu ox  $OP$  istiqamətində olacaqdır. Şəkildən görüldüyü kimi dünyanın şimal qütbünün üfük müstəvisindən hündürlüyü

$$h_p = \angle PON$$

olacaqdır.  $OTq$  və  $PON$  bucaqlarının uyğun tərəfləri perpendikulyar olduğundan

$$\angle OTq = \angle PON$$

və ya

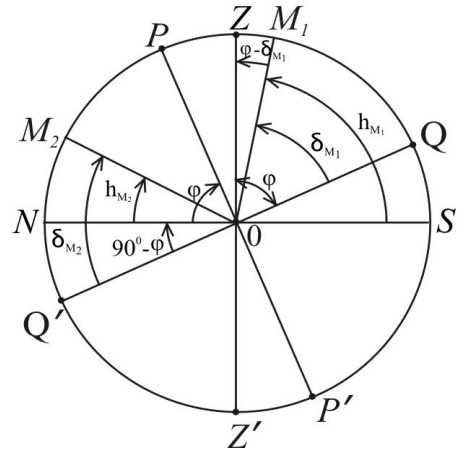
$$h_p = \varphi \quad (2.19)$$

olar. Beləliklə, alırıq ki, **dünyanın şimal qütbünün üfüqdən hündürlüyü müşahidə yerinin coğrafi enliyinə bərabərdir.**

### § 2.6. Göy cisimlərinin doğmazlıq və batmazlıq şərti

Əvvəllər dediyimiz kimi bəzi göy cisimləri verilmiş coğrafi enlikdə həm doğur, həm batır, bəziləri heç zaman doğmur, bəziləri isə heç zaman batmır. Bunu təyin edən bir analitik ifadə almaq üçün şəkil 2.6-da göstərildiyi kimi göy sferinin meridian müstəvisinə proyeksiyasına baxaq.

Fərz edək ki, göy cismi  $M_1$  yuxarı kulminasiya vəziyyətindədir. Bu anda onun hündürlüyünü təyin edək. Məlum teoremə görə Yer səthindəki ixtiyari nöqtədə qütbün üfüqdən



Şəkil 2.6. Göy cisimlərinin doğmazlıq və batmazlıq şərtinə dair



şimal nöqtəsinin meyli

$$\delta_N = \angle NOQ' = 90^\circ - \varphi ;$$

şimal nöqtəsinin qütb məsafəsi

$$p_N = \angle PON = \varphi ;$$

ekvatorun yuxarı nöqtəsinin zenit məsafəsi

$$z_Q = \angle ZOQ = \varphi ;$$

ekvatorun aşağı nöqtəsinin zenit məsafəsi

$$z_{Q'} = \angle ZOQ' = 180^\circ - \varphi ;$$

dünyanın şimal qütbünün zenit məsafəsi

$$z_P = \angle ZOP = 90^\circ - \varphi ;$$

dünyanın cənub qütbünün zenit məsafəsi

$$z_{P'} = \angle ZOP' = 90^\circ + \varphi$$

olacaqdır.

## § 2.8. Koordinat sistemlərinin çevrilməsi

**Göy meridianı ilə hündürlük və meyl dairələrinin kəsişməsindən alınan və təpələrində zenit Z, dünyanın şimal qütbü P və M göy cismi olan PZM sferik üçbucağına parallaktik üçbucaq deyilir.**

1. Əgər göy cismi şəkil 2.8-dəki kimi göy sferinin qərb yarımşferində olarsa, PZM parallaktik üçbucağın tərəfləri və bucaqları aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\cup PZ = 90^\circ - \varphi, \quad \cup ZM = z, \quad \cup PM = 90^\circ - \delta, \\ \angle P = t, \quad \angle Z = 180^\circ - A.$$

Əgər göy cismi göy sferinin şərq yarımşferində olarsa, parallaktik üçbucaq şəkil 2.9-dəki kimi olar.

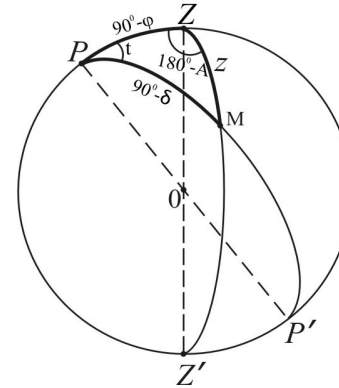
Şəkil 2.8-də PM tərəfini başlanğıc hesab etməklə sferik triqonometriyanın əsas düsturlarını PZM parallaktik üçbucağına tətbiq edərək yazı bilərik:

$$\begin{cases} \cos(90^\circ - \delta) = \cos(90^\circ - \varphi) \cos z + \sin(90^\circ - \varphi) \sin z \cos(180^\circ - A), \\ \sin(90^\circ - \delta) \cos t = \sin(90^\circ - \varphi) \cos z - \cos(90^\circ - \varphi) \sin z \cos(180^\circ - A), \\ \frac{\sin(90^\circ - \delta)}{\sin(180^\circ - A)} = \frac{\sin z}{\sin t}. \end{cases}$$

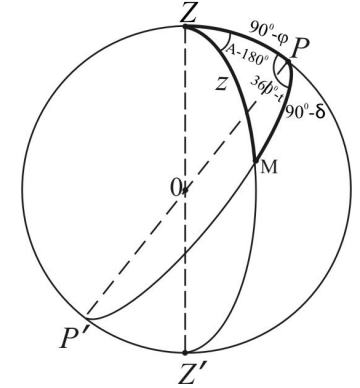
Buradan

$$\begin{cases} \sin \delta = \sin \varphi \cos z - \cos \varphi \sin z \cos A, \\ \cos \delta \cos t = \cos \varphi \cos z + \sin \varphi \sin z \cos A, \\ \cos \delta \sin t = \sin z \sin A \end{cases} \quad (2.25)$$

olar. Göründüyü kimi (2.25) düsturlarından istifadə edərək üfüqi koordinat sistemindən ekvatorial koordinat sisteminə keçmək olar.



Şəkil 2.8. Parallaktik üçbucaq (göy cismi göy sferinin qərb tərəfindədir)



Şəkil 2.9. Parallaktik üçbucaq (göy cismi göy sferinin şərq tərəfindədir)

2. Anoloji olaraq PZM parallaktik üçbucağında ZM tərəfini başlanğıc götürərək yazı bilərik:

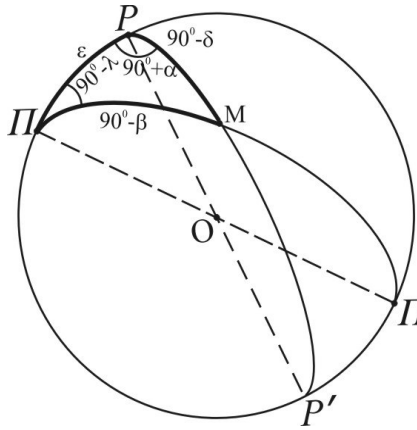
$$\begin{cases} \cos z = \cos(90^\circ - \varphi) \cos(90^\circ - \delta) + \sin(90^\circ - \varphi) \sin(90^\circ - \delta) \cos t, \\ \sin z \sin(180^\circ - A) = \sin(90^\circ - \delta) \sin t, \\ \sin z \cos(180^\circ - A) = \sin(90^\circ - \varphi) \cos(90^\circ - \delta) - \cos(90^\circ - \varphi) \sin(90^\circ - \delta) \cos t. \end{cases}$$

Buradan

$$\begin{cases} \cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t, \\ \sin z \sin A = \cos \delta \sin t, \\ \sin z \cos A = -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t \end{cases} \quad (2.26)$$

alırıq. Göründüyü kimi, (2.26) düsturları ekvatorial koordinat sistemindən üfüqi koordinat sisteminə keçməyə imkan verir.

3. Planetlərin efemeridini (Planetlərin orbit elementlərinə görə onların görünən koordinatlarının təyini) hesablayarkən ekliptik koordinatlardan ekvatorial koordinatlara keçmək lazım olur. Bu məqsədlə astronomik üçbucaqdan istifadə olunur.



Şəkil 2.10. Astronomik üçbucaq

**Göy meridianı, M göy cisminin meyl və ekliptik enlik dairələrinin kəsişməsindən alınan PM üçbucağına astronomik üçbucaq deyilir.**

Astronomik üçbucağın tərəflərində dünyanın şimal qütbü, ekliptikanın şimal qütbü və göy cismi durur. Şəkil 2.10-dan göründüyü kimi PM astronomik üçbucağının tərəfləri və bucaqları

şağıdakı kimi olacaqdır:

$$\begin{aligned} \sphericalangle P &= \varepsilon, \sphericalangle PM = 90^\circ - \delta, \\ \sphericalangle M &= 90^\circ - \beta, \sphericalangle P = 90^\circ + \alpha, \sphericalangle \sphericalangle = 90^\circ - \lambda. \end{aligned}$$

PM tərəfini başlanğıc hesab etməklə sferik triqonometriyanın əsas düsturlarını PM astronomik üçbucağına tətbiq edərək yazı bilərik:

$$\begin{cases} \cos(90^\circ - \delta) = \cos \varepsilon \cos(90^\circ - \beta) + \sin \varepsilon \sin(90^\circ - \beta) \cos(90^\circ - \lambda), \\ \sin(90^\circ - \delta) \cos(90^\circ + \alpha) = \sin \varepsilon \cos(90^\circ - \beta) - \cos \varepsilon \sin(90^\circ - \beta) \cos(90^\circ - \lambda), \\ \sin(90^\circ - \delta) \sin(90^\circ + \alpha) = \sin(90^\circ - \lambda) \sin(90^\circ - \beta). \end{cases}$$

Buradan

$$\begin{cases} \sin \delta = \cos \varepsilon \sin \beta + \sin \varepsilon \cos \beta \sin \lambda, \\ \cos \delta \sin \alpha = \cos \varepsilon \cos \beta \sin \lambda - \sin \varepsilon \sin \beta, \\ \cos \alpha \cos \delta = \cos \lambda \cos \beta \end{cases} \quad (2.27)$$

alırıq. Aydınır ki, (2.27) düsturlarından istifadə edərək ekliptik koordinat sistemindən ekvatorial koordinat sisteminə keçmək olar.

4. Analoji olaraq PM astronomik üçbucağında M tərəfini başlanğıc götürərək yazmaq olar ki,

$$\begin{cases} \cos(90^\circ - \beta) = \cos \varepsilon \cos(90^\circ - \delta) + \sin \varepsilon \sin(90^\circ - \delta) \cos(90^\circ + \alpha), \\ \sin(90^\circ - \beta) \cos(90^\circ - \lambda) = \sin \varepsilon \cos(90^\circ - \delta) - \cos \varepsilon \sin(90^\circ - \delta) \cos(90^\circ + \alpha), \\ \sin(90^\circ - \beta) \sin(90^\circ - \lambda) = \sin(90^\circ + \alpha) \sin(90^\circ - \delta). \end{cases}$$

Buradan

$$\begin{cases} \sin \beta = \cos \varepsilon \sin \delta - \sin \varepsilon \cos \delta \sin \alpha, \\ \cos \beta \sin \lambda = \sin \varepsilon \sin \delta + \cos \varepsilon \cos \delta \sin \alpha, \\ \cos \beta \cos \lambda = \cos \delta \cos \alpha \end{cases} \quad (2.28)$$

alırıq. Sonuncu (2.28) düsturlarından istifadə edərək ekvatorial koordinat sistemindən ekliptik koordinat sisteminə keçmək olar.

### III FƏSİL

#### GÜNƏŞİN HƏRƏKƏTİ

*Savadlı və savadsız adamlar  
arasındakı fərq canlılar və ölümlər  
arasındakı fərq kimidir.  
Aristotel*

**Günəş bizim yaşadığımız Yer planetinin də daxil olduğu Günəş sisteminin mərkəzi cismidir. Yeri və digər planetləri istilik və işıqla təmin edən yalnız Günəşdir. Günəş yerdəki bütün canlı həyatın mənbəyidir. Təsadüfi deyil ki, çox qədimdən xalqımız Günəşi müqəddəs saymış və bu ənənə bu gün də davam etməkdədir.**

**Günəş Bizim Qalaktikamıza daxil olan milyardlarla ulduzlardan biridir. O, Yerə ən yaxın ulduzdur. Günəş disk şəklində müşahidə olunan və gündüz görünən yeganə ulduzdur. Gündüz görünən yeganə ulduz olduğundan ona bəzən gündüz ulduzu da deyilir.**

**Bu fəsildə Günəşin günlük və illik zahiri hərəkətindən bəhs edəcəyik.**

### § 3.1. Günəş haqqında ümumi məlumat

Yerdən Günəşə qədər orta məsafə astronomiyada uzunluq vahidi kimi qəbul olunur və 1 **astronomik vahid** (a.v.) adlanır.

$$1 \text{ a.v.} = 149\,600\,000 \text{ km.}$$

Saniyədə təxminən 300 000 km yol gedən işıq şüaları Günəşdən Yerə təxminən 8.3 dəqiqəyə çatır.

Günəşin radiusu

$$R_{\odot} \approx 696\,000 \text{ km,}$$

kütləsi

$$M_{\odot} \approx 1.99 \cdot 10^{33} \text{ q} = 1.99 \cdot 10^{30} \text{ kq,}$$

orta sıxlığı

$$\rho_{\odot} = \frac{M_{\odot}}{\frac{4}{3}\pi R_{\odot}^3} \approx 1.41 \text{ q/sm}^3,$$

fotosfer qatının temperaturu

$$T_{\odot} \approx 5800^{\circ} \text{ K,}$$

görünən bucaq diametri

$$r_{\odot} \approx 32',$$

ışıqlılığı (1 saniyədə bütün kosmik fəzaya şüalandırdığı elektromaqnit enerjisi)

$$L_{\odot} = 3.9 \cdot 10^{33} \text{ erq/san}$$

və **Günəş sabiti** (Yer atmosferindən kənarında Yerlə Günəş arasındakı orta məsafədə işıq şüalarına perpendikulyar qoyulmuş 1 sm<sup>2</sup> səthə 1 dəqiqədə bütün dalğa uzunluqlarında düşən tam Günəş enerjisi)

$$s_{\odot} = 1.95 \text{ kal/sm}^2 \text{ dəq.}$$

### § 3.2. Günəşin günlük hərəkəti

Günəş bütün digər göy cisimləri kimi göy sferinin günlük fırlanmasında iştirak edir. O şərqdə doğur və qərbdə batır. Günəşin doğması ilə gündüz, batması ilə isə gecə başlayır. Orta enliklərdə Günəş hər gün doğur və batır. Daha sonra görəcəyimiz kimi bəzi coğrafi enliklərdə Günəş bəzən doğmur, digərlərində isə bəzən batmır.

Günəş gün ərzində iki dəfə göy meridianından keçir (kulminasiya edir). Onun yuxarı kulminasiyası günorta (saat 12<sup>00</sup>), aşağı kulminasiyası isə gecəyarısı (saat 24<sup>00</sup>) adlanır. Əvvəlcədən qeyd edək ki, bir çox ölkələrdə saatlar bəzən 1, bəzən isə 2 saat qabağa çəkilmişdir. Ona görə Azərbaycanda yay vaxtı günorta saat 14<sup>00</sup>-a, qış vaxtı isə saat 13<sup>00</sup>-a uyğun gəlir.

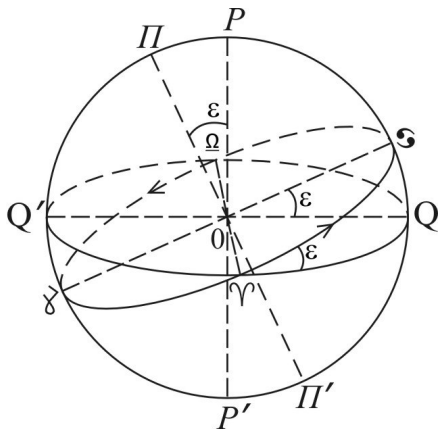
Günəşin günlük hərəkəti Yerin öz oxu ətrafında fırlanmasının təzahürü olub, həqiqi yox, zahiri hərəkətdir.

### § 3.3. Günəşin illik hərəkəti

Müşahidələrlə müəyyən olunmuşdur ki, Günəş günlük hərəkətindən başqa illik hərəkətə də malikdir. Özü də Günəşin illik hərəkəti onun günlük hərəkətinin əksinə - yəni, qərbdən şərquə doğru yönəlmişdir. Günəşin zahiri illik hərəkəti Yerin Günəş ətrafında illik hərəkətinin təzahürüdür.

Günəşin illik zahiri hərəkəti zamanı göy sferində cızdığı böyük göy dairəsinə **ekliptika** deyilir. Ekliptika (yunanca *ek-lipsus*) tutulma deməkdir. Ekliptika müstəvisi ekvator müstəvisi ilə 23°26.5-lik bucaq əmələ gətirir. Bu bucağa **ekliptikanın meyli** deyilir. Günəşin ekliptika üzrə illik zahiri hərəkəti şəkil 3.1-də göstərilmişdir.

Günəş illik zahiri hərəkəti zamanı 12 ulduz bürcündən keçir. Bu bürclərə **zodiak bürcləri**, onların əhatə etdiyi göy zolağına isə **zodiak** deyilir. Zodiak yunanca "heyvanlar dairəsi"



Şəkil 3.1. Günəşin ekliptika üzrə illik zahiri hərəkəti

deməkdir. Zodiak bürcləri aşağıdakılardır: **Qoç, Buğa, Əkizlər, Xərçəng, Şir, Qız, Tərəzi, Əqrəb, Oxatan, Oğlaq, Dolça və Balıqlar.** Şəkil 3.2- də Günəşin zodiak bürcləri üzrə zahiri yerdəyişməsi təsvir olunur. Göründüyü kimi, mart ayında Yerdən baxdıqda Günəş Qoç bürcündə görünür. Yer III (mart) vəziyyətdən IV (aprel) vəziyyətinə keçdikdə Günəş Qoç bürcündən Buğa bürcünə keçir. Bir aydan sonra Yer IV vəziyyətdən V (may) vəziyyətinə keçdikdə Günəş Buğa bürcündən Əkizlər bürcünə keçir və s. Beləliklə, Yer Günəş ətrafında bir dövr etdikdə Günəş göy sferində böyük göy dairəsi (ekliptika) cızaraq yenidən ulduzlar arasındakı əvvəlki yerinə qayıdır. Şəkildən görüldüyü kimi yazda Günəş Qoç, Buğa və Əkizlər bürclərində; yayda Xərçəng, Şir və Qız bürclərində; payızda Tərəzi, Əqrəb və Oxatan bürclərində; qışda isə Oğlaq, Dolça və Balıqlar bürclərində olur.

Günəşin ekliptika boyunca zahiri illik hərəkətində 4 səciyyəvi nöqtə və ona uyğun 4 səciyyəvi an vardır:

### 1. Yaz bərabərliyi (♈)

Burada Günəş martın 21-də olur və Qoç bürcünə uyğun gəlir. Həmin gün Günəş göy ekvatorunu kəsərək dünyanın cənub yarımkürəsindən şimal yarımkürəsinə keçir. Bu gün Yerin şimal yarımkürəsində astronomik baharın başlanğıcıdır, gecə gündüzə bərabərdir.

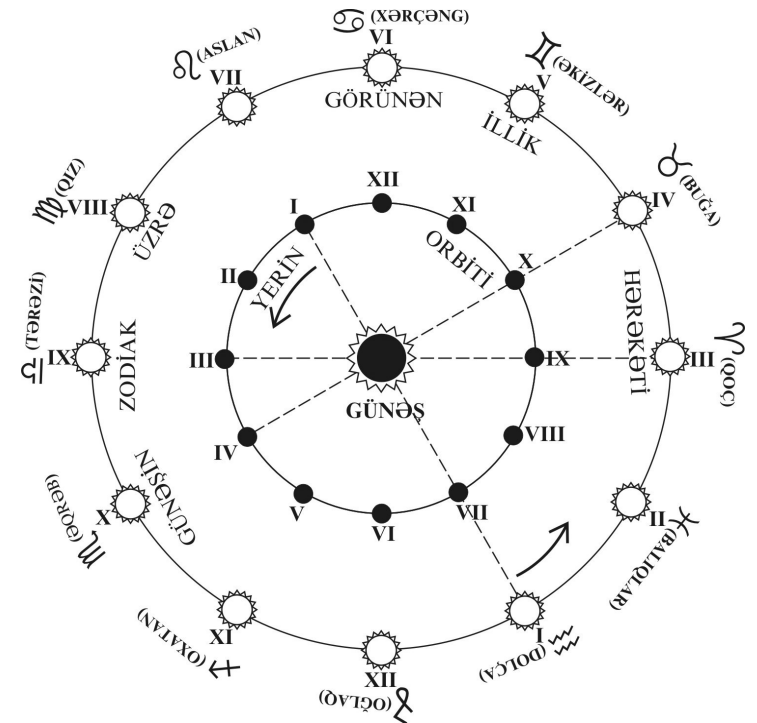
Şəkil 3.1-dən görüldüyü kimi yaz bərabərliyi günü Günə-

şin ekvatorial koordinatları aşağıdakı kimi olur:

$$\alpha_{\odot}=0^{\circ} (0^h),$$

$$\delta_{\odot}=0^{\circ}.$$

Yəni, martın 21-də, yaz bərabərliyi günü Günəş koordinat başlanğıcında olur.



Şəkil 3.2. Günəşin zodiak üzrə illik hərəkəti

### 2. Yay günəşduruşu (♋)

Burada Günəş iyunun 22-də olur və Xərçəng bürcünə uyğun gəlir. Həmin gün Yerin şimal yarımkürəsində astronomik yayın başlanğıcıdır; ən uzun gündüzlər, ən qısa gecələr olur.

Yay günəşduruşunda Günəşin ekvatorial koordinatları aşağıdakı kimi olur:

$$\alpha_{\odot}=90^{\circ} (6^h),$$

$$\delta_{\odot}=+\varepsilon (+23^{\circ}26'.5).$$

### 3. Payız bərabərliyi (♏)

Burada Günəş sentyabrın 23-də olur və Tərəzi bürcünə uyğun gəlir. Həmin gün Günəş göy ekvatorunu kəsərək dünyanın şimal yarımkürəsindən cənub yarımkürəsinə keçir, yənidən gecə ilə gündüz bərabərləşir; Yer şimal yarımkürəsində astronomik payızın başlanğıcıdır. Günəşin ekvatorial koordinatları

$$\alpha_{\odot}=180^{\circ} (12^h),$$

$$\delta_{\odot}=0^{\circ}$$

olur.

### 4. Qış günəşduruşu (♐)

Burada Günəş dekabrın 22-də olur və Oğlaq bürcünə uyğun gəlir; Yer şimal yarımkürəsində astronomik qışın başlanğıcıdır; ən uzun gecələr və ən qısa gündüzlər olur. Qış günəşduruşunda Günəşin ekvatorial koordinatları

$$\alpha_{\odot}=270^{\circ} (18^h),$$

$$\delta_{\odot}=-\varepsilon (-23^{\circ}26'.5)$$

olur.

**Günəşin yaz bərabərliyi nöqtəsindən iki ardıcıl keçməsi arasındakı zaman fasiləsinə tropik il deyilir.**

Tropik ilin uzunluğu 365 gün 5 saat 48 dəqiqə 46 saniyədir.

Başqa sözlə,

Tropik il=365.2422 orta Günəş günü = 365<sup>d</sup> 05<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> 46<sup>s</sup>. Onda aydındır ki, Günəşin ekliptika üzrə günlük yerdəyişməsi

$$n^{\circ}=\frac{360^{\circ}}{365.2422}=0.9856 \approx 1^{\circ}$$

olar.

Günəşin illik zahiri hərəkəti zamanı göy sferində ulduzlar arasında öz yerinə qayıtmasına sərf olunan zamana **ulduz ili** və ya **siderik il** deyilir.

Ulduz ili = 365.2564 orta Günəş günü.

Göründüyü kimi tropik il ulduz ilindən 20<sup>m</sup> 24<sup>s</sup> qısaadır. Bu da sonralar tanış olacağımız **presessiya** hadisəsi ilə əlaqədardır. Presessiya nəticəsində yaz bərabərliyi nöqtəsi Günəşin qarşısına doğru sürüşdüyündən Günəş hər dəfə yaz bərabərliyi nöqtəsinə 20<sup>m</sup> 24<sup>s</sup> tez daxil olur.

Yuxarıdakılardan göründüyü kimi il ərzində Günəşin meyli -23°26'.5 ilə +23°26'.5 arasında dəyişir. Ekliptikanın Günəşin maksimal meylinə uyğun gələn nöqtəsi (δ<sub>⊙</sub>=+23°26'.5) **yay günəşduruşu**, minimal meylinə (δ<sub>⊙</sub>=-23°26'.5) uyğun gələn nöqtəsi isə **qış günəşduruşu** adlanır. Bu nöqtələr uyğun olaraq - ☊ (Xərçəng bürcünün işarəsi) və ☋ (Oğlaq bürcünün işarəsi) ilə işarə olunur.

### § 3.4. Günəşin illik hərəkətinin bərabərsürətli olmaması

Şəkil 3.1-dən göründüyü kimi Günəşin ekliptika boyunca illik hərəkətində onun ♈→♉→♊ və ♋→♌→♍ yolunun hər biri 180° təşkil edir, yəni

$$\cup \mathcal{V} \mathcal{D} \mathcal{E} = 180^{\circ}, \quad \cup \mathcal{E} \mathcal{Y} \mathcal{V} = 180^{\circ}.$$

Lakin hesablamalar göstərir ki,

Günəş ♈→♉→♊ yoluna təxminən 186 gün, ♋→♌→♍ yoluna isə 179 gün sərf edir. Deməli, Günəşin ekliptika boyunca illik hərəkəti bərabərsürətli hərəkət deyil. Yazda və yayda Gü-



nəş payız və qışdakından yavaş hərəkət edir.

Günəşin ekliptika üzrə illik hərəkəti zahiri hərəkət olub, Yerin Günəş ətrafında dolanmasının təzahürü olduğundan Günəşin illik hərəkətinin bərabərsürətli olmaması Yerin Günəş ətrafında dolanmasının bərabərsürətli olmaması ilə bağlıdır. Sonralar görəcəyimiz kimi Yerin Günəş ətrafında hərəkət yolu ellips olduğundan onun orbit üzrə hərəkət sürəti müntəzəm olaraq dəyişir. Qışda, Yer Günəşə ən yaxın olduqda, yəni orbitinin perihelisində (1-3 yanvar) olduqda onun orbit boyunca sürəti maksimal, yayda, orbitinin afelisində (2-4 iyul) olduqda isə sürəti minimal olur.

Yaz və yayda Günəşin orta günlük yerdəyişməsi

$$n_1^{\circ} = \frac{180^{\circ}}{186} = 0^{\circ}.968,$$

payız və qışda isə

$$n_2^{\circ} = \frac{180^{\circ}}{179} = 1^{\circ}.006$$

olar. Yanvarın əvvəllərində Günəşin günlük yerdəyişməsi  $1^{\circ}01'$ , iyulun əvvəllərində isə  $0^{\circ}57'$  təşkil edir.

### § 3.5. Ekliptikanın meylinin təyini

Ekliptika müstəvisinin ekvator müstəvisinə meyli çox qədimdə Çin astronomları tərəfindən böyük dəqiqliklə təyin olunmuşdur. Bu üsul Günəşin yay və qış günəşduruşu anlarında maksimal və minimal günorta hündürlüyünün və ya zenit məsafəsinin təyininə əsaslanır.

Göy sferinin göy meridianı müstəvisinə proyeksiyasına baxaq. Şəkil 3.3-də  $PP'$  - dünya oxu,  $ZZ'$  - şaquli xətt,  $\sim'$  - ekliptikanın oxu,  $Q'Q$  - göy ekvatoru,  $NS$  - günorta xətti (və ya riyazi üfüq) və  $\Upsilon\ominus$  - ekliptikadır. Şəkildən tapırıq :

$\angle NOP = \angle ZOQ = \varphi$  (müşahidə nöqtəsinin coğrafi enliyi)

$\angle \Upsilon O - = \angle \Upsilon OQ = \varepsilon$  (ekliptikanın meyli)

$\angle Q\Upsilon O = \angle \Upsilon OQ = \delta'_{\odot}$  (Günəşin yay günəşduruşu günü meyli)

Günəşin yay günəşduruşu günü yuxarı kulminasiyadakı zenit məsafəsi

$$z'_{\odot} = \angle ZO\Upsilon = \varphi - \delta'_{\odot}. \quad (3.1)$$

Yay günəşduruşu zamanı

$$\delta'_{\odot} = +\varepsilon$$

olduğundan (3.1) -dən alırıq ki,

$$z'_{\odot} = \varphi - \varepsilon. \quad (3.2)$$

Qış günəşduruşu zamanı

$$\delta''_{\odot} = -\varepsilon$$

olduğundan Günəşin yuxarı kulminasiyadakı zenit məsafəsi

$$z''_{\odot} = \varphi + \varepsilon \quad (3.3)$$

olar. Onda (3.3)-dən (3.2)-ni çıxaraq ekliptikanın meyli üçün alırıq:

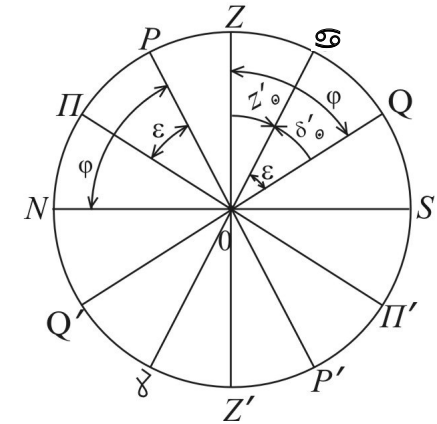
$$\varepsilon = 1/2(z''_{\odot} - z'_{\odot}). \quad (3.4)$$

Qeyd edək ki, ekliptikanın meyli zamandan asılı olaraq çox yavaş dəyişir. Onun zamandan asılılığı aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\varepsilon = 23^{\circ}27'8''.26 - 0''.47(t-1900). \quad (3.5)$$

Burada  $23^{\circ}27'8''.26$   $\varepsilon$ -nin 1900-cü ildəki qiyməti,  $t$  isə illərlə ölçülən zamandır. Məsələn, 2000-ci il üçün bu ifadədən alırıq ki,

$$\varepsilon(2000) = 23^{\circ}26'21''.26.$$



Şəkil 3.3. Ekliptikanın meylinin təyininə dair

### § 3.6. Müxtəlif en dairələrində Günəşin hərəkəti

Müxtəlif coğrafi enliklərdə Günəşin hərəkətinə baxaq:

#### 1. Yer in şimal qütbündə ( $\varphi = +90^\circ$ )

Verilmiş coğrafi enlikdə meyli  $\delta$  olan göy cisminin batmayan olması üçün (2.23) şərtindən

$$\delta \geq 90^\circ - \varphi$$

olmalıdır. Yer in şimal qütbü üçün  $\varphi = 90^\circ$  olduğundan yuxarıdakı şərtə alırıq ki, verilmiş coğrafi enlikdə göy cisminin batmayan olması üçün onun meyli

$$\delta \geq 0$$

şərtini ödəməlidir. Deməli, Yer in şimal qütbündə göy cisminin batmayan olması üçün onun meyli müsbət olmalıdır. Bildiyimiz kimi, Günəşin meyli martın 21-dən sentyabrın 23-nə kimi müsbət olur. Beləliklə, Yer in şimal qütbündə Günəş martın 21-də doğur, 6 ay ardarda gündüz olur və yalnız sentyabrın 23-də batır.

Göy cisimlərinin verilmiş coğrafi enlikdə doğmayan olması üçün (2.21) şərti ödənməlidir. Bu şərtə görə göy cisminin verilmiş coğrafi enlikdə doğmayan olması üçün

$$\delta \leq \varphi - 90^\circ$$

olmalıdır. Yer in şimal qütbündə  $\varphi = +90^\circ$  olduğundan bu şərt

$$\delta \leq 0$$

kimi yazıla bilər. Məlumdur ki, sentyabrın 23-dən martın 21-nə kimi Günəşin meyli

$$\delta_\odot \leq 0.$$

Beləliklə, Yer in şimal qütbündə Günəş sentyabrın 23-də batır və yalnız yarım ildən sonra, yəni martın 21-də doğur.

Aydındır ki, Yer in cənub qütbündə bunun əksi müşahidə olunacaqdır. Yəni, Günəş sentyabrın 23-də doğur və yalnız yarım ildən sonra, martın 21-də batır.

#### 2. Yer in şimal qütb dairəsində ( $\varphi = 66^\circ 34'$ )

Bu halda (2.23) şərtindən alırıq ki, Günəşin batmayan ol-

ması üçün

$$\delta_\odot \geq 90^\circ - \varphi = 90^\circ - 66^\circ 34' = +23^\circ 26'$$

olmalıdır. Yay günəşduruşu günü (22 iyun) Günəşin meyli

$$\delta_\odot = +23^\circ 26'$$

olduğundan Yer in şimal qütb dairəsində iyunun 22-də, yalnız bir gün Günəş batmır, yəni 24 saat gündüz olur.

Eyni qayda ilə (2.21) şərtindən Günəşin doğmayan olması üçün

$$\delta_\odot \leq \varphi - 90^\circ = 66^\circ 34' - 90^\circ = -23^\circ 26'$$

olmalıdır. Dekabrın 22-də qış günəşduruşu günü Günəşin meyli

$$\delta_\odot = -23^\circ 26'$$

olur. Deməli, həmin gün Yer in şimal qütb dairəsində Günəş doğmur, yəni, 24 saat gecə olur.

#### 3. Yer in şimal tropikində ( $\varphi = +23^\circ 26'$ )

Yer in şimal tropikində Günəş hər gün doğur və batır. Yay günəşduruşu günü (22 iyun) Günəşin günorta hündürlüyü

$$h_\odot = 90^\circ - \varphi + \delta_\odot = 90^\circ - 23^\circ 26' + 23^\circ 26' = +90^\circ$$

və ya

$$z_\odot = 0^\circ$$

olur. Yəni həmin gün Yer in şimal tropikində Günəş günorta zenitdən keçir.

#### 4. Yer ekvatorunda ( $\varphi = 0^\circ$ )

Yer ekvatorunda bütün göy cisimləri, o cümlədən Günəş hər gün doğur və batır. Gecə gündüzə bərabərdir.

Martın 21-də və sentyabrın 23-də Günəşin meyli

$$\delta_\odot = 0^\circ.$$

Ona görə həmin günlər Günəşin günorta hündürlüyü

$$h_\odot = 90^\circ - \varphi + \delta_\odot = +90^\circ,$$

və ya

$$z_{\odot} = 90^{\circ} - h_{\odot} = 0^{\circ}$$

olur. Deməli, Yer ekvatorunda yaz və payız bərabərliyi günləri günorta Günəş zenitdən keçir.

Beləliklə:

Soyuq qurşaqlarda ( $\varphi \geq +66^{\circ}34'$  və  $\varphi \leq -66^{\circ}34'$ ) Günəş doğmayan və batmayan ola bilər. Qütb gecələri (və gündüzləri) 24 saatdan 6 aya qədər davam edə bilər.

Mülayim qurşaqlarda ( $+23^{\circ}26' \leq \varphi \leq +66^{\circ}34'$ ,  $-66^{\circ}34' \leq \varphi \leq -23^{\circ}26'$ ) Günəş hər gün doğur və batır. Gündüzün və gecənin uzunluğu 24 saatdan kiçikdir. Yayda gündüzlər gecələrdən uzun, qışda isə gecələr gündüzlərdən uzun olur.

İsti qurşaqlarda ( $-23^{\circ}26' \leq \varphi \leq +23^{\circ}26'$ ) Günəş hər gün doğur və batır. İldə iki dəfə günorta (yuxarı kulminasiyada) Günəş zenitdən keçir.

## IV FƏSİL

### VAXTIN ÖLÇÜLMƏSİ VƏ SAXLANILMASI

*Təhsilin kökləri acı,  
meyvələri şirindir.  
Aristotel*

**Zaman materiyanın varlıq formasıdır. Materiya məkansız təsəvvür oluna bilmədiyi kimi zamansız da təsəvvür oluna bilməz. Materiya yalnız məkanda və zamanda mövcud ola bilər. Bu fəsilə astronomiyada zaman vahidləri, zamanın (vaxtın) hesablama sistemləri, zamanın ölçülməsi və saxlanması ilə tanış olacağıq. Burada astronomiya təqvimlərinə, xüsusilə müsəlman dünyasında istifadə olunan Ay təqvimlərinə böyük yer verilir.**

#### § 4.1. Astronomiyada zaman vahidləri

Astronomiyada əsas zaman vahidi Yerin öz oxu ətrafında fırlanma dövrüdür. Bu zaman vahidi gün adlanır. Gün seçilmiş göy cisminin və ya xəyali bir nöqtənin verilmiş coğrafi meridianda iki ardıcıl eyni adlı kulminasiyası arasındakı vaxtdır. Cöy sferində seçilmiş cismə və ya nöqtəyə görə gün xüsusi ad alır. Məsələn, həqiqi Günəş günü, orta Günəş günü, ulduz günü və s.

Sonra görəcəyimiz kimi bu günlərin uzunluğu bir qədər fərqlidir. Kiçik zaman fasilələrini ölçmək üçün günün hissələrindən istifadə olunur. Məsələn, həqiqi Günəş gününün 24-də birinə bir Günəş saati, Günəş saatinın 60-da birinə bir Günəş dəqiqəsi və Günəş dəqiqəsinin 60-da birinə bir Günəş saniyəsi deyilir.

Aydındır ki, bir Günəş gününün 86400-də biri bir saniyə olacaqdır. Yəni,

$$1^s = 1/(24 \cdot 60 \cdot 60) = \frac{1}{86400} \text{ orta Günəş günü .}$$

Böyük zaman fasilələrini ölçmək üçün sinodik ay (Aydın iki ardıcıl eyni adlı fazası arasındakı zaman fasiləsi), **siderik ay** (Aydın Yer ətrafında bir dövr etməsi üçün lazım olan zaman fasiləsi), **tropik il** (Günəş diski mərkəzinin yaz bərabərliyi nöqtəsindən iki ardıcıl keçməsi arasındakı zaman fasiləsi) və **ulduz ili** (Günəşin ulduzlar arasında öz əvvəlki yerinə qayıtması üçün lazım olan zaman fasiləsi) zaman vahidlərindən istifadə olunur. Bu vahidlər orta Günəş günləri ilə aşağıdakı kimi ifadə olunurlar:

Sinodik ay = 29.5306 (29<sup>d</sup>12<sup>h</sup>44<sup>m</sup>2<sup>s</sup>.8) orta Günəş günü  
 Siderik ay = 27.3216 (27<sup>d</sup>07<sup>h</sup>43<sup>m</sup>11<sup>s</sup>.5) orta Günəş günü  
 Tropik il = 365.2422 (365<sup>d</sup>05<sup>h</sup> 48<sup>m</sup>46<sup>s</sup>) orta Günəş günü  
 Ulduz ili = 365.2564 (365<sup>d</sup>06<sup>h</sup>09<sup>m</sup>10<sup>s</sup>) orta Günəş günü.

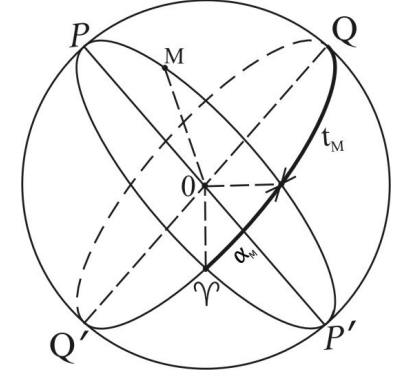
#### § 4.2. Ulduz vaxtı

Verilmiş coğrafi meridianda yaz bərabərliyi nöqtəsinin iki ardıcıl eyni adlı kulminasiyası (aşağı və ya yuxarı kulminasiya) arasında keçən zaman fasiləsinə **ulduz günü** deyilir.

Ulduz gününün başlanğıcı yaz bərabərliyi nöqtəsinin yuxarı kulminasiyasından hesablanır.

**Yaz bərabərliyi nöqtəsinin yuxarı kulminasiyasından verilmiş ana qədər keçən vaxta ulduz vaxtı deyilir.**

Aydındır ki, verilmiş coğrafi meridianda ulduz vaxtı ədədi qiymətcə yaz bərabərliyi nöqtəsinin saat bucağına bərabər olacaqdır. Yəni, şəkil 4.1-dən göründüyü kimi,



Şəkil 4.1. Ulduz vaxtının təyininə dair

$$s = t_{\gamma}. \quad (4.1)$$

Yaz bərabərliyi nöqtəsi xəyali bir nöqtə olduğundan onun saat bucağını həqiqi bir M göy cisminin düz doğuşu və saat bucağı ilə ifadə etsək ulduz vaxtını

$$s = t_{\gamma} = \alpha_M + t_M \quad (4.2)$$

kimi yaza bilərik. Seçdiyimiz göy cismi yuxarı kulminasiyada (meridianda) olduqda onun saat bucağı

$$t_M = 0$$

olduğundan

$$s = \alpha_M \quad (4.3)$$

olar. M göy cismi aşağı kulminasiyada olduqda isə ulduz vaxtı

$$s = \alpha_M + 12^h \quad (4.4)$$

olar. Bir çox astronomik məsələlərin həllində ulduz vaxtından istifadə etmək əlverişlidir. Lakin bizim həyatımız və əməli fəaliyyətimiz üçün bu vaxt anlayışı yaramır. Bizim gündəlik həyatımız Günəşin doğub–batması ilə əlaqədar olduğundan Günəş günü və Günəş vaxtından istifadə etmək daha uyğundur.

### § 4.3. Həqiqi Günəş vaxtı

**Eyni coğrafi meridianda Günəş diski mərkəzinin iki ardıcıl eyni adlı kulminasiyası (yuxarı və ya aşağı) arasında keçən zaman fasiləsi həqiqi Günəş günü adlanır.**

Həqiqi Günəş günü, Günəş diski mərkəzinin aşağı kulminasiyasından hesablanır.

**Həqiqi Günəş diski mərkəzinin aşağı kulminasiyasından verilmiş ana qədər keçən vaxta həqiqi Günəş vaxtı deyilir.**

Aydındır ki, həqiqi Günəş vaxtı Günəş diski mərkəzinin saat bucağının 12 saat artırılmış qiymətinə bərabər olacaqdır. Həqiqi Günəş vaxtını  $T_{\odot}$  və həqiqi Günəşin saat bucağını  $t_{\odot}$  ilə işarə etsək yaza bilərik ki,

$$T_{\odot} = t_{\odot} + 12^h. \quad (4.5)$$

Günəş yuxarı kulminasiyada olduqda (günorta) onun saat bucağı

$$t_{\odot} = 0^h$$

olduğundan günorta həqiqi Günəş vaxtı

$$T_{\odot} = 12^h$$

olar. Eləcə də Günəş aşağı kulminasiyada olduqda (gecəyarı) onun saat bucağı

$$t_{\odot} = 12^h$$

olduğundan gecəyarısı həqiqi Günəş vaxtı

$$T_{\odot} = 24^h$$

olar. Günəş günü ulduz günündən 3 dəqiqə 56 saniyə böyükdür. Bu da onunla əlaqədardır ki, Günəşin illik hərəkəti onun günlük hərəkətinin əksinə yönəlmişdir və Günəş gündə illik yolunun təxminən 1/365-i qədər yerini dəyişir.

Ulduz günündən fərqli olaraq həqiqi Günəş günü sabit qalmayıb il ərzində dəyişir. Dekabrın 22-də həqiqi Günəş günü ən uzun, sentyabrın 23-də isə ən qısa olur. Bu zaman ən uzun və ən qısa həqiqi Günəş günlərinin fərqi 50 - 51 saniyəyə çatır.

Həqiqi Günəş gününün belə dəyişməsinin iki səbəbi vardır:

1. Günəşin illik hərəkəti ekliptika üzrə baş verir, onun vaxtı təyin edən saat bucağı isə ekliptika ilə  $23^{\circ}26'22''$ -lik bucaq əmələ gətirən göy ekvatoru boyunca ölçülür.

2. Günəşin ekliptika üzrə hərəkəti bərabərsürətli deyil.

Beləliklə, həqiqi Günəş günü və onunla bağlı olan həqiqi Günəş vaxtı bərabərsürətlə axmır. Ona görə orta Günəş və onunla təyin olunan orta Günəş vaxtı anlayışları daxil edilir.

### § 4.4. Orta Günəş vaxtı

**Günəşin ekliptika üzrə illik hərəkətinin orta sürəti ilə ekvator boyunca sabit sürətlə hərəkət edən və yaz bərabərliyi nöqtəsindən Günəşlə eyni vaxtda keçən xəyali nöqtə orta Günəş və ya orta ekvatorial Günəş adlanır.**

**Eyni coğrafi meridianda orta ekvatorial Günəşin iki ardıcıl eyni adlı kulminasiyası arasında keçən vaxt fasiləsinə orta Günəş günü deyilir.**

Orta Günəş gününün də başlanğıcı onun aşağı kulminasiyasından hesablanır.

**Orta Günəşin aşağı kulminasiyası anından verilmiş ana qə-**

**dər keçən vaxta orta Günəş vaxtı deyilir.**

Orta Günəş vaxtını  $T_m$  və orta Günəşin saat bucağını  $t_m$  ilə işarə etsək

$$T_m = t_m + 12^h \quad (4.6)$$

olar. Orta Günəş yuxarı kulminasiyada olduqda orta günorta olur. Bu anda

$$t_m = 0^h$$

olduğundan günorta vaxtı

$$T_m = 12^h$$

olar. Orta Günəş aşağı kulminasiyada olduqda (gecəyarısı)

$$t_m = 12^h$$

və orta Günəş vaxtı

$$T_m = 24^h$$

olar. Hazırda bütün dünyada istifadə olunan vaxt orta Günəş vaxtıdır. Qeyd edək ki, bundan sonra gün dedikdə biz orta Günəş gününü, vaxt dedikdə isə orta Günəş vaxtını nəzərdə tutacağıq.

**§ 4.5. Vaxt tənliyi**

Eyni an üçün verilmiş coğrafi meridianda orta və həqiqi Günəş vaxtlarının fərqi

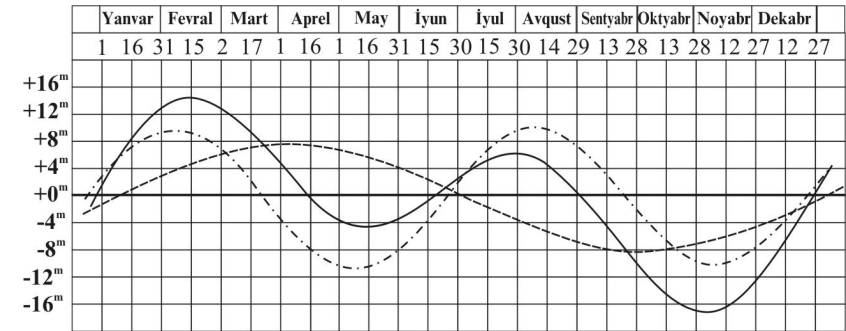
$$\eta = T_m - T_{\odot} = t_m - t_{\odot} \quad (4.7)$$

**vaxt tənliyi** adlanır. Vaxt tənliyini əslində vaxt düzəlişi adlandırmaq daha doğru olardı. Lakin o tarixi olaraq astronomiyaya vaxt tənliyi kimi daxil olmuşdur.

Vaxt tənliyi il ərzində kəsilmədən dəyişir. Bu dəyişmə şəkil 4.2 -də (bütöv xətt) göstərilmişdir. Vaxt tənliyinin il ərzində dəyişmə əyrisi illik və yarımillik dövrlü iki sinusoidin cəmindən ibarətdir. İllik dövrlü sinusoid Günəşin ekliptika üzrə hərəkəti nəticəsində  $\eta$  -nin dəyişməsinə (qırıq xətt) göstərir və

**mərkəzin tənliyi** adlanır. Yarımillik dövrlü sinusoid isə ekliptikanın ekvatora meyilli olması ilə əlaqədar olaraq  $\eta$  -nin dəyişməsinə (nöqtəli qırıq xətt) göstərir və **ekliptikanın meylinin tənliyi** adlanır.

Şəkildən görüldüyü kimi  $\eta$  bəzən müsbət, bəzən də mənfi olur, ildə 4 dəfə (15 aprel, 14 iyun, 1 sentyabr və 24 dekabr) sıfıra çevrilir; 4 dəfə isə ekstremal qiymət alır. Onların ən başlıcası fevralın 11-də ( $\eta = +14^m$ ) və noyabrın 2-də ( $\eta = -16^m$ ) olur.



Şəkil 4.2. Vaxt tənliyinin il ərzində dəyişməsi

Doğrudan da, (4.2) -ə görə yazıla bilər ki, ulduz vaxtı

$$s = \alpha_{\odot} + t_{\odot}, \quad (4.8)$$

və ya

$$s = \alpha_m + t_m. \quad (4.9)$$

Əgər (4.8) və (4.9)-u (4.7)-də nəzərə alsaq yazıla bilər:

$$\eta = \alpha_{\odot} - \alpha_m. \quad (4.10)$$

Buradan görüldüyü kimi,  $\alpha_{\odot} > \alpha_m$  olduqda vaxt tənliyi müsbət ( $\eta > 0$ ),  $\alpha_{\odot} < \alpha_m$  olduqda isə vaxt tənliyi mənfi ( $\eta < 0$ ) olacaqdır.

Vaxt tənliyi ilin bütün günləri üçün əvvəlcədən hesablanır və astronomiyaya hərilliklərində verilir. Ona görə həqiqi Günəş

şin saat bucağına və vaxt tənliyinə görə orta Günəş vaxtını aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$T_m = T_o + \eta. \quad (4.11)$$

Doğrudan da orta ekvatorial Günəş həqiqi bir cisim olmadığından onun saat bucağını təyin etmək olmur. Ona görə həqiqi Günəşin saat bucağı müşahidədən təyin olunur və hər bir gün üçün məlum  $\eta$ -ya görə orta Günəş vaxtı təyin olunur.

#### § 4.6. Vaxt hesablama sistemləri

Aydındır ki, ixtiyari göy cismi və ya xəyali nöqtə (həqiqi Günəş, orta Günəş, yaz bərabərliyi nöqtəsi və s.) müxtəlif coğrafi meridianlarda müxtəlif anlarda kulminasiya edir, başqa sözlə müxtəlif anlarda göy meridianından keçir. Bu səbəbdən müxtəlif coğrafi meridianlarda gün müxtəlif anlarda başlayır və vaxt müxtəlif olur. Ona görə müxtəlif vaxt anlayışları daxil edilir.

##### 1. Yerli vaxt

**Verilmiş coğrafi meridiandakı vaxta həmin meridianın yerli vaxtı deyilir.**

Verilmiş coğrafi meridianın bütün yerlərində verilmiş göy cismi (məsələn, Günəş) eyni anda kulminasiya etdiyindən, bu coğrafi meridianın hər yerində yerli vaxt eyni olacaqdır. Coğrafi uzunluqları  $\lambda_1$  və  $\lambda_2$  olan iki məntəqənin vaxtlarının fərqi bu coğrafi uzunluqların fərqinə bərabər olacaqdır. Məsələn,  $\lambda_1$  və  $\lambda_2$  uzunluqlu məntəqələrin ulduz, həqiqi və orta Günəş vaxtlarının fərqi aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$s_1 - s_2 = \lambda_1 - \lambda_2, \quad (4.12)$$

$$T_{o1} - T_{o2} = \lambda_1 - \lambda_2, \quad (4.13)$$

$$T_{m1} - T_{m2} = \lambda_1 - \lambda_2. \quad (4.14)$$

##### 2. Ümumdünya vaxtı

**Sıfırıncı Qrinvic meridianı üçün yerli vaxt ümumdünya vaxtı adlanır.**

Coğrafi uzunluq sıfırıncı meridiandan şərqə doğru hesablanır. Onda aydındır ki, Yer səthinin verilmiş nöqtəsindəki yerli vaxt ümumdünya vaxtı ilə həmin nöqtənin saatlarla hesablanmış coğrafi uzunluğunun cəminə bərabər olacaqdır. Əgər ümumdünya vaxtını  $T_o$  ilə işarə etsək, coğrafi uzunluğu  $\lambda$  olan meridianda yerli orta Günəş vaxtı

$$T_m = T_o + \lambda \quad (4.15)$$

olar.

##### 3. Dilim vaxtı

Aydındır ki, Yer səthində sonsuz sayda meridian çəkmək olar və sonsuz sayda yerli vaxt olar. Bu uyğunsuzluğu aradan qaldırmaq üçün 1884-cü ildə dilim vaxtı anlayışı daxil edilmişdir. Bu məqsədlə Yer səthi hər biri  $15^\circ$  təşkil edən 24 dilimə ayrılır və **verilmiş dilimin mərkəzi meridianının yerli vaxtı bütün dilimə şamil edilir və dilim vaxtı adlanır**. Yəni vaxt hesabı yalnız bu dilimlərin mərkəzi meridianlarında aparılır.

Mərkəzi meridianı Qrinvicdən keçən dilim başlanğıc dilim qəbul edilir. Dilimlərin nömrəsi bu dilimdən şərqə tərəf hesablanır. Onda aydındır ki, hər dilim  $1^h$  təşkil etdiyindən ixtiyari  $n$ -ci dilim üçün orta dilim vaxtı

$$T_n = T_o + n^h \quad (4.16)$$

olar. Burada  $n$  dilimin nömrəsidir. Azərbaycanın paytaxtı Bakı şəhəri üçüncü dilimdə ( $n=3$ ) yerləşdiyi üçün Bakıda dilim



vaxtı

$$T_n = T_o + 3^h \quad (4.17)$$

olar.

#### 4. Fərman vaxtı

1930-cu ildən keçmiş Sovetlər İttifaqında gündüz işığından səmərəli istifadə etmək üçün saatlar dilim vaxtına nəzərən bir saat qabağa çəkilmişdir. Bu vaxta **fərman vaxtı** (və ya dekret vaxtı) deyilir. Fərman vaxtı

$$T_f = T_n + 1^h = T_o + (n + 1)^h. \quad (4.18)$$

Bakıda fərman vaxtı

$$T_f = T_o + (n + 1)^h = T_o + 4^h \quad (4.19)$$

olar.

Bəzi ölkələrdə, o cümlədən, Azərbaycanda mart ayının axırını bazar gecəsindən etibarən saatlar daha bir saat qabağa çəkilir. Buna **yay vaxtı** deyilir. Yay vaxtı

$$T_y = T_f + 1^h = T_o + (n + 1)^h + 1^h = T_o + (n + 2)^h. \quad (4.20)$$

Yay vaxtı oktyabr ayının axırını bazar gecəsinə qədər davam edir. Bakıda yay vaxtı

$$T_y = T_f + 1^h = T_n + 2^h = T_o + (n + 2)^h = T_o + 5^h \quad (4.21)$$

olar.

#### § 4.7. Ulduz və orta Günəş vaxtları arasında əlaqə

Məlum olduğu kimi Günəşin illik hərəkəti günlük hərəkətinin əks tərəfinə yönəlib. Əgər nəzərə alsaq ki, Günəş illik hərəkəti zamanı gündə təxminən yerini  $1^\circ$  dəyişir, göstərmək olar ki, orta Günəş günü ulduz günündən təxminən  $4^m$ , daha doğrusu  $03^m 56^s.6 = 03^m.9426$  uzundur. Doğrudan da tropik il

ərzində Günəş  $360^\circ$  və ya  $24^h$  dönür. Onda bir gündə Günəşin dönməsi

$$\mu = \frac{24^h}{365.2422} = 3^m 56^s.556$$

olar. Beləliklə, tropik ildə 365.2422 orta Günəş günü və 366.2422 ulduz günü vardır. Yəni

$$365.2422 \text{ orta Günəş günü} = 366.2422 \text{ ulduz günü.}$$

Buradan

$$1 \text{ orta Günəş günü} = 1.00273 \text{ ulduz günü}$$

və ya

$$1 \text{ orta Günəş günü} = 24^h 03^m 56^s.556.$$

$$1 \text{ ulduz günü} = 0.997270 \text{ orta Günəş günü}$$

və ya

$$1 \text{ ulduz günü} = 23^h 56^m 04^s.091.$$

Aydındır ki, orta vaxt vahidləri ilə vaxt intervalı  $\Delta T_m$  olsa, ulduz vaxtı vahidləri ilə vaxt intervalı

$$\Delta S = k \Delta T_m$$

olar və ya əksinə

$$\Delta T_m = \frac{1}{k} \cdot \Delta S = k' \Delta S$$

olar. Burada

$$k = \frac{366.2422}{365.2422} = 1.00273,$$

$$k' = \frac{365.2422}{366.2422} = 0.99727.$$

#### § 4.8. Atom vaxtı

Çoxsaylı müşahidələrlə müəyyən olunmuşdur ki, Yerin öz

oxu ətrafında fırlanması bərabərsürətli deyil. Bu səbəbdən orta Günəş vaxtı da bərabərsürətlə axmır. Bəzi astronomik məsələlərin həlli üçün isə yüksək dəqiqliklə bərabərsürətlə axan vaxt sistemi tələb olunur. Bu məqsədlə kvarts saatlarından istifadə olunur. Bu saatlarda kvarts lövhə yüksək gərginlikli dəyişən cərəyanla sabit və yüksək tezliklə rəqs etdirilir. Sonra xüsusi qurğu ilə yüksək tezlikli rəqslər kiçik tezlikli sabit rəqslərə çevrilir və bu rəqslər saatın əqrəbinə ötürülərək saniyə impulsları yaradır. Kvarts saatları ilə vaxtı  $10^{-6}$  saniyə dəqiqliyi ilə ölçmək olur.

Bəzi elmi-texniki məsələlərin həlli vaxtın  $10^{-8}$  saniyə dəqiqliyi ilə ölçülməsini tələb edir. Bunun üçün seziyum  $^{133}\text{Cs}$  izotopunun əsas səviyyəsinin ifrat incə yarım səviyyələri arasında rezonans keçidə uyğun gələn tezliyin tərs qiyməti atom saniyəsi qəbul edilir. Bu bir saniyədə 9192631770 rəqsə uyğun gəlir və ona əsaslanan vaxta **atom vaxtı** deyilir. Atom saniyəsi 1967-ci ildə beynəlxalq sistemdə vaxt vahidi kimi qəbul olunmuşdur. Vaxt sisteminin seziyum etalonu bir çox astronomiya və meteorologiya mərkəzlərində saxlanılır. Astronomiya vaxtı ilə atom vaxtı arasındakı fərq çox kiçikdir. Bu fərqi nəzərə almaq üçün hər il dekabrın 31-də, bəzi illərdə isə dekabrın 31-də və iyunun 30-da günün axırında astronomik vaxt hesabına  $\pm 1$  saniyə düzəliş edilir və bununla Yer in öz oxu ətrafında fırlanmasının bərabərsürətli olmaması nəzərə alınır.

#### § 4.9. Efemerid vaxtı

Yuxarıda dediyimiz kimi Yer in fırlanmasının qeyri-bərabərliyi ilə əlaqədar olaraq astronomik müşahidələrdən təyin olunan vaxt bərabər axan vaxt deyil. Bu vaxta **həqiqi vaxt** və ya **ümumdünya vaxtı** deyilir. Ayın, Merkuri və Veneranın hərəkətlərinə əsaslanan vaxt bərabərsürətlə axan vaxtdır. Bu vaxta **Nyuton vaxtı** və ya **efemerid vaxtı** deyilir.

#### § 4.10. Yuli günləri

Visokos sistemini nəzərə almaqla eyni vaxt sistemində sonra baş vermiş hadisə tarixindən əvvəlki hadisənin baş vermə tarixini çıxmaqla bu hadisələr arasında keçən vaxtı hesablamaq olar. Lakin uzun vaxt fasilələrini hesabladığımızda bu bəzi çətinliklərə gətirə bilər. Ona görə XI əsrdə Skaligerin təklifi ilə bizim eradan əvvəl 4713-cü ilin yanvarın 1- dən günlərin ardıcıl hesabı aparılır. Skaliger atasının şərəfinə bu günləri **Yuli günləri** adlandırmışdır. Yuli günlərinin başlanğıcı Qrinviç meridianının günortası qəbul olunmuşdur.

Skaliger Yuli günlərinin hesablanma başlanğıcını üç kiçik dövrün hasilindən alınan 7980 illik böyük dövrün başlanğıcı kimi seçmişdir. Bu dövrlər aşağıdakılardır:

1. 28 illik dövr (28 illik dövrlə yeddi günlük həftənin günləri təqvim ilinin eyni gününə düşür),
2. 19 illik dövr (Meton dövrü, hər 19 ildən bir Ayın fazaları təqvim ilinin eyni gününə düşür),
3. 15 illik dövr (Qədim Romada vergi sistemində istifadə olunurdu).

Doğrudan da

$$28 \cdot 19 \cdot 15 = 7980$$

olar.

Skaliger hesablamışdır ki, bu dövrlərin başlanğıcı yeni eradan əvvəl 4713-cü il yanvarın 1-nə uyğun gəlir.

#### § 4.11. Tarixin dəyişmə xətti

Yuxarıda dediyimiz kimi qərbdən şərqə doğru hər bir dilimdə saatlar bir saat irəlini göstərir. Ona görə Yer in fırlanma istiqamətində, yəni qərbdən şərqə doğru hərəkət edən yolçu hər yeni dilimə keçdikcə saatını 1 saat qabağa çəkməlidir. Beləliklə, gündə 1 dilim qət edən yolçu Yer ətrafında tam bir

dövr edib əvvəlki yerinə qayıtdıqda saatını 24 saat qabağa çəkməli olur. Nəticədə onun təqvim hesabı bir gün əvvəli göstərir. Ona görə ki, o, Yer ətrafında əlavə bir dövr etmiş olur.

Əksinə, şərqdən qərbə doğru, Yerin fırlanmasının əksi istiqamətində hərəkət edən yolçu təqvimdə 1 gün itirmiş olar. Məsələn, martın 24-də şərqdən qərbə doğru hərəkət edən və gündə 1 dilim qət edən yolçu əvvəlki yerinə qayıdanda görə ki, orada martın 25-i yox hələ 24-dür.

Bu hərcmərciliyi aradan qaldırmaq üçün Qrinvic meridianından  $180^\circ$  fərqlənən meridiandan keçən xətt **tarixin dəyişmə xətti** qəbul olunmuşdur. Bu xətt yaşayış olmayan Antarktida istisna olmaqla heç yerdə quruya toxunmur. Hər yeni gün ilk olaraq bu xətdə başlayır, başqa sözlə, ayın tarixi birinci bu xətdə dəyişir. Bu xətti qərbdən şərqpə tərəf keçən yolçu təqvim tarixinin rəqəmini bir vahid azaltmalı, şərqdən qərbə keçən isə bir vahid artırmalıdır.

#### § 4.12. Astronomiya təqvimləri

**Uzun zaman fasilələrinin hesablanma və saxlanma sistemlərinə təqvim deyilir.**

Təqvimlər insan cəmiyyətinin həyati tələbləri ilə əlaqədar olaraq yaranmış, inkişaf etmiş və təkmilləşmişdir.

Təqvimlərin tarixi çox qədimdir. Hələ beş min il bundan əvvəl Misirdə vaxtın tələblərinə cavab verə bilən ilk təqvim olmuşdur. Sonralar müxtəlif təqvim sistemləri tərtib olunmuş və onlar uzun illər ərzində dəqiqləşdirilmiş və mükəmməlləşdirilmişdir.

Bəs təqvimlərin tərtibində hansı zaman vahidlərindən (və ya etalonlarından) istifadə olunur? Hələ qədim insanlar belə etalonların təbiətin özündən götürülməsinin daha məqsədəuyğun olduğunu hiss etmişlər. Bu etalonlar aşağıdakılardır:

1. Gün – Yerin öz oxu ətrafında fırlanma dövrü;
2. Sinodik ay – Ayın iki ardıcıl eyni adlı fazası arasında keçən vaxt;
3. Tropik il – Günəş diski mərkəzinin yaz bərabərliyi nöqtəsindən iki ardıcıl keçmə anları arasındakı vaxt.

Təqvimin tarixi beş min ildən çox olmasına baxmayaraq, bu günə qədər tam dəqiq təqvim tərtib etmək mümkün olmamışdır. Bu onunla əlaqədardır ki, təqvimlərdə istifadə olunan üç zaman vahidi (orta Günəş günü, sinodik ay və tropik il) bir-biri ilə dəqiq ifadə olunmur. Nə sinodik ay, nə də tropik il tam sayda günlərdən ibarət deyil. Beləliklə, təqvimlərin tərtibində biz bir-biri ilə ölçülməz olan üç zaman etalonu ilə rastlaşırıq.

Təbiidir ki, təqvim ili və təqvim ayı yalnız tam sayda günlərdən ibarət olmalıdır. Tropik il və sinodik ay isə tam sayda günlərdən ibarət deyil. Ona görə də hər bir təqvim sistemi müəyyən yaxınlaşma üçün hesablanır və təqribidir. Bu zaman çalışmaq lazımdır ki, təqvim ili və təqvim ayı uyğun olaraq tropik il və sinodik aya mümkün qədər yaxın olsun.

Hər bir təqvim özünün daxili və xarici quruluşu ilə xarakterizə olunur. Təqvimin daxili quruluşunu təqvimdəki ayların və kvartalların və eləcə də həftənin günlərinin ayın tarixi ilə uyğunluğu təşkil edir. Təqvimin xarici quruluşunu isə təqvim ilinin uzunluğunun tropik ilin (Ay təqvimlərində Ay ilinin) uzunluğu ilə uyğunluğu təşkil edir. Bu da təqvimdə **uzun illərin** daxil edilməsi qaydası ilə, başqa sözlə, "**visokos**" qaydası ilə təyin olunur. Visokos - yunanca biseksus sözündən əmələ gəlib hərfi mənası "altıncı iki dəfə" deməkdir.

Astronomiya təqvimləri üç sinfə ayrılır:

1. Günəş təqvimləri;
2. Ay təqvimləri;
3. Ay-Günəş təqvimləri.

Bu təqvimlərdən ən geniş yayılanı Günəş təqvimləridir. Hazırda dünyanın əksər ölkələrində Günəş təqvimlərindən istifadə olunur. Bu təbiidir, çünki insan cəmiyyətinin əməli fəaliyyəti və yaşama bilavasitə Günəşlə, Günəşin doğub-batması ilə, Günəşin illik zahiri hərəkəti və fəsillərin əvəz olunması ilə bağlıdır.

Ay təqvimləri əsasən şərq ölkələrində yaranmışdır. Bu təqvimlər bəzi müsəlman ölkələrində indi də geniş istifadə olunur.

Ay-Günəş təqvimləri çox mürəkkəbdir. Bu təqvimlər yəhudi dinində geniş istifadə olunur. Günümüzdə Ay-Günəş təqvimi yalnız İsraildə işlədilməkdədir.

Günəş təqvimləri Günəşin göy sferində illik zahiri hərəkətinə, Ay təqvimləri Ayın Yer ətrafında hərəkətinə, Ay-Günəş təqvimləri isə həm Günəşin, həm də Ayın hərəkətinə əsaslanır.

### § 4.13. Günəş təqvimləri

#### 1. Yuli təqvimi

Qədim Romada təqvim ilinin uzunluğu 366.25 gün təşkil edirdi, yəni tropik ildən bir gün artıq idi. Bu da təqvimdə nizamsızlığa və dini bayramların təyinində çətinliyə səbəb olurdu. Bu nizamsızlığı aradan götürmək üçün bizim eradan əvvəl 46-cı ildə Roma imperatoru Yuli Sezarın təklifi və göstərişi ilə Misir astronomu Sozigen yeni təqvim layihəsi vermişdir. Bu layihəyə görə 4 illik dövrdə 3 adi və 1 visokos (uzun) il vardır. Təqvim ilinin uzunluğu 3 il dalbadal 365 gündən, dördüncü il isə 366 gündən ibarətdir. Beləliklə, təqvim ilinin orta uzunluğu

$$\frac{365 \cdot 3 + 366}{4} = 365.25$$

orta Günəş gününə bərabərdir.

#### Yuli təqvimi

Ayların sıra nömrəsi	Ayların adı	Aydakı günlərin sayı
1	Yanvar	31
2	Fevral	28 (29)
3	Mart	31
4	Aprel	30
5	May	31
6	İyun	30
7	İyul (kvintilis)	31
8	Avqust (seksstilis)	30
9	Sentyabr	30
10	Oktyabr	31
11	Noyabr	30
12	Dekabr	31

Yuli təqvimində təqvim ili ilə tropik ilin fərqi

$$\Delta = \text{təqvim ili} - \text{tropik il} = 365.2500 - 365.24220 = 0.0078 \text{ orta Günəş günü} = 11^m 14^s.$$

Bu fərq 128 ildə bir günə, 400 ildə isə 3 günə çatır. Təqvim layihəsi Yuli Sezarın fərmanı ilə təsdiq olunduğundan **Yuli təqvimi** adlanır. Yuli təqvimi cədvəl 4.1-də verilmişdir.

#### 2. Qriqori təqvimi

XVI əsrdə Yuli təqvim ili ilə tropik il arasındakı fərq on günə çatmışdır. Həmin əsrin axırlarında yaz bərabərliyi martın 21-nə yox, 11-nə düşürdü. Bu nöqsanı aradan götürmək və yaz bərabərliyini öz yerinə qaytarmaq üçün 1582-ci ildə Roma papası XIII Qriqori xüsusi komissiya təşkil etdi. Komissiya fransız riyaziyyatçısı və həkimi Lullinin layihəsini bəyəndi. Bu layihə əsasında XIII Qriqori xüsusi əmr verdi. Bu əmrdə deyilirdi:

1. 1582-ci il martın 4-dən sonra 5-i yox, martın 15-i hesab olunsun.

2. Gələcəkdə də yaz bərabərliyini öz yerində saxlamaq üçün hər 400 ildən bir təqvim ilində yığılan 3 gün fərqi təqvim-

dən atılsın. Bu məqsədlə yalnız o əsri illər visokos hesab edilsin ki, onların yüzilliklərinin sayı 4-ə bölünsün.

Qriqori təqvimində 400 illik dövrdə 303 adi və 97 uzun il vardır. Ona görə təqvim ilinin orta uzunluğu

$$\frac{365 \cdot 303 + 366 \cdot 97}{400} = 365.2425$$

orta Günəş günü olur.

Buradan alarıq ki, tropik illə təqvim ilinin fərqi

$$\Delta = \text{təqvim ili} - \text{tropik il} = 0.0003 \text{ orta Günəş günü.}$$

Bu fərq yalnız 3280 ildə bir günə çatır. Beləliklə, Qriqori təqvimi kifayət qədər dəqiqdir.

*Cədvəl 4.2*

#### Qriqori təqvimi

Ayların adı	Yanvar	Fevral	Mart	Aprəl	May	İyun	İyul	Avqust	Sentyabr	Oktyabr	Novabr	Dekabr
Ayların nömrəsi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Aydakı günlərin sayı	31	28/29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
İlin günlərinin sayı	Sadə il	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334
	Uzun il	31	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335

Qriqori təqvimində era İsa peyğəmbərin anadan olduğu ildən hesablanır. Bu tarixə **Miladi tarix** deyilir.

Qriqori təqvimində il 12 aya bölünür. Təqvim ilindəki günlərin aylara görə paylanması cədvəl 4.2-də verilmişdir. Adi illərdə fevral 28, uzun illərdə isə 29 gündən ibarətdir.

### 3. Hicri - Şəmsi (Hicri - Günəş) təqvimi

Bu təqvim də Günəş təqvimidir, məşhur şair və riyaziyyatçı Ömər Xəyyam tərəfindən tərtib olunmuşdur. Təqvim ili 12 aydan ibarətdir. Təqvimdə 33 illik dövrdə 25 sadə və 8 uzun il vardır. Bu dövrdə 7 dəfə uzun il üç ildən bir, 8-ci uzun

il isə dörd ildən sonra daxil edilir. Ona görə təqvim ilinin orta uzunluğu

$$\frac{365 \cdot 25 + 366 \cdot 8}{33} = 365.24242$$

orta Günəş günü olur.

Bu tropik ildən cəmi 0.00022 gün uzundur. Bu fərq yalnız 4500 ildə bir günə çatır. Beləliklə Hicri - Günəş təqvimi Qriqori təqvimindən də dəqiqdir.

Hicri - Şəmsi təqvimində era Məhəmməd peyğəmbərin Məkkədən Mədinəyə köçdüyü gündən (bizim eramın 622-ci ilinin iyul ayının 16-dan) hesablanır. Bu təqvimlə ilin başlangıcı və ya yeni il fərvərdin ayının 1-dir. Bu da Qriqori təqvimi ilə mart ayının 21-nə (gecə - gündüz bərabərləşdiyi günə) düşür.

*Cədvəl 4.3*

#### Hicri - Şəmsi (Hicri - Günəş) təqvimi

Ayların adı	Fərvərdin	Ordibehişt	Hordad	Tir	Mordad	Şəhrivər	Mehr	Aban	Azər	Dey	Bəhmən	İsfənd
Ayların nömrəsi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Aydakı günlərin sayı	31	31	31	31	31	31	30	30	30	30	30	29/30
İlin günlərinin sayı	Sadə il	31	62	93	124	155	186	216	246	276	306	336
	Uzun il	31	62	93	124	155	186	216	246	276	306	336

Təqvim ilindəki günlərin aylara görə bölünməsi cədvəl 4.3-də verilmişdir. Sadə illərdə İsfənd ayı 29 gündən, uzun illərdə isə 30 gündən ibarətdir.

### § 4.14. Ay təqvimləri

#### 1. Ərəb Ay (Hicri - Qəməri) təqvimi

Bu, Ay təqvimidir. Təqvimdə əsas vaxt vahidi olaraq

Ayın iki ardıcıl eyni adlı fazası arasındakı vaxt müddəti götürülür. Bu vaxt vahidi **sinodik ay** adlanır. Sinodik ayın uzunluğu 29.53059 gündür. Onda Ay astronomik ilinin uzunluğu  $29.53059 \cdot 12 = 354.36706$  orta Günəş günü olar. Ay təqvim ilində də aylar tam günlərdən ibarət olmalıdır. Ona görə ilin 6 ayı 30 gün, 6 ayı isə 29 gün götürülür. Onda Ay təqvim ilinin uzunluğu

$$29 \cdot 6 + 30 \cdot 6 = 354$$

orta Günəş günü olacaqdır. Buradan Ay təqvim ili ilə Ay astronomik ilinin fərqi 0.36703 orta Günəş günü olar. Bu fərqi aradan götürmək üçün təqvimə uzun il daxil edilir.

*Cədvəl 4.4*

**Ərəb Ay (Hicri - Qəməri) təqvimi**

Ayların adı	Məhərrəm	Səfər	Rəbbi I	Rəbbi II	Cümada I	Cümada II	Rəcəb	Şaban	Ramazın	Şavval	Zülqədə	Zülhiccə	
Ayların nömrəsi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Aydakı günlərin sayı	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29/30	
İlin günlərinin sayı	Sədə il Uzun il	30	59	89	118	148	177	207	236	266	295	325	354
		30	59	89	118	148	177	207	236	266	295	325	355

Ərəb Ay təqvimində 30 illik dövrdə 19 adi və 11 uzun il vardır. Onda Ay təqvim ilinin orta uzunluğu

$$\frac{354 \cdot 19 + 355 \cdot 11}{30} = 354.36667$$

orta Günəş günü olar. Buradan tapırıq ki, Ay astronomik ili ilə Ay təqvim ilinin fərqi 0.00039 orta Günəş günüdür. Bu fərq 2564 ildə bir günə çatır.

Ərəb Ay təqvimində də era Məhəmməd peyğəmbərin Məkkədən Mədinəyə köçdüyü gündən hesablanır. Bu təqvim-

də ilin başlanğıcı və ya yeni il məhərrəm ayının 1-dir. Bu da həmişə təzə Ay fazasına (ayın təzələnməsinə) uyğun gəlir.

Ay təqvimində aylarla fəsillər arasında əlaqə yoxdur. Eyni ay müxtəlif illərdə müxtəlif fəsillərə düşür. Bu da onunla əlaqədardır ki, Ay təqvimində ilin uzunluğu Günəş təqvimindəkindən bəzən 10 gün, bəzən 11 gün, bəzən də 12 gün qısa-dır.

Ay təqvimində ilin uzun il olduğunu təyin etmək üçün, ili göstərən ədədi 30-a bölmək lazımdır. Əgər qalıq 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 və 29 ədədlərindən birinə bərabər olarsa onda təqvim ili uzun il hesab olunur.

Ay təqvimində günlərin aylara bölünməsi cədvəl 4.4-də verilmişdir. Sədə illərdə Zülhiccə ayı 29 gündən, uzun illərdə isə 30 gündən ibarətdir.

**2. Türk Ay təqvimi**

Türk ay təqvimi 8 illik dövrə əsaslanmışdır. Bu dövrdə 5 adi, 3 visokos il vardır. Visokos illərin daxil edilməsi elə seçilir ki, təqvim ilinin axırında Ay astronomik ili ilə Ay təqvim ilinin fərqi yarım gündən artıq olmasın. Bu o vaxt ödənilir ki, 8 illik dövrün 2-ci, 5-ci və 8-ci illəri visokos olsun.

Türk Ay təqvim ilinin 8 illik dövrdəki orta uzunluğu

$$\frac{354 \cdot 5 + 355 \cdot 3}{8} = 354.3750$$

orta Günəş gününə bərabərdir. Onda tapırıq ki, Ay təqvim ilinin orta uzunluğu ilə Ay astronomik ilin uzunluğunun fərqi

$$\Delta = 354,37500 - 354,36706 = 0,00794 \text{ gün}$$

olar. Bu fərq 126 ildə 1 günə çatır.

Maraqlıdır ki, türk dövründə Ay təqvim ilindəki günlərin sayı həftədəki günlərin sayına qalıqsız bölünür:

$$\frac{354 \cdot 5 + 355 \cdot 3}{7} = 405.$$

Bu elə daimi təqvim düzəltməyə imkan verir ki, hər 8 illik dövrdə ayın tarixi ilə həftənin günləri arasında uyğunluq alınsın. Məsələn, hər ayın başlanğıcı həftənin eyni gününə uyğun gəlsin.

#### § 4.15. Yeni təqvim layihələri

Bir az əvvəl dediyimiz kimi təqvimin 5000 ildən çox tarixi olmasına baxmayaraq bu günə qədər dəqiq təqvim tərtib etmək mümkün olmamışdır və gələcəkdə də mümkün olmayacaqdır. Bu da onunla əlaqədardır ki, təqvimlərdə istifadə olunan əsas zaman vahidləri orta Günəş günü, sinodik Ay və tropik il bir-biri ilə dəqiq ifadə olunmur.

İndi istifadə etdiyimiz təqvimlərin əsas qüsuru aylardakı günlərin sayının eyni olmaması, həftənin günlərinin təqvimin eyni tarixlərinə düşməməsi, Günəş təqvimlərində təqvim ilinin uzunluğunun tropik ilin uzunluğundan fərqli olması, Ay təqvimlərində Ay təqvim ilinin Ay ilindən fərqli olmasıdır.

Yuxarıda göstərilən qüsurları qismən də olsa aradan qaldırmaq üçün bir çox layihələr təklif olunmuşdur. Onlardan Armelinin verdiyi layihə daha maraqlıdır. Bu layihəyə görə təqvim ili 4 kvartala bölünür. Hər kvartalın 1-ci ayı 31 gündən, digər 2-si isə 30 gündən ibarətdir. Kvartalların hamısı eyni uzunluqlu olub 13 həftədən (91 gündən) ibarətdir. Hər kvartalın və təqvim ilinin başlanğıcı həftənin eyni gününə uyğun gəlir.

Beləliklə təqvim ilinin uzunluğu

$$\text{Təqvim ili} = 91 \times 4 = 364$$

orta Günəş günü olur. İl isə adi illərdə 365 gündən, visokos illərdə isə 366 gündən ibarət olmalıdır. Ona görə adi illərdə dekabrın 30-u ilə yanvarın 1-i arasında 1 gün hesaba alınmır və **beynəlxalq yeni il** bayramı hesab olunur. Visokos illərdə belə

beynəlxalq istirahət günü iyun ayının 30-dan sonra da daxil olunur.

#### § 4.16. Təqvim ilinin başlanğıcı və eralar

Astronomiya təqvimləri ilə əlaqədar olan çətinliklərdən biri də eranın hesablanması və təqvim ilinin başlanğıcını haradan götürməkdən ibarətdir. Adətən era və təqvim ilinin başlanğıcı müəyyən həqiqi və ya əfsanəvi təbiət hadisələrindən götürülür. İndiyə qədər 100-dən çox era məlumdur. Bu eralardan bəzilərini sayaq:

1. Vizantiya erası - Bu era yunanlar tərəfindən daxil edilmişdir və b.e.ə. 1 sentyabr 5508-ci ildən hesablanır. Hazırda pravoslav kilsəsində işlədilir.

2. Skaliger erası - Bu era bizim eradan əvvəl 1 yanvar 4713-cü ildən başlayır. Bu era məşhur fransa alimi Jozef Skaliger tərəfindən daxil edilmiş və astronomik hesablamalarda işlədilir.

3. Yəhudi erası - Bu era bizim eradan əvvəl 7 oktyabr 3761-ci ildən ("Dünyanın əmələ gəlməsi"ndən) başlanır.

4. Tsiklik çin erası - Bu era bizim eradan əvvəl 2637-ci ildən başlayır. Bu əfsanəvi Çin çarı Qoanq-tinin çarlığa başladığı ildir.

5. Budda erası - Bu era bizim eradan əvvəl 950-ci ildən başlayır. Bu era Çində, Yaponiyada və Monqolustanda işlədilir.

6. Olimpiya erası - Bu era birinci olimpiya oyunlarının keçirildiyi ildən (bizim eradan əvvəl 1 iyul 776-cı il) başlayır.

7. Xristian erası - Bu era İsa peyğəmbərin anadan olduğu ildən başlayır.

8. Sak erası - Hindistanda işlədilir. Bizim eranın 15 mart 78-ci ilindən hesablanır.

9. Diokletian erası - Bu era Roma imperatoru Diokletian

nın çarlığa başlamasından (bizim eranın 29 avqust 284-cü il) hesablanır.

10. Müsəlman erası - Məhəmməd peyğəmbərin Məkkədən Mədinəyə hicrət etməsindən (köhnə stillə 16 iyul 622-ci il) başlayır. İranda, Əfqanıstan və başqa islam ölkələrində işlədilir.

11. Cəlaləddin erası - Ömər Xəyyam tərəfindən daxil edilmişdir. Cəlaləddinin şahlığa başlamasından (15 mart 1079-cu il) hesablanır.

Hazırda ən geniş yayılmış era xristian erasıdır. Əksər avropa ölkələrində bu era XVI - XVIII -ci əsrlərdə qəbul edilmişdir. Sonralar bu era Yaponiyada 1873-cü ildə, Çində 1915-ci ildə, Sovet Rusiyasında 1918-ci ildə, Əfqanıstanda 1924-cü ildə, Türkiyədə 1926-cı ildə, Misirdə 1928-ci ildə və s. qəbul edilmişdir.

Bizim hazırda işlətdiyimiz era da xristian erasıdır. Bu era Diokletian erasının 241-ci ilində (b.e.-nin 525-ci ili) Roma monaxı Kiçik Dionisi tərəfindən daxil edilmişdir. Rusiyada xristian erası 1700-ci ildə qəbul edilmişdir. Birinci Pyotrun əmri ilə dünyanın əmələ gəlməsi erası ilə 7208-ci il dekabrın 31-dən sonra İsa peyğəmbərin anadan olduğu ildən hesablanan xristian erasının 1700-cü ili sayılmışdır.

Bəs ilin başlanğıcını hansı aydan hesablamaq lazımdır. Müxtəlif təqvimlərdən istifadə edən müxtəlif xalqlar təqvim ilinin başlanğıcını, başqa sözlə, yeni ili müxtəlif vaxtlarda qeyd edirlər. Bizim hazırda işlətdiyimiz təqvimdə yeni il yanvarın 1-də (qədim Romada yeni seçilmiş konsulların işə başladığı gün) qeyd olunur. Demək olar ki, bütün Avropa ölkələri də yeni il bayramını yanvarın 1-də qeyd edirlər.

Qeyd etmək lazımdır ki, yanvarın 1-i heç bir astronomik hadisəyə uyğun gəlmir. Sadəcə olaraq Diokletian erasının 241-ci ilində Dionisi uzun hesablamalar əsasında müəyyən etmişdir ki, İsa peyğəmbər Diokletian erasından 284 il əvvəl,

yəni  $284+241=525$  il əvvəl yanvarın 1-də anadan olmuşdur. Həmin tarix xristian erasının başlanğıcı qəbul olunmuşdur.

Kopt təqvimində ilin başlanğıcı bizim işlətdiyimiz təqvimin sentyabr ayının 11-12-nə uyğun gəlir. Bu təqvimdən Həbəşistanda, Misirdə və Sudanda istifadə olunur.

Sak erasında və Sak təqvimində ilin başlanğıcı martın 21-22-nə uyğun gəlir. Bu təqvim Hindistanda, Şri-Lankada və Nepalda istifadə olunur.

Misirdə işlədilən Diokletian erasında təqvim ilinin başlanğıcı sentyabrın 11-12-nə düşür.

Müsəlmanların Ay Hicri təqvimində ilin başlanğıcı Məhərrəm ayının 1-nə düşür. Bu təqvim ili tropik ildən 10-12 gün qısa olduğundan yeni il bizim işlətdiyimiz Günəş təqviminin müxtəlif günlərinə düşür. Məsələn, 1970-ci ildə Ay hicri təqviminin 1390-cı ilinin başlanğıcı martın 9-na, 1971-ci ildə fevralın 27-nə, 1972-ci ildə fevralın 16-na və s. düşür. Bu təqvimdən Əlcəzairdə, İranda, Yəməndə, Livanda, Liviyada, Mərakeşdə, Misirdə, Suriyada, Səudiyyə Ərəbistanında, Somalidə və s. müsəlman ölkələrində istifadə olunur.

Məşhur şair və riyaziyyatçı Ömər Xəyyamın tərtib etdiyi Günəş-Hicri təqvimində yeni il fərvərdin ayının 1-idir. Bu da bizim işlətdiyimiz Qriqori təqvimində martın 21-nə düşür. Bu təqvimdən İranda, Türkiyədə və Əfqanıstanda istifadə olunur.

Yaxınlara qədər Hindistanda bir çox təqvim sistemindən istifadə olunurdu. Bu çox təqvimliliyi aradan götürmək üçün 1952-ci ildə C. Nehrunun göstərişi ilə vahid milli hind təqvimi tərtib etmək üçün məşhur fizik Mehnad Saxanın sədrliyi altında xüsusi komissiya təşkil edilmişdir. Komissiyanın hazırladığı Günəş təqvimində yeni il (Çaytra ayının 1-i) mart ayının 22-nə düşür. Bu təqvim sistemi 1957-ci ildə xüsusi dövlət qərarı ilə qəbul olunmuşdur.

Maraqlıdır ki, qədim Roma Günəş təqvimində də təqvim



ili mart ayından başlayırdı. Yalnız b.e.ə. 46-cı ildə Yuli təqvimi tərtib olunarkən ilin başlanğıcı yanvarın 1-nə keçirilmişdir.

Bizim eradan 2000 il əvvəl Babilistanda tərtib olunmuş Ay təqvimində də ilin əvvəli martın 22-i ilə aprelin 22-i arasında düşürdü.

Beləliklə, görürük ki, ilin başlanğıcını martın 21-dən, yəni yaz bərabərliyi anından başlamağın tarixi çox böyükdür və onun İslam dini ilə heç bir əlaqəsi yoxdur.

#### § 4.17. Tsiklik təqvimlər

Hələ yeni eradan əvvəl şərqdə tsiklik təqvimlər də tərtib olunmuşdur. Bu təqvimlər içərisində Çin tsiklik təqvimi xüsusi yer tutur. Bu təqvimdə 60 illik dövrdə 5 göy budaqları və 12 yer budaqları vardır. Göy budaqları: **ağac, od, torpaq, metal və su**. Bunların hər biri tək və cüt illərə uyğun gələn iki alt budağa bölünür. Yer budaqları: **siçan, inək, pələng, dovşan, əjdaha, ilan, at, qoyun, meymun, toyuq, it və donuz**.

Çin tsiklik təqvimi cədvəl 4.5-də verilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi hər bir il bir göy və bir yer budağına uyğun gəlir. Məsələn, tsiklin 1-ci ili ağac və siçan ili; 5-ci ili torpaq və əjdaha ilidir və s.

Çox zaman illər yalnız yer budaqları ilə adlanır. Onda cədvəldən göründüyü kimi tsiklin 1, 13, 25, 37 və 49-cu illəri siçan ili; 27 və 39-cu illəri pələng ili; 52, 4, 16, 28 və 40-cı illəri dovşan ili və s. olacaqdır.

Beləliklə 60 illik dövrdə hər bir heyvan ilə işarə olunmuş il on iki ildən bir təkrar olunur. Ona görə illərin hansı heyvana uyğun gəldiyini əvvəlcədən uzun müddətə hesablamaq olar. Əlbəttə, illərin yuxarıda qeyd olunan heyvanlarla adlandırılmasının heç bir elmi əsası yoxdur.

Bizim eradan dövrü təqvimə keçmək üçün ili göstərilən

ədədi 60-a bölmək lazımdır. Bölmədən alınan qalıqdan 3-ü çıxsaq dövrü təqvimdəki ili tapırıq. Əgər bölünmədən alınan qalıq üçdən kiçik və ya üçə bərabər olsa ona əvvəlcə 60 əlavə olunub, sonra isə ondan 3 çıxılır. Nəticədə alınan ədəd dövrü təqvimdəki ili göstərir.

Cədvəl 4.5

Tsiklik çin təqvimi

Göy budaqları	Yer budaqları	I		II		III		IV		V	
		Ağac		Od		Torpaq		Metal		Su	
I	siçan	1		13		25		37		49	
II	inək		2		14		26		38		50
III	pələng	51		3		15		27		39	
IV	dovşan		52		4		16		28		40
V	əjdaha	41		53		5		17		29	
VI	ilan		42		54		6		18		30
VII	at	31		43		55		7		19	
VIII	qoyun		32		44		56		8		20
IX	meymun	21		33		45		57		9	
X	toyuq		22		34		46		58		10
XI	it	11		23		35		47		59	
XII	donuz		12		24		36		48		60

Məsələn, 1984-cü ilin dövrü təqvimdə hansı ilə uyğun gəldiyini tapaq. 1984-ü 60-a böldükdə qalıq 4 alınır. Ondan 3 çıxsaq 1 qalır. Deməli, 1984-cü il dövrün 1-ci ilidir.

Birinci tsiklin birinci ili və ya dövrü eranın başlanğıcı olaraq bizim eradan əvvəl 2637-ci il götürülüb. Bu əfsanəvi hökmdar Xuan Di-nin hakimiyyətə başladığı ildir.

Asanlıqla hesablamaq olar ki, 1983-cü il 77-ci dövrün axıncı ilidir. 1984-cü ildən 78-ci dövr başlanır. 2003-cü il 78-ci dövrün 20-ci ilidir.