

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI**

**ALISHER NAVOIY NOMIDAGI SAMARQAND  
DAVLAT UNIVERSITETI**

**Alimov T.A**

# **UMUMIY ASTRONOMIYA**

**MA'RUZALAR MATNI**

**SAMARQAND - 2011**

## **MA'RUZA MASHG'ULOTLARI**

### **1 – MA'RUZA: Astronomiya fanining predmeti va asosiy vazifalari**

**Tayanch iboralar:** Astronomiya, astrometriya, osmon mexanikasi, astrofizika, kosmik nurlar fizikasi, Gamma astronomiya, Rentgen astrofizikasi, Neytrino astrofizikasi, rasadxona, sekstant.

#### **Reja:**

1. Astronomiyaning predmeti va asosiy masalalari.
2. Astronomiya bo'limlari va bu bo'limlarning vazifalari.
3. Astronomiya taraqqiyotining qisqacha ta'rifi.

#### **1. Astronomiyaning predmeti va asosiy masalalari**

Astronomiya (yunoncha astron-yulduz, nomos-qonun) kosmik jismlar va bu jismlar sistemalarining paydo bulishi, ularning taraqqiyoti, ko'rinma va haqiqiy o'rinlari, harakatlari ximiyaviy tarkibi va tabiati, kosmosning kuzatish mumkin bo'lgan qismining tuzilishi haqidagi fandir.

Astronomiya kosmik jismlarni tuzilishini, harakatini va ularning fazodagi o'rinlarini o'rganish asosida olamning tuzilishi va rivojlanishi haqida ma'lumotlar beradi.

Kosmik jismlarni o'rganishda astronomiya o'z oldiga ketma-ket yechish uchun uchta masala qo'yadi, bu masalalarga uning asosiy masalalari deyiladi.

1. Kosmik jismlarni fazodagi ko'rinma hamda haqiqiy o'rni va harakatini o'rganish, jismlarni shaklini va o'lchamlarini aniqlash.
2. Kosmik jismlarni tuzilishini, fizik xususiyatlarini, ximiyaviy tarkibini, jismlarni yuzidagi va ichidagi fizikaviy ifodalarini, zichligini, bosimini va temperaturasini aniqlash.
3. Paydo bulish va rivojlanish muammosini hal etish asosida alohida kosmik jismlarni yoki ular sistemalarini taqdirini aniqlashdan iborat.

Astronomiya birinchi masalani hal etishda uzoq davrlar mobaynida olib borilgan kuzatishlar natijalariga asoslanadi. Bunda u 300 yil oldin ma'lum bo'lgan mexanika qonunlaridan foydalaniladi. Astronomiyaning bu bo'limida asosan yer sirtiga yaqin joylashgan kosmik jismlar to'g'risida katta ma'lumotlar to'plangan.

Hozirgacha kosmik jismlarni to'zulishi, fizikaviy xususiyatlari va ximiyaviy tarkibi to'g'risida juda kam material to'plangandir. Bu bo'limdagi juda ko'p masalalar yaqin oradan boshlab yechilayapti.

Astronomiyaning 3-chi masalasi oldingi 2-ta masalasiga ko'ra murakkabdir, chunki bu masalani hal etish uchun hali yetarli kuzatish natijalari to'plangan emas. Shuning uchun bu masala haqidagi bizning bilimlarimiz hozircha gipotezalar shaklidir.

Demak, astronomiya predmeti bo'lib kosmik jismlar ularning sistemalari va

butun koinotni o'rganish hisoblanadi.

## **2. Astronomiya bo'limlari va bu bo'limlarning vazifalari**

Astronomiya ishlatiladigan informasiyaga ko'ra, uchta bo'limga bo'linadi. Astrometriya, Osmon mexanikasi va astrofizika, astrometriya osmondagi burchaklarni ulchashni nazariy va praktik metodlariga asoslanib, osmon jismlarini o'rnini va yerning aylanishini o'rganadi. Buning uchun osmon jismlarini pozision kuzatishlari tashkil etiladi. Astrometriyaning ikkita muhim maqsadi mavjuddir:

1. Astronomik koordinatalar sistemasini aniqlash.
2. Yerning aylanishi qonuniyatlarini to'la xarakterlovchi parametrlarni aniqlash.

Astrometriyaning asosiy vazifasi yulduzlar va yulduzlar sistemasini harakatini o'rganish uchun, o'rinlari juda xam aniq bo'lgan yulduzlar katalogini tuzishdan iboratdir.

Osmon mexanikasi butun dunyo tortishish kuchlari ta'sirida osmon jismlarini harakati qonunlarini o'rganadi, ularni orbitalarini aniqlash metodlari hamda jismlarning, osmondagi o'rnini oldindan hisoblash (efemerida tuzish) metodlarini o'rganadi. Bu masalalarni yechishda osmon mexanikasi astrometriya bilan chambarchas bog'langandir.

Astrofizika kosmik jismlarning tuzulishini fizik xususiyatlarini, yulduzlar va Quyosh energiyasi manbalarini, yulduzlararo fazodagi diffuz materiyani o'rganadi. Astrofizika bu masalalarni yechishda astrometriya va osmon mexanikasi natijalariga asoslanadi. Galaktika, yulduzlar sistemasini o'rganish kabi murakkab masalalarda astronomiyaning har uch bo'limining metodlaridan foydalaniladi va bunda ba'zida yulduzlar astronomiyasi degan bo'lim xam ajratiladi. Astrofizika xam uch bo'limga: rentgen astrofizikasi, gamma-astronomiya, neytrino-astrofizikasiga bo'linadi.

## **3. Astronomiya taraqqiyotining qisqacha tarifi**

Astronomiya eng qadimgi fanlardan biri bo'lib, u boshqa fanlar kabi kishilarning moddiy hayoti talablari asosida paydo bo'lgan. Qadimgi kishilar eng oddiy astronomik kuzatishlar natijalaridan foydalana boshlaganlar. Astronomiyaning kurtaklari Bobul, Misr, Hindiston va boshqa bir qator mamlakatlarda bundan bir necha ming yillar oldin paydo bo'lgan. Masalan, Misr olimlari miloddan 3 ming yil avval Nil daryosi toshqinining boshlanish kunini astronomik kuzatishlar asosida oldindan aytib berganlar. Bunda yorug' yulduz siriusning sharqda ertalabki Quyosh shafaqlari bilan bir vaqtda paydo bo'lgan kuni toshqin boshlanishi aniqlangan edi. Qadimgi astronomlar osmon yoritgichlarini osmon sferasidagi ma'lumotlarga asoslanib masalan Oy va Quyosh tutilishlari vaqtini oldindan aytib bera olganlar.

Yunonlar kuzatishlar bilan birgalikda hodisalarni kelib chiqishi sabablarini tushuntirishga xam harakat qilganlar. Yerning sharsimon shaklda ekanligini isbotlab bergan Aristotel olamning asosida yer joylashgan degan sistemaga asos solgan. Eratosfen (Mil.av.Z asr) yerning radiusini o'lchagan, Mashhur yunon olimi

Gipparx 1022 ta yulduzning osmon sferasidagi o'rnini aniqlagan 2 asrga kelib mashhur yunon olimi Ptolomey yunon astronomiyasi erishgan natijalarni umumlashtirib sayyoralarni sirtmoqsimon harakatini tushuntira oladigan geosentrik sistemani ishlab chiqdi. Bu sistemaga asosan olam markazida sharsimon yer harakatsiz turib uning atrofida sayyoralar, Oy va Quyosh deferentlar deb ataluvchi aylanalar buylab harakat kiladi.

Geosentrik sistema yunon astronomiyasi taraqqiyotining eng yuqori cho'qqisi edi. Keyinchalik astronomiya markazi sharqga ko'chdi. IX-XV asrlarda yaqin va O'rta Sharq hamda O'rta Osiyo mamlakatlarida katta-katta rasadxonalar qurilib bu rasadxonalarda astronomiya bilan shugullana boshlaganlar. Bunda Ibn Yunus. Al Battoniy, Al-Fargoniy, Al-Xorazmiy degan mashhur kishilar ijod qilganlar.

X-XI asrlarda yashab ijod qilgan Abu Rayxon Beruniy astronomiyaga doir 40 ga yaqin risola yozgan. Uning «xronologiya» deb ataluvchi asarida o'sha davrda ishlatiladigan taqvimlar batafsil bayon qilingan va bir taqvim sistemasidan ikkinchisiga o'tish yo'llari ko'rsatilgan.

Beruniyning izdoshi Umar Xayyom koinotning cheksizligiga oid juda ko'p yangi goyalarni ilgari surgan. O'sha davrda mashhur Quyosh taqvimini ishlab chiqqan. XIV asrda Ozorboyjonning poytaxti Marokandda mashhur astronom Nasriddin Tusiy rahbarligida qurilgan rasadxona uzoq vaqtga Sharqda eng yirik rasadxona hisoblangan. Bu rasadxonada ijod qilingan qator asarlar jumladan "Ziji Ilxoni" Yevropa va Sharqda keng tarqalgan. XV asrda Sharq astronomiyasi Samarqand rasadxonasida olib borilgan ishlar tufayli o'zining eng yuqori cho'qqisiga chiqqan, Ulug'bek rahbarligida qurilgan va eng mukammal astronomik asboblardan jihozlangan bu ulkan rasadxonaning asosiy va eng katta asbobi radiusi 40,2 m li faxriy sekstanti.

Rasadxonada olib borilgan kuzatishlar asosida 1018 ta yulduzning vaziyatlari va ravshanliklari haqida ma'lumotlar beruvchi, katalogi "3iji Ko'ragoni" yoki "Ulug'bek Ziji" tuzilgan bo'lib bu acap dunyoda mashhurdir. Samarqand olimlari trigonometrik funksiyalar qiymatlarini hisoblashning yangi usulini ishlab chiqib, ularning qiymatlarini  $10^{-6}$  aniqlik bilan hisoblab jadval tuzganlar.

1473-1543 yillarda yashab ijod qilgan Polyak olimi Nikolay Kopernik Ptolemyoy sistemasi noto'g'ri ekanligini ko'rsatib geliosentrik sistemaga asos soldi. Kopernik bu sistemadan foydalanib sayyoralar harakatining qadimgi jadvallaridan aniqroq va soddaroq bo'lgan yangi jadvallar tuzdi, Cherkov Kopernik ta'limoti din uchun qanchalik xavfli ekanligini yaxshi tushundi va uning asoschilarini va tarafdorlarini ta'qib ostiga oldi. Kopernik ishlari tarafdori Jordano Bruno 1600 yili dindorlar tomonidan tiriklayin gulxanda yondirib o'ldirildi. Mexikaning asoschisi Galileyning ham astronomiya rivojlanishida xizmatlari ko'p.

Issaak Nyuton tabiatning eng asosiy qonuni butun olam tor-tishish qonunini asoslab sayyoralarni Quyosh atrofida aylanishi sabablarini tushuntirdi.

Astronomiyaning keyingi yillardagi taraqqiyoti astrofizik tekshirishlar uchun mo'ljallangan eng katta teleskoplarning, qudratli spektrograflarning yaratilishi, Quyoshni, yulduzlarni tekshirish uchun yaratilgan maxsus instrumentlar paydo bo'lishi, kosmik nurlar fizikasini rivojlanishi, neytrino astrofizikasi, gamma

astronomiyaning rivojlanishi bilan bog'liqdir.

XX asrning 50-yillaridan boshlab radioastronomiya, gamma astronomiya kosmik nurlar fizikasi shiddatli o'sa boshladi, bu esa osmon jismlari tabiatini o'rganishga tekshirishning yangi yo'llari va metodlarini tatbiq qilish imkonini berdi.

Sun'iy kosmik yo'ldoshlarni kosmik fazoga chiqarishi tufayli astronomiya osmon jismlarini o'rganishda qulaylik tug'diruvchi eksperimentlarni bajarish imkoniga erishdi.

Astronomiyaning hozirgi holati fanning boshqa tarmoqlari bilan bog'lanishining juda tez taraqqiy etishi bilan xarakterlidir. Quyosh va yulduzlar energiyasi manbalarining kashf qilinishi, insoniyatga birinchi marta atom energiyasi manbalarini ko'rsatdi; radioastronomiyaning rivojlanishi astronomiyani radiofizika va kosmik nurlar fizikasi bilan bog'ladi.

Astronomiyada ishlab chiqilgan sifat va miqdoriy spektral analiz metodlari metallurgiyada va boshqalarda muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda.

### **Sinov savollari:**

1. Astronomiyaning predmeti nimadan iborat?
2. Astronomiyani qanday bo'limlari bor?
3. Astronomiyaning asosiy masalalari nimadan iborat?
4. Astronomiyani vazifasi nimadan iborat?
5. Osmon mexanikasi nimani o'rganadi?
6. Astrofizika nimani o'rganadi?
7. Astrofizikani astronomiya taraqqiyotida tutgan o'rni qanday?
8. Samarqand rasadxonasida Mirzo Ulug'bek rahbarligida astronomiyada erishgan yutuqlari nimalardan iborat?

## **2-MA'RUZA: Osmon sferasi, uning asosiy nuqtalari va chiziqlari**

**Tayanch iboralar:** yulduzlar turkumi, zenit, nadir, gorizont, olam o'qi, ekvator, qutb, sutkalik parallel, tush chizig'i, iqlim mintaqalari, geografik koordinatalar.

### **REJA:**

1. Osmon sferasi tushunchasi.
2. Osmon sferasining sutkali harakati.
3. Osmon sferasining asosiy nuqtalari va chiziqlari.
4. Geografik koordinatalar sistemasi

### **1. Osmon sferasi tushunchasi**

Kuzatuvchiga osmon gumbazga o'xshab, havo ochiq vaqtlarda kunduzi zangori kechalari qorong'u yulduzlarga to'la bo'lib ko'rinadi. Kuzatuvchi yulduzlarning qaysi biri uzoqda qaysi biri yaqinda joylashganligini ajrata olmaydi, unga barcha yulduzlar biror radiusli gumbazning ichki sirtida joylashtirilganday bo'lib ko'rinadi.

Tunda osmonda yulduzlardan tashqari oy, sayyoralar va ba'zan kometalarni ko'rish mumkindir. Yulduzlarning o'zaro nisbiy joylanishlaridagi o'zgarishini oddiy ko'z bilan bir necha yuz yillarda sezib bo'lmaydi.

Kadim zamonlardan kishilar bir-biriga yaqin joylashgan yulduzlardan xayolan turli shakllar hosil qilgan va bunga har xil xayvonlarni nomini qo'ygan. Muayyan biror shakl orasidagi va uning yaqin atrofidagi yulduzlar o'sha nom bilan yulduzlar turkumi deb atalgan.

XVIII asrda bir turkumdagi yorug' yulduzlarni grekcha harflar bilan belgilana boshlandi. Bundan tashqari eng yorug' yulduzlarni maxsus nomlar bilan atab boshlangan, masalan, Sirius (Katta itning  $\alpha$ -si), Kapella (Aravakashning  $\alpha$ -si), Vega (Liraning  $\alpha$ -si) va xokazolar.

Hozirgi vaqtda yulduzlar turkumi deganda yorug' yulduzlar gruppasi emas balki yulduzlar osmonining ma'lum maydonchasi tushuniladi. Osmonda bunday maydonchalar 88 ta.

Yoritgichlarni osmondagi ko'rinma joylashishlarini aniqlashda osmon sferasi tushunchasidan foydalanish ancha kulay.

Radiusi ixtiyoriy bo'lgan faraziy shar sirtiga osmon yoritgichlari vaziyatlarini proyeksiyalari tushirilgan, sferaga osmon sferasi deyiladi. Osmon sferasi yoritgichlarni ko'rinma joyini osmonda aniqlash uchun xizmat qiladi.

### **2. Osmon sferasining sutkali harakati**

Agar yoritgichlarni biror vaqt mobaynida kuzatib tursak, ularning vaziyati yerdagi jismlarga nisbatan o'zgarganday bo'lib ko'rinadi. Quyosh oy va ba'zi yulduzlar sharqda chiqib g'arb tomonda botadilar. Ba'zi yoritgichlar esa shimol tomonda joylashgan qutb yulduzi atrofida aylanganday bo'lib ko'rinadi. Aylanish jarayoni barcha yoritgichlar birligida aylanayotganini ko'rsatadi.

Osmon sferasining bu tarzda aylanishi har sutkada takrorlanib turadi. Shuning

uchun unga sutkalik harakat deyiladi. Osmonning bu xil harakati ko'rinma harakatdir aslida osmon emas yer o'z o'qi atrofida teskari tomon, ya'ni g'arbdan sharqqa tomon bir sutkada bir marotiba aylanib chiqadi. Biz bu harakatni sezmaymiz, chunki biz barcha yerdagi predmetlar bilan bir xil yo'nalishda bir xil tezlik bilan aylanamiz.

### 3. Osmon sayyorasining asosiy nuqtalari va chiziqlari

Agar osmon sferasini bir tekis aylanuvchi sfera deb olsak, uning aylanishining xayoliy o'qi kuzatuvchi ko'zi va qutb yulduzi yaqinidan o'tadi ana shu o'qqa olam o'qi deyiladi.

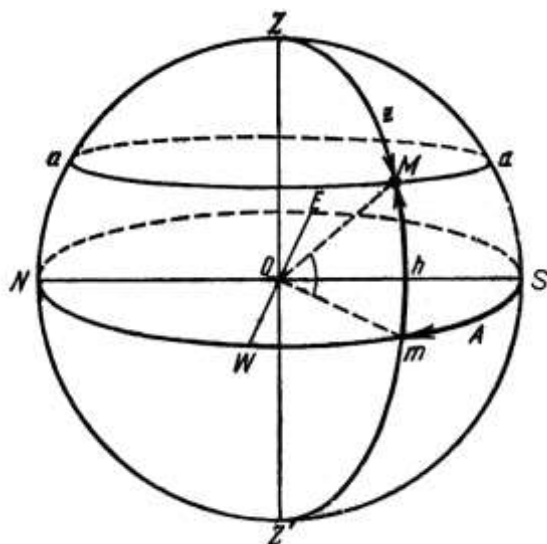
Kuzatuvchinnng ko'zidan o'tuvchi vertikal chiziqni ikki tomonga davom ettirsak u osmon sferasini ikki diametral qarama-qarshi nuqtalarda kesishadi. Kuzatuvchining tepasidagi nuqtaga zenit  $Z$  nuqta, unga qarama – qarshi tomondagi nuqta  $Z'$  - ga nadir nuqta deyiladi.  $ZOZ'$  to'g'ri chiziq o'sha joydagi og'irlik kuchining yo'nalishi bo'yicha yo'nalgan bo'ladi.  $ZOZ'$  to'g'ri chiziqqa perpendikulyar bo'lgan eng katta ( $SWNE$ ) aylanaga matematik yoki haqiqiy gorizont deyiladi.

Haqiqiy gorizontni ko'rinma gorizontdan farq qilish kerak. Kuzatuvchiga yer bilan osmon tutashganday bo'lib kuringan aylana ko'rinma gorizont deb ataladi. Tekis yerda o'rta hisobda ko'rinma gorizontning uzoqligi kuzatuvchidan  $\sim 7$  km ni tashkil qiladi.

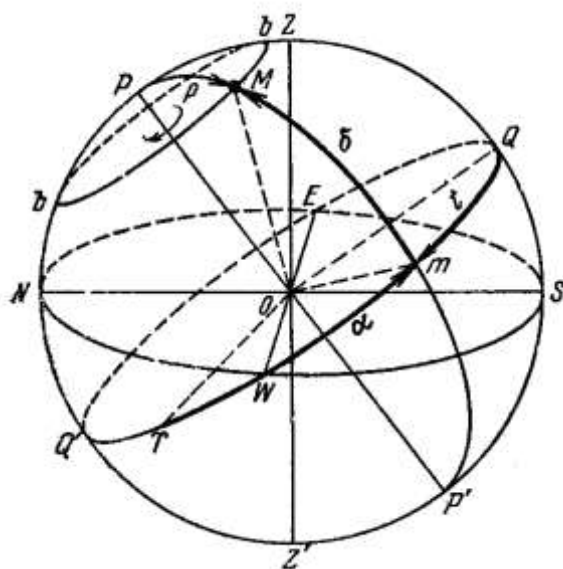
Gorizontga parallel bo'lgan yoritgichdan o'tuvchi kichik  $a'Ma$  kichik aylanaga yoritgichning almukantarati deyiladi. Zenitdan  $M$  yoritgichdan va nadirdan o'tuvchi  $ZMZ'$  katta yarim aylanaga yoritgichni vertikasi deb yuritiladi. Olam o'qi osmon sferasini ikki diametral qarama-qarshi nuqtalarda  $R$  - shimoliy qutbda va  $R'$  janubiy qutbda kesishadi. Tekisligi olam o'qiga perpendikulyar bo'lgan  $QWQE$  eng katta aylanaga osmon ekvatori aytiladi.

Osmon ekvatori osmon sferasini ikkita yarim sharga bo'ladi. Shimoliy qutb joylashgan shimoliy yarim sharga va janubiy qutb joylashgan janubiy yarim sharga.

Osmon sferasining  $bMb'$ - tekisligi osmon ekvatori aylanasi parallel bo'lgan kichik aylanaga  $M$  yoritgichning sutkalik



Rasm 1. Osmon sferasi va gorizont koordinatal sistemasi.



Rasm 2. Osmon sferasi va ekvatorial koordinatal sistemasi.



issiq iqlimli mintaqa deyiladi. Qutblardan  $23^{\circ}27'$  da joylashgan aylanalar ( $aa$ )-shimoliy qutbiy aylana ( $dd'$ ) ga janubiy qutbiy aylana deyiladi. Mos ravishda yer yuzining shimoliy qutbiy aylanasini va shimoliy tropik orasida joylashgan qismi shimoliy o'rta iqlimga mintaqasi, janubiy tropik va qutbiy aylana orasida joylashgan qismiga janubiy o'rta iqlimli mintaqasi deyiladi.

Qutb aylanalaridan nariga joylashgan yer yuziga mos ravishda shimoliy va janubiy sovuq iqlimli mintaqalar deyiladi. Yerning qutblaridan va  $O$  nuqtadan o'tuvchi katta yarim aylanaga  $O$  nuqtaning geografik meridiani deyiladi. Angliyadagi Grinвич observatoriyasining meridianiga bosh yoki 0-chi meridian deyiladi. Bosh meridian va undan  $180^{\circ}$  ga joylashgan meridianlar yer sharini ikki yarim sharlarga sharqiy va g'arbiy sharlarga ajratadi. Yerning berilgan  $O$  nuqtasidagi og'irlik kuchi yo'nalishi bilan yo'nalgan  $OT$  chizig'iga vertikal deyiladi.

Yer yuzidagi har qanday  $O$  nuqtaning o'rni ikki geografik koordinatalar  $\varphi$ -geografik kenglama va  $\lambda$ -geografik uzunlama bilan aniqlanadi.  $OTO$  burchakka  $O$  nuqtaning  $\varphi$  geografik kenglamasi deyiladi, geografik kenglamalar yer ekvatoridan  $0^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$  gacha shimol tomonga qarab,  $0^{\circ}$  dan  $-90^{\circ}$  gacha janub tomonga qarab o'zgaradi.  $O$  nuqtaning  $\lambda$  geografik uzunlamasi deb  $GTO'$  ikki yoqli burchakka atiladi, bu burchakni bosh meridian bilan  $O$  nuqtani meridiani hosil qiladi.

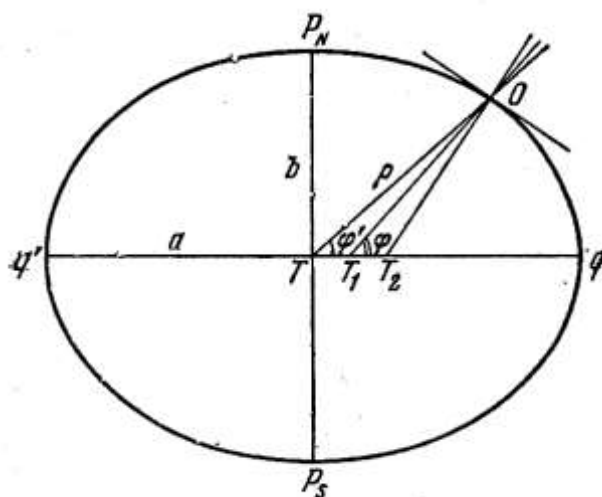
$\lambda$ -ni bosh meridiandan boshlab sharq tomonga hisoblash qabul qilingan.  $\lambda$  yer shari aylanishi yo'nalishi bo'ylab  $0^{\circ} \leq \lambda \leq 360^{\circ}$  - gacha yoki vaqt birligida  $0^h$  dan  $24^h$  gacha o'zgaradi. Geograflar uzunlamani  $0^{\circ}$  dan  $+180^{\circ}$  gacha sharqiy tomonga sharqiy uzunlama,  $0^{\circ}$  dan  $-180^{\circ}$  gacha g'arb tomonga hisoblashga odatlanganlar.

Ko'p masalalarni yechishda yer sharini radiusi  $R=6370$  km bo'lgan birjinsli shar deb olish mumkin. Bu holda vertikal chiziq yoki shokul chiziqni yo'nalishi yer markaziga qarab yo'nalgan bo'lib, yerning ekvatorini radiusi geografik meridianlar radiusiga teng bo'ladi va faqatgina shu vaqtda geografik kenglama yer ekvatoridan boshlab, geografik uzunlama esa bosh meridiandan boshlab hisoblanadi.

Aslida yer shari sfera shaklida emas balki sferoid shaklida bo'lib unda massa bir jinsli taqsimlangandir.

Bu holda osma chiziq yer sirtining hamma nuqtalari uchun ham yer markazidan o'tmay, balki yer ekvatorini biror boshqa nuqtasi  $T_1$ -dan kesib o'tadi.  $O$  nuqta atrofida massa bir tekis taqsimlanmaganligi uchun osma chiziq o'sha  $O$  nuqtaga tushirilgan normal  $T_2O$  chiziq bilan ham ustma – ust tushmasligi mumkin.

Shuning uchun yer yuzining berilgan nuqtasi uchun 3 xil geografik



**Rasm 4.** Geografik kenglamalarni turli ko'rinishlari.

kenglamani ajratish kerak:

Astronomik kenglama  $\varphi$  deb OT<sub>1</sub>q burchakka aytiladi, geosentrik kenglama  $\varphi'$  deb OTq burchakka aytiladi, bundan tashqari geodezik kenglama aniqlanadi, geodezik kenglama  $\varphi''$  deb OT<sub>2</sub>q burchakka aytiladi.

Astronomik kuzatishlardan bevosita astronomik kenglama aniqlanadi. Astronomik va geodezik kenglamalar orasidagi farq 3" ni tashkil etib, bu farq astronomik kuzatishlarda hisobga olinmaydi.

### **Sinov savollari:**

1. Osmon sferasi deb nimaga aytiladi va u nima uchun kerak?
2. Osmon sferasining asosiy nuqtalari va chiziqlarini bayon eting.
3. Yulduzlar turkumi deb nimaga aytiladi?
4. Nima uchun osmon sferasining sutkalik aylanishi ko'rinma harakatdir?
5. Qanday geografik koordinatalarni bilasiz va u nima uchun kerak?
6. Yer ekvatorini olam ekvatoridan farqi nima?
7. Yer aylanish o'qi, olam o'qidan qanday farq qiladi?

### 3 - MA'RUZA. Gorizental va ekvatorial koordinatalar sistemasi

**Tayanch iboralar:** gorizental koordinatalar, ekvatorial koordinatalar, balandlik, azimut, og'ish koordinatasi, soat burchagi, to'g'ri chiqish koordinatasi.

**Reja:**

1. Gorizental koordinatalar sistemasi.
2. Ekvatorial koordinatalarning birinchi sistemasi.
3. Ekvatorial koordinatalarning ikkinchi sistemasi.

#### 1. Gorizental koordinatalar sistemasi

Gorizental koordinatalar sistemasida asosiy aylana deb matematik gorizont va asosiy nuqta sifatida janubiy nuqta S olinadi. Bu sistemada osmon sferasidagi biror nuqta yoki yoritgichning koordinatalari  $h$  balandlik va  $A$  azimut hisoblanadi.  $M$  yoritgichning balandligi deb matematik gorizontdan boshlab hisoblanuvchi  $mM$  yoyga yoki  $\angle mOM$  markaziy burchakka aytiladi (1-chi rasmga qarang).

Balandlik  $0^\circ \div 90^\circ$  burchak intervalida gorizontdan zenitga tomon  $0^\circ \div -90^\circ$  burchak intervalida gorizontdan nadir tomon hisoblanadi. Yoritgichning zenit masofasi deb vertikal aylananing zenitdan yoritgichgacha bo'lgan  $zm$  yoyga aytiladi. Bu koordinata  $0^\circ - 180^\circ$  burchak oralig'ida zenitdan nadir tomon hisoblanadi.

Osmon sferasining ko'rinuvchi qismida joylashgan yoritgichlar uchun  $z \leq 90^\circ$ , ko'rinmaydigan qismida joylashgan yoritgichlar uchun esa  $z > 90^\circ$ . Berilgan yoritgichni balandligi va zenit masofasi quyidagicha bog'langandir:  $z + h = 90^\circ$ . Osmon sferasida yoritgich vertikalini o'rni  $A$  azimut bilan aniqlanadi.  $M$  yoritgichning azimuti deb  $S$  janub nuqtadan yoritgich vertikaligacha bo'lgan matematik gorizontning  $\widetilde{SM}$  yoyiga aytiladi. Azimut  $0^\circ \div 360^\circ$  burchak intervalda  $S$  nuqtadan boshlab osmon sferasining aylanishi bo'yicha g'arbga tomon hisoblanadi. Geodeziyada esa azimut shimol  $N$  nuqtadan sharqqa tomon hisoblanadi. Geodezik  $A'$  azimut astronomik azimut bilan quyidagi oddiy munosabat  $A' = A + 180^\circ$  bilan bog'langan. Bu tenglikda  $A < 180^\circ$  bo'lganda musbat ishora olinib  $A > 180^\circ$  bo'lganda minus ishora olinadi. Bitta vertikal aylanada joylashgan yoritgichlarni azimuti bir xil bo'ladi.

#### 2. Ekvatorial koordinatalar birinchi sistemasi

Bunda asosiy aylana deb osmon ekvatori va asosiy nuqta deb ekvator bilan meridianning janub tomonda kesishish nuqtasi  $Q$  olinadi. Yoritgichning o'rni og'ish  $\delta$  va soat  $t$  burchagi bilan aniqlanadi. Yoritgich  $M$  va qutblar  $R$  va  $R'$  orqali o'tkazilgan katta aylanaga yoritgichning og'ish aylanasi deyiladi. Osmon ekvatoridan yoritgichgacha og'ish aylanasi bo'ylab hisoblangan  $m$  yoyga yoritgichning og'ishi deyiladi.

$$\delta = m\widetilde{M} = \angle mOM$$

$\delta$  og'ish ekvatoridan shimoliy qutbga tomon musbat janubiy qutbga tomon manfiy hisoblanadi.

$$-90^\circ < \delta < 90^\circ$$

Soat burchagi deb ekvatorining janub tomonidan yoritgichning og'ish aylanasi ga hisoblangan  $Q$  m ekvator yoyiga aytiladi.

Qutbdan qaralganda  $t$  soat mili harakati yunalishida  $0^\circ$  dan  $360^\circ$  gacha ortib boradi. Ekvatorial koordinatalar siyemasida  $M$  yoritgichning og'ishi o'zgarmaydi, chunki yoritgich sferada osmon ekvatoriga parallel bo'lgan aylana buylab sutka davomida harakatlanadi.

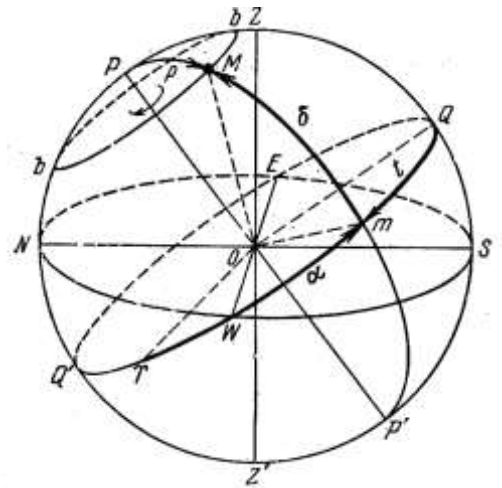
Yoritgichni sutkalik aylanishi tufayli ekvatorial koordinatalar siyemasida uning soat burchagi  $t$  o'zgaradi. Bunday o'zgarishlarning  $A$  azimutlar o'zgarishidan farqi shundaki, soat burchagi vaqtga proporsional ravishda  $0^\circ$  dan  $360^\circ$  gacha tekis o'zgaradi. Shunga asoslanib quyidagi jadvalni tuzish mumkin.

$$24^h - 360^\circ - (\text{h} - \text{soat belgisi})$$

$$1^h = 60^m - 15^\circ \text{ (m - minut belgisi)}$$

$$4^m = 1^\circ$$

$1^s = 15''$  (s - sekund belgisi)



**Rasm 5.** Osmon va ekvatorial koordinatalar sistemasi.

Bitta og'ish aylanasida joylashgan yoritgichlarni soat burchaklari, bir xil bo'ladi.

### 3. Ekvatorial koordinatalarning ikkinchi sistemasi

Ba'zi astronomik kuzatishlarda yoritgichning har ikkala koordinatasi o'zgaraydigan sistemadan foydalanishga to'g'ri keladi. Buning uchun I chi ekvatorial koordinatalar siyemasida  $t$  o'rniga ekvatorda hisoblanadigan va sutkali harakatda ishtirok etadigan ikkinchi koordinata yulduzlarning to'g'ri chiqishi  $\alpha$  qabul qilinadi. Quyosh osmon sferasida yillik ko'rinma harakat yo'li ekliptika katta aylana bo'lib, ekvator bilan  $23^{\circ}27'$  burchak tashkil qiladi (5 rasm). Ekliptika bilan ekvator  $\gamma$  baxorgi tengkunlik va  $\Omega$  ko'zgi tengkunlik nuqtalarida kesishadi. Agar asosiy nuqta sifatida  $\gamma$  nuqta qabul qilininsa unda yoritgichning og'ish aylanasi bo'lgan  $\gamma Om$  burchak ikkinchi o'zgaraydigan koordinata bo'ladi.  $\alpha$ -ga yoritgichni to'g'ri chiqishi koordinatasi deyiladi. U osmon sferasining aylanishiga teskari yunalishida  $\gamma$  nuqtadan boshlab o'lchanadi,  $0^{\circ} \leq \alpha \leq 360^{\circ}$  intervalda soat hisobida  $0^h \leq \alpha \leq 24^h$  intervalda o'zgaradi. Geografiya xapitalari  $\varphi$  va  $\lambda$  koordinatalar asosida chizilgan singari, yulduzlarning xaritalari  $(\alpha, \delta)$  koordinatalariga muvofiq chiziladi.

Gorizontal koordinatalar  $(Z, h, A)$  va yoritgichning vaqt burchagi osmon harakatiga katnashmaydigan nuqtadan boshlab hisoblanganligi uchun osmon sferasining sutkali aylanishi tufayli uzluksiz o'zgarib boradi.

Yoritgichning ekvatorial koordinatalari  $(\alpha, \delta)$  osmon sharining sutkali

aylanishi natijasida o'zgarmaydi, chunki bu koordinatalar boshlab hisoblanadigan nuqtalarning o'zlari osmon aylanishiga qatnashadi. Shuning uchun yulduzlarning osmon sferasida joylashishi xaritalarini tuzishda bunday koordinatalardan foydalanish ancha qulaydir.

### **Sinov savollari:**

1. Astronomik koordinatalar sistemasi deb qanday sistemaga aytiladi.
2. Gorizontal koordinatalar sistemasida asosiy aylana va nuqta deb qaysi aylana va nuqta olingan.
3. Ekvatorial koordinatalarning sistemasida asosiy aylana va nuqta deb qaysi aylana va nuqta olingan.
4. Ekvatorial koordinatalarning ikkinchi sistemasini afzalligi nimada.
5. Yoritgichlarning gorizontal koordinatalarini nombar eting, ular qanday hisoblanadi.
6. Yoritgichlarning ekvatorial koordinatalarini nombar eting, ular qanday hisoblanadi.
7. Nima sababdan astronomiyada turli xil koordinatalarning sistemasidan foydalaniladi.

#### 4 - MA'RUZA: Quyoshning sutkalik va yillik harakatlari. Sferik trigonometriyaning asosiy formulalari

**Tayanch iboralar:** Quyosh, sutkalik harakat, yillik harakat, elliptik kenglama, zodiak, parallaktik uchburchak.

**Reja:**

1. Quyoshning sutkalik harakati.
2. Quyoshning yillik harakati.
3. Ekliptik koordinatalar sistemasi.
4. Sferik trigonometriyaning asosiy formulalari. Parallaktik uchburchak.

##### 1. Quyoshning sutkalik harakati

Quyosh har kuni sharqda chiqib g'arbda botadi. Bu uning sutkalik ko'rinma harakati bo'lib, Yerning o'z o'qi atrofida g'arbdan sharqqa tomon aylanganidan vujudga keladi. Yer shari sutkalik aylanma harakatidan tashqari yillik harakatga ega. U Quyosh atrofini bir yilda bir marta to'la aylanib chikadi. Ammo kuzatuvchi Yerning sutkalik harakatini sezmagani kabi, uning yillik harakatini xam sezmaydi.

##### 2. Quyoshning yillik harakati

Yil davomida Quyoshning zenit uzoqligini yoki gorizontdan balandligini (ya'ni yuqori kulminasiya paytidagi balandligini) o'lchash ko'rsatadiki, uning og'ish koordinatasi  $+23^{\circ}26'$  dan  $-23^{\circ}26'$  gacha o'zgaradi va yil davomida ikki marotiba ( $23$  sentyabr va  $21$  mart kunlari  $0^{\circ}$  ga teng bo'ladi).

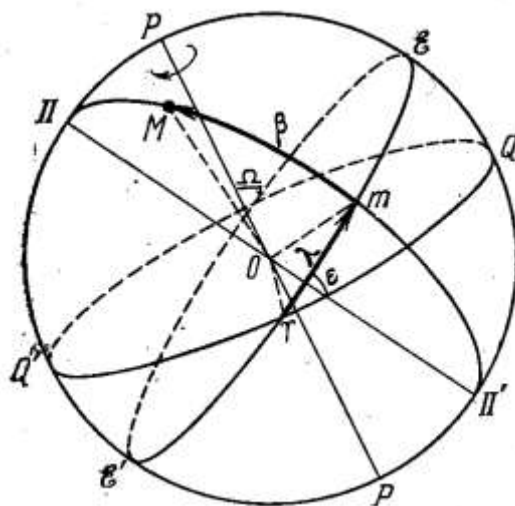
Quyoshning to'g'ri chiqish koordinatasi  $\alpha_{\odot}$  esa yil davomida  $0^{\circ}$  dan  $360^{\circ}$  gacha yoki soat hisobida  $0^h$  dan  $24^h$  gacha o'zgaradi. Ya'ni Quyosh yillik harakat qiladi. Bu harakat davomida u yulduzlar orasida g'arbdan sharqqa tomon ko'chadi va katta aylana chizadi, bu aylanaga ekliptika deyiladi. Ekliptika tekisligi osmon ekvatori tekisligi bilan  $\varepsilon=23^{\circ}26'$  burchak hosil qiladi.

Ekliptika tekisligiga perpendikulyar bo'lgan  $PP'$  o'qqa ekliptika o'qi deyiladi.  $P$  va  $P'$  nuqtalarga ekliptika qutblari deyiladi.

Ekliptika tekisligi, ekvator tekisligi bilan ikki nuqtada  $\gamma$ -bahorgi tengkunlik nuqtada va  $\Omega$  ko'zgi tengkunlik nuqtalarda kesishadi.

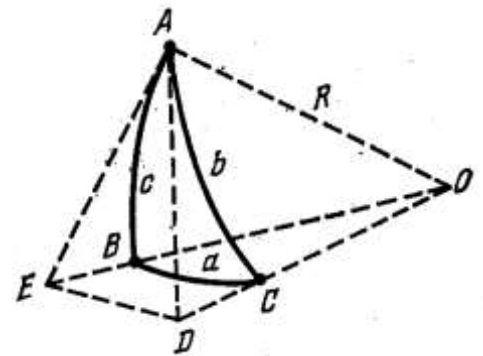
##### 3. Ekliptik koordinatalar sistemasi

Yoritgichni osmon sferasidagi o'rnini ekliptika tekisligi va baxorgi tengkunlik nuqtaga nisbatan aniqlash mumkin. Bunday tanlangan koordinatalar sistemasiga ekliptik koordinatalar sistemasi deyiladi. Ekliptika qutblari va  $M$  yoritgich orqali o'tgan  $PMP'$  katta yarim aylanaga yoritgichni ekliptik kenglamasi deyiladi (6-rasm). Yoritgichni ekliptik kenglamasidagi o'rnini  $\beta$ -ekliptik



**Rasm 6.** Osmon sferasi. Ekliptik koordinatalar sistemasi.

kenglamasi orqali o'lchanadi.  $\beta$  ekliptika tekisligidan shimoliy qutb tomon  $0^\circ$  dan  $90^\circ$  gacha, janubiy qutbi tomon  $0^\circ$  dan  $-90^\circ$  gacha o'zgaradi. Yoritgich ekliptik kenglamasini osmon sferasidagi o'rni esa ekliptik uzunlama  $\lambda$  yordamida aniqlanadi.  $\lambda$  bahorgi tengkunlik nuqtadan boshlab Quyoshning yillik ko'rinma harakati tomon  $0^\circ$  dan  $360^\circ$  gacha o'zgaradi. Quyosh ekliptika bo'ylab g'arbdan sharqqa tomon harakatlanadi. U ekliptika bo'ylab harakati davomida 12 yulduz turkumidan o'tadi. Bu turkumlarga zodiak (hayvonlar) deyiladi. Zodiakdagi har bir yulduz turkumida Quyosh taxminan bir oycha bo'lib, 12 oyda bu 12 yulduz turkumini ma'lum tartibda bosib o'tadi.



Rasm7. Sferik uchburchak.

Yerning turli kenglamalarida kuzatuvchiga Quyoshning ko'rinma harakati turlicha ko'rinadi. Bir necha xollarni kurib chikaylik.

a)  $\varphi=90^\circ$  Yerning shimoliy qutbidagi kuzatuvchi uchun, zeniti olamning shimoliy qutbi bilan, gorizonti esa olam ekvatori bilan ustma-ust tushadi. Shuning uchun Quyosh 21-martga yaqin chiqadi. Yarim yil botmasdan spiral shaklidagi yo'l orqali sutkali harakat etib yuqori chiqaveradi. 22 iyunda Quyosh o'zining eng maksimal balandligiga ( $h_0=23^\circ 27'$ ) erishadi. Keyin har sutkada Quyoshning balandligi kamayib borib 23 yeyentabrda u botadi. Quyoshning bunday yillik harakati tufayli shimolda yarim yil kun bo'lganda, uning janubiy yarim sharida tun bo'ladi.

b) Kuzatuvchining kenglamasi  $\varphi=66^\circ 33'$ . Bu shimoliy qutb doirasiga mos keladi. Bunday joylarda og'ishi  $\delta=90^\circ - \varphi=23^\circ 27'$  ga teng va undan katta bo'lgan yoritgichlar botmaydi, og'ishlari  $\delta=-23^\circ 27'$  ga teng va undan kichik bo'lgan yoritgichlar esa chiqmaydi. Bunday kengliklarda Quyosh 22 iyunda  $\delta_\odot=+23^\circ 27'$  botmaydi va 22 dekabrda  $\delta_\odot=-23^\circ 27'$  chiqmaydi. Janubiy yarim sharda  $\varphi=-66^\circ 33'$  aksincha Quyosh 22 iyunda chikmaydi, 22 dekabrda botmaydi. Yer qutblariga kancha yaqinlashgan sari, u joylarda Quyosh botmaydigan kunlar soni shuncha ko'p bo'ladi. Quyosh chiqmaydigan qutb kechalarining soni xam bir kundan 6 oygacha ortib boradi.

v) Shimoliy tropikda ( $\varphi=+23^\circ 27'$ ) joylashgan kuzatuvchi uchun Quyosh ham chiquvchi ham botuvchi yoritgichdir. Quyosh 22 iyunda shimoliy tropikdagilarni zenitidan ( $h_0=+90^\circ$ ) o'tadi. Qolgan kunlarda Quyosh yarim kunda zenitdan janub tomonda kulminatsiyalanadi. Qishki Quyosh turish kunida uning tushdagi minimal balandligi  $h_{min}=+43^\circ 08'$  bo'ladi. Janubiy tropikda ( $\varphi=-23^\circ 27'$ ) Quyosh har kuni chiqib, har kuni botadi. 22 dekabrda zenitdan o'tadi  $h_\odot=90^\circ$ , 22 iyunda esa o'zining tushdagi minimal balandligida bo'ladi ( $\varphi=+43^\circ 08'$ ).

g) Yerning ekvatoridagilar uchun ( $\varphi=0^\circ$ ) barcha yoritgichlar singari Quyosh har kuni chiqib har kuni botadi. Bunda Quyosh har kuni 12 soat gorizont ustida bo'lsa 12 soat gorizont ostida bo'ladi. Shuning uchun bunday joylarda kun uzunligi ham tun uzunligi xam 12 soatdan bo'ladi.

#### 4. Sferik trigonometriyaning asosiy formulalari.

##### Paralaktik uchburchak

Kosmik jismning harakatini o'rtanish va vaziyatni aniqlashda sferik uchburchak formulalaridan keng foydalaniladi. Tomonlari sfera sirtidagi uchta aylana yoylaridan tashkil topgan ABC uchburchakga sferik uchburchak deyiladi. Sferik uchburchakning xususiyatlari tekislikdagi uchburchakning xususiyatlaridan farq qiladi.

Sferik uchburchakning  $a, v, s$ , tomonlari  $A, V, S$  burchaklari kabi yoy burchaklarida, ya'ni graduslar, minutlar va sekundlar bilan ifodalanadi. Sferik uchburchakning burchaklari ularni tashkil etuvchi tomonlarga uchburchakning uchlaridan o'tkazilgan o'rinmalar orasidagi yassi burchaklar bilan o'lchanadi. Sferik uchburchak burchaklarining yig'indisi doimo  $180^\circ$  dan katta bo'lib, uning yuziga proporsional bo'ladi. Sferik uchburchak yuzasi  $S = \varepsilon \frac{\pi R^2}{180^\circ}$  formula yordamida aniqlanadi. Bunda  $R$ -sferaning radiusi bo'lib,  $\varepsilon = A + B + C - 180^\circ$  ga sferik ortiqlik deyiladi. Sferik trigonometriyada ishlatiladigan formulalarni isbotsiz keltiramiz.

##### 1. Tomon kosinusining formulasi.

$$\cos A = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

$$\cos b = \cos c \cos a + \sin c \sin a \cos B$$

$$\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \sin C$$

##### 2. Besh element formulasi.

$$\sin a \cos B = \sin c \cos b - \cos c \sin b \cos A$$

$$\sin a \cos C = \sin b \cos c - \cos b \sin c \cos A$$

$$\sin b \cos C = \sin a \sin c - \cos a \sin c \cos B$$

$$\sin b \cos A = \sin c \cos A - \sin a \cos c \cos B$$

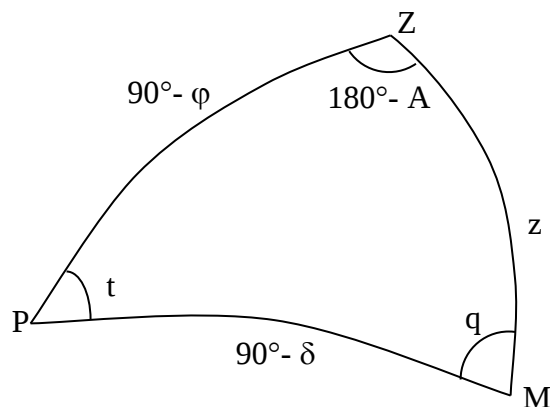
$$\sin c \cos A = \sin b \cos A - \cos b \sin a \cos C$$

##### 2. Sinuslar formulasi

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}, \quad \frac{\sin a}{\sin b} = \frac{\sin A}{\sin B}; \quad \frac{\sin a}{\sin c} = \frac{\sin A}{\sin C}; \quad \frac{\sin b}{\sin c} = \frac{\sin B}{\sin C}$$

Bu formulalarning yordamida sferik trigonometriyaning boshqa formulalarini chiqarish mumkin. Masalan,  $A=90^\circ$  bo'lsin  $\sin A=1$ ,  $\cos A=0$  bo'lganligi sababli besh element formulasining birinchisidan  $\sin a \cos b = \sin c \cos b$  ekanligini topamiz.

Sferik uchburchakning uchlari olam qutbi  $R$ , zenit  $Z$  va yoritgich  $M$



**Rasm 8.** Osmon sferasi paralaktik uchburchak

da bo'lsa, unga paralaktik uchburchak deyiladi.

Paralaktik uchburchakning qutbdagi burchagi  $t$  soat burchagi, zenitdan ichki burchagi  $(180^\circ - A)$  ga teng bo'lib,  $\sigma$  yoritgichdagi burchagiga paralaktik burchak deyiladi. Bu uchburchakning tomonlari  $zM = z$ ,  $pz = 90^\circ - \varphi$ ,  $pM = 90^\circ - \delta$  ga teng bo'ladi.

Paralaktik uchburchakning uchta elementini bilgan holda sferik trigonometriyaning formulalari-dan foydalanib, qolgan elementlarini topish mumkin. Bir koordinatalar sistemasidan ikkinchi koordinatalar sistemasiga masalan,  $Z, A$  dan  $t, \delta$  sistemaga o'tish uchun sinuslar va kosinuslar formulasidan foydalanish mumkin.

$$\cos(90^\circ - \delta) = \cos(90^\circ - \varphi)\cos Z + \sin(90^\circ - \varphi)\sin Z \cos(180^\circ - A)$$

Bunda,

$$\sin \delta = \sin \varphi \cos Z - \sin \varphi \sin Z \cos A$$

bo'lib,  $\delta$  - og'ish hisoblanadi,  $t$  sinuslar formulasi

$$\frac{\sin(90^\circ - \varphi)}{\sin(180^\circ - A)} = \frac{\sin t}{\sin Z}$$

yordamida topiladi.

### Sinov savollari:

1. Quyoshning sutkali va yillik harakatini tushuntiring.
2. Sferik uchburchak deb qanday uchburchakga aytiladi?
3. Sferik ortiklik deb nimaga aytiladi?
4. Paralaktik uchburchak deb qanday uchburchakga aytiladi.
5. Paralaktik uchburchakning elementlarini bilish nima uchun kerak?
6. Ekliptik koordinatalar sistemasini tushuntiring.

## 5 – MA'RUZA. Vaqtni o'lchash asoslari

**Tayanch iboralar:** yulduz, haqiqiy Quyosh, o'rtacha Quyosh vaqtlari, vaqt tenglamasi, mahalliy vaqt, mintaqaviy vaqt, dunyo vaqti, dekret vaqti.

### Reja:

1. Yulduz, haqiqiy Quyosh va o'rtacha Quyosh vaqtlari
2. Vaqt tenglamasi
3. Dunyo, mahalliy, mintaqaviy vaqtlari.

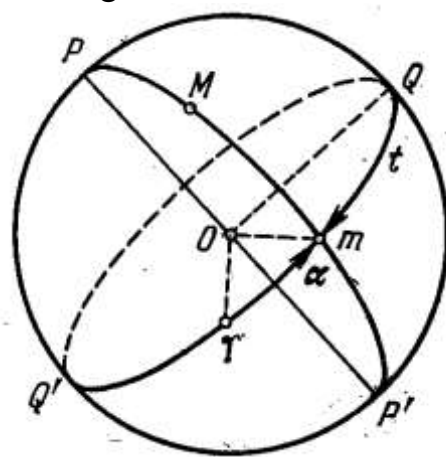
### 1. Yulduz, haqiqiy Quyosh va o'rtacha Quyosh vaqtlari

Vaqtning asosiy birligi sifatida Yerning o'z o'qi atrofida bir marotiba to'la aylanib chiqish davri sutka olinadi. Sutkaning hisob boshi qilib osmon sferasida tanlangan nuqtaning osmon meridianidan o'tish payti olinadi.

Astronomiyada bunday tanlangan nuqtalar sifatida bahorgi tengkunlik, Quyoshning gardishini markazi, o'rtacha Quyosh deb ataluvchi va o'rni istalgan payt uchun nazariy hisoblab topiladigan faraziy nuqta olinadi. Bu nuqtalarning osmon sferasidagi vaziyatlariga qarab aniqlangan vaqt mos ravishda yulduz, haqiqiy Quyosh va o'rtacha Quyosh vaqtlari deyiladi.

Bahorgi tengkunlik nuqtasining ketma-ket ikki marta yuqori kulminasiyasidan o'tishi orasidagi vaqtga yulduz sutkasi deyiladi. Yulduz sutkasining hisob boshi qilib  $\gamma$  nuqtaning yuqori kulminasiya payti olinadi. U holda yulduz vaqti  $S$  bahorgi tengkunlik nuqtasining soat burchagi  $t_\gamma$  ga teng bo'ladi.  $\gamma$  nuqta osmonda biror yoritgich bilan bog'lanmagan, shuning uchun vaqtni aniqlash uni bevosita kuzatish bilan bog'liq emas. Yulduz vaqti, yulduzlarning meridianidan o'tish paytini kuzatishga ko'ra topiladi. Yulduzlarning meridianidan o'tish paytidagi yulduz vaqti shu yulduzning  $\alpha$  koordinatasiga teng bo'ladi.

Haqiqatdan ham rasmdan 9-chi rasmdan  $t_\gamma = t + \alpha$  bo'lgandan  $S = t + \alpha$  bo'lib,  $t=0$  bo'lganda  $S = \alpha$  bo'ladi. Yulduz vaqti astronomik masalalarni yechishda keng ishlatiladi. Lekin kundalik hayotda esa uni qo'llash noqulay bo'lib, kundalik hayotda vaqt Quyoshga qarab taqsimlanadi. Quyosh diski markazini muayyan bir geografik meridianda ketma-ket ikki marta quyi kulminasiyada bo'lishi orasidagi vaqt haqiqiy Quyosh sutkasi  $T_\odot$  deyiladi. Quyosh diskining markazining quyi kulminatsiyasidan har qanday vaziyatlarga bo'lgan holatni ko'rsatuvchi soat burchagiga haqiqiy Quyosh vaqti deyiladi,  $T_\odot = t_\odot + 12^h$ . Quyosh soat burchagigi  $t_\odot$  - ni bevosita kuzatishlardan aniqlaydilar.



**Rasm 9.** Yulduz vaqtini  $\alpha$  va  $t$  ga bog'liqligi

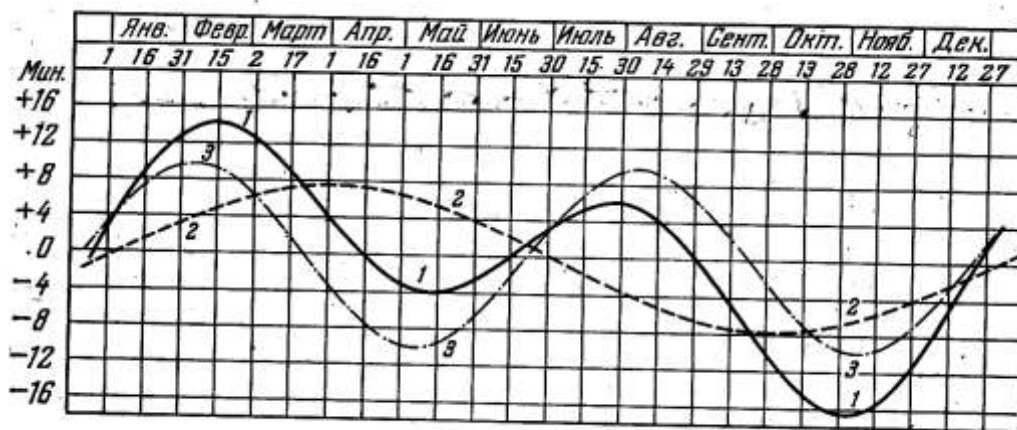
Quyoshning yillik harakat yo'li ekvatorga  $23^\circ 27'$  burchak xosil qilgani va harakati notekis bo'lganidan haqiqiy Quyosh vaqti buyicha sutka davomiyligi yil

davomida o'zgarib turadi. Shuning uchun amalda o'rtacha Quyosh vaqti qo'llaniladi. Bu vaqt o'rtacha Quyosh harakatiga ko'ra aniqlanadi. O'rtacha Quyosh deb ekvator buylab tekis harakatlanadigan va baxorgi tengkunlik nuqtasidan haqiqiy Quyosh bilan bir vaqtda chiqib bir vaqtda qaytib keluvchi faraziy nuqtaga aytiladi. O'rtacha Quyoshning ketma-ket ikki marta quyi kulminasiyadan o'tish orasidagi vaqtga o'rtacha Quyosh  $T_m$  sutkasi deyiladi. O'rtacha Quyosh sutkasini, hisob boshi qilib yarim tun ya'ni o'rtacha Quyoshning quyi kulminasiya payti qabul qilingan.

Kuzatuvchi meridianda o'rtacha Quyosh vaqti  $T_m$  o'rtacha Quyoshning soat burchagi  $t_m$  bilan quyidagicha  $T_m = t_m + 12^h$  bog'langan, chunki  $t_m$  soat burchagi meridianning janub qismidan boshlab hisoblansa,  $T_m$  o'rtacha Quyosh vaqti quyi kulminasiyasidan boshlab hisoblanadi.

## 2. Vaqt tenglamasi

O'rtacha va haqiqiy Quyosh vaqtlari orasidagi ayirmaga vaqt tenglamasi deyiladi. Vaqt tenglamasi  $\eta = T_m - T_\theta$  bo'ladi. Bundan berilgan har bir payt uchun  $T_m = T_\theta + \eta$  bo'ladi. Vaqt tenglamasining miqdori va ishorasi yil mobaynida o'zgarib turadi. 10-chi rasmda bu o'zgarishning grafigi ko'rsatilgan, Vaqt tenglamasi bir yilda to'rt marta: 15 aprel, 14 iyun, 1 sentyabr va 24 dekabr kunlari nolga teng bo'lib, 4 marta ekstremal qiymatlarga erishadi. Ulardan eng kattalari II fevralga ( $\eta = +14^m$  ya'ni o'rtacha Quyosh vaqti haqiqiy Quyosh vaqtidan  $16^m$  oldinda) va 2 noyabrda ( $\eta = -16^m$ , yani o'rtacha Quyosh vaqti haqiqiy Quyosh vaqtidan  $16^m$  keyinga to'g'ri keladi).



Rasm-10. Vaqt tenglamasi grafigi.

## 3. Mahalliy, dunyo va mintaqaviy vaqtlari

Berilgan geografik meridianda o'lchangan vaqtga shu meridianning mahalliy vaqti deyiladi. Vaqt birligi sifatida Yerning o'z o'qi atrofida aylanish davri sutka olinganligi uchun va bunda berilgan meridianning barcha nuqtalari bir tekis harakat qilganligi sababli, berilgan geografik meridianning barcha nuqtalarida bahorgi tengkunlik, Quyosh gardishining markazi va o'rtacha Quyosh soat burchagi bir xil bo'ladi. Shuning uchun har bir momentda mahalliy vaqt (yulduz

yoki Quyosh vaqti) berilgan meridian bo'ylab bir xildir.

Geografik uzunlamalari bir-biridan  $\lambda_1 - \lambda_2$  bilan farq kiluvchi meridianlarning har bir nuqtasida mahalliy vaqtlar ayirmasi vaqt birliklarida ifodalangan geografik uzunlamalar ayirmasiga teng bo'ladi, ya'ni

$$S_1 - S_2 = \lambda_1 - \lambda_2$$

$$T_{\Theta 1} - T_{\Theta 2} = \lambda_1 - \lambda_2$$

$$T_{m1} - T_{m2} = \lambda_1 - \lambda_2$$

Geografik uzunlamalarni Grinвичdan, ya'ni G meridiandan sharqga tomon musbat deb hisoblash qabul qilingan. Grinвич meridianida tush payti kunduzi soat 12 deb faraz qilaylik, unda 0-chi meridiandan boshlab sharqga tomon  $15^0$ ,  $30^0$ ,  $45^0$  ....  $180^0$  meridianlarga o'tganimizda  $15^0 = 1^h$  ga muvofiq mahalliy vaqtlar mos ravishda  $13^h$ ,  $14^h$ ,  $15^h$  ...  $24^h$  bo'ladi. Masalan Grinвичda 1 yanvar kunduzi soat  $12^h$  - ni ko'rsatsa,  $180^0$ -ni meridianda 1 yanvar tun soat 24 (1 yanvar  $24 = 0^h$ , 2 yanvar) bo'ladi. Vaqt hisobida bir sutkada chalkashlik xosil bo'ladi.  $180^0$  li meridian tinch okean ustidan o'tib halqaro kelishuvga muvofiq kun o'zgaradigan chiziq deb qabul qilingan. Bu chiziqdan g'arb tomonda sharq tomondagiga nisbatan kun birga ortiq bo'ladi. Masalan bu chiziqning sharqida 1 yanvar soat  $12^h$  bulsa, uning g'arbida xam soat  $12^h$  bo'lib ammo 2 yanvar bo'ladi. Shuning uchun kun o'zgaradigan chiziqni g'arbdan sharqga kesib o'tganda kun hisobi birga kamaytiriladi, sharqdan g'arbgacha tomon kesib o'tilganda birga oshiriladi.

Bosh meridiandagi mahalliy o'rtacha Quyosh vaqtiga dunyo vaqti deyiladi. Astronomik har yilliklarda va taqvimlarda odatda ma'lumotlar dunyo vaqtida beriladi. Lekin kundalik hayotda mahalliy o'rtacha Quyosh vaqti bilan xam, dunyo vaqti bilan xam yashash noqulay. Chunki har bir kuzatuvchining meridianiga mos mahalliy vaqt mavjudligidan hodisalarning ketma-ketligini aniqlash uchun Yer sharining barcha nuqtalarining geografik uzunlamalarini bilish talab etiladi. Uzunlama esa hamma joyda o'lchangan bo'lavermaydi.

Grinвичdan ancha uzoqda olingan meridianning mahalliy vaqti bilan dunyo vaqti orasida katta farq borligi Yer yuzining hamma joyida dunyo vaqtini qo'llash imkonini bermaydi.

1884 yildagi halqaro kelishuvga muvofiq mintaq vaqti tushunchasi kiritilgan bo'lib, yer yuzida shu vaqtdan foydalaniladi.

Bu sistemada Yer shari 24 ta mintaqaga ajratilgan bo'lib, Grinвич observatoriyasining meridianidan taxminan  $7^0,5$  g'arb va sharqdan utuvchi, shimoliy va janubiy qutblarni tutashtruvchi chiziqlar orasidagi zona nolinchi, mintaq hisoblanadi.

Grinвичdan  $15^0$ dan oralatib 23 ta asosiy meridianlar o'tkazilgan. Ular atrofida xam taxminan  $7^0,5$  g'arb va sharqdan o'tib qutblarni tutashtruvchi chiziqlar o'tkazilgan. Shunday qilib 24 ta mintaq xosil qilingan soat mintaqalari 0 dan 23 gacha bo'lgan nomerlar bilan belgilanadi. Har bir mintaq ichidagi barcha nuqtalarda soatlar bir xil vaqtini ko'rsatadi. Har bir mintaqaning nomeri shu mintaqadagi mintaq vaqtining ( $T_N$ ) Grinвичdagi mintaq vaqtidan ( $T_0$ ) farqini kursatadi, ya'ni  $T_N - T_0 = N$  Yer yuzining hamma joyida minut va sekundlar bir xil

bo'lib koladi, chunki asosiy meridianlar bir-biridan aniq  $15^\circ$  ga ya'ni  $1^h$  - ga farqlanadi.

Bizda mintqa vaqti 1919 yili 1-iyuldan boshlab, joriy etilgan. 1930 yili 16 iyunda bizda soatlarning millari mintqa vaqtiga nisbatan bir soat oldinga surilgan ana shu vaqtga dekret vaqti deyiladi. Hap bir joyning dekret vaqti, mintqa vaqti, dunyo vaqti va mahalliy vaqti orasidagi quyidagi munosabatlarni yozish mumkin:

$$T_D = T_N + 1^h; \quad T_D = T_0 + N + 1^h; \quad T_D = T_m + \lambda^h + N + 1^h.$$

Tekshirishlar ko'rsatganki Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi absolyut tekis harakat emasdir. Shuning uchun o'rtacha Quyosh sutkasining davomiyligi xam hamma vaqt bir xil bo'lavermaydi. Sayyoralar va Oyning harakatlarini tekshirishda kuzatishlarda topilgan (notekis o'tadigan) vaqtdan foydalanish noqulay. Uning o'rniga tekis o'tadigan vaqtdan foydalaniladi. Ana shu vaqtga efemerid yoki Nyuton vaqti deyiladi. 1960 yildan boshlab astronomik har-yilliklarda Quyosh, Oy, Sayyoralar va ular yo'ldoshlarining efemeridlari  $T_e$  - efemerid vaqt sistemasida beriladi. 1900 yilda dunyo vaqti  $T_0$  - ning  $T_e$  - dan farqi 0 ga teng deb olsak, 1974 yilda farq  $\Delta T = T_e - T_0 = 44^s$  ga teng bo'lgan. Efemerid vaqtdan astronomiyada va fizikada foydalaniladi.

### **Sinov savollari:**

1. Astronomiyada vaqtni o'lchash asoslarini tushintiring.
2. Yulduz vaqti deb qanday vaqtga aytiladi?
3. Haqiqiy Quyosh vaqtini o'rtacha Quyosh vaqtidan farqi nimada?
4. Vaqt tenglamasi nima?
5. Yulduz va Quyosh vaqtlari joyning geografik uzunlamasiga qanday bog'langan?
6. Dunyo vaqti deb qanday vaqtga aytiladi.
7. Har bir joyning mintqa vaqti, dekret vaqti, dunyo vaqti va mahalliy vaqti o'zaro qanday bog'langan?

## 6 – MA'RUZA. Taqvimlar

**Tayanch iboralar:** Tropik yil davomiyligi, Quyosh taqvimlari, sinodik oy davomiyligi, Oy taqvimlari, Oy – Quyosh taqvimlari, Yulian taqvimi, Grigoriy taqvimi, qamariy yil hisobi.

### **Reja:**

1. Quyosh taqvimlari.
2. Oy taqvimlari
3. Oy - Quyosh taqvimlari.
4. Yulian kunlari

### **1. Quyosh taqvimlari**

Uzoq vaqtlarni ma'lum davrlarga bo'lib (yil, oy, kunlarga) o'lchash sistemasiga taqvim deyiladi.

Insoniyat tarixida juda ko'p taqvimlar ishlatilgan bo'lib, ularni uchta guruhga, Quyosh taqvimlari, Oy taqvimlari va Oy - Quyosh taqvimlariga ajratish mumkin. Quyosh taqvimi asosida tropik yil davomiyligi, Oy taqvimi asosida sinodik Oy davomiyligi yotib, Oy - Quyosh taqvimi esa shu ikkala davrga asoslangandir.

Hozirgi paytda ko'p mamlakatlarda qabul qilingan taqvim Quyosh taqvimidir. Quyosh taqvimida Quyoshning ikki marta ketma-ket  $\gamma$  nuqtada bo'lishi orasidagi vaqt tropik yil davomiyligi (365,2422 sutka) asos qilib olingan. Yil davomiyligini tropik yil davomiyligiga yaqin qilib olish va undagi sutkalar sonini butun qilib olish zaruriyati bir necha taqvimlarni keltirib chiqarilgan.

Miloddan avval 46 yilda ishlab chiqilgan Yulian taqvimida har to'rt yilning uch yili 365 sutkadan iborat bo'lib, to'rtinchi yili 366 kun deb hisoblanadi. Bu taqvimda o'rta hisobda yilning davomiyligi 365,25 kunga teng bo'lib, bu tropik yil davomiyligidan 0,0078 sutkaga ortiq. Bu taqvimda 365 kunlik yillar oddiy, 366 sutkalik yillar esa qabisa yillari deyiladi. Qabisa yillarida fevral 29 kun yulian taqvimida nomerlari 4 ga bo'linadigan hamma yillar qabisa yillardir.

Yulian yilining tropik yilidan farqi 400 yilda  $(0,0078 \cdot 400) = 3,12$  sutkani tashkil etadi. XVI asrda bu farq 10 sutkani tashkil etadi va xristian cherkovining yil sanashiga noqulaylik tug'dirdi. Shuning uchun Papa Grigoriy Yulian taqvimiga 1582 yili yangi reforma kiritadi.

Grigorian taqvimida 1582 yilning 4 oktyabridan keyingi kun, ilgari to'plangan 10 kunlik xato to'g'rilanib 15 oktyabr deb hisoblanadi.

Kelajakda yuz yilliklardan yuzlar soni 4 ga qoldiq bilan bo'linadigan yillarni (1700,1800,1900,2100 ya'ni 17,18,19,21 yuzinchi yillarni) qobisa yillari deb hisoblamaslik taklif etiladi.

Grigoriy taqvimi Rossiyada faqatgina 1918 yildagina kiritildi. 1918 yili chiqarilgan dekretga ko'ra 1918 yili 1 fevral o'rniga 14 fevral deb hisoblash kiritildi. Chunki XX asrga kelib Yulian va Grigoriy taqvimlari orasidagi farq 13 kunga tengdir.

Shunday qilib, hozirgi vaqtda Yulian taqvimi bilan bizda qo'llanilayotgan Grigorian taqvimi orasida 13 sutka farq bor.

Yillar hisobining boshlanish vaqti - taqvim erasi shartli qabul qilingan

tushuncha. Qadimgi misrda yillarni fir'avnlarning taxtga chiqish paytidan boshlab hisoblaganlar. Rimliklar ko'p vaqtlargacha Rim shahrining qurilgan yili deb hisoblangan vaqtdan yil hisobini boshlaganlar.

## 2. Oy taqvimlari

Oyning turli shakllarga ega bo'lib ko'rinishiga Oy fazalari deyiladi. Yangi Oy, birinchi chorak, to'linoy va oxirgi chorak Oyning to'rtta asosiy fazasi hisoblanadi. Bu fazalar bir-biridan taxminan bir hafta bilan farqlanadi. Ikkita bir xil fazada Oy ko'rinishi orasidagi vaqt mobayniga sinodik Oy deyiladi. Sinodik Oy davomiyligi, Oy taqvimiga asos qilib olingan, Sinodik Oy 29,53 o'rtacha Quyosh sutkasiga tengdir. Oy taqvimi hisobida yil davomiyligi  $29,53 \times 12 = 354$  sutkaga tengdir. Bu taqvimda toq son oylar (1,3,5,7,9,11) 30 sutkadan, juft son oylar (2,4,6,8,10,12) 29 sutkadan iboratdir. Aslida, bir sinodik oyning davomiyligi 29,53059 o'rtacha Quyosh sutkasiga va yil davomiyligi  $29,53059 \times 12 = 354,36706$  o'rtacha Quyosh sutkasiga tengdir. Shuning uchun Oy boshi har bir taqvim yilida 0,3670 sutkaga siljib 10 yilda 3,67 sutkaga oldinroq sanalarga o'tadi. Oy taqvimida yil va oy yangi oy fazasidan boshlanishi shart. Bunday shart ba'zi yillarda qo'shimcha kunlar kiritilishi bilan bajariladi. Bunday 355 kunlik yillarga qabisa yillari deyiladi. Qabisa yillarni ajratib olishda 8 yillik turkiy sikl va 30 yillik arabiy sikl qo'llaniladi.

Turkiy siklda har bir 8 yillik davrning 2,5,7 yillari kabisa hisoblanadi. Bu 8 yillik davr ichida butun son haftalar bo'lib, davr oxirida Oy boshi yana haftaning ilgarigi kunlariga to'g'ri keladi. Bu esa abadiy taqvimini tuzish imkonini beradi.

Arabiy siklda 30 oy yilining 19 tasi oddiy (354 sutkalik) 11 tasi kabisa (355 sutkalik) yillar hisoblanadi. Bunda Oy va yilning birinchi kuni Oy boshiga to'g'ri kelishi uchun 2,5,7,10,13,16,18,21,24,26,29 yillarni qabisa deb hisoblash maqsadga muvofiq deb topilgan.

## 3. Oy - Quyosh taqvimlari

Musulmon mamlakatlarida Quyosh taqvimi bilan, Oy taqvim sistemasi qamariy yil hisoblashdan foydalanadilar. Qamariy yil hisobida 12 oy (muharram, Safar, Robi al-avval, Robi-all soni, Jumada-al-avval, Jumada-al soni, Rajab, Shabon, Ramadan, Shavval, Zu-al-kaada, Zu-al-xijja) bo'lib qabisa yillar turkiy yoki arabiy siklga muvofiq takrorlanadi. Qabisa yili Zu-al-Xijja oyiga bir kun kushiladi va u 30 kunli bo'ladi. Qamariy yil Quyosh taqvim yili Shamsiy yildan taxminan 11 sutkaga qisqa bo'lganidan, Qamariy yil hisobida yil boshi Muharram oyining birinchi kuni taxminan 11 sutkaga oldingi sanalarga siljib turadi. Musulmon mamlakatlarida Oy taqvimi buyicha yil hisoblash Muhammad payg'ambar boshlik musulmonlarning Makkadan Madinaga ko'chishi (Xijr) - dan boshlanadi. Shu sababli bu taqvim sistemasi Hijriy (x) deb ataladi. Boshlangich sana Grigorian taqvim (g) hisobida 622 yilning 16 iyuliga to'g'ri keladi. Shuning uchun Hijriy yil hisobidan Grigorian taqvimga o'tishda

$$\tilde{A} = x + 622 - \frac{x}{33}$$

aksincha o'tishda

$$x = \tilde{A} - 622 + (\tilde{A} - 622) / 32$$

taxminiy formulalardan foydalanish mumkin. Bunda 34 qamariy yil 34 Quyosh yiliga teng ekanligi, Oy taqvim hisob boshi 16 iyul 622 yil, yil davomida xijriy yil boshi siljib turishi hisobga olingan.

Bu formulalardan foydalanganda bir yilga xato chiqishi mumkin. Chunki xijriy taqvim yilning boshlanishi Grigorian taqvim boshiga to'g'ri kelmaydi. Aniq o'tishlar uchun maxsus tuzilgan jadvallardan foydalaniladi.

Quyosh taqvimi va Oy taqvimlaridan tashqari Oy - Quyosh taqvimlaridan ham foydalanadilar. Bunday taqvimga tropik yil va sinodik oy davomiyligi asos qilib olingan. Bunday taqvimda yil davomiyligi oddiy yillarda 12 oy (353,354,355 sutka) qabisa yillarda esa 13 oy (383,384,385 sutkadan) iboratdir.

#### **4. Yulian kunlari**

Astronomiyada taqvimlar bilan birgalikda uzoq vaqtlarni hisoblashda Yulian kunlaridan foydalanadilar. Masalan, yulduzlar o'zgaruvchilarini o'rganishda. Bizning eramizgacha 1 yanvar 4713 yildan boshlab uzluksiz hisoblab kelayotgan kunlarga Yulian kunlari deyiladi. Har bir Yulian kunini boshi Grinвичni o'rtacha kunini tushiga mos keladi. Maxsus astronomiya jadvallarida Yulian kunlarini butun soni beriladi. Masalan 10 yanvar 1980 yili Grinвичni o'rtacha kunini tushi 2444249 yulian kuniga tengdir.

#### **Sinov savollari:**

1. Taqvim nima?
2. Quyosh taqvimida nima asos qilib olingan?
3. Qabisa yillari deb qanday yillarga aytiladi?
4. Papa Grigoriy, Yulian taqvimiga qanday tuzatma kiritdi?
5. Oy taqvimida yil hisoblash qanday olib boriladi?
6. Turkiy va Arabiy sikllarda qabisa yillari qanday ajratiladi.
7. Yulian kunlari deb qanday kunlarga aytiladi, bunday kunlarni sanoq boshi qachondan boshlangan?

## **7 - MA'RUZA. Sayyoralarning ko'rinma harakati. Ptolomeyning dunyo tuzilishi to'g'risidagi sistemasi. Kopernikning dunyo tuzilishi to'g'risidagi sistemasi**

**Tayanch iboralar:** elongasiya, kvadratura, qo'shilish va qarama-qarshi turish vaziyatlari, geosentrik va geliosentrik sistemalar.

### **Reja:**

1. Sayyoralarning ikki guruhi va konfiguratsiyalari
2. Ptolomeyning dunyo tuzilishi to'g'risidagi sistemasi
3. Kopernikning dunyo tuzilishi haqidagi sistemasi

### **1. Sayyoralarning ikki guruhi**

Quyosh sistemasida 9 ta sayyora mavjuddir, bular Merkuriy, Venera, Mars, Yupiter, Saturn, Upan, Neptun va Plutondir. O'zlarining ko'rinma harakatlariga ko'ra bu sayyoralar ikki guruhga bo'linadi, pastki (Merkuriy, Venera) va yuqori (Yerdan tashqari, qolgan barcha sayyoralar).

Yulduzlar turkumi bo'yicha pastki va yuqori sayyoralar turlicha harakat qiladi. Merkuriy va Venera hamma vaqt Quyosh turgan turkumda yoki qo'shni turkumda bo'ladi. Bunda bu sayyoralar Quyoshga nisbatan sharq tomonga yoki g'arb tomonda bo'lishi mumkin. Merkuriy mos ravishda 18-28°ga Venera esa 45-48° bo'lishi mumkin. Sayyoralarning Quyoshga nisbatan sharq tomonga eng katta og'ishiga sharqiy elongatsiya g'arb tomondagisiga g'arbiy elongatsiya deyiladi. Sayyoralar sharqiy elongatsiyada bo'lganda osmon sferasining g'arbida g'arbiy elongatsiyada bo'lganda esa sharqida ko'rinadi. Sayyoralar osmonda goh bir tomonga gox qarama-qarshi tomonga karab sirtmoqsimon harakat qiladi. Bunday harakatda ular Quyosh va Yer o'rtasidan o'tishi mumkin sayyoraning bunday vaziyatiga pastki qo'shilish vaziyati deyiladi. Sayyoralar pastki qo'shilishda bo'lganida ko'rinmaydi. By holda sayyoralariing ekliptik uzunlamasi Quyosh ekliptik uzunlamasiga teng bo'ladi. Pastki qo'shilishdan biroz vaqtdan keyin sayyora yana ko'rinadi lekin bunda osmon sferasini sharqida ko'rinadi.

Sayyora harakatini sekinlashtirib, g'arbiy elongatsiyasiga erishadi. Endi u sharqdan g'arbga tomon harakat qiladi. Avval sekinroq keyin tezroq u Quyoshga yetib, uning orqasiga o'tadi va ko'rinmaydigan bo'ladi. Sayyoraning bunday vaziyatiga yuqori qo'shilish vaziyati deyiladi va ma'lum vaqtdan keyin u kechki shafaq nurlarida osmon sferasi g'arbida ko'rinadi. Xuddi shunday pastki sayyoralar Quyosh atrofida xuddi soat mayatnikidek tebranadi. Yuqori sayyoralar boshqacha harakat kiladi. Bu sayyoralar kechki shafaqda, Quyosh botganda osmon sferasi g'arbida ko'ringandan keyin ular sharqga tomon harakat kiladilar (to'g'ri harakat). Ma'lum vaqtdan keyin sayyora to'xtab yana teskari tomonga harakat kila boshlaydi (teskari yunalishda). Yana u Quyoshga yetib undan o'tadi va yana butun hodisa takrorlanadi.

Yuqori sayyoralar o'zlarining teskari harakatida Quyoshga nisbatan qarama-qarshi turkumda bo'lishi mumkin, ularning ekliptik uzunlamalari 180°ga farq qiladi. Sayyoralarning bu vaziyatiga Quyoshga nisbatan qarama-qarshi turish vaziyati deyiladi.

Sayyora bilan Quyosh bitta turkumda bo'lish holatiga Quyosh bilan qo'shilishi deyiladi. Sayyoraning Quyoshga nisbatan sharq tomonda  $90^\circ$  ga bo'lgandagi holatiga sharqiy kvadratura,  $90^\circ$ -ga g'arb tomonda bo'lgandagi holatiga g'arbiy kvadratura deyiladi. Sayyoralarning Quyoshga nisbatan vaziyatlariga ularning konfiguratsiyalari deyiladi.

## 2. Ptolemeyning dunyo tuzilishi to'g'risidagi sistemasi

Osmon sferasining va boshqa kosmik jismlarning harakatini tushuntirish kuzatish Yerdan olib borilganligi sababli ancha qiyinlashadi, shuning uchun astronomiyada dunyo tuzilishi to'g'risida ikkita tushuncha hosil bo'lgan. Birinchi tushunchaga asosan butun olamning markazida harakatsiz Yer turadi. Ikkinchi tushunchaga ko'ra Yer o'z o'qi atrofida sutkali va dunyo markazida turuvchi Quyosh atrofida yillik harakat kiladi.

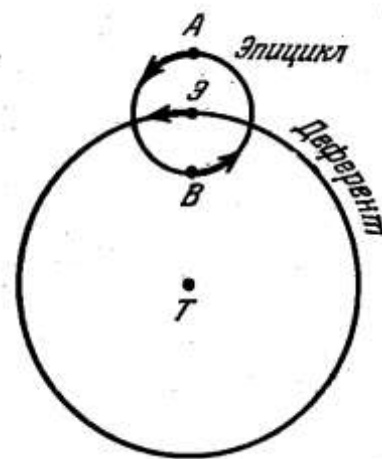
Birinchi qarash Religiya tarafdorlarining tushunchalariga to'g'ri kelganligi sababli matematik rivojlanishga ega bo'lgan.

Olamning tuzilishi haqidagi birinchi sistema Ptolomey asarlarida aks ettirilgan. Ptolomey sistemasining asosida 4 ta tushuncha yotadi:

1. Olam markazida Yer turadi.
2. Yer tinch turadi.
3. Barcha kosmik jismlar Yer atrofida aylanadi.
4. Kosmik jismlar Yer atrofida aylana buyicha tekis harakat kiladi.

Bu sistemaga geosentrik sistema deyiladi. Bu sistemada sayyoralarning harakati quyidagicha tasavvur etiladi. Sayyoralar aylanalar Episikllar buyicha tekis harakat qiladi. Episikllar markazi eca Yer atrofida deferentlar bo'yicha harakat qiladi.

Quyosh va Oy episikllarsiz deferentlar bo'yicha Yer atrofida aylanadi. Bunday sistema tushunchalariga ko'ra osmon sferasi undagi yoritgichlar bilan birgalikda, dunyo markazi yer atrofida aylanadi. Sayyoralarning sirtmoqsimon harakati esa quyidagicha tushuntiriladi. Sayyora A nuqtada bo'lganda uning burchak tezligi sayyoraning episikl buyicha harakati va episikl markazining deferent bo'yicha harakati tezligi yig'indisiga teng bo'lib, bunda sayyora to'g'ri yunalishda katta tezlik bilan harakat qilayotgan bo'ladi. V nuqtada bo'lganda esa sayyora teskari yunalishida kichik tezlik bilan harakat kiladi. Bu sistema noto'g'ri bo'lishiga qaramay uzoq vaqt davomida ishlatib kelindi. Bu sistema ba'zi tajriba natijalarini tushuntiradi. Lekin kuzatish natijalari oshgan sari ularni tushuntirish qiyinlashadi, bunda bu sistema murakkablashib ketadi va sistema noto'g'riligini tushuntirishda zamin yaratiladi.



Rasm 11. Deferent va epitsikl

## 3. Kopernikning dunyo tuzilishi haqidagi sistemasi

Kopernikning dunyo tuzilishi haqidagi kitobi 1543 yilda chiqqan bo'lib, bu asarda u geliosentrik sistemaga asos solgandir. Geliosentrik sistema asosida

quyidagi tasavurlar yotadi.

1. Olam markazida Quyosh turadi;
2. Shar shaklidagi yer o'z o'qi atrofida aylanadi va bu harakatning aksi osmon sferasining harakatidir;
3. Yer va boshqa sayyoralar Quyosh atrofida aylanadi. Bu harakat Quyoshning yulduz turkumlari buyicha ko'rinma harakatini tushuntradi
4. Barcha harakatlar aylana buyicha tekis harakatlar kombinasiyasidek tasavvur etiladi;
5. Sayyoralarning sirtmoqsimon harakati ularga emas balki yerga bog'liqdir.

Bundan tashqari Kopernik Oy Yer atrofida va Yer bilan birgalikda Quyosh atrofida aylanadi deb hisoblar edi.

Merkuriy va Venera Quyosh atrofida aylanishida undan uzoqlashmaganligi ularning orbitalari Yer orbitasi va Quyosh orasida ekanligini ko'rsatadi. Qolgan sayyoralar esa Yerga qaraganda Quyoshdan uzoqroqda harakat qiladi. Kopernik birinchi marotaba fanda astronomiyada olamni to'g'ri tuzilishini ko'rsatdi. Bu sistema barcha tajriba iatijalarini to'g'ri tushuntira oladi, shuning uchun to'g'ri sistemadir.

### **Sinov savollari:**

1. Pastki va yuqori sayyoralarning harakatini tushuntiring.
2. Ptolemeyning dunyoning geosentrik sistemasini tushuntiring.
3. Ptolemey sistemi yordamida sayyoralarning sirtmoqsimon harakati qanday tushuntiriladi?
4. Kopernikning dunyoning geliosentrik sistemasini tushuntiring.
5. Kopernik sistemi yordamida sayyoralarning sirtmoqsimon ko'rinma harakati qanday tushuntiriladi.
6. Sayyoralarning konfiguratsiyasi nima?

## 8 - MA'RUZA. Sayyoralarning ko'rinma harakatlarini tushuntirish.

### Kepler qonunlari

**Tayanch iboralar:** Sinodik aylanish davri, Siderik aylanish davri, Perigeliy, Afeliy, Ekssentrisitet, Kepler tenglamasi.

#### Reja:

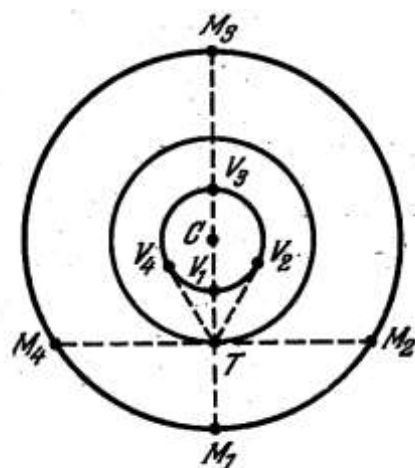
1. Sayyoralar ko'rinma sirtmoqsimon harakati.
2. Sayyoralar sinodik harakat tenglamasi.
3. Kepler qonunlari.

### 1. Sayyoralar ko'rinma sirtmoqsimon harakati

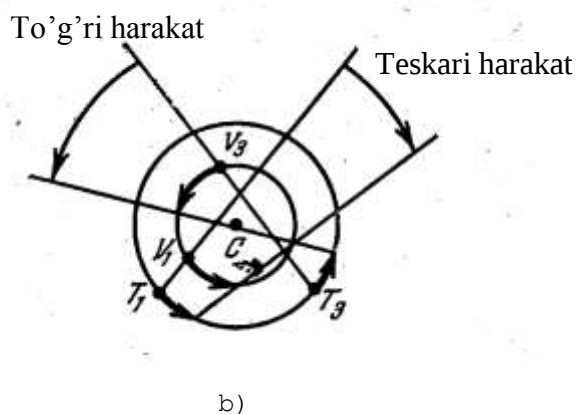
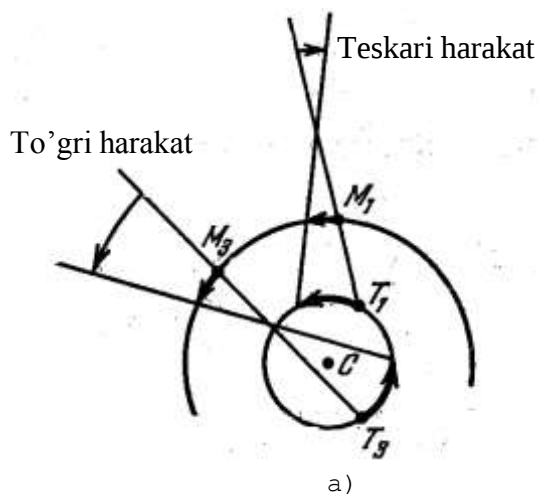
Sayyoralar o'zlarining Quyosh atrofidagi harakatlarida Quyoshga nisbatan turli vaziyatlarni egallashlarini ko'rib chiqqan edik. Keling Yer Q Quyoshga nisbatan rasmdagi vaziyatda bo'lsin. Bu paytda ichki yoki tashqi sayyoralar, orbitasining istalgan joyida bo'lishi mumkin. Agar ichki sayyora masalan, Venera  $V_1, V_2, V_3, V_4$  vaziyatlarida bo'lsa  $V_1$  va  $V_3$ , uning mos ravishda quyi va yuqori Quyosh bilan birlashishi,  $V_4$  - sharqiy elongatsiyasi,  $V_2$  - g'arbiy elongatsiyasidir.

Tashqi sayyora esa masalan, Mars ( $M$ ), Yerdan  $M_4$  - sharqiy,  $M_2$  - g'arbiy kvadraturalarda,  $M_3$  - qo'shilishi,  $M_1$  - qarama-qarshi turish vaziyatlarida turadi. Ichki sayyora Yerga quyi qo'shilishi vaziyatida eng yaqin va yuqori qo'shilishida eng uzoq masofada bo'ladi. Tashqi sayyoralar esa  $M_1$  qarama-qarshi tomonda bo'lganida Yerga yaqin masofaga kelsa qo'shilishi  $M_3$  da uzoq masofada bo'ladi.

Sayyoralarning sirtmoqsimon harakatini tushuntirish asosida Yer va sayyora orbita bo'ylab chiziqli harakatlarini solishtirish yotadi. Yuqori



Rasm 12. Sayyoralar konfiguratsiyasi.



Rasm 13. Sayyoralarning to'g'ri va teskari harakatlari.

sayyora qo'shilib, vaziyati yaqinida  $M_3$  bo'lganida (Rasm 13-a) uning tezligi Yerning tezligiga qarama-qarshi bo'ladi.

Yerdan uning tezligi kattalashganday tuyuladi qarama-qarshi turish paytida sayyoraning tezligi qarama-qarshi tomonga qaratilgandir. Lekin Yerning tezligi sayyora tezligidan katta bo'lganligi sababli sayyora teskari tomon sharqdan g'arbga tomon harakat qilganday bo'lib ko'rinadi.

Xuddi shunday analiz (Rasm 13-b) nima uchun quyi sayyoralar pastki qo'shilishi paytida ( $V_1$ ) teskari harakat qilib, yuqori qo'shilishi paytida esa ( $V_2$ ) to'g'ri harakat kilishni ko'rsatadi.

## 2. Sayyoralarning sinodik harakat tenglamasi

Sayyoralarning sinodik ( $S$ ) davri deb, ularning ikki marotiba ketma-ket o'tgan bir xil konfiguratsiyalari orasidagi vaqtiga aytiladi.

Siderik yoki yulduz aylanish davri ( $T$ ) deb sayyoraning Quyosh atrofida bir marotiba to'la aylanishi uchun ketgan vaqtga aytiladi. Yerning siderik aylanish davriga yulduz yili deyiladi ( $T_\odot$ ). Ana shu uchta davr orasidagi matematik bog'lanishni topamiz. Sayyora uchun bir sutkada burchak buyicha siljishi quyidagiga tengdir.  $360^\circ/T$  Yer uchun  $360^\circ/T_\odot$  sayyoralari va Yer (Yer va sayyora) sutkali burchak siljishlarining farqi, sayyoralarning bir sutkadagi ko'rinma siljishiga, ya'ni  $360^\circ/S$  ga tengdir.

$$\text{Ichki sayyoralari uchun} \quad \frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\odot} \quad (8.1)$$

$$\text{Tashqi sayyoralari uchun esa} \quad \frac{1}{S} = \frac{1}{T_\odot} - \frac{1}{T} \quad (8.2)$$

(8.1) va (8.2) - ga sayyoralarning sinodik harakat tenglamalari deyiladi. Kuzatishdan sinodik davr  $S$  va Yerning siderik aylanish davri  $T$  aniqlanadi. Sayyoralarning siderik aylanishi davrlari esa (8.1) va (8.2) tenglamalardan foydalanib topiladi. Yulduz yili davomiyligi 365,325 o'rtacha Quyosh sutkasiga tengdir.

## 3. Kepler qonunlari

Kepler Kopernik tarafdori edi, u Tixo Bragening 20 yil davomida va o'zining bir necha yil davomida Mars sayyorasini kuzatish natijalariga asosan Kopernik sistemasini mukamallashtirmoqchi bo'ldi. Avvaliga u sayyoralari Quyosh atrofida aylana shaklidagi orbitalari bo'yicha harakat qiladilar deb faraz qildi. Keyinchalik murakkab hisoblashlar asosida yanglishganini aniqlab o'zining qonunlarini kashf etdi.

1. Barcha sayyoralari Quyosh atrofida ellips shaklidagi orbitalari buyicha harakat qiladi va bunday orbitalarning fokuslaridan birida Quyosh turadi.
2. Teng vaqt oraliqlarida sayyoraning radius vektori teng yuzalar chizadi.
3. Sayyoralarning siderik aylanish davrlarini kvadratlarini nisbati ular orbitalarini katta yarim o'qlari kublari nisbatidek bo'ladi.

Biz bilamizki ellipsning (Rasm 14.) istalgan nuqtasidan  $f_1$  va  $f_2$  fokuslarigacha bo'lgan masofalarning yig'indisi o'zgarmas bo'lib, AP katta o'qiga

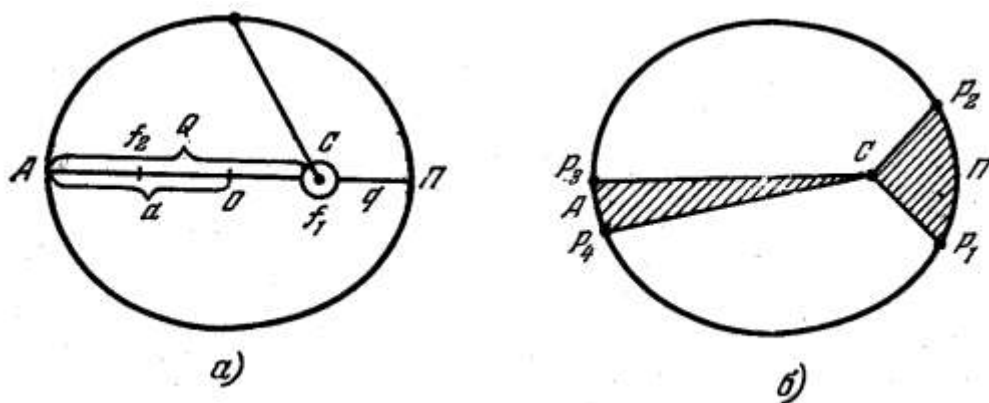
tengdir.  $\hat{I}\hat{A} = \hat{I}\hat{I} = \hat{a} - r\hat{a}$  katta yarim o'q deyiladi.  $\hat{I}\hat{f}_1 / \hat{I}\hat{I} = e - ra$  ellipsning eksentrisiteti deyiladi, ya ellipsning aylanadan qancha farq qilishini ko'rsatuvchi kattalikdir. Aylana uchun  $ye=0$ . Barcha sayyoralarning orbitalarini eksentrisiteti 0 - dan kam farq kiladi. Venera uchun  $e=0,007$ , Pluton uchun  $e=0,249$  ga teng bo'lib eng katta, Yer uchun  $e=0,017$ .

Kepler ikkinchi qonunidan sayyora perigeliy nuqtasi yaqinida tezroq harakat qilishi kelib chiqadi. Perigeliyda sayyora Quyoshdan  $q = a(1 - e)$  masofada bo'lsa, afeliyda esa  $Q = a(1 + e)$  masofada bo'ladi. Quyoshdan sayyoraning o'rtacha masofasi  $a = (q + Q) / 2$  ga tengdir. Perigeliy nuqtasidan o'tishda sayyora tezligi

$$g_q = \bar{g} \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \quad (8.3)$$

ga teng bo'lsa, afeliydan o'tishda esa uning tezligi quyidagicha bo'ladi:

$$g_Q = \bar{g} \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \quad (8.4)$$



**Rasm 14.** a) Elliptik orbita; b) Kepler ikkinchi qonunini illyustratsiyasi

Kepler uchinchi qonuni matematik tarzda quyidagicha yoziladi:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad (8.5)$$

$T_1$  va  $T_2$  – sayyoralarning siderik aylanish davrlari bo'lsa,  $a_1$  va  $a_2$  mos ravishda ularning orbitalarini katta yarim o'qlari bo'ladi.

Agar sayyoralarning katta yarim o'qlarini Yerdan Quyoshgacha o'rtacha masofa birligida, davrlarini yil birligida hisoblasak u holda Yer uchun  $T=1$ ,  $a=1$  bo'lib, har qanday sayyoraning Quyosh atrofida aylanishi davri  $T = \sqrt{a^3}$  kabi bo'ladi.

#### Sinov savollari:

1. Tashqi sayyoralarning konfiguratsiyasini tushuntiring.
2. Ichki sayyoralarning konfiguratsiyasini tushuntiring.
3. Sinodik harakat tenglamalari nimani isbotlaydi.
4. Keplerning qonunlarini nombar eting.
5. Keplerning 2-chi qonunidan qanday xulosa kelib chiqadi?
6. Keplerning 3-chi qonunidan nima aniqlanadi.

## 9 - MA'RUZA. Sayyoralarning orbita elementlari

**Tayanch iboralar:** Ekliptika, haqiqiy, o'rtacha va ekssentrik anomaliyalar, efimeridalar, perigeliyning burchak uzoqligi, orbitaning katta yarim o'qi, ekssentrisitet, radius vektor.

### Reja:

1. Sayyoralarning orbitalarini aniqlovchi elementlar.
2. Keplerning umumlashtirilgan qonunlari.

### 1. Sayyoralarning orbitalarini aniqlovchi elementlar

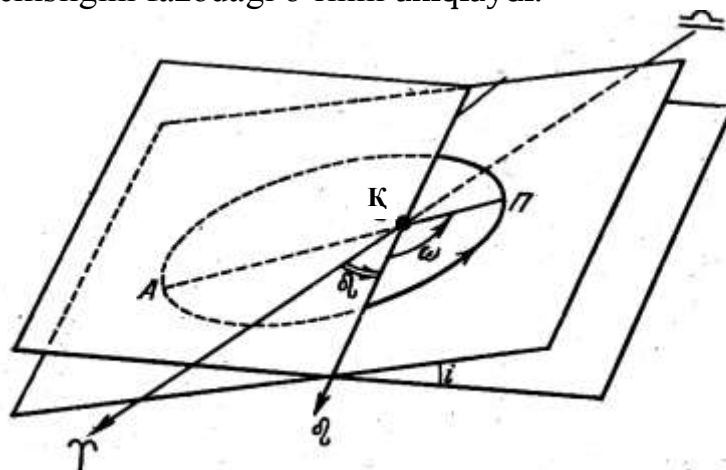
Sayyoraning harakati to'la aniqlangan bo'ladi, agar uning trayektoriyasi joylashgan tekislik, orbita formasi va o'lchamlari orbitaning tekislikdagi oriyentirovkasi hamda sayyoraning orbita biror joyida bo'lish vaqti ma'lum bo'lsa. Sayyora orbitasini aniqlovchi kattaliklarga orbita elementlari deyiladi. Sayyora orbitasini o'rnini aniqlash uchun asosiy tekislik sifatida ekliptika tekisligi olinadi.

Sayyora orbitasi ekliptika tekisligi bilan ikki nuqtada kesishadi bu nuqtalarga tugunlar deyiladi. Sayyora orbitasi bo'ylab janubiy qutbdan uzoqlashib ekliptikaning kesib o'tish tuguniga chiqish tuguni Janubiy qutbga yaqinlashish tuguniga botish tuguni deyiladi.

Sayyoraning orbitasi 6 ta element bilan aniqlanadi:

1. Orbita tekisligining ekliptika tekisligiga nisbatan qiyalik  $i$  burchagi,  $i$   $0^\circ$  dan  $180^\circ$  gacha o'zgaradi.  $0^\circ < i < 90^\circ$  bo'lsa, sayyora Quyosh atrofida Yer bilan bir xil yunalishida aylanayotgan bo'ladi (to'g'ri harakat).  $180^\circ \geq i \geq 90^\circ$  bo'lganda esa qarama-qarshi yo'nalishda harakat kiladi (teskari harakat).

2. Chiqish tugunining geliosentrik uzunlamasi ya'ni Quyosh markazidan chiqish tuguni tomon va bahorgi tengkunlik nuqtasi tomon yunalishlar orasidagi  $\Omega$  burchak. Chiqish tugunining uzunlamasi  $0^\circ$  dan  $180^\circ$  gacha o'zgaradi.  $i$  va  $\Omega$  burchaklar orbita tekisligini fazodagi o'rnini aniqlaydi.



Rasm 15. Sayyora orbitasining elementlari.

3. Orbitaning perigeliy nuqtasini tugundan burchak uzoqligi  $\omega$ , ya'ni Quyosh markazidan perigeliy va chiqish tuguni tomon yunalishlar orasidagi burchak  $\omega$  ga  $0^\circ$  dan  $360^\circ$  gacha o'zgaradi. Perigeliyning burchak uzoqligi orbitaning

tekislikdagi o'rnini aniqlaydi.

4. Elliptik orbitaning katta yarim o'qi "a". Bu element bir qiymatli siderik davr T-ni aniqlaydi. Ko'p hollarda "a" bilan element sifatida yana o'rtacha sutkali harakat  $n = 360^\circ / T = 2\pi / T$  burchak tezligi beriladi.

5. Orbita eksentrisiteti  $e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$  - bunda "a" va "b" orbitaning yarim o'qlari. Katta yarim o'q "a" va eksentrisitet "e" orbita shaklini va o'lchamini aniqlaydi.

6. Sayyoraning perigeliydan o'tish vaqti  $t_0$  yoki sayyoraning orbita biror joyida bo'lish vaqti  $t$ . Sayyoraning perigeliy nuqtasidan o'tish vaqti  $t_0$  -ni va boshqa orbita elementlarni bilib sayyorani orbita tekisligidagi joyini istalgan  $t$  vaqt uchun aniqlash mumkin. Sayyoraning orbitasidagi o'rni radius vektor  $r$  va haqiqiy anomaliya  $\Theta$  bilan beriladi. Haqiqiy anomaliya deb PSR burchakga aytiladi, bu burchak Quyoshdan perigeliyga o'tkazilgan yunalishi va "r" sayera radius vektori orasidagi burchagidir. Radius vektor  $r$  va haqiqiy anomaliya  $\Theta$  quyidagi formulalardan topiladi:

$$r = a(1 - e \cos \theta) \quad (9.1)$$

$$\operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \operatorname{tg} \frac{E}{2} \quad (9.2)$$

bunda  $Ye = \angle PON$  - ga eksentrik anomaliya deyiladi. Eksentrik anomaliya  $Ye$  Kepler tenglamasidan topiladi.

$$M = E - e \sin E \quad (9.3)$$

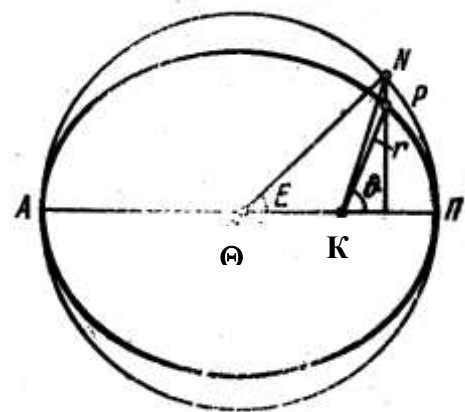
bunda  $M$  - o'rtacha anomaliya deb ataluvchi burchakdir. O'rtacha anomaliya sayyora aylana buyicha tekis  $n$  - ga teng bo'lgan burchak tezlik bilan aylanganda,  $(t - t_0)$  vaqt oralig'ida o'tgan yoyiga tengdir

$$M = n(t - t_0) = \frac{2\pi}{T}(t - t_0) \quad (9.4)$$

Sayyoraning orbitasidagi o'rni biror  $t$  vaqt uchun quyidagi ketma-ketlikda aniqlanadi:

1. (9.4) formuladan berilgan  $T$  va  $(t - t_0)$  uchun  $M$ -o'rtacha anomaliya aniqlanadi.
2. (9.3) formuladan ketma-ket yaqinlashish metodidan foydalanib eksentrik anomaliya  $Ye$  topiladi.
3. (9.1) va (9.2) formulalardan radius-vektor  $g$  va haqiqiy anomaliya  $\Theta$  topiladi.

Sayyoraning orbitasidagi o'rnini topib berilgan vaqt momentlari uchun sayyoraning fazoviy geliosentrik koordinatalarini topish mumkin. Berilgan o'sha vaqt muddatlari uchun Yerning orbitasidagi o'rnini aniqlab sayyoraning o'sha vaqtdagi geosentrik koordinatalarini va Yerdan sayyoragacha bo'lgan masofani topish mumkin. Sayyoralarning ko'rinma koordinatalarini orbita elementlariga ko'ra aniqlashga efemeridalarini hisoblash deyiladi. Efemeridalar shunday tablisalarki unda sayyoralarning berilgan vaqt momentlari uchun o'rni berilgan



Rasm 16. Haqiqiy, o'rtacha va eksentrik anomaliya.

bo'ladi.

Koordinatalarga ko'ra orbita elementlarini aniqlashga orbitani aniqlash deyiladi. Bu masala koordinatalarni hisoblashga ko'ra ancha murakkab masaladir. Kepler, uzoq vaqtlardan ma'lum bo'lgan sayyoralar uchun bu masalani yechgan, ya'ni koordinatalaridan orbita elementlarini aniqlagan.

## 2. Keplerning umumlashtirilgan qonunlari

Kepler o'zining qonunlarini empirik ravishda sayyoralarning harakatlarini o'rganish asosida topgan edi. Shuning uchun biz qayd qilgan ta'riflar faqatgina sayyoralarga taalluqlidir.

Barcha kosmik jismlarni harakatini ifodalash uchun Kepler qonunlarini umumlashtirish lozim.

**a.** Keplerning birinchi umumlashtirilgan qonuni quyidagicha ta'riflanadi: Tortilish kuchi ta'siri ostida bir jism ikkinchi eism tortilish maydonida biror konik orbita ellips, aylana, parabola yoki giperbola bo'yicha harakat qiladi. Anna shunday ta'rifga ko'ra jismlar, kometalar sayyoralar va boshqalar ularning orbitalari ellips parabola yoki giperbola shaklida bo'ladi degan xulosa chiqadi. Bu ta'rif katta sayyoralar yo'ldoshlari uchun ham qo'shaloq yulduzlar uchun ham o'rinlidir.

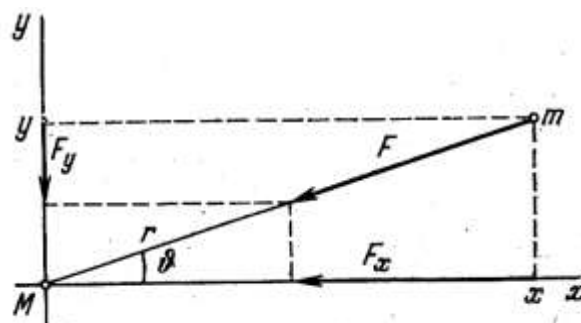
**b.** To'g'ri burchakli koordinat sistemasini shunday olamizki, uning boshida tortiluvchi markaziy jism joylashgan bo'lib, XY tekislikda harakatlanuvchi jism orbitasi joylashgan bo'lsin.

Kuch va tezlanishni koordinat o'qlariga proyeksiyasini olib mexanikaning asosiy tenglamasini yozamiz:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_x$$

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = F_y$$

Bu tengliklarni ikkinchisini x-ga birinchisini y-ga ko'paytirib, ikkinchisidan birinchisini ayiramiz. U holda



Rasm 17. Haqiqiy, o'rtacha va eksentrik anomaliya.

$$m \left( x \frac{d^2 y}{dt^2} - y \frac{d^2 x}{dt^2} \right) = xF_y - yF_x \quad (9.6)$$

ekanligini topamiz. Kuch markaziy bo'lganligi uchun, rasmdan ko'rinib turibdiki,

$$\frac{x}{y} = \frac{F_x}{F_y} \text{ yoki } xF_y - yF_x = 0 \quad (9.7)$$

(9.6) va (9.7) formulalardan

$$m \left( x \frac{d^2 y}{dt^2} - y \frac{d^2 x}{dt^2} \right) = 0 \text{ yoki } \frac{d}{dt} \left( x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) = 0 \quad (9.8)$$

yozish mumkin bo'lib, bundan  $x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} = \text{const}$  ekanligi kelib chiqadi.

Qutb koordinat sistemasiga o'tsak

$$x = r \cos \theta; \quad y = r \sin \theta$$

$$r \cos \theta \frac{d}{dt}(r \sin \theta) - r \sin \theta \frac{d}{dt}(r \cos \theta) = \text{const} \quad (9.9)$$

$$r \cos \theta \cdot r \cos \theta \frac{d\theta}{dt} + r \sin \theta \sin \theta \frac{d\theta}{dt} = \text{const}, \quad \text{y\u00fcb\u00e0} \quad r^2 \frac{d\theta}{dt} = \text{const}$$

ekanligi kelib chiqadi, ya'ni vaqt birligida jism radiusi vektori chizgan yuza o'zgarmas kattalikdir.

v. Kepler uchinchi qonuni.

Aylanma harakatda tezlanish

$$a = \frac{g^2}{r} = \frac{\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} r \quad (9.10)$$

ga tengdir. m massali jismni M markaziy jism atrofida nisbiy  $a_{i\bar{e}n} = \bar{a} - (-\bar{a}_2)$  tezlanishni ko'rib chiqamiz. Biz bilamizki,

$$ma_1 = G \frac{Mm}{r^2} \quad \text{va} \quad Ma_2 = G \frac{Mm}{r^2}$$

bo'lib, shuning uchun

$$a_1 - (-a_2) = G \frac{M+m}{r^2} \quad \text{y\u00fcb\u00e0} \quad a_{i\bar{e}n} = G \frac{M+m}{r^2}$$

bo'ladi. a va  $a_{nis}$  bir xil tezlanish bo'lganligi uchun

$$\frac{4\pi^2 r}{T^2} = G \frac{M+m}{r^2}$$

bo'lib, bundan

$$\frac{r^3}{T^2(M+m)} = \frac{G}{4\pi^2} \quad (9.11)$$

ekanligi kelib chiqadi. Topilgan tenglikni mos raviishda  $M_1$  va  $M_2$  markaziy jismlar atrofida aylanuvchi  $m_1$  va  $m_2$  jismlar uchun yozsak hamda bu jismlar ellips bo'yicha harakat qilayotganligini hisobga olsak, u holda  $r_1 \equiv a_1$ ;  $r_2 \equiv a_2$  bo'ladi.

Shuning uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{a_1^3}{T_1^2(M_1+m_1)} = \frac{a_2^3}{T_2^2(M_2+m_2)} \quad \text{a\u00f0\u00e0\u00e0\u00e0} \quad \frac{T_1^2(M_1+m_1)}{T_2^2(M_2+m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad (9.12)$$

Oxirgi formulani sayyoralarga tatbiq etsak markaziy jism M - Quyondir va

$m_1 \ll M$ ;  $m_2 \ll M$  bo'lganligi sababli  $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$  bo'lishi kelib chiqadi.

(9.11) formula astronomiyada katta rol o'ynaydi, undan foydalanib sayyoralarni massasi topiladi.

### Sinov savollari:

1. Sayyoralarning orbita elentlarini bilish nima uchun kerak?
2.  $i$  va  $\Omega$  - burchaklarni aniqlab, nima aniqlanadi?
3. Perigeliyning burchak uzoqligi  $\omega$  nimani aniqlaydi?
4. "a" va "v" nimani aniqlaydi?
5. Haqiqiy anomalni nima va uni bilish nima uchun kerak?
6. Sayyoraning orbitasidagi o'rni qanday ketma-ketlikda aniqlanadi?
7. Keplerning umumlashtirilgan qonunlarini bayon eting.

## **10 – MA’RUZA: G’alayonlatuvchi kuch va g’alayonlangan harakat tushunchasi**

**Tayanch iboralar:** davriy g’alayon, asriy g’alayon, g’alayonlatuvchi kuch, gravimetrik metod.

### **Reja:**

1. G’alayonlangan harakat. Davriy va asriy g’alayonlar.
2. G’alayonlatuvchi kuch va sayyoralarning Kepler qonunlaridan chetlangan harakatlari.
3. Oy harakatini g’alayonlatuvchi kuchi.
4. Kosmik jismlarning massalarini aniqlash.

### **1. G’alayonlangan harakat. Davriy va asriy g’alayonlar**

Agar biror kosmik jism yagona Quyosh tomonidan tortilganda edi bu jism aniq Kepler qonunlariga asosan harakat qilar edi, shunday harakatga g’alayonsiz harakat deyiladi. Xaqiqatda esa barcha kosmik jismlar xam Quyosh xam o’zaro tortishadi. Shuning uchun birorta kosmik jism xam aniq ellips, aniq parabola, aniq giperbola yoki aylana bo’yicha harakat kilmaydi.

Jismlarni Kepler qonunlaridan chetlashgan xoldagi harakatlariga g’alayonlangan harakat deyiladi. Quyosh sistemasidagi jismlarni harakatidagi g’alayon juda murakkabdir, chunki bu jismlarni Quyoshga nisbatan massasi juda kichiqdir, barcha jismlarni birgalikdagi massasi Quyosh massasining  $1/7000$  qismini tashkil etadi. G’alayonni xuddi o’zgaruvchan elementli Kepler qonunlari bo’yicha harakat tarzida qarash mumkin.

Jismlar orbita elementlarini g’alayonlari ikkiga bo’linadi: asriy va davriy. Quyosh sistemasidagi jismlarni asriy g’alayonlari ular orbitalarini bir-biriga nisbatan joylashishlariga bog’liq bo’lib juda katta vaqt davomida ozgina o’zgaradi. Shuning uchun elementlarni asriy g’alayonlari bitta berilgan yunalish buyicha sodir bo’lib g’alayon mikdori vaqtga bog’liq bo’ladi. Asriy g’alayonga orbitaning faqatgina ikkita elementa, chiqish tugunning uzunlamasi va perigeliy nuqtasining uzoqligi duch keladi.

Davriy g’alayonlar esa jismlarni orbitalarida joylashishlariga bog’liq bu g’alayon ma’lum vaqtdan keyin takrorlanadi. Shuning uchun bu g’alayonga davriy g’alayon deyiladi. Davriy g’alayonlar o’zgaruvchan goh bir yo’nalishda goh qarama-qarshi yo’nalishda sodir bo’ladi. Orbita elementlarning deyarli barchasi davriy g’alayonga duch keladi.

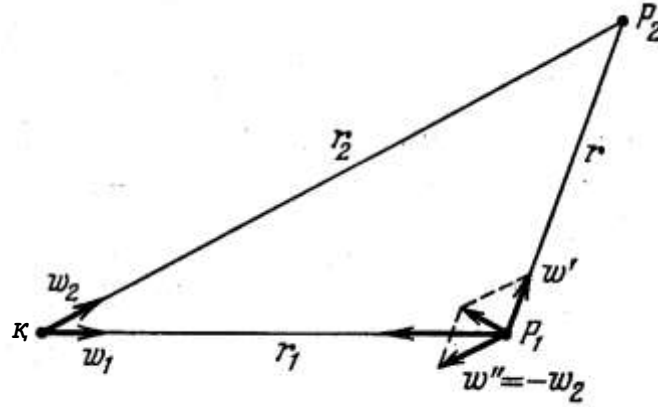
Sayyoralarning faqatgina chiqish tuguni uzunlamasi va perigeliy nuqtasining uzoqligi asriy g’alayonlarga duch kelganligi sababli, bu yaqin orada katta sayyoralar hozirgiday harakat qilishi aniq. Lekin Quyosh sistemasining uzoq vaqt masalan, milliard yil davomida mustaxkamligi hali yechilmagan masaladir.

### **2. G’alayonlatuvchi kuch va sayyoralarning Kepler qonunlaridan chetlangan harakatlari**

Faraz qilaylikki, uchta kosmik jism berilgan bo’lsin.  $M$  massali  $Q$  Quyosh, Quyoshdan  $r_1$  masofada  $m_1$  massali  $R_1$  sayyora,  $r_2$  masofada esa  $m_2$  massali  $R_2$

cayyora berilgan bo'lsin. Sayyoralar orasidagi masofani  $r$  bilan belgilaymiz. Barcha jismlar o'zaro butun olam tortishish qonuniga asosan tortiladi.

Quyosh  $QR_1$ , yo'nalishida  $R_1$  sayyora tasiridan  $\omega_1 = G \frac{m_1}{r_1^2}$  tezlanish olsa  $QR_2$  yo'nalishida esa  $\omega_2 = G \frac{m_2}{r_2^2}$  tezlanishni  $R_2$  sayyora ta'siridan oladi.



**Rasm-18.** Qo'zg'atuvchi kuch

$P_1$  sayyoraning Quyoshga nisbatan harakatini ko'ramiz. Bunda  $R_1$  sayyora quyidagi tezlanishlarni oladi.

$$\omega = G \frac{M + m}{r_1^2} \quad R_1Q - \text{yo'nalishida}$$

$$\omega' = G \frac{m_2}{r^2} \quad R_1P_2 - \text{yo'nalishida}$$

$$\omega'' = -\omega_2 = G \frac{m_2}{r_2^2}; \quad \omega'', \omega_2 - \text{ga paralel.}$$

Sayyora Quyosh tomonidan tortilishi natijasida  $\omega$  tezlanish bilan, Kepler qonunlariga asosan harakat qiladi edi.  $\omega'$  va  $\omega''$  g'alayonlatuvchi kuchlarning bergan tezlanishlari. Anashu tezlanishlarni mavjudligi sababli, sayyora Kepler qonunlaridan chetlashgan holda harakat qiladi.  $\omega'', \omega_2$  - ga qarama-qarshi bo'lganligi sababli g'alayonlatuvchi kuch g'alayonlatuvchi jismning Quyoshga va  $R_1$  sayyora ta'sirlarining geometrik yig'indisidan iboratdir. Rasmdan ko'rinib turibdiki, g'alayonlatuvchi kuch ya'ni g'alayonlatuvchi tezlanish g'alayonlatuvchi jismga karab yunalmagandir. G'alayonlatuvchi kuch aniq g'alayonlatuvchi jismga qarab yo'nalgan bo'ladi, agar  $R_1, R_2$  jismlar Quyosh bilan bir to'g'ri chiziqli ustida, Quyoshga nisbatan bir tomonda yotgan bo'lsa (quyidagi tartibda  $QR_1R_2$ , yoki  $QR_2R_1$ . Agar  $R_1$  va  $R_2$  jismlar  $R_1QR_2$  tartibda bir to'g'ri chiziqli ustida yetgan bulsa g'alayonlatuvchi kuch g'alayonlatuvchi jismdan yo'naltirilgan bo'ladi. G'alayonlatuvchi kuch miqdori va yunalishi harakat natijasida doimiy o'zgarib turadi.

### 3. Oy harakatini g'alayonlatuvchi kuchi

Oy uchun markaziy jism yer bo'lsa asosiy g'alayonlatuvchi jism esa Quyoshdir. Sayyoralarning Oyni tortish xam ko'zgatish xosil qiladi, lekin bu

qo'zg'atish juda kichiqdir. Oyni Quyosh tomonidan tortilishi oyga quyidagi tezlanish hosil qiladi.

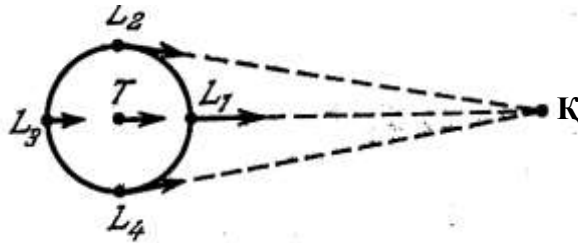
$$\omega = G \frac{M}{r_1^2}$$

bunda  $M$  - Quyosh massasi,  $r_1$  - esa oy markazidan Quyosh markazigacha bo'lgan masofa. Yer tortishi natijasida esa Oy quyidagi  $g = G \frac{m}{r^2}$  tezlanish oladi. Bunda  $r$  yerdan oygacha bo'lgan masofa bulsa,  $m$  yer massasi. Birinchi tezlanishni ikkinchisiga bo'lib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{\omega}{g} = \frac{M}{m} \left( \frac{r}{r_1} \right)^2$$

bo'lganligi uchun oyni Quyosh tomonidan tortilishi yer tomonidan tortilishiga ko'ra taxminan ikki marta kattadir. Lekin oyning yerga nisbatan harakatiga Quyosh tortish kuchi emas, balki Quyoshning oyni va yerni tortish kuchini farqi ta'sir ko'rsatadi. Quyosh tortish natijasida yerning tezlanishi  $\omega' = G \frac{M}{a^2}$  - ga tengdir.  $a$ -

Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofa g'alayonlatuvchi tezlanish  $\omega_1$ ,  $\omega$  va  $\omega'$  larning farqiga teng bo'ladi.  $\omega_1$  - ning eng katta qiymati, ya'ni g'alayonlatuvchi kuch o'zining katta qiymatiga oy  $L_1$  Yer va Quyosh orasida bo'lganda erishadi.



**Rasm 19.** Oyni harakatidagi g'alayonlar

$L_1$  holda g'alayonlatuvchi tezlanish: 
$$\omega_1 = \frac{GM}{(a-r)^2} - \frac{GM}{a^2} = GM \frac{2ar - r^2}{(a-r)^2 a^2}$$

bo'ladi.  $r \ll a$  bo'lganligi sababli  $a-r$   $a$  - dan kam farq qiladi. Formuladagi  $r^2$  ni hisobga olmasdan  $a-r$  ni  $a$  - ga teng deb olsak oxirgi tenglikni quyidagicha yozish mumkin:

$$\omega_1 \approx G \frac{2rM}{a^3}$$

Oyning  $L_3$  holatida xam tezlanish xuddi shunday bo'ladi. Haqiqatan ham

$$\omega_3 \frac{GM}{a^2} - \frac{GM}{(a+r)^2} = GM \frac{2ar + r^2}{a^2(a+r)^2} \approx G \frac{2rM}{a^3}$$

Shunday qilib, Oyning g'alayonlangan harakati g'alayonlatuvchi jismgacha bo'lgan masofani kvadratiga emas, balki kubiga teskari proporsionaldir. Oyni

g'alayonlatuvchi kuch qiymati quyidagicha bo'ladi: 
$$\frac{\omega_1}{g} = 2 \frac{M}{m} \left( \frac{r}{a} \right)^3$$

ya'ni Oyni, yer tomonidan tortish kuchini taxminan  $1/90$  qismini tashkil qiladi.  $L_1$  holatda g'alayonlatuvchi kuch oyni Yerdan uzoqlashtirsa,  $L_3$  holatda Yerni oydan ueoklashtiradi.

#### 4. Kosmik jismlarning massalarini aniqlash

Nyutonning butun Olam tortilish qonuni kosmik jismning massasini o'lchash imkonini beradi. Kosmik jismning massasini quyidagi yo'llar bilan o'lchash mumkin.

- a) Uning yuzida og'irlik kuchini ulchash (gravimetrik metod) yo'li bilan;
- b) Keplerning uchinchi umumlashtirilgan qonunidan foydalangan holda;
- v) Jismning boshqa jismlar harakatidagi g'alayonlatishini o'lchagan holda.

Birinchi metod faqatgina Yer uchun qo'llanilgandir. Butun olam tortishish qonuniga asosan og'irlik kuchi tezlanishi

$$g = G \frac{m}{R^2}$$

ga teng, bunda  $m$  yer massasi,  $R$  uning radiusi. Bu formuladan

$$m = \frac{gR^2}{G}$$

bo'lib,  $g$  va  $R$  larning qiymati tajriba yo'li bilan aniqlanadi.  $G$  - qiymati eca Kavendish tajribasidan aniqlangandir.  $g$ ,  $R$  va  $G$  larning qiymatidan foydalansak

$$m_{\text{do}} = 5,976 \cdot 10^{26} \text{ g} \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ t}$$

ekanligi kelib chikadi. Yer massasi va uning hajmini bilgan holda osongina yerning zichligini topish mumkindir. Uning zichligi  $5,5 \text{ g/sm}^3$  ga tengdir.

Agar sayyoraning yo'ldoshi mavjud bo'lsa, Keplerning uchinchi umumlashtirilgan qonuni Quyosh va sayyora massasini nisbatini topish imkonini beradi, chunki yo'ldoshning sayyora atrofidagi harakati sayyoraning Quyosh atrofidagi harakat qonunlariga bo'ysunadi.

Shuning uchun

$$\frac{T^2(M+m)}{t_{\epsilon}^2} = \frac{a^3}{a_{\epsilon}^3} \quad (10.1)$$

bunda  $M$ ,  $m$ ,  $m_y$  mos ravishda Quyosh, sayyora va yo'ldoshlarning massalari,  $T$  - sayyora Quyosh atrofida harakat davri,  $t_y$  - yo'ldoshning sayyora atrofidagi harakati davridir.

Oxirgi tenglik chap tomonini  $m$  - ga bo'lib quyidagini hosil qilamiz.

$$\left(\frac{M}{m} + 1\right) : \left(1 + \frac{m_{\epsilon}}{m}\right) = \frac{t_{\epsilon}^2 a^3}{T^2 a_{\epsilon}^3} \quad (10.2)$$

$\frac{M}{m}$  barcha sayyoralar uchun kattadir,  $\frac{m_{\epsilon}}{m}$  bo'lsa oy va Yerdan tashqari barcha sayyoralar uchun kichik, uni hisobga olmaslik mumkin, faqatgina bitta noma'lum  $\frac{M}{m}$  qoladi va uni oson topish mumkin. Yupiter uchun  $\frac{m_{\epsilon}}{m}$  nisbat  $1:1050$  tengdir.

Oyning massasi Yer massasiga yaqin bo'lganligi sababli (10.2) da  $\frac{m_{\epsilon}}{m}$  - ni

hisobga olmaslik mumkin emas. Shuning uchun (10.2) ga asosan  $m/M$  ni topish uchun avval  $m_{oy}$  - oy massasini topish kerak. Oy massasini Oyning yer harakatiga ko'rsatadigan g'alayonlatishidan topadilar. Oyning tortish kuchi ta'siri ostida yer Yer-oy massa markazi atrofida ellips chizishi kerak.

Quyoshni ko'rinma harakatini o'rganish ko'rsatadiki uning uzunlamasida bir oylik davr bilan o'zgarish kuzatilgan bu o'zgarishiga oy tengsizligi deyiladi. Oy tengsizligini borligi ko'rsatiladiki haqiqatdan ham yer markazi yer-oy massa markazi atrofida bir oylik davr bilan ellips chizadi. Yer-Oy massa markazi Yer markazidan 4650 km masofada joylashgan. Bu oy va yer massalarini nisbatini topish imkonini beradi.  $m_e/m$  - ni yer va oy uchun topib, Yer - Quyosh massalarini nisbatini topish mumkin. Hisoblashlar ko'rsatadiki Quyosh massasi yer massasidan 333000 marta kattadir.

Quyosh massasini bilgan xolda Quyosh-sayyora massalarini nisbatidan sayyora massasini topish mumkin.

Yo'ldoshlari mavjud bo'lmagan sayyoralarni (Merkuriy, Venera, Pluton) massalari ularni boshqa sayyoralar harakatiga yoki kometalarga beradigan g'alayonlatishlariga ko'ra topish mumkin. Masalan, Merkuriy va Veneralarning massalari ularni Yer harakatiga yoki biror kichik Planeta (asteroid) harakatiga beradigan g'alayonlatishiga ko'ra o'lchangandir.

### **Sinov savollari:**

1. G'alayonlatuvchi kuch deb qanday kuchga aytiladi?
2. Sayyoralarning elementlari qanday g'alayonlarga duch keladi?
3. Davriy g'alayon qanday?
4. Asriy g'alayon qanday?
5. Oy turli holatlarda bo'lganida unta ta'sir etuvchi g'alayonlatuvchi kuchlarni tushuntiring.
- 6 Kosmik jismlar masalalarini topish yo'llarini bayon zting.

## 11-MA'RUZA. Kosmik jismlargacha bo'lgan masofani aniqlash

**Tayanch iboralar:** parallaks, astronomik birlik, yorug'lik yili, parsek.

**Reja:**

1. Gorizontal paralaks. Quyosh sistemasidagi jismlargacha bo'lgan masofani o'lchash.
2. Astronomiyada uzunlik birliklari.
3. Sutkalik va yillik parallaks, ularni aniqlash.
4. Quyosh paralaksi

### 1. Gorizontal paralaks. Quyosh sistemasidagi jismlargacha bo'lgan masofani o'lchash

Quyosh sistemasidagi jismlargacha bo'lgan masofani o'lchash ularning gorizontal paralaksini o'lchashga asoslangandir. Yerning markazidan va yuzidan M yoritgichning ko'rish yo'nalishlari orasidagi burchakcha yoritgichning sutkalik paralaksi deyiladi. Boshqacha qilib aytganda sutkalik paralaks yoritgichdan turib yerning radiusini ko'rish burchagidir. Yoritgich gorizontda bo'lganda uning sutkalik paralaksi, o'zining maksimal qiymatiga erishadi va unga gorizontal paralaks deyiladi. Rasmdan ko'rinib turibdiki

$$\frac{R}{\sin P'} = \frac{\Delta}{\sin(180^\circ - r')} \quad \text{yoki} \quad \frac{R}{\Delta} = \frac{\sin P'}{\sin Z'} \quad (11.1)$$

Birinchi va ikkinchi formulalardan

$$\frac{R}{\Delta} = \sin P \quad (11.2)$$

Shuning uchun  $\sin P' = \sin P \sin Z' \quad (11.3)$

Quyosh sistemasidagi jismlarni paralaksleri uncha katta emas, masalan Quyosh uchun  $R=8''79$  sayyoralar uchun  $1''$  dan kichiqdir. Shuning uchun (11.3) formulani sinuslarini tushirib quyidagi shaklda yozish mumkin.

$$P' = P \sin Z' \quad (11.4)$$

Yoritgich gorizontal  $R_0$  paralaksini bilgan holda ungacha bo'lgan masofani yer markazidan oson topish mumkin.

$$\Delta = \frac{R_0}{\sin P_0} \quad (11.5)$$

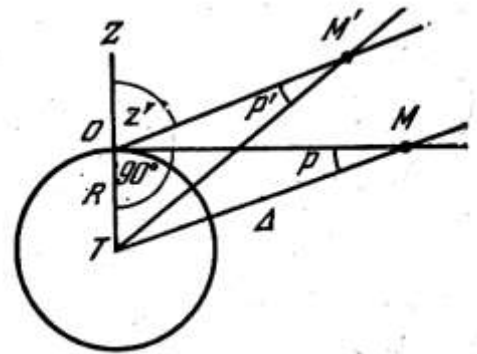
$R_0$  - Yer ekvatorial radiusi. Oydan tashqari barcha yoritgichlar paralaksi qiymati juda kichikdir, shuning uchun (11.5) formulani o'zgartirib yozish mumkin.

$$\sin P_0 = P_0'' \sin 1'' = \frac{P_0''}{206265} \quad (11.6)$$

buni (11.5) formulaga qo'yib,

$$\Delta = 206265 R_0 / P_0'' \quad (11.7)$$

ekanligini topamiz. (11.7) formuladan  $R_0$  qaysi birlikda berilgan bo'lsa  $\Delta$  ham o'sha birlikda aniqlanadi.



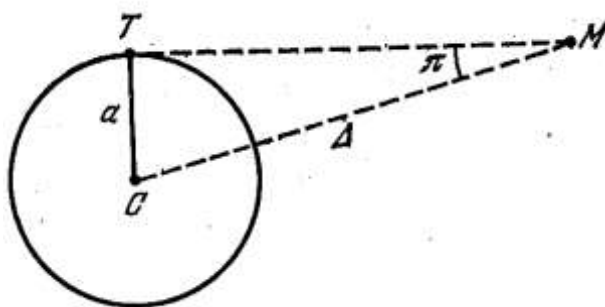
Rasm 20. Sutkalik paralaks.

Oxirgi paytlarda yoritgichlargacha bo'lgan masofa radiolakasion metod yordamida aniqlanadi, bunda

$$\Delta = \frac{ct}{2} \quad (11.8)$$

Bunda  $c$  - radioto'lqin tezligi  $c=300.000$  km/s,  $t$  - to'lqinni yoritgichga borib kelish vaqti.

Yulduzlargacha bo'lgan masofa ularni yillik paralakslarini o'lchashga asoslangandir. Yulduzdan Yerning Quyosh atrofida aylanishi orbitasini o'rtacha radiusini, yulduzdan o'tkazilgan yo'nalish radiusga perpendikulyar bo'lgandagi, ko'rish burchagiga yillik paralaks deyiladi.



Rasm 21. Yulduzlarning yillik paralaksi.

Rasmdan ko'rinib turibdiki

$$\Delta = \frac{a}{\sin \pi} \quad (11.9)$$

yulduzlarning yillik paralakslari  $1''$  kichiqdir, shuning uchun

$$\Delta = \frac{206265'' a}{\pi''} \quad (11.10)$$

yo'zish mumkin.  $a$  - qaysi birlikda berilgan bo'lsa  $\Delta$  o'sha birlikda o'lchanadi.

## 2. Astronomik uzunlik birliklari

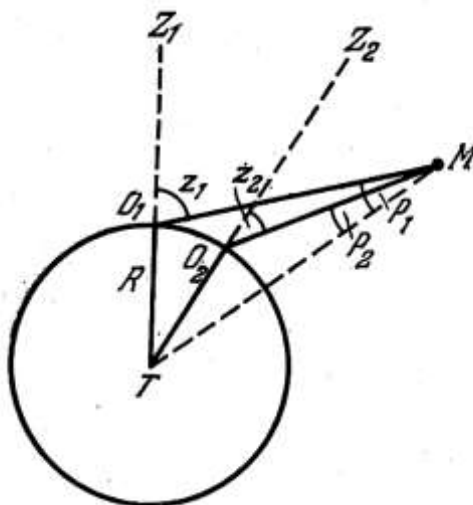
Agar kosmik jismlargacha bo'lgan masofa katta bo'lsa uni kilometrlarda o'lchash noqulaydir, chunki juda katta sonlar kelib chiqadi. Shuning uchun astronomiyada km bilan birgalikda yana quyidagi birliklardan foydalanadilar:

1. Astronomik birlik (a.b) - Quyoshdan Yergacha bo'lgan o'rtacha masofa.
2. Parsek (PS) -  $1''$  yillik paralaksiga mos keluvchi masofa.
3. Yorug'lik yili,  $300000$  km/s tezlik bilan tarqaluvchi yorug'likni bir yilda bosib o'tgan yo'li.  $1 \text{ a.b.} = 149600000 \text{ km}$ . U holda  $1 \text{ yil} = 30,86 \cdot 10^{12} \text{ km} = 206265 \text{ a.b.} = 3,26 \text{ PS}$ . Quyosh sistemasidagi jismlargacha bo'lgan masofa odatda a.b. o'lchanadi. Masalan Merkuriy Quyoshdan  $0,387$  a.b. masofada turadi. Quyosh sistemasidan tashqaridagi jismlargacha bo'lgan masofa esa PS, KPS larda o'lchanadi. Bu hollarda

$$\Delta = \frac{1}{\pi''} \text{ yoki } \Delta = \frac{3,26}{\pi''} \text{ yorug'lik yili aniqlanadi.}$$

### 3. Kuzatishdan sutkalik va yillik paralakslarni aniqlash

Faraz qilamizki  $M$  yoritgich osmon meridianidan o'tayotgan paytda bitta geografik meridianyushg ikkita  $O_1$  va  $O_2$  nuqtalardan turib  $Z_1$  va  $Z_2$  zenit masofalari o'lchangan bo'lsin. Yana faraz qilamizki, har ikki kuzatish punkti yer meridianining shimoliy yarmida joylashgan bo'lib, har bir kuzatish joyidan zenitga nisbatan yoritgich janub tomonda ko'rinsin.



**Rasm 22.** Kuzatishdan sutkali paralaksni aniqlash

Demak,  $Z_1 = \varphi_1 - \delta_1$  va  $Z_2 = \varphi_2 - \delta_2$ . Bunda  $\varphi_1$  va  $\varphi_2$  kuzatish joylarining geografik kengliklari,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  yoritgichni toposentrik og'ishlari, bu og'ishlar  $\delta$ -geosentrik og'ishdan  $P_1 = P \sin Z_1$  va  $P_2 = P \sin Z_2$  ga farq qiladi.

$$P_1 - P_2 = P(\sin Z_1 - \sin Z_2)$$

Rasmdan ko'rinib turibdiki,  $O_1TO_2M$  to'rtburchakdan  $O_1MO_2$  burchak  $R_1-R_2$  ga,  $MO_2T$  burchak esa  $180^\circ + Z_2$  va  $O_1TO_2$  burchak esa  $\varphi_1 - \varphi_2$  ga tengdir. To'rtburchak ichidagi burchaklarning yig'indisi  $360^\circ$  ga teng ekanligini hisobga olsak,

$$360^\circ = P_1 - P_2 + 180^\circ + Z_2 + \varphi_1 - \varphi_2 + 180^\circ - Z_1$$

bo'ladi. Bundan esa  $P_1 - P_2 = (\varphi_1 - Z_2) - (\varphi_1 - Z_1)$  bo'lib, yuqoridagi formulalardan

$$P_1 - P_2 = P(\sin Z_1 - \sin Z_2) = P[\sin(\varphi_1 - \delta_1) - \sin(\varphi_2 - \delta_2)] = \delta_2 - \delta_1$$

bo'lib,

$$P = (\delta_2 - \delta_1) / [\sin(\varphi_1 - \delta_1) - \sin(\varphi_2 - \delta_2)] \quad (11.11)$$

ekanligi kelib chiqadi.

Oxirgi formulalardan foydalanib, gorizontalar paralaksning qiymati topiladi. Kuzatish joyidagi yerning radiusi  $R$  va ekvatorial radiusi  $R_0$  ni qiymatini bilgan holda, gorizontalar ekvatorial paralaksning qiymati topiladi.

$$P_0 = P \frac{R_0}{R} \quad (11.12)$$

Shunday qilib, yoritgichni gorizontalar paralaksini, yoritgichni topo-sentrik og'ishini bilib topish mumkin ekan. Yoritgichni gorizontalar paralaksini uni to'g'ri chiqish koordinatasini o'lchash yo'li bilan ham aniqlash mumkindir. Buning uchun yoritgichni yerning bitta nuqtasidan turli vaqtlarda kuzatib to'g'ri chiqish koordinatasini o'lchash kerak. Bu vaqt oralig'ida yer kuzatuvchini, fazoning bir

nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o'tkazadi va yoritgichning mos paralaktik siljishi hosil bo'ladi.

Xuddi shunday yo'l bilan yulduzlarni yillik paralaksi o'lchanadi, faqatgina bu holda orbitasining turli nuqtalaridan (taxminan yarim yillik vaqt oralig'i bilan ularni geliosentrik koordinatalari o'lchanadi. Yoritgichlarni paralaktik siljishiga ko'ra aniqlangan paralakslarga trigonometrik paralaks deyiladi.

#### 4. Astronomik birlikni aniqlash (Quyosh paralaksi)

Agar yerning radiusi va Quyoshning gorizonttal paralaksi  $P_0''$  ma'lum bo'lsa

$$\Delta = \frac{206265'' R_0}{P_0''} \quad (11.13)$$

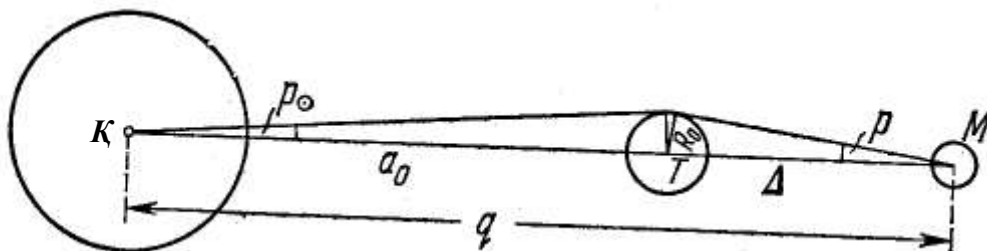
formuladan yerning Quyoshdan o'rtacha masofasi, astronomik birlik kattaligini topish mumkin. Astronomik birlikni o'lchash aniqligi to'la Quyosh paralaksini topish aniqligiga bog'liq bo'ladi. Yuqorida aytilgan metoddan foydalanib aniqlangan Quyosh paralaksini xatosi katta bo'ladi, bu xato birinchidan Quyoshning yerdan uzoq masofada joylashganligiga bog'liq bo'lsa, ikkinchidan Quyosh nuri ta'siri ostida asboblarni isitilishiga bog'liq bo'ladi.

Shuning uchun Quyosh paralaksi teskari yo'l bilan, yerga, Quyoshga nisbatan yaqinroq keluvchi sayyora paralaksini o'lchash yo'li bilan o'lchanadi.

XX asrgacha buning uchun Mars sayyorasining buyuk qarama-qarshi turish paytidan foydalanilgan. Mars buyuk qarama-qarshi turish paytida yerga 55 mln km masofada bo'ladi. Qarama-qarshi turish payti buyuk deyiladi. agar bu paytda sayyora orbitasining perigeliy nuqtasi yaqinida bulsa Marsning oxirgi buyuk qarama-qarshi turish holati 1988 yili kuzatilgan.

Faraz qilamizki sayyora buyuk qarama-qarshi turish vaqtida, T-yer Q-Quyosh va M - sayyora bir to'g'ri chiziq ustida joylashsin.

Yerdan Quyoshgacha masofa 1 a.b. - ga teng bo'lsin, sayyora esa perigeliy nuqtasida  $\Delta$  masofada turgan bo'lsin.



Rasm 232 Quyosh paralaksini topish.

Bunda  $a$  - Mars orbitasining katta yarim o'qi, eksentrisiteti,  $R_0$  - Quyoshning gorizonttal ekvatorial paralaksi,  $R$  - sayyoraniki,  $\Delta$  - sayyoraning geosentrik masofasi,  $R_0$ -yer ekvatorial radiusi. U holda rasmdan

$$R_0 = a_0 \sin P_0 \quad \text{bo'lib,}$$

$$R_0 = \Delta \sin P = (q - a_0) \sin P = [a(1 - e) - a_0] \sin P$$

Topilgan formulalarni o'ng tomonlarini o'zaro tenglashtirib sinuslarni

burchaklarini o'zlari bilan almashtirib quyidagini hosil qilamiz:

$$a_0 P_{\odot} = [a(1-e) - a_0] P$$

$$P_{\odot} = \left[ \frac{a}{a_0} (1-e) - 1 \right] P$$

$\frac{a}{a_0}$  sayyoralar harakati nazariyasidan, Kepler uchinchi qonunidan foydalangan holda topiladi. Sayyoraning eksentrisiteti va paralaksi kuzatishlardan topiladi.

1898 yidda Eros kichik sayyorasi ochilgan bu sayyora o'zining buyuk qarama-qarshi turishida Marsga ko'ra yerga 25 marta yaqin keladi, Erosni kuzatishdan foydalanib bir necha marotiba a.b. ning qiymati topilgan.

### **Sinov savollari:**

1. Gorizonttal paralaks deb nimaga aytiladi?
2. Yillik paralaks nima?
3. Astronomiyada masofa qanday o'lchanadi?
4. Quyosh paralaksi nima, astronomik birlik qanday o'lchanadi?
5. Astronomiyada ishlatiladigan uzunlik birliklarni tushuntiring.
6. Gorizonttal paralaksga ko'ra masofani topish formulasini chiqarib tushuntiring.
7. Astronomiyada masofani aniqlashni yana qanday usullarini bilasiz.

## 12 - MA'RUZA. Yoritgichlar shaklini va o'lchamini aniqlash

**Tayanch iboralar:** yoritgichni burchak diametri, paralaktik ellips, epek nuqta, sayyoralar, asteroidlar, kometalar, sayyoralar yo'ldoshlari, abberasion siljish, paralaktik siljish.

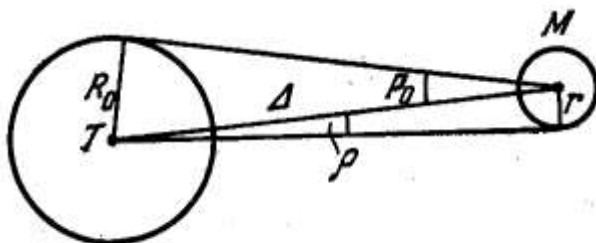
### Reja:

1. Yoritgichlar shaklini va o'lchamini aniqlash yo'llari.
2. Quyosh sistemasining tuzilishi.
3. Paralaktik ellips.

### 1. Yoritgichlar shaklini va o'lchamini aniqlash yo'llari

Yerdan turib yoritgichni diskini ko'rish burchagiga yoritgich burchak diametri deyiladi. Ba'zi yoritgichlarni (Quyosh, oy sayyoralar) burchak diametrlarini qiymatini kuzatishdan aniqlash mumkin.

Agar yoritgichni burchak diametri va ungacha bo'lgan masofa  $\Delta$  ma'lum bulsa yoritgichni haqiqiy diametrini topish mumkin. Haqiqatan ham faraz qilamizki, yoritgich burchak diametri  $\rho$ , yer va yoritgich markazlari orasidagi masofa  $\Delta$ ,  $R_0$  - gorizontal ekvatorial paralaks,  $R_0$  va  $r$  – yer va yoritgichlarni chiziqli radiuslari bo'lsin.



Rasm 24. Yoritgichni burchak diametri

U holda  $r = \Delta \sin \rho$ ,  $R_0 = \Delta \sin P_0$  bo'lib  $\rho$  va  $P_0$  larni kichikligidan quyidagini yozish mumkin:

$$r = \frac{\sin \rho}{\sin P_0} R_0$$

Bu tenglikda  $\rho$  va  $P_0$  qiymatlarini kichikligini hisobga olsak,

$$r = \frac{\rho}{P_0} R_0$$

yozish mumkindir. Yoritgichlarni formasini esa ular disklerini turli yunalishdagi diametrlarini o'lchab topish mumkin. Agar jism bosiq bo'lsa u holda uning bir yo'nalishdagi diametri ikkinchisidan katta bo'ladi. O'lchashlar ko'rsatdiki Yer, Mars, Yupiter, Saturn, Uran va Neptun bosiq shaklidadirlar.

Chiziqli o'lchamlari va formasini o'lchash mumkin bo'lmagan obyektlarni o'lchami maxsus metodlar yordamida o'lchanadi.

## **2. Quyosh\_sistemasining tuzilishi**

Quyosh va Quyosh atrofida aylanuvchi jismlar sistemasi, Quyosh sistemasini tashkil qiladi. Quyosh sistemasida sistemaning dinamik markazi - Quyosh, 9-ta sayyora, ularning 32 ta yo'ldoshi, bir necha ming kichik sayyoralar yoki asteroidlar ko'p kometalar (500 tasi ko'ringan) va juda ko'p meteroit jismlar kiradi.

Mukammal o'rganishlar natijasida bu jismlarning koinotdagi harakati uchun informasiyalar berilgan bo'lib, hozirgi paytda Quyosh sistemasining aniq plani va tuzilishi ma'lumdir.

Ekliptika qutbidan qaraganda deyarli barcha sayyoralar Quyosh atrofida soat strelkasi yunalishi bo'yicha aylanadi. Ularning g'alayonlanmagan harakat orbitalari ekssentrisiteti kichik ellipslardan iboratdir. Deyarli barcha sayyoralar o'z o'qi atrofida Quyosh atrofida aylanish yo'nalishi bo'yicha aylanadi. Sayyoralarning orbitalari yotgan tekisliklar ekliptika tekisligiga ozgina og'madir. Uran va Veneragina o'z o'qi atrofida teskari yo'nalish bo'yicha aylanadi.

Sayyoralarning Quyoshdan masofasi ma'lum qonuniyatga bo'ysinadi. Sayyoralar Quyoshdan uzoqlashgan sari orbitalari orasidagi masofa oshib boradi.

Quyoshdan eng uzoqdagi sayyora 39,4 a.b. masofada turadi. Agar Quyosh sistemasini o'lchamini 39,4 a.b. ga teng desak, u holda bu masofa eng yaqin yulduz Proksima Sentavrgacha bo'lgan masofadan 7000 marotiba kichik masofadir.

Sayyoralarning yo'ldoshlari xuddi sayyoralarni Quyosh atrofida aylanishidek aylanadi. Ko'pchilik yo'ldoshlar to'g'ri yo'nalish bo'ylab aylanadi. Faqatgina 11 yo'ldosh teskari yo'nalish bo'yicha harakat qiladi, shulardan 5 tasi Uranniki. Demak Uran yo'ldoshlari Uran atrofida Uranning Quyosh atrofida harakatidek aylanar ekan.

Kometalar Quyosh atrofida turlicha aylanadi. Ko'p kometalarni orbitasi cho'zilgan ellipsdir. Kometalar Quyoshdan 50000-100000 a.b. masofada turadi, aylanish davri bir necha million yilni tashkil qiladi. Asteroidlarning orbitalarining ekssentrisiteti o'rtacha hisobda katta bo'lib, orbitalarining qiyaligi ham kattadir. Ko'pchilik asteroidlarning orbitalari, Mars va Yupiter orbitalarining orasida joylashgandir. Ba'zilar masalan Ikarniki Merkuriy orbitasi orasigacha kiradi va Saturn orbitasigacha uzoqlashadi. Ba'zi asteroidlarning o'z o'qi atrofida aylanishi ham aniqlangan, ba'zi hollarda bu harakat teskari harakatdir.

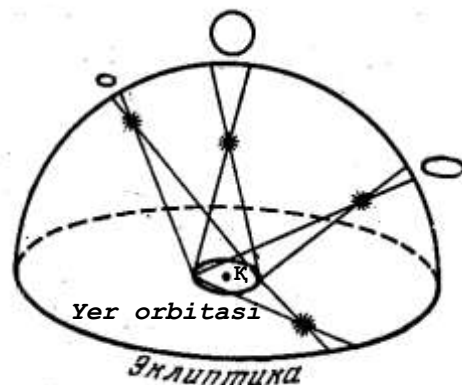
Kometalarni harakati esa turlicha bo'lib, ko'p hollarda ularning orbitasi birga yaqin ekssentrisitetli cho'zilgan ellips shaklidir. Ba'zida sayyoradan chekinishi natijasida kometa giperbola ( $e > 1$ ) bilan harakat qiladi, ba'zida o'sha chekintiruvchi ta'sir kometani ellips bo'yicha harakat qilishga majbur qiladi.

## **3. Paralaktik ellips**

Kuzatuvchi Yer bilan birgalikda Quyosh atrofida aylangani uchun Yerdan eng yaqin yulduzga o'tkazilgan yunalishni yo'nalishi o'zgaradi va bu yulduz osmonda bir yilda ellips chizadi. Ana shu ellipsga paralaktik ellips deyiladi. Paralaktik ellips yulduz ekliptikaga qancha yaqin bo'lsa shuncha qisilgan bo'ladi va yulduz Yerdan uzoqda bo'lsa ellipsning o'lchami shuncha kichik bo'ladi. Ekliptika qutbida joylashgan yulduzning ellipsi kichkina aylana bo'ladi. Ekliptikada joylashgan yulduzning ellipsi esa ekliptika aylanasing yoyiga aylanadi. Paralaktik

ellipslarning katta yarim o'qlari yulduzlarning, yillik paralaksiga teng bo'ladi. Shunday qilib yulduzlar yillik paralaksini mavjudligi Yerning Quyosh atrofida aylanishining isbotidir.

Yerning Quyosh atrofida aylanishining yana bir isboti yulduzlarning yillik abberasion siljishining mavjudligidir. Abberasiya deb kuzatuvchi Yer bilan birgalikda harakat qilayotganligi sababli yulduzni u tinch turganda ko'rishi kerak bo'lgan joyda ko'rmay boshqa joyda ko'rish hodisasiga aytiladi. Boshqacha qilib, yulduzni ko'ringan o'rni tomon va haqiqiy o'rni tomon o'tkazilgan yo'nalishlar orasidagi burchakga abberasiya deyiladi.



Rasm 25. Paralaktik ellipslar.

Faraz qilamizki teleskop okulyaridagi iplar to'rining markazi K nuqtada obyektivining markazi esa O nuqtada joylashgan bo'lsin va kuzatuvchi Yer bilan  $\vartheta$  tezlik bilan A tomonga qarab harakat qilayotgan bo'lsin.

Yulduzdan MK yunalishida  $s$  tezlik bilan kelayotgan yorug'lik nuri OK masofani  $\tau$  vaqtda bosib o'tadi, ya'ni  $OK = c\tau$ . Lekin bu vaqtda yerning orbital tezligi tufayli yulduzning tasviri okulyardagi iplar to'rining markazi K-ga tushmaydi, u  $KK_1 = \vartheta\tau$  ga siljib  $K_1$  nuqtaga tushadi. Yulduzning tasviri K nuqtaga tushishi uchun teleskopni yulduzning haqiqiy  $K_0M$  yo'nalishida emas, balki  $K_0M'$  yo'nalishida o'rnatish kerak. Demak yorug'lik  $OK = c\tau$  masofani o'tguncha Yer harakati tufayli tasvir  $K_0K = KK_1 = \vartheta\tau$  masofaga siljiydi. Shunday qilib  $K_0M'$  va  $KM$  yo'nalishlar orasida abberasiyaviy  $\sigma$  burchak hosil bo'ladi.

$\Delta KOK_0$  uchburchakdan,  $\sin \sigma = \frac{\vartheta\tau}{c\tau} \sin \theta = \frac{\vartheta}{c} \sin \theta$ .  $\sigma$  - kichikligini hisobga olib,  $\sin \sigma = \sigma'' \sin 1'' = \sigma'' / 206265''$  bo'ladi. Shuning uchun

$$\sigma'' = 206265'' \frac{\vartheta}{c} \sin \theta.$$

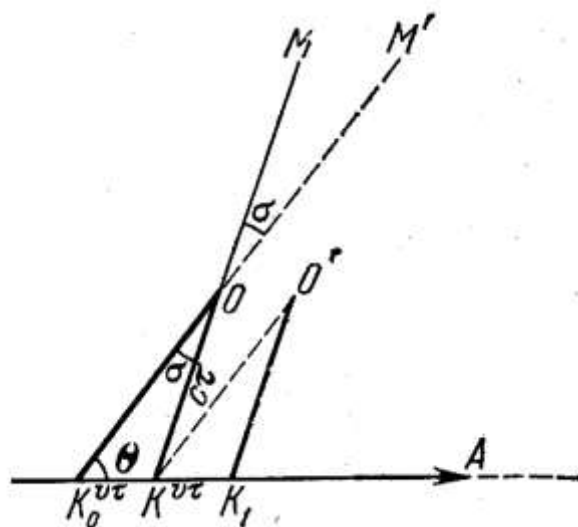
$$c = 299725 \text{ km/s} \quad \vartheta = 29,78 \text{ km/s}$$

formulaga qo'yib,

$$\sigma = 20''4960 \sin \theta \approx 20''50 \sin \theta = K_0 \sin \theta$$

ekanligini topamiz.  $K_0$  ga abberasiya doimiysi deyiladi.

Yerning yillik harakati tufayli ekliptika qutbidagi yulduzlar yil davomida o'zining haqiqiy o'rni atrofida  $20''50$  radiusli kichik aylana chizadi. Qolgan yulduzlar ellipslar chizadilar. Bu ellipslarning katta yarim o'qlari  $20'',50 \sin \beta$  ga teng bo'ladi ( $\beta$  -



Rasm 26. Aberratsiyaning yoritgich ko'rinma joyiga ta'siri.

ekliptik kenglik) ekliptika tekisligidagi yulduz esa uzunligi  $20^{\circ}5'2'' = 41^{\circ}00'$  uzunlikga ega bo'lgan yoy chizadi.

Paralaktik va abberasion siljishlarning farqi shundaki birinchi yulduzgacha bo'lgan masofaga bog'liq bo'lsa, ikkinchisi Yer Quyosh atrofida harakat tezligiga bog'liq bo'ladi. Paralaktik ellipsning katta yarim o'qlari har xil bo'lsa abberasion ellipsning katta yarim o'qlari esa  $20''50$  ga tengdir.

### **Sinov savollari:**

1. Yoritgichlarni o'lchami va shaklini aniqlashni tushuntiring.
2. Quyosh sistemasidagi jismlarni bayon etib uni tushuntiring.
3. Kometalar, asteroidlar Quyosh atrofida qanday harakat qiladi?
4. Meteor jismlarni Quyosh sistemasidagi harakati qanday?
5. Yerning Quyosh atrofida aylanishi, paralaktik ellipslar, abberasiya nima?
6. Paralaktik va abberasion siljishlarining farqini tushuntiring.

### 13 – MA'RUZA. Yerdagi yil fasllarini almashinishi va Yer o'qining precession va nutation harakati

**Tayanch iboralar:** tengkunlik, Quyosh turish, Yer o'qining uning orbita tekisligiga og'maligi, ekliptika tekisligi, Passatlar, Fuko mayatniki, precession harakat, nutation harakat, sayyoraviy precessiya, yillik precessiya.

**Reja:**

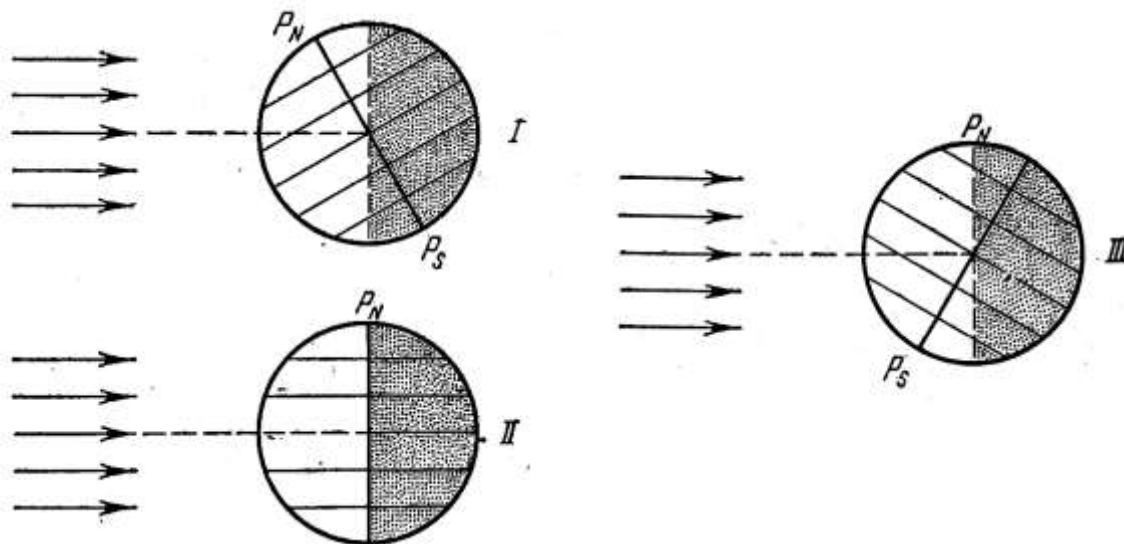
1. Yerdagi yil fasllarini vujudga kelishi.
2. Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi.

#### 1. Yerdagi yil fasllarini vujudga kelishi

Kuzatishlar ko'rsatadiki, olam qutbi o'zining yulduzlar orasidagi vaziyatini yil davomida deyarli o'zgartirmaydi. Bundan yer, quyosh atrofida aylanishida uning o'qi o'ziga parallel qoladi degan xulosa chiqadi. Bundan tashqari quyoshning og'ishi yil davomida  $+23^{\circ}26'$  dan (yozgi quyosh turish payti)  $-23^{\circ}26'$  gacha o'zgarishi yerning, o'qi uning orbitasi tekisligiga perpendikulyar bo'lmay, balki orbitaga nisbatan  $66^{\circ}34' = 90^{\circ} - 23^{\circ}26'$  og'ma ekanligi kelib chiqadi.

Yerning Quyosh atrofida aylanishi uning aylanish o'qini ekliptika tekisligiga nisbatan qiya joylashgani va bu burchak deyarli o'zgarmagani uchun, yerdagi yil fasllari regulyar ravishda o'zgarib turadi.

Rasmida Yer va uning o'qini tengkunlik va quyosh turish kunlarida quyosh nurlariga nisbatan vaziyati ko'rsatilgan.



**Rasm 27.** Yilning turli davrlarida yerning quyosh nurlariga nisbatan vaziyatlari.

I – yozgi quyosh turish kuni; II – tengkunlik; III – qishgi quyosh turish kuni

Yer yuzidagi gorizontall tekislik normalini va quyosh nurlari orasidagi burchak yerning I - chi vaziyatida  $i_1 = \varphi - \varepsilon$  bo'lsa, III - chi vaziyatida  $i_3 = \varphi + \varepsilon$  bo'lib, II - vaziyatida esa  $i_2 = \varphi$  dir, bunda  $\varepsilon$  ekliptikaning ekvatorga nisbatan qiyalik burchagi.

Biz bilamizki yuzaga tushayotgan yorug'lik oqimi  $F$ ,  $\Phi = \Phi_0 \cos i - 2a$  teng

bo'lib,  $i$  - yuzaga o'tkazilgan urunma tekisligi perpendikulyari va yorug'lik nuri yo'nalishi orasidagi burchak.

Demak yozgi quyosh turish kunlarida

$$\Phi_1 = \Phi_0 \cos(\varphi - \varepsilon) \quad (\text{I – chi vaziyat})$$

Qishgi quyosh turish kunlarida

$$\Phi_3 = \Phi_0 \cos(\varphi + \varepsilon) \quad (\text{III– chi vaziyat})$$

Tengkunlik kunlari uchun esa

$$\Phi_2 = \Phi_0 \cos\varphi \quad (\text{II – chi vaziyat})$$

bo'ladi.

Shuning uchun yer yuzi joyining geografik kenglamasiga bog'liq ravishda turlicha yorug'lik nuri, ya'ni issiqlik miqdori tushar ekan. Masalan  $\varphi = 55^{\circ}45'$  kenglamada  $F_1, F_3$  – ga ko'ra 4,6 marotiba katta bo'lsa,  $F_2, F_1$  – dan 1,5 marta kichikdir.

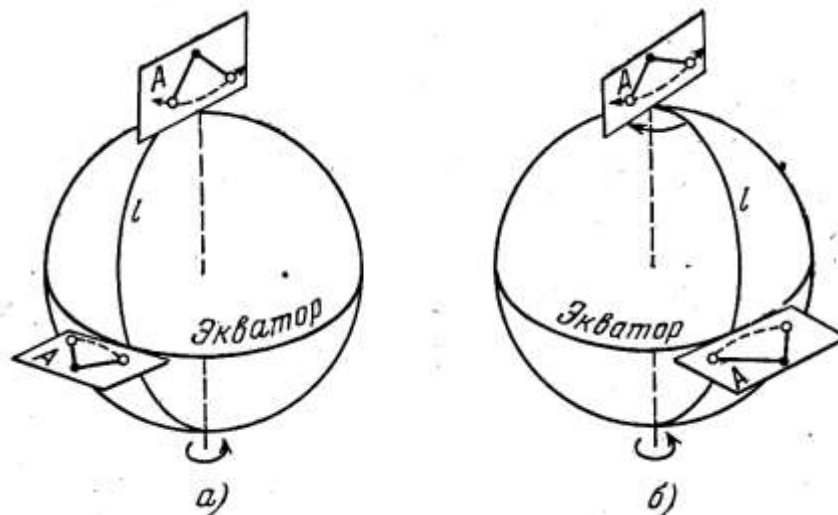
Shuning uchun shimoliy yarim shar bahor va yoz davomida (21 martdan 23 sentyabrgacha) kuz va qish davomida (23 sentyabrdan 21 martgacha) qaraganda ko'proq issiqlik oladi. Janubiy yarim shar esa aksincha 23 sentyabrdan 21 martgacha vaqt oralig'ida ko'proq issiqlik oladi.

Quyosh nurlari oqimi yana quyoshdan yergacha bo'lgan masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir. Yerning orbitasi aylanadan uncha katta farq qilmaganligi uchun oqimni masofa o'zgarishi natijasida yil vaqtlarini o'zgarishiga uncha katta ta'sir ko'rsatmaydi. Yer perigeliyga bo'lganida afeliyga bo'lganiga ko'ra 7% ko'proq energiya oladi. Bu farq bilan shimoliy yarim sharda janubiy yarim sharga ko'ra nisbatan sovuq bo'lmagan qish va nisbatan salqinroq yoz kuzatilishi tushuntiriladi. Yer aylanish o'qining orbita tekisligiga qiyaligi uchun Yerdagi issiqlik mintaqalari taqsimlanishi kuzatiladi.

## 2. Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi

Yer o'z o'qi atrofida aylanadi. Uning bu aylanishi yer yuzining ko'p hodisalarida o'z aksini topgan. Masalan, passatlar (Yer har ikki yarim sharning tropik oblastlarida ekvator tomonga esuvchi shamollar) Yerning g'arbdan sharq tomonga aylanishi natijasida shimoliy yarim sharda, shimoliy sharq tomondan, janubiy yarim sharda esa janubiy sharq tomondan esadi. Siklon janubdan shimolga esayotgan bo'lsa uning esish yo'nalishi sharqqa tomonga og'adi va hokazolar. Yer aylanishini ko'rsatuvchi eng ko'rgazmali natijasi Fuko mayatniki bilan o'tkaziladigan tajribadir.

Fuko tajribalari erkin mayatnikning fazoda o'zining tebranishi tekisligini, yo'nalishini saqlanishiga asoslangandir. Fuko mayatnikiga og'irlik kuchidan tashqari boshqa kuch ta'sir etmaganligi sababli u fazoda o'zining tebranish tekisligi yo'nalishini saqlaydi. Faraz qilamizki, Yerning shimoliy qutbida osilgan Fuko mayatniki boshlang'ich vaqtda  $\ell$  meridian tekisligida aylanayotgan bo'lsin (Rasm – 23a.) vaqt o'tishi bilan kuzatuvchiga mayatnikning tebranish tekisligi (Rasm – 23b.) sharqdan g'arbga tomon burilayotgan bo'lib tuyuladi, aslida Yer o'z o'qi atrofida teskari yo'nalishda, g'arbdan sharqqa tomon burilayotgan bo'ladi.



**Rasm 28.** Fuko mayatniki. A – mayatnik tebranish tekisligi

Bir yulduz sutkasi davomida mayatnikning tebranish tekisligi, Yer sirtiga nisbatan bir yulduz soatida  $\omega = 15^\circ$  burchak tezlik bilan to'la bir marotiba aylanadi. Yerning janubiy qutbida esa, u 24 yulduz soatida, soat strelkasi yo'nalishiga teskari yo'nalishda bir marotiba aylanib chiqadi.

Agar mayatnikni Yer ekvatoriga osib uning tebranish tekisligini ekvator tekisligiga oriyentirlasak, ya'ni  $\ell$  meridian tekisligiga to'g'ri burchak ostida, kuzatuvchi mayatnik tebranish tekisligini yerdagi predmetlarga nisbatan o'zgarishini sezmaydi, ya'ni mayatnik tebranish tekisligi meridianga perpendikulyarligicha qoladi. Mayatnik tebranish tekisligi ekvatorida boshqa tekislikda tebranayotgan bo'lsa ham natija o'zgarmaydi.

### Sinov savollari:

1. Yerda yil fasllari vujudga kelishini asosiy sababi nimada?
2. Yil davomida Yer va Quyosh orasidagi masofani biroz o'zgarishi yil fasllariga qanday ta'sir ko'rsatadi.
3. Yerning o'z o'qi atrofida aylanishini ko'rsatuvchi dalillarni tushuntiring.
4. Fuko mayatnikini Yer o'z o'qi atrofida aylanishini ko'rsatishi nimaga asoslangan.
5. Yer ekvatorida tebranayotgan mayatnik tebranishini tushuntiring.

## 14 - MA'RUZA. Yer o'qining precession va nutasion harakatlari

**Tayanch iboralar:** Presessiya, nutasiya, Oy - Quyosh presessiyasi, sayyoraviy presessiya.

**Reja:**

1. Yer o'qining precession va nutasion harakati.
2. Yer o'qining precession harakati natijasida kuzatiladigan hodisalar.

### 1. Yer o'qining precession va nutasion harakati

Yer shaklini uning ekvator sohasida halqasimon qo'shimcha massaga ega bo'lgan katta shar deb olish mumkin. Yer sharining shakli sferoidga yaqindir. Biror L jism tomonidan sferoidni tortilishi, Yerning shar shaklidagi qismini tortish kuchi  $F$  (bu kuch yerning markazidan jismga qarab yo'nalgan) va jismga yaqin joylashgan qismini tortish kuchi  $F_1$  va uzoq joylashgan qismining tortish kuchi  $F_2$  larni yig'indisidan iboratdir.

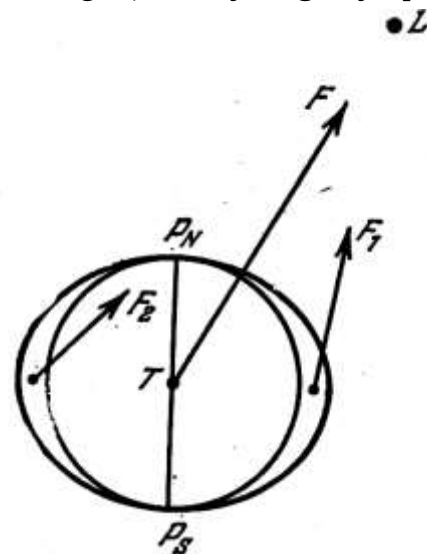
$F_1$  kuch  $F_2$  kuchdan kattadir, shuning uchun L jismning yerni tortish kuchi sferoidning (Rasm.29)  $P_N P_S$  aylanish o'qini soat strelkasi yo'nalishiga teskari yo'nalishda shunday burishga harakat qiladiki, yer ekvator tekisligi  $TL$  yo'nalishi bo'yicha joylashsin.

Mexanikadan ma'lumki, bunda yerning  $P_N P_S$  aylanish o'qi kuchlar joylashgan tekislikga perpendikulyar yo'nalishda siljiydi. Quyosh- Oy, Quyosh va boshqa sayyoralarning, yerning qo'shimcha massasiga ta'siri tufayli yer o'qi fazoda murakkab harakat qiladi. Eng avval yer o'qi ekliptika tekisligi bilan  $66^{\circ}34'$  burchak hosil qilgan holda ekliptika o'qi atrofida konus chizadi (Rasm.30).

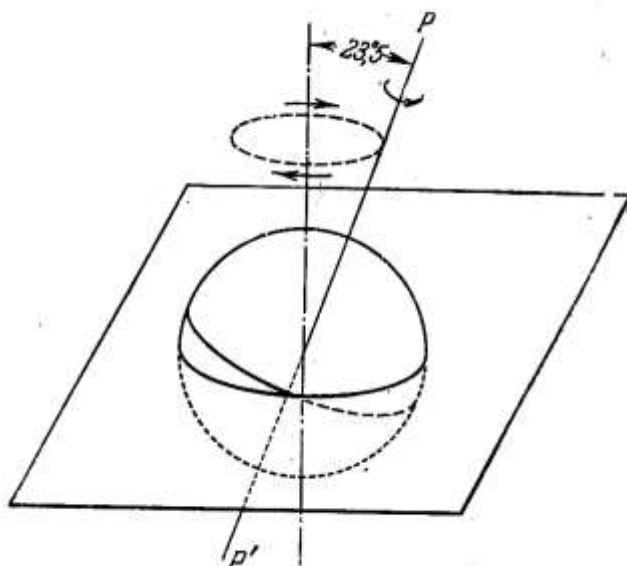
Yer o'qining ana shu harakatiga precession harakat deyiladi. Bu harakat davri 26000 yilga teng. Yer o'qining prosesseyasi tufayli olam qutblari ekliptika qutblari atrofida radiusi  $23^{\circ}26'$  bo'lgan 26000 yillik davr bilan aylana chizadi.

Quyosh va oy ta'siri ostida hosil bo'luvchi presessiyaga Oy - Quyosh presessiyasi deyiladi. Presessiyaviy kuchlarning miqdori va yo'nalishi o'zgarib turadi. Oy va Quyosh olam ekvatori tekisligida bo'lganida presessiyaviy kuchlar nolga teng bo'lib, ular ekvator tekisligidan maksimal uzoqlashganlarida, maksimal bo'ladi. Natijada yer o'qi o'zining o'rtacha vaziyati atrofida mayda tebranma harakat qiladi. Yerning ana shu harakatiga nutasiyaviy harakat deyiladi.

Yer o'qining asosiy nutasiyaviy tebranishi 18,6 yil davrga ega bo'lib, natijada olam o'qi Osmon sferasida kichik ellips chizadi. Nutasiyaviy ellipsning katta yarim o'qi  $18''42$  ga, kichik yarim o'qi esa  $13''72$  ga tengdir.



Rasm 29. Sferoidning boshqa jism tomonidan tortilishi



**Rasm 30.** Yer o'qining precession harakati

Yer o'qining precessiyaviy va nutasiyaviy harakati natijasida olam qutblari osmonda murakkab to'lqin shaklidagi chiziqlar chizadi. Yerni sayyoralar tomonidan tortilishi juda kichikdir. Shuning uchun yer o'qini fazodagi vaziyatini o'zgartira olmaydi, lekin yerning Quyosh atrofidagi harakatiga ta'sir ko'rsatadi, natijada ekliptika tekisligini fazodagi vaziyati o'zgaradi. Ekliptika tekisligini fazodagi bunday o'zgarishlariga sayyoraviy precessiya deyiladi.

Sayyoraviy precessiya tufayli bahorgi tengkunlik nuqtasi sharqqa tomon bir yilda  $0''114$  ga ko'chadi.

## **2. Yer o'qining precession harakati natijasida kuzatiladigan hodisalar**

Yuqorida qayd etilganidek Yer o'qining precession harakati tufayli olam qutblari, ekliptika qutblari atrofida radiusi taxminan  $23,5^\circ$  bo'lgan aylanalar chizadi. Bundan tashqari ekliptika o'qi sayyoraviy precessiya natijasida fazoda harakat qilganligi sababli, olam qutbining chizgan egri chizig'i o'zaro kesishmaydi. Hozirgi paytda shimoliy olam qutbi kichik ayiqning  $\alpha$ -si yaqinidan o'tadi. Shuning uchun  $\alpha$ -ga qutbiy yulduz deyiladi. 4000 yil oldin, olam qutbi Ajdar turkumidagi  $\alpha$  yulduzi yaqinida bo'lgan. 12000 yildan keyin esa Liraning  $\alpha$ -si (Vega) qutb yulduzi bo'ladi. Olam o'qi yo'nalishi o'zgarishi bilan olam ekvatori holati va Sayyoraviy precessiya natijasida esa ekliptika tekisligi holati o'zgarib boradi. Natijada ekliptika va ekvatorning kesishi nuqtalari tengkunliklar yulduzlar orasidan g'arbga tomon siljiydi. Bu siljishning tezligi bir yilda  $\frac{360^\circ}{26000} = 50''26$  ni tashkil etadi va ekliptikada umumiy yillik precessiya deyiladi.

Ekvatorida umumiy yillik precessiya  $m=50''26 \cos \varepsilon = 46''11$  – ga tengdir, bunda  $\varepsilon$  ekliptika tekisligini, ekvator tekisligiga nisbatan og'malik burchagi bo'lib, u hozirgi paytda sekinlik bilan kamayapti. Kamayish tezligi bir yilda  $0''47$  ni tashkil etadi. Tengkunlik nuqtalari quyoshning ko'rinma harakati yo'nalishi tomon ekliptika bo'yicha ko'chganligi tufayli bu nuqtaga quyosh, nuqta tinch bo'lganiga

qaraganda barvaqtroq yetib keladi.

Shuning uchun tropik yil ya'ni quyoshning markazini tengkunlik nuqtasidan o'tish orasidagi vaqt yulduz yili yerning quyosh atrofida aylanib chiqish vaqtidan  $20^m$  ga kichik bo'ladi. Bir sutkada  $1^\circ$  yo'l o'tadigan quyosh  $50^\circ 26'$  masofani  $20^m$  da o'tadi.

Yer sharining bir necha punktlarini geografik kengliklarini o'lchash ko'rsatadiki, joyning geografik kengligi davriy ravishda o'zgarib boradi. Bir joyda o'zining o'rtacha qiymati atrofida  $0''3$  oshsa, yer sharining o'lchangan nuqtasining qarama-qarshi boshqa yarim sharida  $0''3$  ga kamayadi. Bu shuni ko'rsatadiki, yerning tanasi aylanish o'qiga nisbatan siljiydi. Bu harakat yer o'qi yo'nalishiga ta'sir ko'rsatmagani uchun, o'q fazoda o'z yo'nalishini saqlaydi. Natijada qutblarga yerning turli nuqtalari to'g'ri kelib qoladi. Natijada yerning qutblari uning yuzasi bo'yicha ko'chib yuradi.

Yerning shimoliy qutbi, tomonlari 30 metr bo'lgan kvadratdan chiqmagan holda murakkab chiziq chizadi, uning harakati qutbdan kuzatilganda soat strelkasiga teskari yo'nalishda buriladi.

Ekvatorial va ekliptik koordinatalar sistemalarida yoritgichlarning uzunlamalarini o'lchashni hisob boshi qilib, bahorgi tengkunlik nuqta olingan. Shuning uchun, bahorgi tengkunlik nuqtani g'arb tomonga ko'chishi tufayli barcha yoritgichlarni ekliptik uzunlamalari har yili  $50''26$  o'zgarib turib, kenglamalari o'zgarmaydi. Chunki Oy - Quyosh presessiyasi ekliptika tekisligini o'zgartirmaydi. Yoritgichlarni har ikkala ekvatorial koordinatalari uzluksiz ravishda o'zgarib borganligi sababli, Yerning berilgan joyi uchun osmon ko'rinishi juda sekinlik bilan o'zgarib boradi. Natijada ba'zi ko'rinmaydigan yulduzlar chiquvchi va botuvchi bo'lib, ba'zi ko'rinadigan yulduzlar esa chiqmaydigan va botmaydigan bo'ladi. Masalan bir necha yildan keyin Yevropada janubiy Krest yulduzi ko'rinuvchi bo'lsa, Sirius yulduzi hamda Orion turkumining bir qismi ko'rinmaydigan bo'ladi.

### **Sinov savollari:**

1. Yer o'qining qanday harakatiga presession harakat deyiladi?
2. Yer o'qining nutasion harakatini tushuntiring.
3. Yulduzlarni  $\alpha$  va  $\lambda$  koordinatalarini yil davomida o'zgarishini tushuntiring.
4. Vaqt o'tishi bilan yulduzlar osmonini vaziyatini o'zgarishini sabablarini tushuntiring.
5. Kuzatish joyining geografik kenglamasini o'zgarish sababini tushuntiring.

## 15 – MA'RUZA. Oy orbitasi va uning g'alayonlari, uning fazalari va aylanish davrlari

**Tayanch iboralar:** oy, oy orbitasi, oy fazalari, yangioy, birinchi chorak, to'linoy, oxirgi chorak, sinodik oy, siderik oy, anomalistik davr, ajdarli davr, tropik davr, libراسiyalar, oy tutilishlar, Quyosh tutilishlari.

### **Reja:**

1. Oy Yerning yo'ldoshidir.
2. Oyning ko'rinma harakati va oy fazalari.
3. Oyning aylanish davrlari.
4. Oyning aylanishlari va libراسiyalar.
5. Quyosh va Oy tutilishlari.

### **1. Oy Yerning yo'ldoshidir**

Oy Yerning yo'ldoshi bo'lib, uning yer atrofida aylanish orbitasi ellips shakl bo'lib, ekscentrisiteti 0,055 - ga, katta yarim o'qi 384400 km - ga tengdir. Oy o'zining orbitasini perigeliy nuqtasidan o'tayotganda yerga 21000 km masofaga yaqin kelsa afeliy nuqtadan o'tayotganda yerdan 21000 km uzoqroq masofadan o'tadi.

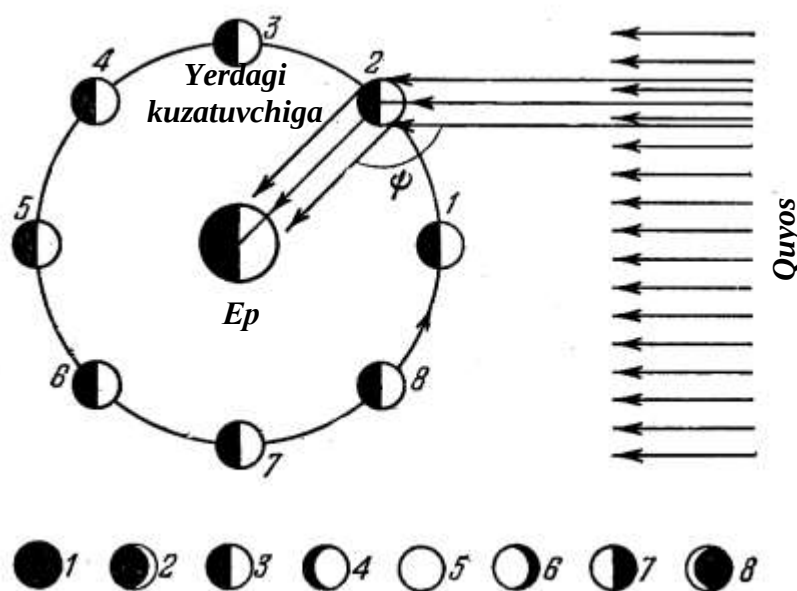
Oyning g'alayonli harakatini o'rganish u yerga yaqin turganligi uchun juda murakkab masala hisoblanadi. G'alayon tufayli oyning orbita elementlarini barchasi o'zgarib turadi. Orbita elementlarini barchasi davriy g'alayonlarga uchraydi. Masalan, oy orbitasini og'ishi o'rtacha hisobda  $5^{\circ}09'$  ga teng bo'lib,  $4^{\circ}58'$  dan  $5^{\circ}20'$  gacha o'zgarib turadi. Oyning orbitasini har bir elementi bir emas balki yuzlab turli davrli va amplitudali g'alayonlarga uchraydi. Oyning chiqish tuguni uzunlamasi va perigeliy nuqtasining uzunlamasi asriy g'alayonga uchraydi. Oy orbitasining tugunlari unga qarama-qarshi ekliptika bo'ylab ko'chib turadi. Perigeliy nuqtasi esa hamma vaqt sharq tomonga ko'chib 9 yilda bir marotiba to'la aylanib chiqadi. Oyning yer atrofida har bir aylanishida tugunlar  $1,5^{\circ}$  ko'chadi, ya'ni oyning yer atrofida aylanishi har safar yangi yo'l bilan amalga oshadi va 18 yilu 7 oydan keyin oy yana avvalgi yo'li bo'ylab harakat qiladi.

Oy tugunlarini doimiy ravishda ko'chib turishi uni ko'rish sharoitiga katta ta'sir ko'rsatadi. Agar oy orbitasining chiqish tuguni bahorgi tengkunlik nuqtada joylashsa u holda uning orbitasi olam ekvatori tekisligi va ekliptika tekisligi orasidagi burchakdan tashqarida bo'ladi. Bu holda olam ekvatori va oy orbitasi tekisligi orasidagi burchak  $23^{\circ}26' + 5^{\circ}09' = 28^{\circ}35'$  ga teng bo'ladi. Agar oy orbitasining botish tuguni bahorgi tengkunlik nuqtada joylashsa, oy orbita tekisligi osmon ekvatori tekisligi va ekliptika tekisligi orasida bo'ladi va ekliptika va oy orbitasi orasidagi burchak  $23^{\circ}26' - 5^{\circ}09' = 18^{\circ}17'$  - ga teng bo'ladi.

### **2. Oyning ko'rinma harakati va oy fazalari**

Oyning yulduzlar orasidagi ko'rinma harakati, uning yer atrofida harakatini aksidir. Oy bir oy davomida yulduzlar osmonida g'arbdan sharqqa tomon ko'chadi. Uning trayektoriyasi yopiq emas. Oyning ko'rinma harakati

davomida shakli yerdan o'zgarib turadi, bunga oy fazalari deyiladi. Oyning fazalari to'rtta yangi oy, birinchi chorak, to'lin oy va oxirgi chorak. Bu fazalar birin ketin ketma-ketligida vujudga keladi. Oy yer atrofida va yer bilan birgalikda quyosh atrofida aylanganligi tufayli yerdagi kuzatuvchi va quyosh nurlariga nisbatan turlicha vaziyatlarda bo'ladi. Shuning uchun turli ko'rinishda bo'lib ko'rinadi. Oy Quyoshdan ancha katta masofada joylashganligi tufayli unga paralel nurlar tushadi deb olish mumkin. Oy yerga hamma vaqt bir tomoni bilan qaraganligi tufayli uning yarim yorug' va qorong'u tomoni bilan qaralgan bo'ladi. Yorug' yarmini va qorong'u yarmini ajratuvchi chiziqqa terminator deyiladi. Quyosh va oy yo'nalishi hamda oy va yer yo'nalishi orasidagi burchakni  $\psi$  bilan belgilaymiz,  $\psi$  - ga oyning fazaviy burchagi deyiladi. Oyning yangi oy fazasida bo'lganida u yer va Quyosh o'rtasida bo'ladi.  $\psi=180^\circ$  va oy yerga yoritilmagan tomoni bilan o'girilgan bo'ladi. Yangi oy fazasidan taxminan ikki sutka keyin, oy o'roq shaklida ko'rinadi. Yangi oy fazasidan 7 kun o'tgandan keyin u to'liq yarim doira shaklida ko'rinadi, bu birinchi chorak fazasi. Bu holda oy sharqiy kvadraturada bo'ladi  $\psi=90^\circ$ . Oy yerga yarim qorong'u va yorug' tomoni bilan qaralgan bo'ladi hamda tunning birinchi yarmida ko'rinadi.



Rasm 31. Oy fazalari

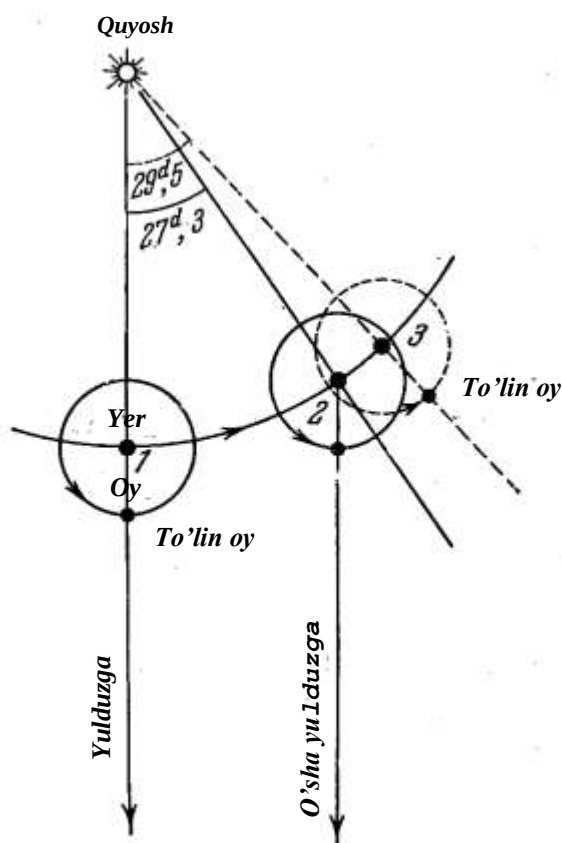
Vaqt o'tishi bilan uning ko'rinuvchi sirti oshib boradi va taxminan 7 kundan keyin to'linoy fazasi vujudga keladi va oy aylana yorug' shaklni oladi. Bu vaqtda  $\psi=0^\circ$  bo'lib, oy Quyoshga nisbatan qarama-qarshi holatda bo'ladi va butun kechasi davomida ko'rinuvchan bo'ladi, Quyosh botish vaqtida chiqadi, Quyosh chiqish paytida esa botadi. To'lin oy fazasidan keyin uning aylanasi g'arb tomonidan kamayib boradi va yerdan kichikroq qismi ko'rinuvchi bo'lib boradi. To'lin oy fazasidan 7 kun o'tgandan keyin oy yana yarim doira shaklida ko'rinadiki, bu oy fazasining oxirgi choragidir. Bu holda oy g'arbiy kvadraturada bo'lib  $\psi=90^\circ$  bo'ladi. Oy oxirgi chorak fazasidan yerdan tunning ikkinchi yarmida ko'rinuvchan bo'ladi. Oyning oxirgi chorak fazasidan keyin vaqt o'tishi bilan uning yorug'

qismini sathi kamayib borib 7 kundan keyin yana yangi oy fazasida bo'ladi va bu hodisa takrorlaniladi.

### 3. Oyning aylanish davrlari

Oyning ketma – ket ikki marotiba bir xil fazadan o'tishi orasida ketgan vaqtga sinodik oy davomiyligi deyiladi. Sinodik davr 29.53 o'rtacha Quyosh sutkasiga tengdir. Oyning yer atrofida to'la aylanishi uchun ketgan vaqt oralig'iga esa siderik oy davomiyligi deyiladi. Siderik oy davomiyligi 27.32 o'rtacha Quyosh sutkasiga tengdir.

Rasm - 32 da 1-holatda Quyosh, yer va oy bir to'g'ri chiziqli, ya'ni oyning to'lin oy fazasida bo'lgandagi yerning holati ko'rsatilgandir. 27.32 sutka vaqt davomida oy quyosh atrofida bir marotiba aylanib yulduzlarga nisbatan avvalgi holatiga kelganda, ya'ni bir siderik davr o'tganda hali to'linoy fazasi vujudga kelmagan bo'ladi, chunki yer Quyosh atrofida aylanganligi sababli 2-holatga ko'chgan bo'ladi.



**Rasm 32.** Siderik va sinodik davrlar davomiyligi

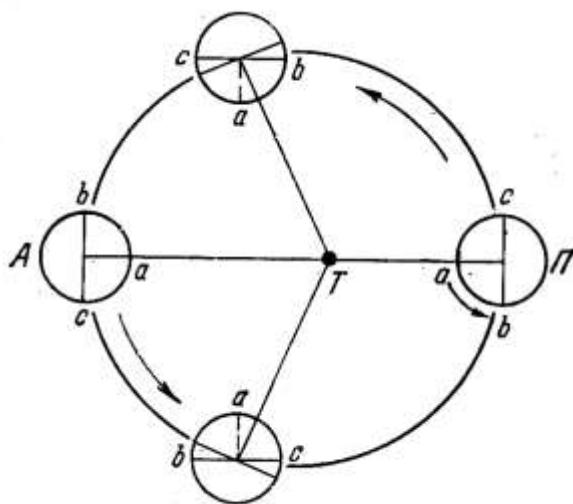
Oyning to'linoy fazasi yer 3-holatga kelganida yuz beradi. Shuning uchun sinodik davr davomiyligi 29.52 o'rtacha Quyosh sutkasiga tengdir. Sinodik va siderik davrlardan tashqari yana anomalistik, ajdarli va tropik oylarni ajratadilar. Anomalistik davr (27,55 sutka) deb oyning ikki marotiba ketma-ket orbitasining perigey nuqtasidan o'tishi orasidagi vaqtga aytiladi. Oyning ikki marotiba ketma-ket bir xil tugundan o'tishi orasidagi vaqtga ( $27^k21$  sutka) ajdarli davr deyiladi.

Tropik davr deb shunday vaqt davomiyligiga aytiladiki, oyning uzunlamasi  $360^\circ$  ga o'zgaradi. Tropik davr davomiyligi siderik davr davomiyligiga ko'ra 7 soniya kichikdir.

#### 4. Oyning aylanishlari va libratsiyalari

Oy yerga hamma vaqt bir tomoni bilan qaraydi, chunki oy o'z o'qi atrofida ham yer atrofida ham bir tomonga qarab bir xil davr bilan buriladi. Oyning yulduz sutkasi yerning 27,32 o'rtacha Quyosh sutkasiga tengdir. Oyning o'qi uning orbita tekisligiga  $83^{\circ}20'$  ga og'ma bo'lib,  $83^{\circ}10'$  dan  $83^{\circ}31'$  gacha o'zgaradi. Demak oy ekvatori tekisligi uning orbitasi tekisligi bilan  $6^{\circ}39'$  burchak hosil qilsa, ekliptika tekisligi bilan  $1^{\circ}30'$  burchak hosil qiladi. Oy sharining sirtini yarmi ko'rinadi, lekin kattaroq vaqt kuzatish natijasida uning yuzini  $\sim 60\%$  ini kuzatish mumkin. bu librasiya (tebranish) deb ataluvchi hodisa natijasida vujudga keladi. Optik librasiya (tebranishga bog'liq bo'lmagan librasiya) uch xil bo'ladi, kenglama, uzunlama va paralaktik librasiyalar.

I. Uzunlama librasiya oyning o'z o'qi atrofida tekis yer atrofida notekis, perigeliy nuqtasi yaqinida tezroq, afeliy nuqtasi yaqinida esa sekinroq harakat qilganligi tufayli vujudga keladi. Oy perigeliy nuqtasidan o'tgandan keyin oyburilish davrini to'rt dan bir qismiga teng vaqt davomida orbitasining to'rt dan bir qismidan kattaroq uzunligini bosib o'tsa, o'z o'qi atrofida  $90^{\circ}$  ga buriladi. Oy shari yuzidagi "a" nuqta oy markazida ko'rinar edi. Endi bu nuqta chaproqqa sharq tomonga ko'chadi, o'sha tomonga b nuqta ham ko'chadi, natijada oyning avval ko'rinmaydigan g'arbiy qismi ko'rinadigan bo'ladi. Xudi shunday ko'rsatish mumkinki, A nuqtadan o'tganidan keyin oyning sharqiy tomonidan ko'rinmaydigan qismi ko'rinuvchi bo'ladi.



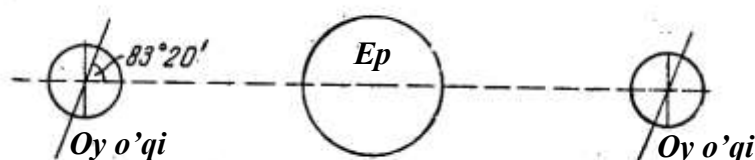
Rasm 33. Oyning uzunlama bo'yicha libratsiyalari

Oyning uzunlama bo'yicha librasiyasi davri anomalistik davr davriga teng bo'lib, eng katta qiymati  $7^{\circ}54'$  ni tashkil etadi.

II. Oyning kenglama bo'yicha librasiyasi uning o'qini orbita tekisligiga og'maligi va fazodagi yo'nalishini saqlagani uchuh hosil bo'ladi. Natijada Yerdan Oyning gohida janubiy qutbiga joylashgan ko'rinmaydigan qismi ko'rinsa, gohida shimoliy qutbi yaqinida joylashgan qismi ko'rinuvchan bo'ladi. Kenglama bo'yicha librasiya  $6^{\circ}50'$  ni tashkil etadi.

III. Sutkali yoki paralaktik librasiya Oyning Yerga nisbatan yaqin joylashganligi sababli hosil bo'ladi. Yer sirtini qarama-qarshi tomonlarida turgan ikki kuzatuvchi Oyning ko'rinmaydigan turli qismlarini ko'radi. Oy chiqayotgan bo'lib ko'ringan kuzatuvchi, Oyning g'arbiy qismidagi ko'rinmaydigan qismini ko'rsa, Oy botayotgan bo'lib ko'ringan kuzatuvchi esa Oyning sharqiy ko'rinmaydigan qismini kuzatadi. Paralaktik librasiya  $1^\circ$  ni tashkil etadi.

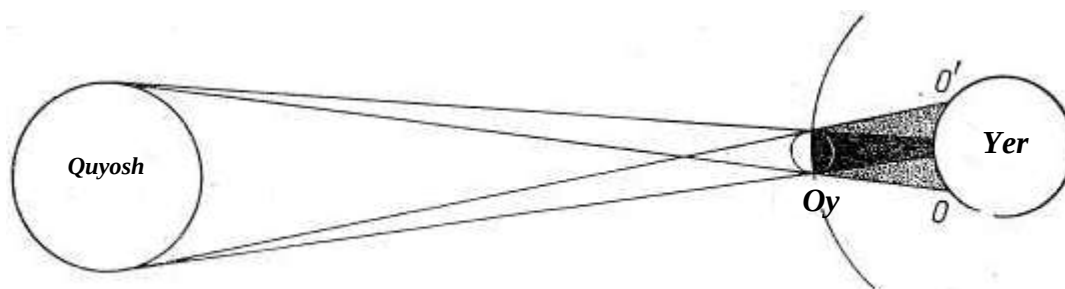
Oy orbitasini tebranishi tufayli hosil bo'luvchi librasiyalarga fizik librasiya deyiladi. Oy orbitasini katta yarim o'qi Yer tomonga o'tkazilgan yo'nalishga davriy ravishda og'adi, lekin Yerning tortish kuchi uning avvalgi holatiga ushlashga intiladi. Fizik librasiya kichik  $2''$  ga yaqindir.



**Rasm 34.** Kenglama bo'yicha Oyning libratsiyalari

## 5. Quyosh va oy tutilishlari

Oy yerning atrofida aylanayotib, ba'zan Quyoshni bizdan to'sib qo'yadi. Bunday hol Quyosh tutilishi deyiladi. Bu hodisa har doim oyning yangioy fazasida holatida bo'lganida yuz beradi.

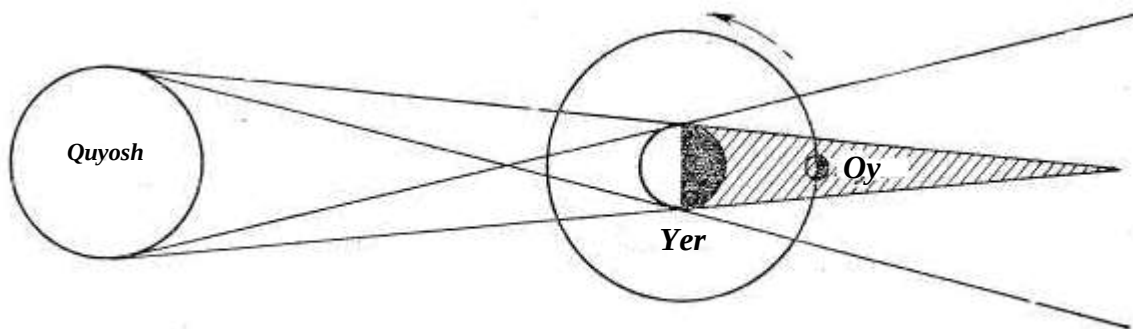


**Rasm 35.** Quyosh tutilishi sxemasi

Agar yerdagi kuzatuvchi O nuqtada bo'lsa, bunday kuzatuvchi Quyoshni bir necha minut to'la ko'rmaydi, ya'ni Quyosh to'la tutiladi. Quyosh tutilganda osmonda kunduzi bo'lishiga qaramasdan yulduzlar va sayyoralar ko'rinadi. Qora Quyosh gardishi atrofida kumushrang Quyosh toji ko'rinadigan bo'ladi. Agar yerdagi kuzatuvchi yarim soyaning ichida A yoki V sohada bo'lsa, u holda kuzatuvchi yarim tutilgan Quyoshni ko'radi, Quyosh qisman tutiladi. Ba'zan Quyoshning tutilishi halqasimon bo'ladi. Bunday hol oy yerdan eng katta uzoqlikda, Quyosh esa aksincha yerga eng yaqin kelganda bo'ladi. Chunki bu holda oyning ko'rinma diametri Quyosh ko'rinma diametridan kichik bo'ladi. Oy orbitasi ekliptika tekisligi bilan  $5^\circ 9'$  burchak hosil qilganligi tufayli tutilishlar Quyosh bu ikki orbitaning kesishgan nuqtalari (Oy tugunlari) yaqinidan o'tayotganda kuzatiladi. Bunday holat har yarim yilda vujudga kelganligi tufayli,

tutilishlar yarim yil davr bilan takrorlanadi.

Oy tutilishi, oy yer atrofida aylanayotib ba'zan yer soyasi orqali vujudga keladi. Bunday hodisaga oy tutilishi deyiladi. Bunda oy yerning to'la soyasidan o'tsa, u to'la, yarim soyasidan o'tsa, yarim tutiladi.



**Rasm 36.** Oy tutilishi sxemasi

Oy tutilayotganda u har doim to'linoy fazasida yuz beradi. Oy to'la tutilganda u butunlay g'oyib bo'lmay to'q qizil rangda tovlanadi. Yerning ma'lum bir joyida Quyosh tutilishiga nisbatan oy tutilishlari ko'proq kuzatiladi. Chunki Quyosh tutilishlari Yerning soyasi tushgan va uncha katta bo'lmagan maydonlarida kuzatiladi. Oy tutilishi esa, Yerning Quyoshga qarama-qarshi yarimsharining hamma qismida bir vaqtda kuzatiladi. Oy tutilishi paytida uning qizil rangda ko'rinishiga sabab yer atmosferasi oy tomonga faqat qizil rangli yorug'likni sochib yuborib, qolgan nurlarni kuchliroq sochganligidir. Oy orbitasining tekisligi ekliptika tekisligiga og'maligi tufayli oy va Quyosh tutilishlari yangioy va to'linoy paytlarida har doim ham kuzatilmaydi. Tutilishlarni kuzatib astronomlar Quyoshning fizik tabiati, yer atmosferasining tuzilishi va oyning harakatiga doir qimmatli ma'lumotlarni qo'lga kiritish imkoniga ega bo'ladilar.

### **Sinov savollari:**

1. Oyning orbitasi tekisligi qachon osmon ekvatori va ekliptika tekisliklari orasida bo'ladi.
2. Sinodik davr deb nimaga aytiladi?
3. Siderik davr deb nimaga aytiladi?
4. Oyning qanday fazalarini bilasiz?
5. Librasiya nima, u nima uchun hosil bo'ladi.
6. Oy tutilishi nima, u qachon kuzatiladi?
7. Quyosh tutilishi nima va u qachon kuzatiladi.

## **Darslik va o'quv qo'llanmalar ro'yxati**

### **Asosiy**

1. Bakulin P.N., Kononovich E.V., Moroz V.I. Kurs obshchey astronomii. M.: Nauka, 1983
2. Mursalimova G., Raximov A. Umumiy astronomiya kursi. Toshkent, O'qituvchi., 1976
3. Nuritdinov S.N. Somon yo'li. Toshkent, Fan, 1989
4. Voronsov-Velyaminov B.A. Sbornik zadach i prakticheskix uprajneniy po astronomii. M. Nauka. 1974
5. Nuritdinov S.N. Umumiy astronomiya kursi: ma'ruzalar matni, T., O'zMU, 2000
6. Mamadazimov M. Sferik va amaliy astronomiyadan masalalar, T. O'qituvchi, 1977
7. Ziyaxanov R.F., Astrometriya va kosmik dasturlar, UzMU, 2005
8. Kurs obshchey astronomii, [http://zipsites.ru/human/astronom\\_kurs/](http://zipsites.ru/human/astronom_kurs/)
9. Bakulin P.N., Kononovich E.V., Moroz V.I. kurs obshchey astronomii, [http://crydee.sai.msu.ru/ak4/Table\\_of\\_Content.htm](http://crydee.sai.msu.ru/ak4/Table_of_Content.htm)
10. Uchebnyye posobiya: uchebniki, kursy po astronomii, fizike, astrofizike, <http://heritage.sai.msu.ru/ucheb.html>

### **Qo'shimcha**

11. Alimov T.A., Maxmudov B.M., «Astronomiya asoslari». Samarqand 2003y.
12. Fizika Kosmosa. Malenkaya ensiklopediya. Pod.red. R.Syunyayeva, M.: Nauka, 1986
13. Klimishin I.A. astronomiya nashix dnei. M.: Nauka, 1980
14. Mashonkina L.I., Suleymanov V.F. Zadachi i uprajneniya po obshchey astronomii, Kazan 2002, <http://www.astronet.ru/db/msg/1175354>
15. Daffet-Smit P. prakticheskaya astronomiya s kalkulyatorom M.: Mir, 1987
16. Dagayev M.M. Laboratornyy praktikum po kursu obshchey astronomii, M., Vysshaya shkola, 1972
17. Astronomicheskiye kalendari. Astronomicheskiye yezegodniki. Podvijnaya karta nebo.
18. Nuritdinov S.N., Umumiy astronomiya kursi, O'zMU