

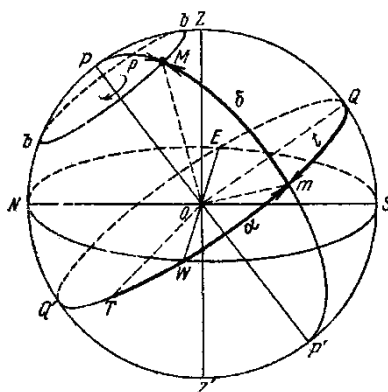
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**ALISHER NAVOIY nomidagi
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI**

R. Q. Turniyazov, A. Q. Ajabov

ASTROFIZIKA VA ASTRONOMIYA ASOSLARI

Maruzalar matni



Samarqand – 2016

1-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 α -si), Kapella (Aravakashning α -si), Vega (Liraning α -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 birgalikda 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.

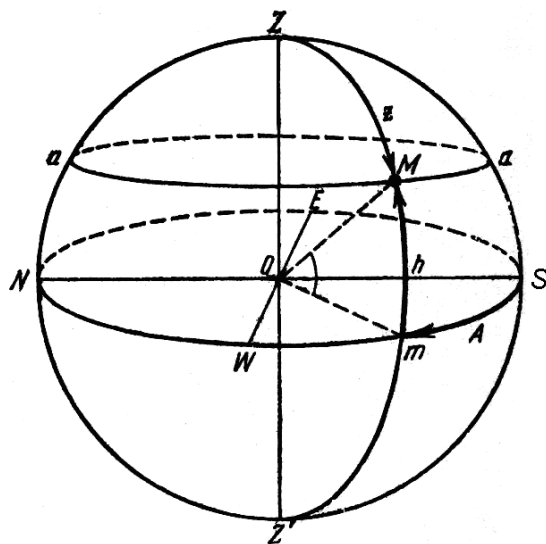
Kuzatuvchinning ko'zidan o'tuvchi vertikal chiziqni ikki tomonga davom ettirsak u osmon sferasini ikki diametral qarama-qarshi nuqtalarda kesishadi. Kuzatuvchining tepasidagi nuqtaga zenit Z nuqta, unga qarama - qarshi tomondagi nuqta Z' - ga nadir nuqta deyiladi. ZOZ' to'g'ri chiziq o'sha joydagi og'irlik 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 ~ 7 km ni tashkil qiladi.

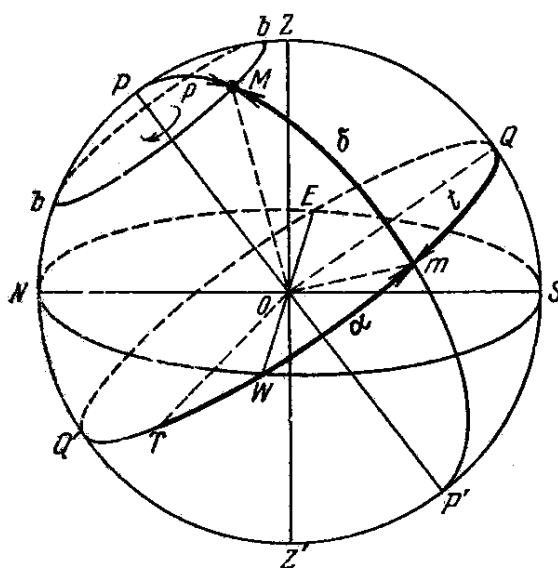
Gorizontga parallel bo'lgan yoritgichdan o'tuvchi kichik $a'Ma$ kichik aylanaga yoritgichning almukantarati deyiladi. Zenitdan M yoritgichdan va nadirdan o'tuvchi ZMZ' katta yarim aylanaga yoritgichni vertikasi deb yuritiladi. Olam o'qi osmon sferasini ikki diametral qarama-qarshi nuqtalarda R - shimoliy 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 gorizontl koordinatal sistemasi.



Rasm 2. Osmon sferasi va ekvatorial koordinatal sistemasi.

paralleli deyiladi. Yoritgichlarning sutkalik harakati sutkalik paralleli orqali o'tadi.

Dunyo qutblaridan va yoritgichdan o'tuvchi PMP' katta yarim aylanaga soat aylanasi yoki yoritgichning og'ish aylanasi deyiladi.

Osmon ekvatori matematik gorizont bilan W g'arb va Ye sharqga kesishadi. Osmon sferasining $PZQSP'Z'Q'N$ aylanasiga osmon meridiani deyiladi. Olam o'qi va shokul o'qi osmon meridiani tekisligida yotadi. Osmon sferasining osmon meridiani tekisligi yer sharini ikkita yarim sharlarga bo'ladi. Sharq Ye nuqtasiga ega bo'lgan sharqiy yarim sharga va g'arbiy W nuqtasiga ega bo'lgan g'arbiy yarim sharga.

Osmon meridiani tekisligi va matematik gorizont tekisligi uzaro NOS to'g'ri chiziqda kesishadi bu chiziqga tush chizig'i deyiladi. Osmon meridiani matematik gorizont bilan ikki nuqtada shimolga yaqin bo'lgan N – shimoliy nuqtada, janubga yaqin bo'lgan S janubiy nuqtada kesishadi. Osmon meridiani osmon ekvatori bilan ikki nuqtada ekvatorning zenitga yaqin bo'lgan yuqori Q' nuqtasida va janubga yaqin bo'lgan Q pastki nuqtasida kesishadi. $PZQSP'$ - yoyga osmon meridianini yuqori qismi, $PNQ'ZP'$ yoyga esa pastki qismi deyiladi.

4. Geografik koordinatalar

Deyarli barcha astronomik kuzatishlar yer sirtidan olib boriladi va kuzatuvchining kuzatish joyiga bog'liq bo'ladi, shuning uchun ba'zi geografik tushunchalar va terminlar bilan tanishib chiqamiz.

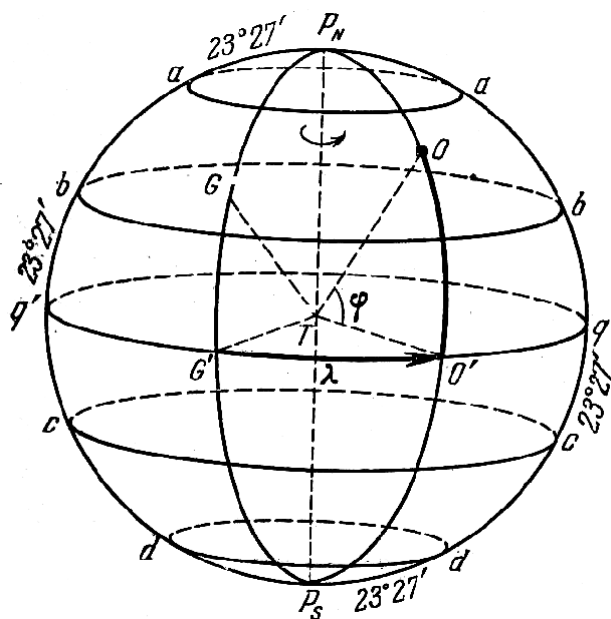
Yer deyarli shar shaklidir. Yer massa markazidan o'tuvchi $R_N P_S$ - to'g'ri chiziq atrofida aylanadi. Bu chiziqqa Yerning aylanish o'qi deyiladi.

Yer aylanish o'qi yer sharining ikki diametral qarama – qarshi nuqtalarida kesishadi. Shimoliy P_N qutbda va janubiy P_S qutbida, yer sharining shimoliy qutbi tomonidan qaralganda yer shari soat strelkasiga teskari aylanadi. Tekisligi yer aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lgan katta aylanaga yer ekvatori deyiladi ($q'GO'q$).

Yer ekvatori yer sharini ikkita yarim sharlarga shimoliy qutb nuqtasiga ega bo'lgan shimoliy yarim sharga va janubiy qutbga ega bo'lgan janubiy yarim sharlarga bo'ladi.

Yer ekvatoriga parallel bo'lgan kichik aylanalarga parallellar deyiladi. Yer ekvatoridan $23^{\circ}27'$ ga shimol tomoniga joylashgan parallelga (bb) – ga shimoliy tropik, janubiy tomonda joylashgan (ss) parallelga janubiy tropik deyiladi.

Yer sirtining shimoliy va janubiy tropiklari orasida joylashgan qismiga



Rasm 3. Yer shari va geografik koordinatalar sistemasi.

issiq iqlimli mintaqa deyiladi. Qutblardan $23^{\circ}27'$ da joylashgan aylanalarga (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 Grinviç observatoriyasining meridianiga bosh yoki 0-chi meridian deyiladi. Bosh meridian va undan 180° 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 φ -geografik kenglama va λ -geografik uzunlama bilan aniqlanadi. OTO burchakka O nuqtaning φ geografik kenglamasi deyiladi, geografik kenglamalar yer ekvatoridan 0° dan 90° gacha shimol tomonga qarab, 0° dan -90° gacha janub tomonga qarab o'zgaradi. O nuqtaning λ geografik uzunlamasi deb GTO' ikki yoqli burchakka atiladi, bu burchakni bosh meridian bilan O nuqtani meridiani hosil qiladi.

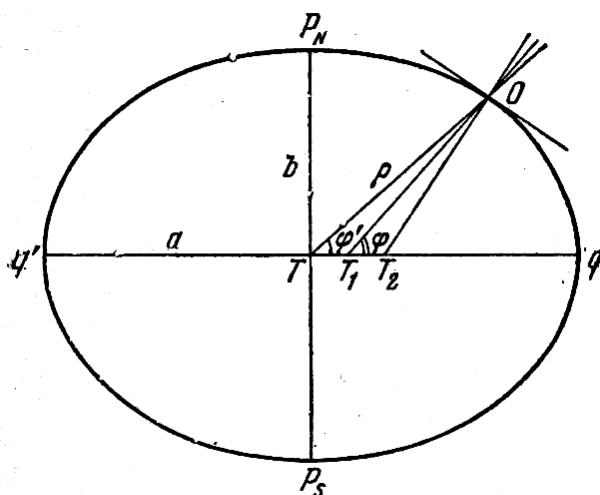
λ - ni bosh meridiandan boshlab sharq tomonga hisoblash qabul qilingan. λ yer shari aylanishi yo'nalishi bo'ylab $0^{\circ} \leq \lambda \leq 360^{\circ}$ - gacha yoki vaqt birligida 0^h dan 24^h gacha o'zgaradi. Geograflar uzunlamani 0° dan $+180^{\circ}$ gacha sharqiy tomonga sharqiy uzunlama, 0° dan -180° 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 φ deb OT_1q burchakka aytiladi, geosentrik kenglama φ' deb OTq burchakka aytiladi, bundan tashqari geodezik kenglama aniqlanadi, geodezik kenglama φ'' deb OT_2q 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?

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

Reja:

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

1. Gorizontal koordinatalar sistemasi

Gorizontal 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 $\sphericalangle moM$ 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 $z\bar{m}$ 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 $S\bar{M}$ 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 sharqga 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 δ 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.

$$\delta = m\bar{M} = \sphericalangle mOM$$

δ 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 aylanasiga hisoblangan Qm ekvator yoyiga aytiladi.

Qutbdan qaralganda t soat mili harakati yunalishida 0° dan 360° 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° dan 360° gacha tekis o'zgaradi. Shunga asoslanib quyidagi jadvalni tuzish mumkin.

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

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

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

$$1^s = 15'' (s - \text{sekund belgisi})$$

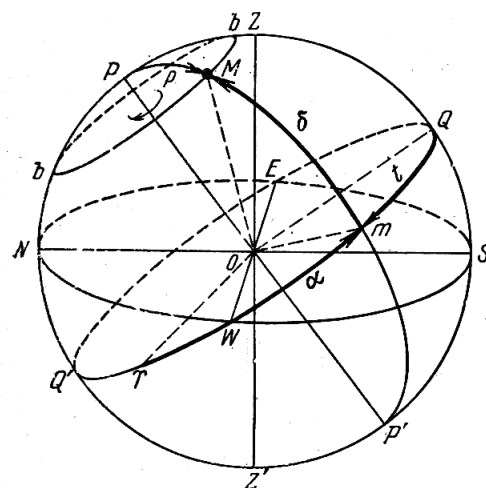
Bitta og'ish aylanasida joylashgan yoritgichlarni soat burchaklari, bir xil bo'ladi.

3. Ekvatorial koordinatalarning ikkinchi sistemasi

Ba'zi astronomik kuzatishlarda yoritgichning har ikkala koordinatasi o'zgarmaydigan sistemadan foydalanishga to'g'ri keladi. Buning uchun I chi ekvatorial koordinatalar siyemasida t o'rniga ekvatorida hisoblanadigan va sutkali harakatda ishtirok etadigan ikkinchi koordinata yulduzlarning to'g'ri chiqishi α 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 γ baxorgi tengkunlik va Ω ko'zgi tengkunlik nuqtalarida kesishadi. Agar asosiy nuqta sifatida γ nuqta qabul qilinsa unda yoritgichning og'ish aylanasigacha bo'lgan γOm burchak ikkinchi o'zgarmas koordinata bo'ladi. α -ga yoritgichni to'g'ri chiqishi koordinatasi deyiladi. U osmon sferasining aylanishiga teskari yunalishida γ 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 φ va λ koordinatalar asosida chizilgan singari, yulduzlarning xaritalari (α, δ) 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 (α, δ) osmon sharining sutkali



Rasm 5. Osmon va ekvatorial koordinatalar sistemasi.

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. Gorizental 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 gorizental koordinatalarini nombar eting, ular qanday hisoblanadi.
6. Yoritgichlarning ekvatorial koordinatalarini nombar eting, ular qanday hisoblanadi.
7. Nima sababdan astronomiyada turli xil koordinatalarning sistemasidan foydalaniladi.

3 - MA'RUSA: 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 sistemasini.
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° ga teng bo'ladi).

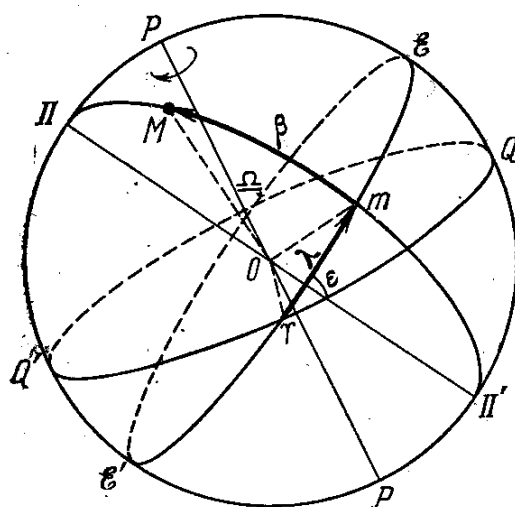
Quyoshning to'g'ri chiqish koordinatasi α_{\odot} esa yil davomida 0° dan 360° gacha yoki soat hisobida 0^h dan 24^h gacha o'zgaradi. Ya'ni Quyosh yillik harakat qiladi. Bu harakat davomida u yulduzlar orasida g'arbdan sharqqa tomon ko'chadi va katta aylana chizadi, bu aylanaga ekliptika deyiladi. Ekliptika 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 γ -bahorgi tengkunlik nuqtada va Ω ko'zgi tengkunlik nuqtalarda kesishadi.

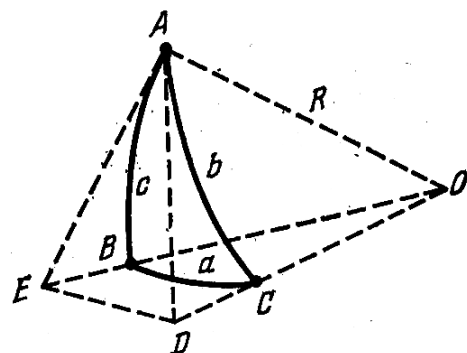
3. Ekliptik koordinatalar sistemasini

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



Rasm 6. Osmon sferasi. Ekliptik koordinatalar sistemasini.

kenglamasi orqali o'lchanadi. β ekliptika tekisligidan shimoliy qutb tomon 0° dan 90° gacha, janubiy qutbi tomon 0° dan -90° gacha o'zgaradi. Yoritgich ekliptik kenglamasini osmon sferasidagi o'rni esa ekliptik uzunlama λ yordamida aniqlanadi. λ bahorgi tengkunlik nuqtadan boshlab Quyoshning yillik ko'rinma harakati tomon 0° dan 360° 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° 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.

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

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

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

2. Besh element formulasi.

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

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

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

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

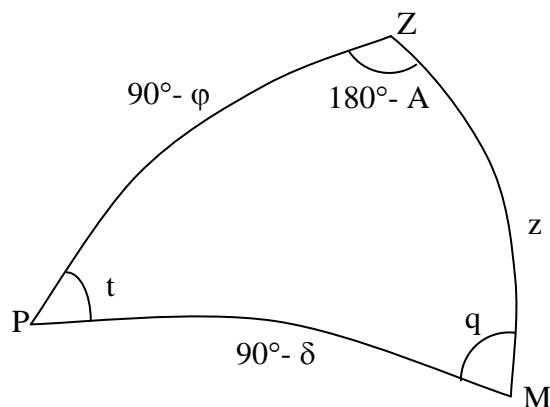
$$\sin c \cos A = \sin b \cos A - \cos b \sin a \cos C$$

2. Sinuslar formulasi

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

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 $\sin a \cos \beta = \sin c \cos b$ 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, σ 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, δ 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, δ - 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.

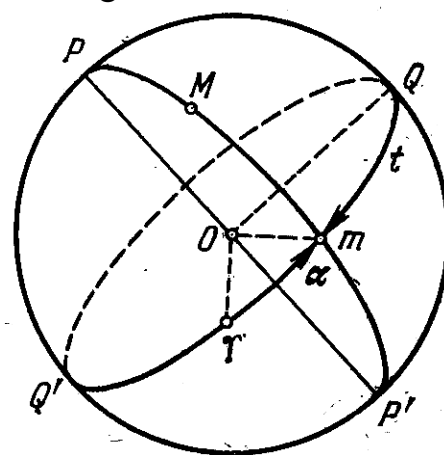
1. Yulduz, haqiqiy Quyosh va o'rtacha Quyosh vaqtlari

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 γ nuqtaning yuqori kulminasiya payti olinadi. U holda yulduz vaqti S bahorgi tengkunlik nuqtasining soat burchagi t_γ ga teng bo'ladi. γ nuqta osmonda biror yoritgich bilan bog'lanmagan, shuning uchun vaqtni aniqlash uni bevosita kuzatish bilan bog'liq emas. Yulduz vaqti, yulduzlarning meridiandan o'tish paytini kuzatishga ko'ra topiladi. Yulduzlarning meridiandan o'tish paytidagi yulduz vaqti shu yulduzning α 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 vaziyatlargacha 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 α va t ga bog'liqligi

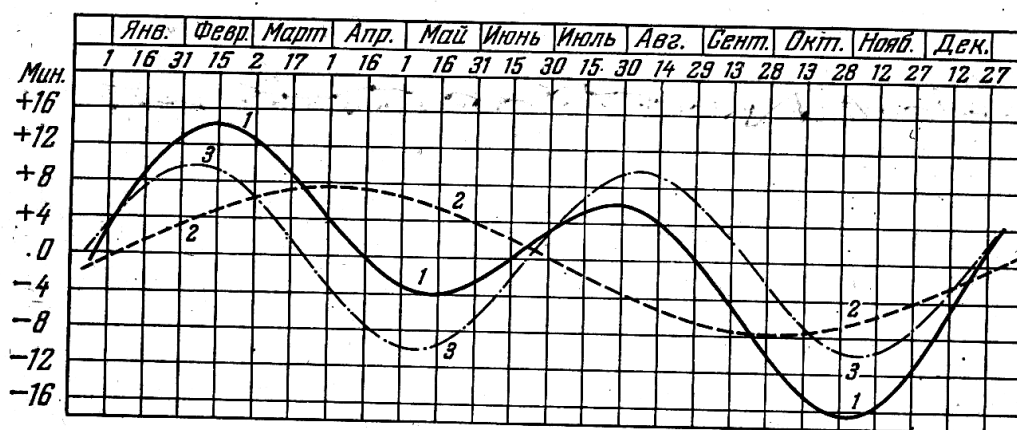
Quyoshning yillik harakat yo'li ekvatorga $23^\circ 27'$ burchak xosil qilgani va harakati notekis bo'lganidan haqiqiy Quyosh vaqti buyicha sutka davomiyligi yil

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 $\eta = T_m - T_\odot$ bo'ladi. Bundan berilgan har bir payt uchun $T_m = T_\odot + \eta$ 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 Grinvidan, ya'ni G meridiandan sharqga tomon musbat deb hisoblash qabul qilingan. Grinvid 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 Grinvidda I yanvar kunduzi soat 12^h - ni ko'rsatsa, 180^0 -ni meridianda 1 yanvar tun soat 24 (I 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 I 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.

Grinviddan 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, Grinvid observatoriyasining meridianidan taxminan $7^0,5$ g'arb va sharqdan utuvchi, shimoliy va janubiy qutblarni tutashtruvchi chiziqlar orasidagi zona nolinci, mintaq hisoblanadi.

Grinviddan 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 vaqtni ko'rsatadi. Har bir mintaqaning nomeri shu mintaqadagi mintaq vaqtining (T_N) Grinviddagi mintaq vaqtdan (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° ga ya'ni 1^h - ga farqlanadi.

Bizda mintaqa vaqti 1919 yili 1-iyuldan boshlab, joriy etilgan. 1930 yili 16 iyunda bizda soatlarning millari mintaqa vaqtiga nisbatan bir soat oldinga surilgan ana shu vaqtga dekret vaqti deyiladi. Hap bir joyning dekret vaqti, mintaqa 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 vaqtdan 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 mintaqa 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 γ 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 hisoblamalik 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 Grinvični o'rtacha kunini tushiga mos keladi. Maxsus astronomiya jadvallarida Yulian kunlarini butun soni beriladi. Masalan 10 yanvar 1980 yili Grinvični 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: Sinodik aylanish davri, Siderik aylanish davri, Perigeliy, Afeliy, Ekssentrisitet, Kepler tenglamasi.

Reja:

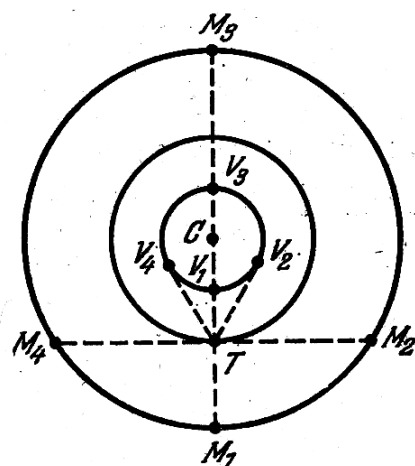
1. Sayyoralar ko'rinma sirtmoqsimon harakati.
2. Sayyoralar sinodik harakat tenglamasi.
3. Kepler qonunlari. Sayyoralarning ikki guruhi va konfiguratsiyalari
4. Ptolomeyning dunyo tuzilishi to'g'risidagi sistemasi
5. Kopernikning dunyo tuzilishi haqidagi sistemasi

1. Sayyoralar ko'rinma sirtmoqsimon harakati

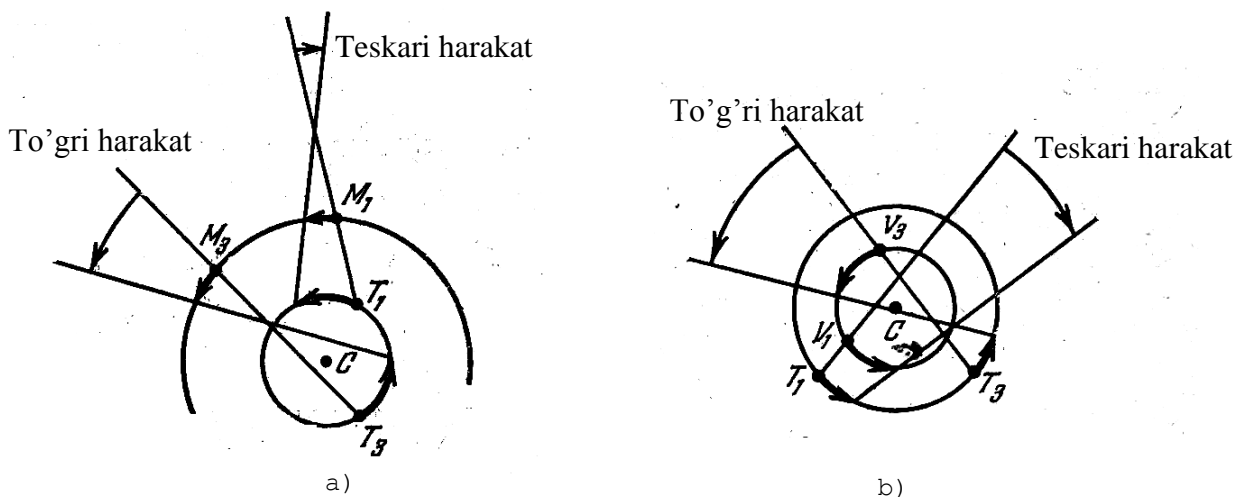
Sayyoralar o'zlarining Quyosh atrofidagi harakatlarida Quyoshga nisbatan turli vaziyatlarni egallashlarini ko'rib chiqqan edik. Keling Yer Q Quyoshga nisbatan rasmdagi vaziyatda bo'lsin. Bu paytda ichki yoki tashqi sayyoralar, orbitasining istalgan joyida bo'lishi mumkin. Agar ichki sayyora masalan, 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 sayyoralarda 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 $360^{\circ}/T_{\odot}$ sayyoralar va Yer (Yer va sayyora) sutkali burchak siljishlarining farqi, sayyoralarning bir sutkadagi ko'rinma siljishiga, ya'ni $360^{\circ}/S$ ga tengdir.

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

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

(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 sayyoralar Quyosh atrofida aylana shaklidagi orbitalar bo'yicha harakat qiladilar deb faraz qildi. Keyinchalik murakkab hisoblashlar asosida yanglishganini aniqlab o'zining qonunlarini kashf etdi.

1. Barcha sayyoralar Quyosh atrofida ellips shaklidagi orbitalar 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

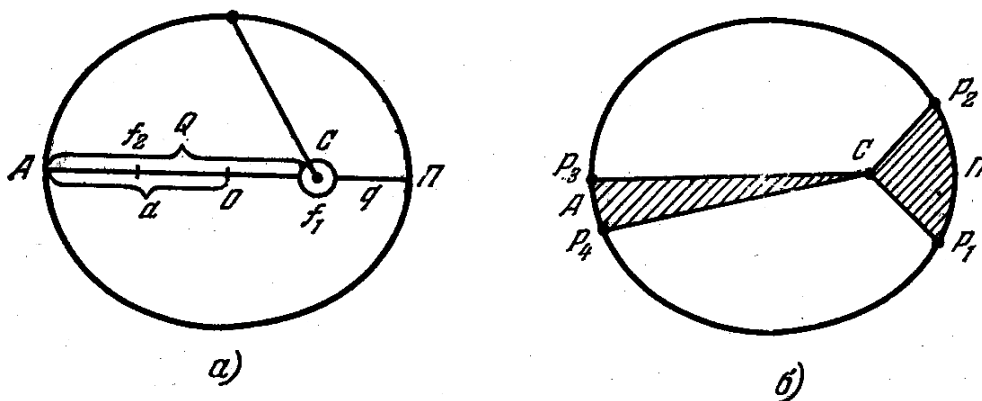
tengdir. $\hat{I}A = \hat{I}I = \hat{a} - r\hat{a}$ katta yarim o'q deyiladi. $\hat{I}f_1 / \hat{I}I = e - ra$ ellipsning eksentrisiteti deyiladi, ye ellipsning aylanadan qancha farq qilishini ko'rsatuvchi kattalikdir. Aylana uchun ye=0. Barcha sayyoralarning orbitalarini eksentrisiteti 0 - dan kam farq 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 ilyustratsiyasi

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.

4. 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 sayyoralarda ikki guruhga bo'linadi, pastki (Merkuriy, Venera) va yuqori (Yerdan tashqari, qolgan barcha sayyoralarda).

Yulduzlar turkumi bo'yicha pastki va yuqori sayyoralarda 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 $18-28^\circ$ ga Venera esa $45-48^\circ$ 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'arbgga 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° ga bo'lgandagi holatiga sharqiy kvadratura, 90° -ga g'arb tomonda bo'lgandagi holatiga g'arbiy kvadratura deyiladi. Sayyoralarning Quyoshga nisbatan vaziyatlariga ularning konfiguratsiyalari deyiladi.

5. 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.

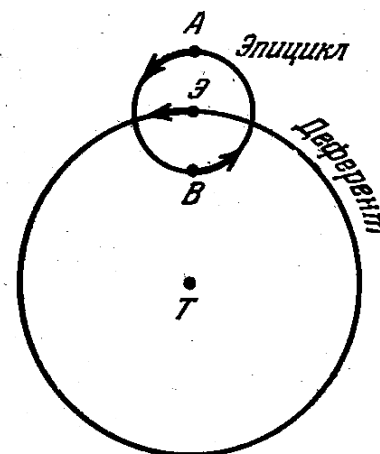
Olamning tuzilishi haqidagi birinchi sistema Ptolomey asarlarida aks ettirilgan. Ptolomey sistemasining asosida 4 ta tushuncha yotadi:

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 qiladi.

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 yunalishda kichik tezlik bilan harakat qiladi. Bu



Rasm 11. Deferent va epitsikl

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.

6. 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 tasavvurlar 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 sistemasi yordamida sayyoralarning sirtmoqsimon harakati qanday tushuntiriladi?
4. Kopernikning dunyoning geliosentrik sistemasini tushuntiring.
5. Kopernik sistemasi yordamida sayyoralarning sirtmoqsimon ko'rinma harakati qanday tushuntiriladi.
6. Sayyoralarning konfiguratsiyasi nima?

8 - MA'RUZA. Sayyoralarning orbita elementlari. Keplerning umumlashtirilgan qonunlari

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

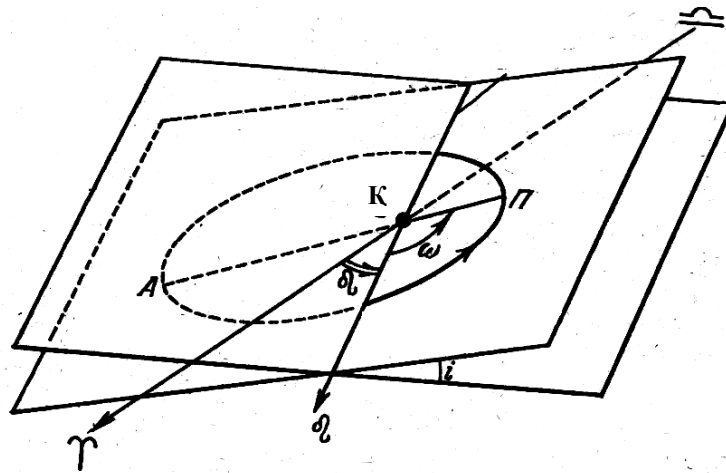
Sayyoraning harakati to'la aniqlangan bo'ladi, agar uning trayektoriyasi joylashgan tekislik, orbita formasi va o'lchamlari orbitaning tekislikdagi oriyentirovkasi hamda sayyoraning orbita biror joyida bo'lish vaqti ma'lum bo'lsa. Sayyora orbitasini aniqlovchi kattaliklarga orbita elementlari deyiladi. 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° dan 180° 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 Ω burchak. Chiqish tugunining uzunlamasi 0° dan 180° gacha o'zgaradi. i va Ω burchaklar orbita tekisligini fazodagi o'rnini aniqlaydi.



Rasm 15. Sayyora orbitasining elementlari.

3. Orbitaning perigeliy nuqtasini tugundan burchak uzoqligi ω , ya'ni Quyosh markazidan perigeliy va chiqish tuguni tomon yunalishlar orasidagi burchak ω ga 0° dan 360° 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 ekssentrisiteti $e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$ - bunda "a" va "b" orbitaning yarim o'qlari. Katta yarim o'q "a" va ekssentrisitet "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'rnini radius vektor r va haqiqiy anomaliya θ 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 θ quyidagi formulalardan topiladi:

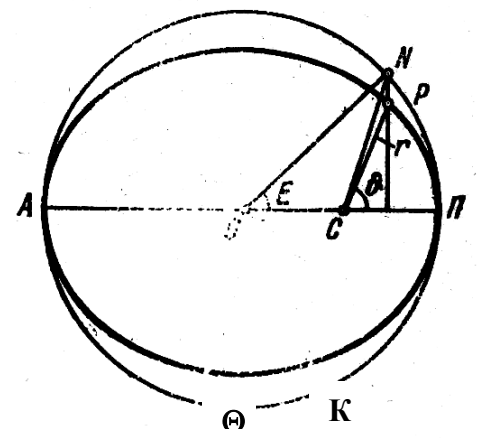
$$r = a(1 - e \cos \theta) \quad (9.1)$$

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

bunda $Ye = \angle PON$ - ga ekssentrik anomaliya deyiladi. Ekssentrik 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



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

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

Sayyoraning orbitasidagi o'rnini 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 Y_e topiladi.
3. (9.1) va (9.2) formulalardan radius-vektor g va haqiqiy anomaliya Θ 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'rnini berilgan 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.

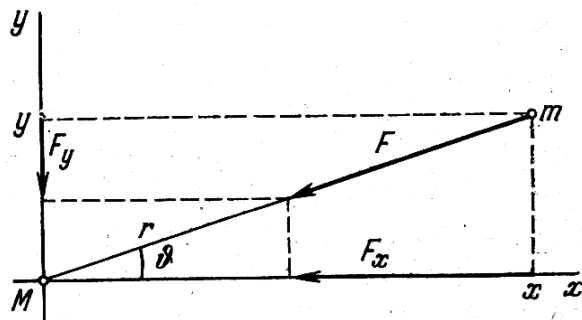
a. Keplerning birinchi umumlashtirilgan qonuni quyidagicha ta'riflanadi: Tortilish kuchi ta'siri ostida bir jism ikkinchi eism tortilish maydonida biror konik orbita ellips, aylana, parabola yoki giperbola bo'yicha harakat qiladi. Anna shunday ta'rifga ko'ra jismlar, kometalar sayyoralar va boshqalar 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:

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

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



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

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

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

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

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

(9.6) va (9.7) formulalardan

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

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

Qutb koordinat sistemasiga o'tsak

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

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

$$r \cos \theta \cdot r \cos \theta \frac{d\theta}{dt} + r \sin \theta \sin \theta \frac{d\theta}{dt} = \text{const}, \quad \text{y\u00fcb\u00e9} \quad r^2 \frac{d\theta}{dt} = \text{const}$$

ekanligi kelib chiqadi, ya'ni vaqt birligida jism radiusi vektorini chizgan yuza o'zgarish kattaligidir.

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

$$a_1 - (-a_2) = G \frac{M+m}{r^2} \quad \text{y\u00fcb\u00e9} \quad a_{i\bar{e}n} = G \frac{M+m}{r^2}$$

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 ravishda 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:

$$\frac{a_1^3}{T_1^2(M_1+m_1)} = \frac{a_2^3}{T_2^2(M_2+m_2)} \quad \text{y\u00fcb\u00e9} \quad \frac{T_1^2(M_1+m_1)}{T_2^2(M_2+m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad (9.12)$$

Oxirgi formulani sayyoralarga tatbiq etsak markaziy jism M - Quyovdir 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 Ω - burchaklarni aniqlab, nima aniqlanadi?
3. Perigeliyning burchak uzoqligi ω nimani aniqlaydi?
4. " a " va " v " nimani aniqlaydi?
5. Haqiqiy anomaliya nima va uni bilish nima uchun kerak?
6. Sayyoraning orbitasidagi o'rni qanday ketma-ketlikda aniqlanadi?
7. Keplerning umumlashtirilgan qonunlarini bayon eting.

9 - 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.

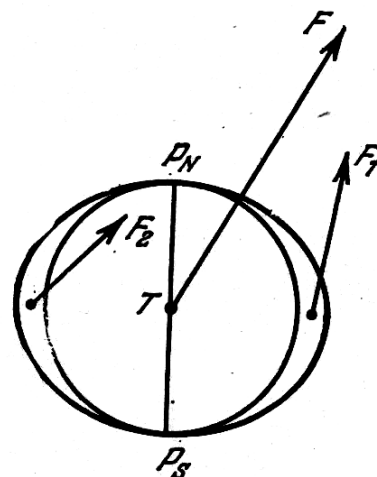
F_1 kuch F_2 kuchdan kattadir, shuning uchun L jismning yerni tortish kuchi sferoidning (Rasm.29) $P_N P_S$ aylanish o'qini soat strelkasi yo'nalishiga teskari yo'nalishda shunday burishga harakat qiladiki, yer ekvator tekisligi TL yo'nalishi bo'yicha joylashsin.

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).

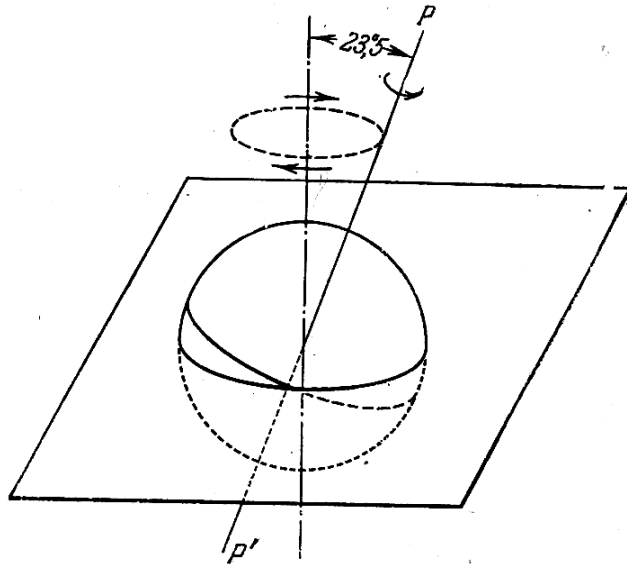
Yer o'qining ana shu harakatiga precession harakat deyiladi. Bu harakat davri 26000 yilga teng. Yer o'qining prosesseyasi tufayli olam qutblari ekliptika qutblari atrofida radiusi $23^{\circ}26'$ bo'lgan 26000 yillik davr bilan aylana chizadi.

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 precession va nutasiyaviy harakati natijasida olam qutblari osmonda murakkab to'liq 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 aylana 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 α -si yaqinidan o'tadi. Shuning uchun α -ga qutbiy yulduz deyiladi. 4000 yil oldin, olam qutbi Ajdar turkumidagi α yulduzi yaqinida bo'lgan. 12000 yildan keyin esa Liraning α -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 ε 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° 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 $0''3$ ohsa, 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 precession harakat deyiladi?
2. Yer o'qining nutasion harakatini tushuntiring.
3. Yulduzlarni α va λ 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.

Ma'ruza – 10. Quyosh to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar. Quyoshning spektri va kimyoviy tarkibi, quyosh doimiysi

Reja:

1. Quyosh to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar
2. Quyosh spektri va uning ximiyaviy tarkibi
3. Quyosh doimiysi va uni o'lchash
4. Quyoshning ichki tuzilishi
5. Quyosh markaziy oblastlarida o'tuvchi termoyadro reaksiyalari

1. Quyosh to'g'risidagi umumiy ma'lumotlar

Quyosh osmon sferasida aniq chegaraga ega bo'lgan (limbga ega bo'lgan) aylanadan ibaratdir. Quyosh ko'rinma radiusining qiymati yil davomida Quyoshgacha bo'lgan masofaning o'zgarishi natijasida o'zgaradi.

Yer o'zining arbitasini perigeliy nuqtasida bo'lganida (yanvar boshida) uning ko'rinma burchak diametrik $32'35''$ ga teng bo'lsa, afeliydan o'tayotganda (iyul boshida) $31'31''$ ga teng bo'ladi. Quyosh Yerdan o'rtacha masofada (1a,b.) bo'lganda ko'rinma burchak radiusi $960''$ ga teng bo'lib, bu holda haqiqiy radiusi

$$R_{\odot} = \frac{149,6 \cdot 10^6 \text{ km}}{206265''} \cdot 960'' = 696000 \text{ km}$$

bo'ladi. Quyoshning hajmi

$$V_{\odot} = \frac{3}{4} \pi R_{\odot}^3 = \frac{3}{4} 3,14 \cdot 696^3 \cdot 10^9 \text{ km}^3 = 1,41 \cdot 10^{27} \text{ m}^3$$

bo'lib, uning massasi

$$m_{\odot} = 1,99 \cdot 10^{33} \text{ gr} \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

Quyosh o'rtacha zichligi

$$\rho_{\odot} = \frac{m_{\odot}}{\frac{4}{3} \pi R_{\odot}^3} = 1,41 \text{ gr} / \text{sm}^3$$

Quyoshning sirtida og'irlik kuchi tezlanishi

$$g_0 = f \frac{m_0}{R_0^2} = 2,74 \cdot 10^4 \text{ sm} / \text{s}^2 = 274 \text{ m} / \text{s}^2$$

Quyosh sirtidagi ma'lum detallarni va uning yuzining turli qismlaridan spectral chiziqlarni siljishini kuzatilishi ko'rsatishicha, Quyosh diametrlarini birini atrofida, ya'ni Quyosh o'qi atrofida aylanadi. Tekisligi Quyosh aylanishi o'qiga perpendikulyar bo'lgon uning katta aylanasiga Quyosh ekvatori aylanasi deyiladi. Quyosh ekvatori tekisligi ekliptika tekisligiga nibatan $7^{\circ}15'$ lik burchak hosil qiladi.

Quyosh markazidan uning yuzasiga o'tkazilgan radiusni ekvator tekisligi bilan hosil qilgan burchagiga geliografik kenglamasi deyiladi.

Quyoshning o'z o'qi atrofida aylanishi muhim xususiyatga ega. Uning burchak tezligi ekvatoridan uzoqlashib qutblariga yaqinlashgan sari kamayadi. Burchak tezlikni bunday kamayishini o'rtacha, quyidagi

$$\omega = 14_1^0 4 - 2_1^0 7 \sin^2 B$$

formula bilan ifodalash mumkin, bunda β geliografik kenglama. Bu formulada burchak tezlik ω bir sutkadagi burilish burchagi bilan o'lchanadi.

Shunday qilib Quyoshning turli zonalarida turlicha burchak tezlik bilan o'qi atrofida buriladi. Ekvatorial sohalar uchun siderik aylanish davri 25 sutkaga teng bo'lsa, qutbiy sohalar uchun bu davr 30 sutkaga teng bo'ladi. Yerning Quyosh atrofida aylanganligi sababli Yerdagi kuzatuvchi uchun, Quyoshning o'z o'qi atrofida aylanganligi biroz kamayib ko'rinadi. Ekvatorial sohalarining, aylanish davri 27 sutka, qutbiy sohalarida 32 sutka (sinodik aylanish davri) Quyoshning turli sohalarini turli tezlik bilan Quyosh o'qi atrofida aylanishidan Quyosh muhiti qattiq holatda emasligini ko'rsatadi. Quyoshning muhiti plazma holatidir. Shuning uchun Quyosh geliografik koordinatalarini uning yuzini barcha nuqtalari bilan qattiq bog'lab bo'lmaydi. Shartli ravishda geliografik meridianlar geliografik kenglamalari $\beta = \pm 16^\circ$ bo'lgan nuqtalar bilan qattiq bog'langan. Boshlang'ich geliografik meridiani sifatida 1954-yili dunyo vaqti $\Theta^h - va$ Quyosh ekvatori, ekliptika bilan kesishish nuqtalaridan o'tgan geliografik meridian olingan.

2. Quyosh spektri va uning ximyoviy tarkibi

Nurlanishning ko'rinuvchi qismida Quyosh spektri yuzida bir necha 10 ming yutilishi chiziqlariga ega bo'lgan tutash spektrdan iboratdir, bu chiziqlarga Fraunhofer chiziqlari deyiladi. Uzlüksiz spektrning maksimal intensivligi 4300-5000Å to'lqin uzunligi intervalida joylashgan. Maksimum sohadan har ikki tomonga qarab spektrning intensivligi kamayadi va uzoq kichik va katta to'lqinlar sohasigacha cho'ziladi. Yerning sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan natijalarni ko'rsatishicha 2000Å gacha spektrning xarakteri ko'rinuvchi sohasi xarakteridek bo'ladi. Lekin kichik to'lqin uzunlikli sohada spektr xarakteri keskin o'zgaradi. Uzlüksiz spektr intensivligi tez kamayib va qora fraunhofer chiziqlari o'rniga yorqin emission chiziqlar paydo bo'ladi. Spektrning infraqizil oblastida Yer atmosferasidagi suv bug'lari, kislorod va CO_2 gazlarining spektrni yutilishi polosalari joylashgandir. Havo molekullari tomonidan Quyosh spektrini yutilishi 1 sm-li radioto'lqinlar oblastigacha boradi. Bundan keyin atmosfera yana tiniq bo'ladi. Radiodipazonda Quyoshning nurlanishi intensivligi 6000° temperaturali jism spektrini intensivligidan kattaroqdir. Spektrning metrli oblastida, to'lqin uzunlikni oshishi bilan radioto'lqinlar intensivligini kamayishi, temperaurasi million gradus bo'lgan absolyut qora jismlikidek bo'ladi.

Quyosh spektrini, spektral analiz yordamida o'rganishni ko'rsatishicha Quyosh muhitining eng ko'p qismini vodorod tashkil qiladi. Vodorod atomlarning soni Quyoshdagi mavjud bo'lgan boshqa elementlar atomlaridan 10 marta ortiq bo'lib, Quyosh massasini 70% vodorod massasidan iboratdir. Quyoshda eng ko'p tarqalgan keyingi element geliydir. Geliyning massasi 29%-ni tashkil qiladi. Boshqa elementlar Quyosh massasini 1%-ni tashkil qiladi.

3. Quyosh doimiysi va uni o'lchash

Ko'pchilik atmosferik massalarni hal etishda Quyoshning to'la nurlanish quvvatini bilish muhim rol o'ynaydi. Quyosh nurlanishi to'la quvvati, Quyosh doimiysini

o'lchash yo'li bilan aniqlanadi. Quyosh doimiysi deb Quyoshdan 1a.b masofada Quyosh nurlariga perpendikulyar joylashgan 1sm^2 yuzasidan 1minut vaqt davomida o'tgan Quyoshning to'la energiyasi miqdoriga aytiladi. Hozirgi vaqtda Quyosh doimiysi qiymati 1%-lik aniqlik bilan o'lchangandir va quyidagiga tengdir

$$Q = 1,95\text{kal}/(\text{sm}^2 \cdot \text{min}) = 1,36 \cdot 10^6 \text{erg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{s}) = 13 \cdot 60\text{vt}/\text{m}^2$$

Bu kattalikni sonini radiusi $a=1\text{a.b.}$ bo'lgan sferaning to'la yuzasiga ko'paytirib Quyoshdan yo'nalishlariga undan tarqalayotgon energiya miqdorini, ya'ni integral Quyosh ravshanligini topamiz.

$$L_o = 4\pi a^2 \cdot Q = 4,8 \cdot 10^{26} \text{j/s}$$

Quyosh yuza birligidan (1m^2) to'la nurlanish energiyasi $6,28 \cdot 10^7$ vt ga tengdir. Quyosh doimiysini mukammal o'lchashlar ko'rsatadiki, uning qiymati vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi, ya'ni Quyoshning integral ravshanligi doimiydir. Quyosh doimiysini fluktuyatsiyalari 1%dan oshmaydi.

Yer sirti yaqinida Quyosh yorug'lik energiyasini atmosfera tomonidan yutilganligi va sochilganligi sababli, miqdori kamayadi va o'rtacha hisobda $800 - 900\text{vt}/\text{m}^2$ - ni tashkil qiladi.

Quyosh doimiysini o'lchash murakkabdir. Uni o'lchash uchun ikki xil asboblardan, pirligometrlaridan va spektrobolometrlaridan foydalaniladi. Pirligometrlaridan foydalanib vaqt birligida yuza birligiga tushayotgan Quyosh energiyasi, absolyut energiya birliklarida o'lchansa, spektrobolometrlar Quyosh energiyasi intensivligini nisbiy birliklarida o'lchaydi. Quyosh doimiysini o'lchashda har ikkkala asbobdan bir vaqtda foydalaniladi. Bir vaqtda ikki asbobdan foydalanish Quyosh energiyasini Yer atmosferasida sochilgan va yutilgan qismlarini hisobga olib Quyosh doimiysini qiymatini katta aniqlik bilan, topish imkonini beradi.

4. Quyoshning ichki tuzilishi

Quyoshning ichkarisiga kirgan sari temperatura, bosim va muhim zichligi keskin oshib boradi. Quyosh ichki har qanday nuqtalarda gidrostatik muvozanat deb aytiluvchi, muvozanatlik sharti bajarilishi kerak. Ya'ni ichidagi qandaydir elementar (AB) qatlam yuqori chegarasidagi P_1 va quyi chegarasidagi P_2 bosimlarini farqi bu qatlamning ostida turgan qatlamlar gravitatsion tortilishini muvozanatlashishi lozim, u holda muvozanatlik sharti quyidagicha yoziladi

$$P_2 - P_1 = \rho g h \quad (1)$$

Bunda ρ AB qatlamdagi Quyosh muhitining o'rtacha zichligi, H-qalinligi, g-gog'irlik kuchining tezlanishi. O'rtacha zichlik ρ ajratilgan H qalinligidagi qatlamning yuqori va quyi chegaralardagi zichliklari P_1 va P_2 larning o'rtacha qiymatiga teng bo'ladi, ya'ni

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \quad (2)$$

Gaz holat tenglamasidan foydalanib quyidagini topish mumkin:

$$\bar{\rho} = \frac{1}{2}(\rho_1 + \rho_2) = \frac{\mu(\rho_1 + \rho_2)}{2RT} \quad (3)$$

(3) ni (1) chiga quyib

$$P_1 - P_2 = \frac{P_2 + P_1}{2} \frac{\mu g}{RT} H \quad (4)$$

ekanligini topamiz. $RT/\mu g$ ifoda uzunlik birligidagi o'lchamga ega bo'lib muhim fizik ma'noga ega, agar qatlamning temperaturasi doimiy bo'lib, qatlam qalinligi

$$H = \frac{RT}{\mu g} \quad (5)$$

bo'lsa, bosim va zichlikning qiymati bu qatlam chegarasida 3 marotaba o'zgaradi. Haqiqattan ham (5) chi formulani (4) ga qo'yib

$$P_2 = 3P_1 \quad (6)$$

Ekanligini topamiz. H kattalikga balandlik shkalasi deyiladi, chunki u qanday balandlikda zichlikning yetarilicha o'zgarishini ko'rsatadi. $T = 10 \text{ k}$, $\mu = 1/2$ (ionlashgan vodorod) va $g = 2,7 \cdot 10^2 \text{ m/s}^2$ da $H = 6 \cdot 10^5 \text{ m}$ bo'ladi, ya'ni Quyoshning ichiga qarab 600km chuqurlikga kirganda muhit zichligi 3 marotaba ortadi. Chuqurlik yana oshishi bilan temperatura oshadi va zichlik oshishi, sekinlashadi.

Quyoshning muhiti uning ichiga bir tekis taqsimlangan deb faraz qilib ichidagi sharoit to'g'risidagi tasvurlarga ega bo'lishimiz mumkin. Tushinarliki bunday birjinsli Quyoshning xususiyatlari bilan real Quyoshning yarim radiusi chuqurligidagi xususiyatlari bir-xil bo'lishi kerak. Agar Quyoshning massasi bir tekis taqsimlanganda uning zichligi barcha ichki nuqtalariga bir-xil $\bar{\rho}_0 = 164 \text{ g/sm}^3$ ga teng bo'lar edi. Bosim $R_0/2$ chuqurlikda esa asosining yuzi 1 sm^2 bo'lgan balandligi $R_0/2$ bo'lgan ustunning og'irligiga teng bo'ladi.

$$p = \bar{\rho}_0 \frac{R_0}{2} g \quad (7)$$

Bu chuqurlikda og'irlik kuchi tezlanishi

$$g = G \frac{\frac{1}{8} m_0}{\left(\frac{R_0}{2}\right)^2} = \frac{1}{2} \frac{G m_0}{R_0^2} = \frac{1}{2} g_0 = 1,37 \cdot 10^2 \text{ m/s}^2 \quad (8)$$

Chunki radiusi $R_0/2$ bo'lgan birjinsli sferada Quyosh barcha massasini $\frac{1}{8}$ qismi joylashgan bo'ladi. Shunday qilib Quyosh o'rtacha ichki nuqtasidagi bosimi

$$P = \frac{6}{4} \bar{\rho}_0 \frac{m_0}{R_0} = 6,6 \cdot 10^{14} \text{ dina/sm}^2 = 6,6 \cdot 10^{12} \text{ Pa} \quad (9)$$

bo'ladi. bosim va zichlik qiymatini bilib temperatura qiymatini topamiz

$$T = \frac{\mu p}{R \bar{\rho}_0} = \frac{\mu}{4} \frac{G m_0}{R \cdot R_0} = 2,8 \cdot 10^6 \text{ k}$$

Shunday qilib biz birjinsli Quyoshni quyidagi fizik xarakteristikalarini uning $\frac{R_0}{2}$ chuqurligidagi qiymatlarini topdik.

$$\rho = 1,4 \text{ gr/sm}^3 (1,3 \text{ gr/sm}^3)$$

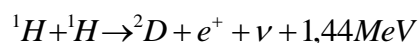
$$p = 6,6 \cdot 10^{13} \text{ Pa} (6,1 \cdot 10^{13} \text{ Pa})$$

$$T=2800000(3400000)k$$

qavs ichida bu xarakteristikalarni aniqroq metodlar yordamida topilgan qiymatlari ko'rsatilgandir.

5. Quyosh markaziy oblastlarida o'tuvchi termoyadro reaksiyalari

Quyosh makaziga qarab bu xarakteristikalarning qiymati yana oshadi. Quyoshning markaziy qismida temperatura 10 million kelvindan, bosim esa 100 milliard atmosferadan oshadi ($1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ Pa}$). Bunday sharoitda alohida atomlarning tezligi oshib ketadi, masalan vodorod atomlarining tezligi yuzlab kilometr/sekundga yetadi. Zichlik katta bo'lganligi sababli atom tuqnashishlari vujudga keladi. Bunday atom tuqnashishlarining ba'zilarida atomlar shunday yaqinlashadiki ularning yadrolari tuqnashib, yadro reaksiyalari vujudga keladi. Bunday reaksiyalar bir-biriga yaqinlashgan protonlarini β - yemirilishidan boshlanadi.



β - yemirilishida protonlardan biri n-ga aylanib e^+ va ν chiqoradi. Hosil bo'lgan neytron ikkinchi proton bilan qushilishib ${}^2\text{D}$ yadrosini hosil qiladi. Keyinchalik ${}^2\text{D}$ uchunchi proton bilan qushilishib ${}^3\text{He}$ izotopini hosil qiladi. Ikkita hosil bo'lgan ${}^3\text{He}$ yadrolari o'zoro raeksiyaga kirib ikkita ortiqcha protonini chiqorib ${}^4\text{He}$ yadrosini hosil qiladi. Protonlarni o'zaro ta'sir etib bunday ${}^4\text{He}$ yadrosiga aylanishi reaksiyasiga protonlarni geliyga aylanishi termoyadro reaksiyasi deyiladi. Bunday reaksiya Quyoshning atmosferasiga tarqatayotgan energiyasini manbaidir.

Quyoshning markaziy qismiga temperatura va bosim eng katta bo'lganligi sababli uning markazida termoyadro reaksiyalarini intensivligi eng katta bo'ladi. markaziy oblastlarda protonlarni geliyga aylanishi reaksiyalaridan tashqari uglerodli sikl deb ataluvchi termoyadro reaksiyalari ham bo'lib o'tadi bunday reaksiyalarda yana ham ko'proq energiya ajraladi.

Quyoshning markazidan $(0,2-0,3)R_{\odot}$ teng qatlamiga yadro reaksiyalari zonasi deyiladi. Chunki shu zonada termoyadro reaksiyalari bo'ladi. Yadro reaksiyalari zonasidan yuqorida temperatura 5 million kelvin, bosim 10 milliard atmosferadan kam bo'ladi. Bunday sharoitda termoyadro reaksiyalari o'tmaydi. Bunday qatlam pastdan kelayotgon energiyani yutib qayta nurlash yo'li bilan o'tkazadi. Shuning uchun qalinligi $(0,3-0,7)R_{\odot}$ bo'lgan Quyosh ichki qatlamiga energiyani nurlash orqali o'tkazish zonasi deyiladi. Bu zonadan yuqorida joylashgan Quyosh qatlamida, energiyani Quyosh muhitining konveksiyasi tufayli o'tkazadi. Shuning uchun bu qatlamga konveksion zonasi deyiladi. Konvektik zona ustida Quyoshning atmosferasi joylashadi. Atmosfera ham birjinsli bo'lmay u uch qismga bo'linadi. Fotosfera, xromosfera va Quyosh toji.

Quyosh atmosferasining uzluksiz spektrga ega bo'lgan ko'rinuvchi nurlanishni hosil qiluvchi asosiy qismiga, fotosfera deyiladi. Fotosfera yorug'likni kuchli nurlaydi va shuning uchun spektrni ko'rinuvchi oblastida kuchli nur

yutuvchidir. Fotosferaning yuqori qatlamlariga chiqqan sari muhit zichligi kamayib temperatura ham 4500 K gacha pasayadi. Bundan keyin temperatura yana balandlik bilan oshib boradi. Temperatura oshishi bilan avval vodorod keyin geliyning ionizatsiyalanishi vujudga keladi. Quyosh atmosferasini bunday qatlamiga xromosfera deyiladi. Xromosferaning eng siyraklashgan sohasida muhit zichligi 10^{-15} gr/sm³- ga erishadi. Bunday qatlamdan yuqorida temperatura yana oshib 10^6 gradusga yetadi. Buyerdan Quyosh atmosferasining tashqi qatlami Quyosh toji boshlanadi.

Sinov savollari:

1. Quyoshning xarakteristikalarini aytib bering.
2. Quyoshning spektrini tushuntiring.
3. Quyoshning ximiyaviy tarkibini tushuntiring.
4. Quyosh spektrida tortilish chiziqlari qanday paydo bo'ladi?
5. Quyosh doimiysi nima va uni o'lchash nima uchun kerak?
6. Quyosh atmosferasini tuzilishini tushuntiring.
7. Quyosh atmosferasida bosim va temperatura qanday aniqlanadi?
8. Hidrostatik muvozanatlik shartini tushuntiring.
9. Balandlik shkalasi deb nimaga aytiladi va bunday balandlikda bosim va zichlik necha marotaba o'zgaradi?
10. Quyosh ichkarisiga qarab bosim va temperatura qanday taqsimlangan?
11. Termoyadro reaksiyalarini uglerodli siklini tushuntiring.
12. Quyosh nurlanishi energiyasi manbaini tushuntiring.

Ma'ruza-11. Absolyut yulduz kattaligi va yorqinligi. Yulduzlarning o'lchamlarini aniqlash usullari

Reja:

1. Normal yulduzlar
2. Normal yulduzlar spektrlari va spektral klasifikatsiya
3. Yulduzlarning absolyut yulduz kattaligi
4. Absolyut yulduz kattaligiga ko'ra masofani aniqlash
5. Yulduzlarning yorqinligi va yulduz kattaliklari
6. Yulduzlarni o'lchamlarini xisoblash

1. Normal yulduzlar

Yulduzlar koinotda eng ko'p tarqalgan obyektlardir. Koinotning 98% massasi yulduzlar massalariga to'g'ri kelib, qolgan 2%i yulduzlararo fazoda taqsimlangandir. Ko'pchilik ximiyaviy elementlarning hosil bo'lishi, yulduzlarning evolyutsiyasi bilan bog'liqdir. Shuning uchun yulduzlarni o'rganish nafaqat kosmik obyekt sifatida, balki materiya evolyutsiyasini ma'lum bosqichini o'rganish uchun muhimdir. Yulduzlarning asosiy xususiyatlari ularning massasi, yorqinligi va radiusi bilan aniqlanadi. Shuning uchun yulduzlarni o'rganishni birinchi maqsadi anashu xarakteristikalarini aniqlab ularni individual

xususiyatlarini va gruppalarini xususiyatlarini aniqlashdan iborat. Nazariy astrofizikaning metodlari yulduzlarni atmosferasidagi va ichidagi xususiyatlarini aniqlab evolyutiyasini o'rganish imkonini beradi. Yulduzlar turlicha xususiyatlarga ega bo'lsa ham bir-xil xususiyatlariga ko'ra ularni gruppalarga bo'lib o'rganish mumkin. Bunday gruppalardan, nostatsionar, pulsatsiyalanuvchi, portlanuvchi yulduzlar guruhini o'rganish muhimdir. Bunday yulduzlar guruhlarini o'rganish nafaqat ularni xususiyatlarini balki butun koinot qonuniyatlarini topish imkonini beradi. Yuqorida qayd etilgan xususiyatlarga ega bo'lmagan yulduzlarga normal yulduzlar deyiladi.

2. Normal yulduzlar spektrlari va spektral klassifikatsiya

Normal yulduzlarni o'rganish, ularni klassifikatsiyalash prinsiplarini topish imkonini beradi. Yulduzlar bilan birinchi tanishishni o'zi ular ranglari bilan farq qilishini ko'rsatadi. Yulduzlar orasidagi farq ularni spektrlarini solishtirishda kuchliroq seziladi. Yulduzlarni spektri (xuddi shunday Quyoshniki ham) tutash spektrini fonida ko'pchilik yutilish chiziqlariga ega bo'lgan spektrdan iboratdir. Bunday yutilish chiziqlari, atomlar, ionlar va molekullarga taaluqli bo'lib ularga Franguofter chiziqlari deyiladi.

Yulduzlarning spektrlari bir-biridan to'liq uzunligi va energiyaning to'liq uzunligi bo'yicha taqsimlanishi bilan farq qiladi. Shuningdek, bu spektrlar ularda atmosferaning ximiyaviy tarkibini aks ettiruvchi turli elementlarga tegishli chiziqlarni intensivligi bilan ham farq qiladi. Temperaturasi bir-biriga yaqin bo'lgan yulduzlarning spektrlari bir-biridan uncha katta farq qilmaydi. Yulduzlarni spektrida eng ko'p tarqalgan elementlar vodorod bilan geliydir. Bu elementlarning yulduz spektrida kuzatiladigan chiziqlarining intensivlik darajasi, mazkur yulduz atmosferasining fizik holatini belgilab ko'p jihatdan uning temperaturasiga bog'liq bo'lda. Yulduzlarning spektri yettita asosiy spektral sinflarga guruhlangan. Bu guruhlar lotin alifbosidagi harflar bilan quyidagi tartibda joylashadi.

O-B-A-F-G-K-M. har bir asosiy guruhdagi sinflar yana o'nta sinf osti guruhlariga ajratilgan. Masalan A sinf yulduzlari AO, A1,..... A9 sinf ostilariga bo'lingan. Quyosh o'z spektriga ko'ra G2 sinfiga mansubdir.

Sinflar ketma-ketligi, eng avvalo, yulduzlarning temperaturasi va ranglari ketma-ketligiga o'z aksini topadi. Sovuq qizil yulduzlarning spektrida neytral atomlarning va hatto molekullarning birlikmalarining chiziqlari ko'p uchragan holda, qaynoq havorang yulduzlarning spektrida ionlashgan atomlarning chiziqlari ko'p uchraydi.

O sinfiga mansub bo'lgan yulduzlar, eng qaynoq yulduzlar hisoblanadi. Bu sinfdagi yulduzlarning temperaturasi 25000-30000 gradusgacha yetib, ularning spektrida ionlashgan geliy, uglerod, azot va kislorodning intensiv yutilish chiziqlari, shuningdek spektrning ultrabinafsha qismida ko'p marotaba ionlashgan elementlarning atomlarini chiziqlari ham uchraydi.

B sinfiga kiruvchi yulduzlarning spektrida neytral geliy chiziqlari juda intensiv bo'ladi. bunday yulduzlarni temperaturasi 20000 gradus atrofida bo'ladi.

A sinfiga kiruvchi yulduzlarning spektrlarda vodorotning yutilish chiziqlari intensiv bo'lib, yulduz oq rangda, temperaturasi 11000 K bo'ladi.

F sinfiga mansub yulduzlar spektrlarda vodorod chiziqlari kuchsizlanib, kalsiyning ionlashgan chiziqlari intensiv bo'ladi. bunday yulduzlar rangi och sarg'ich bo'lib temperaturasi 70000 bo'ladi.

G sinfiga mansub yulduzlarning spektrida (jumladan Quyosh spektrida) metallarga tegishli neytral qisman ionlashgan va atomlarning chiziqlari intensiv va keng tarqalgan bo'ladi.

K sinfiga mansub yulduzlarning spektrida metallarning va molekulalarning yutilish chiziqlari kuzatiladi. Bunday yulduzlar temperaturasi 3500 K bo'ladi.

M sinfiga kiruvchi yulduzlar spektrida esa molekulalarning spektral polosalari intensiv tus oladi. Ular qizil rangli temperaturasi 2500 K chamasida bo'ladi.

Yulduzlar spektrining turlicha bo'lishi ularning atmosferasidagi fizik sharoitga, kimyoviy tarkibini turlichaligiga va eng muhimi ularning temperaturasining turlichaligiga bog'liqdir. Yuqorida ko'rib chiqilgan yulduzlarni klasifikatsiyalashga yulduzlarni Garvard klasifikatsiyalashi deyiladi. Chunki bunday klasifikatsiyalashdan birinchi marotaba Garvard universiteti astrofiziklari foydalanilgan.

3. Yulduzlarning absolyut yulduz kattaligi

Yulduzlarning ko'rinma yulduz kattaligi ularning umumiy energiyasi va yorqinligini topish imkonini bermaydi. Chunki bir-xil yorqinlikga ega bo'lgan turli xil masofada joylashgan yulduzlarning ko'rinma yulduz kattaliklari bir-xil bo'lishi mumkin. Agar ikki yulduz orasidagi masofa ma'lum bo'lsa, ko'rinma yulduz kattaliklari asosida ularni haqiqiy nurlanish oqimlari nisbatini topish mumkin. Buning uchun bu yulduzlarni yoritilganliklarini bitta standart umumiy masofaga aylantirish kerak. Bunday masofa sifatida 10ps masofa olinadi. Yulduzlarning bizdan 10 parsek masofaga keltirilganda aniqlangan ko'rinma yulduz kattaliklari ularning absolyut yulduz kattaliklari deyiladi va M harfi bilan belgilanadi. 10 parsekli masofa taxminan $2 \cdot 10^6 a \cdot b$ masofaga mos keladi. Quyoshning 10 parsek masofaga eltgandan keyingi intensivligi uning 1a.b. masofa bo'lganligi intensivligidan $\frac{1}{(2 \cdot 10^6)^2}$ yani $4 \cdot 10^{12}$ marta kamayadi. Intensivlikni har 100 marta

kamayishi 5 yulduz kataligiga to'g'ri kelishi etiborga olinsa, unda intensivlikning $4 \cdot 10^{12}$ marta kamayishi, yulduz kattaligining 31,5 marta ortishiga olib keladi. Binobarin 10 pk masofada eltilgan Quyoshning ko'rinma yulduz kattaligi - $26,7 + 31,5 = 4,8$ ni tashkil etadi. Shuning uchun absolyut yulduz kattaligi $M_{\odot} = +4,8$ bo'ladi.

4. Absolyut yulduz kattaligiga ko'ra masofani aniqlash.

Faraz qilamizki biror yulduzning ko'rinma yulduz kattaligi m-ga teng bo'lib ungacha bo'lgan masofa r parsekga teng bo'lsin. Tarifga ko'ra 10 parsek masofada bo'lgan yulduzning, yulduz kattaligi uning absolyut yulduz kattaligi M ga teng bo'ladi u holda

$$\lg \frac{E_1}{E_2} = 0,4(m_2 - m_1)$$

formulaga ko'ra quyidagicha yozish mumkin

$$\lg \frac{E_o}{E} = 0,4(m - M) \quad (1)$$

bunda E_o, E mos ravishda yulduz 10 parsek va r masofada bo'lgandagi yoritilganliklari. Yoritilganlik masofaning kvadratiga teskari proporsional ekanligini yani

$$\frac{E_o}{E} = \frac{r^2}{100} \quad (2)$$

hisobga olsak (1) formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$0,4(m - M) = \lg\left(\frac{r^2}{100}\right) = 2 \lg r - 2 \quad (3)$$

yoki $0,4m - 0,4M = 2 \lg r - 2$;

$$M = m + 5 - 5 \lg r \quad (4)$$

ekanligini topamiz. Oxirgi formula yoritgichni nisbiy yulduz kattaligini m va ungacha masofa r -ni parseklarda bilgan holda, absolyut yulduz kattaligini topish imkonini beradi. Yoritgichning ko'rinma yulduz kattaligi va absolyut yulduz kattaligi ma'lum bo'lsa u holda (4) formuladan foydalanib yoritichgacha bo'lgan masofa r -ni parseklarda topishimiz mumkin.

$$\lg r = \frac{5}{5} + \frac{m - M}{5} = 1 + 0,2(m - M) \quad (5)$$

$M - M$,ga masofa moduli deyiladi. Yoritgichning yillik parallaksi π va ungacha bo'lgan masofa r , $r = 1/\pi$ ekanligini hisobga olib (4)-chi formulani quyidagicha o'zgartirib yozish mumkin.

$$M = m + 5 - 5 \lg r = m + 5 - 5 \lg(1/\pi) = m + 5 + 5 \lg \pi \quad (6)$$

misol uchun Quyoshning absolyut yulduz kattaligini topamiz. Quyoshning ko'rinma yulduz kattaligi $m_{\odot} = -26^m \cdot 8$ bo'lib, Quyoshgacha bo'lgan masofa $r_{\odot} = 1 a.b. = \frac{1 parsek}{206265}$, shuning uchun

$$M_{\odot} = -26^m \cdot 8 + 5 + 26^m \cdot 6 = 4^m \cdot 8$$

Yulduz kattaligini aniqlashda (masalan, vizual kattalikni), kuzatishdan yer atmosferasidan o'tib asbobning yorug'likni sezuvchi qismi tomonidan o'lchangan qismi olinadi. To'la nurlanishni topish uchun, yer sirtigacha kelmagan nurlanish qismini ham hisobga olish kerak. Spektrning barcha qismi uchun aniqlangan yulduz kattaligiga Bolometrik yulduz kattaligi deyiladi. Bolometrik yulduz

kattaligi va vizual yulduz kattaligi farqiga Bolometrik tuzatma deyiladi.

$$\Delta m_{bol} = m_{bol} - m_v = M_{bol} - M_v \quad (7)$$

Bolometrik tuzatma qiymati nazariy yo'l bilan topiladi.

5. Yulduzlarning yorqinligi va yulduz kattaliklari.

Yoritgichning undan turli tomonga nurlanayotgan energiya oqimiga uning yorqinligi deyiladi. yoritilganligi va yulduz kattaligi orasida qaday bog'lanish mavjud bo'lsa yorqinlik \underline{L} va yulduz kattaligi m orasida xuddi shunday bog'lanish mavjud bo'lagi. Shuning uchun biror yoritgich va Quyosh yorqinligi va yulduz kattaliklarini mos ravishda $L^*, L^\odot, M^*, M^\odot$ belgilasak quyidagicha yozish mumkin

$$\lg \frac{L^*}{L^\odot} = 0,4(M^\odot - M^*) \quad (9)$$

Odatda yorqinlik, Quyosh yorqinligi birligida ifodalanadi. $L^\odot = 1$. shuning uchun.

$$\lg L^* = 0,4(M^\odot - M^*) \quad (10)$$

Qaysi yulduz kattaligidan foydalanilganligiga ko'ra (10)-chi formula yordamida vizual, fotografik va bolometrik ravshanliklar topiladi.

6. Yulduzlarni o'lchamlarini hisoblash.

r -masofada joylashgan yulduzni burchak diametri d'' o'lchangan bo'lsa, uning chiziqli diametri

$$D = \frac{rd''}{206265''} \quad (11)$$

ga teng bo'ladi. Berilgan yulduzni bolometrik ravshanligi o'lchamini \underline{L}_{bol} va effektiv temperaturasi T_{ef} ma'lum bo'lsa uning chiziqli o'lchamini teskari metod yordamida aniqlash mumkin. Haqiqattan ham effektiv temperatura ta'rifiga ko'ra yulduzning 1sm^2 yuzasi hamma tomonga quyidagi energiya oqimini nurlaydi,

$$\varepsilon = \zeta T_{ef}^4$$

buni yulduzni to'la yuzi $4\pi R^2$ ga ko'paytirilib, uni ravshanligini topamiz

$$L_\odot = 4\pi R^2 \cdot \varepsilon = 4\pi R^2 \zeta T_{ef}^4 \quad (12)$$

Topilgan ifodani Quyoshga tadbiq etsak

$$L_\odot = 4\pi R_\odot^2 \zeta (T_\odot)^4 \quad (13)$$

ekanligini topamiz. (12) va (13)-chi formulalarni o'zaro bo'lib

$$R = R_{\odot} \left(\frac{T_{\odot}}{T_{ef}} \right)^2 \sqrt{\frac{L}{L_{\odot}}} \quad (14)$$

ekanligini topamiz. Bu formulani logarifmlab

$$\lg \frac{R}{R_{\odot}} = 2 \lg \frac{T_{\odot}}{T_{ef}} + \frac{1}{2} \lg \frac{L}{L_{\odot}} \quad (15)$$

topamiz. Odatda yulduz radiusi va ravshanligi Quyosh radiusi birligida $R_{\odot} = 1$ va ravshanligi birligida $L_{\odot} = 1$ beriladi. U holda berilgan yulduz o'lchami, ya'ni radiusi quyidagi fomula yordamida topilishi kelib chiqadi.

$$\lg R = \frac{1}{2} \lg L + 2 \lg \frac{T_{\odot}}{T_{ef}}$$

Sinov savollari:

1. Yulduzlarning asosiy xususiyatlari ularning qanday xarakteristikalarini bilan aniqlanadi?
2. Yulduzlarni klasifikatsiyalash qanday prinsipga asoslangan?
3. Yulduzlarni spektri bo'yicha farq qilishi va temperaturasi (rangi) bilan farq qilishi orasida qanday bog'lanish bor?
4. Yulduzlarni Garvard klasifikatsiyalanishini tushuntiring.
5. Yulduzlarning spektrlarini turlichaligini sabablarini tushuntiring.
6. Yulduzlarni absolyut yulduz kattaligini tushuntiring.
7. Absolyut yulduz kattaligiga ko'ra masofa qanday aniqlanadi?
8. Quyoshni absolyut yulduz kattaligini hisoblang.
9. Bolometrik yulduz kattaligi nima?
10. Yulduzlarni o'lchamlarini hisonlashni tushuntiring.

Ma'ruza-12. Galaktikalar

Reja:

1. Tumanliklar va Galaktikalar
2. Bizning Galaktika
3. Yulduzlarning Galaktik fazoda taqsimlanishi
4. Galaktikalarning sinflari va spektrlari

1. Tumanliklar va Galaktikalar

XX asrgacha koinot yagona bizning Galaktikamizdan iborat deb qaralgan fikr hukmronlik qilardi. Keyinchalik bizning Galaktikamizdan tashqarida juda ko'p bizning Galaktikamizga o'xshash Galaktikalar mavjudligi aniqlandi. Uzoqdagi bunday yirik yulduzlar sistemalari tumanlik shaklida ko'ringanligi sababli ularga tumanliklar deb ataganlar. Tumanliklardan kelayotgan nurlanish spektrlarini, olish va analiz qilish shuni ko'rsatdiki tumanliklarning spektri

yulduzlar sistemalarini spektriga juda o'xshashdir. Ya'ni tumanliklar bizdan juda uzoqda joylashgan yulduzlar sistemalari Gallaktikalardan iboratdir. Tumanliklarning tipik vakili Andromeda tumanligidir. Bu tumanligi tashqi Gallaktikalardan biri ekanligi hozirgi vaqtda uzul kesil isbotlangandir.

Andromeda yulduz turkumida joylashgan bu tumanlik Gallaktikamiz ichidami yoki tashqarida joylashganligini aniqlash uchun ungacha masofani topish kerak edi. Bu muammoni AQShlik astrofizik Xabll hal qildi. Xabll o'zining teleskopi yordamida Andromeda tumanligini ko'zati undagi ba'zi yulduzlarni masalan Sefeidlarni aniq tasvirini ko'rdi. U sefeidning davrini o'lchash asosida ungacha bo'lgan masofani aniqladi. Bu masofa shuncha (2 million yorug'lik yili) katta chiqdiki olim Andromeda tumanligi bizning Gallaktikamizdan tashqarida joylashgan yulduzlar sistemasi, Gallaktika ekanligini tushundi. Xabll o'zining teleskopini koinotga olib chiqib koinotni hamma tomonlarini tekshirib chiqib aniqladiki tomonlari 1° dan bo'lgan yuzasi 1 gradus kvadratli osmon sferasining ichida o'rtacha hisobga 136 tadan Gallaktikalar joylashgan. Buni osmon sferasi yuzasiga ko'paytirib ko'rib aniqlash mumkinki, koinotda bizning Gallaktikadan tashqari yana milionlab Gallaktikalar joylashgandir. Ya'ni bizning Gallaktikamiz koinotda yagona Gallaktika emas, ekanligi aniqlandi.

2. Bizning Galaktikamiz

Tunda qorong'u osmonga qarasaq osmon yulduzlarini va osmon sferasining o'rtasida butun osmon bo'ylab cho'zilgan yulduzlar tasmasi, somon yo'lini ko'ramiz. Somon yo'li bizning Gallaktikamizni ya'ni Quyosh sistemasini o'z ichiga olgan yulduzlar sistemasini, yulduzlar nisbatan zich joylashgan belbog' qismini tashkil etadi. Belbog'ning o'rtasida o'tkazilgan tekislik osmon ekvatori tekisligi bilan 62 gradusli burchak tashkil etadi.

Teleskoplar yordamida somon yo'lga qarab uning hamma qismining kengligi bir xil emasligi va u g'ij-g'ij yulduzlardan tashkil topganligini ko'ramiz. Somon yo'lining ayrim qismlarida yulduzlar deyarli ko'rinmaydi. Osmonda ko'rinadigan barcha yulduzlar Gallaktikamizni tarkibini tashkil etadi. Gallaktikamizda ko'ruvchi yulduzlarning asosiy qismining fazoda taqsimlanish shakli qavariq linza k'rinishiga o'xshaydi. Bunday ko'rinishdagi Gallaktikamizning diametri qarib 100ming yorug'lik yiliga qalinligi 7 ming yorug'lik yiliga tengdir. Quyosh sistemasi Gallaktikamizning markazidan 33 ming yorug'lik yili masofada joylashgandir. Gallaktikamizning diskiga tepadan turib, ya'ni Quyosh sistemasini tomonidan qaralganda, Gallaktikamizning markaziy qismi, ya'ni yadrosi Qavs yulduz turkumiga proyeksiyalanadi.

Hisob kitoblarni ko'rsatishicha Gallaktikamiz ~ 150miliard yulduzlardan tashkil topgandir. Yulduzlar Gallaktikamizni asosiy qismini tashkil qiladi. Bundan tashqari yulduzlararo fazoda gaz changlar, turli maydonar, kosmik zaralar, tumanliklar, yulduzlar tudalari joylashgandir. Maxsus ko'zatishtlarning ko'rsatishicha yulduzlarni bu o'lgan to'dasdi gaz changlar Gallaktikamiz yadrosi atrofida aylanadi. Barcha yulduzlar shu jumladan Quyosh o'z a'zolari planetaalr bilan birgalikda somon yo'li tekisigiga (Gallaktikamiz ekvator tekisligiga) parallel bo'lgan aylana bo'ylab aylanadi. Bunda yulduzlarning markaziga yaqin yoki

uzoqligiga bog'liq ravishda har xil tezlik bilan harakat qiladi. Quyoshni va unga yaqin yulduzlarni tezligi sekundiga 240km.ni tashkil etib aylanish davri 200mln yiliga tengdir.

3.Yulduzlarning Galaktik fazoda taqsimlanishi

Galaktikamizda yulduzlar faqat yakka holda uchramay ikkitadan uchadan va ko'p sonli yuzlab minglab to'da shaklida ham uchraydi. Yuzlab yoki minglab o'zaro dinamik bog'langan yulduzlar sistemalariga yulduz to'dalari deyiladi. Yulduz to'dalari tashqi ko'rinishiga ko'ra ikki guruhga bo'linadi. Sochma va sharsimon yulduz to'dalariga. Sochma yulduz to'dalari bir becha on yulduzdan bir necha minggacha yulduzlarni o'z ichiga olgan holda, sharsimon to'dalar o'n mingdan yuz minggacha yulduzlarni o'z ichiga oladi. Gallaktikamizda 800ga yaqin sochma yulduz to'dalari joylashgan bo'lib ularning diametri 1,5 parsekdan 20 parsekgacha bo'ladi. yaxshi o'rgangan sochma yulduz to'dasi Quyoshdan 130 parsekli masofada joylashgan bo'lib, Savr yulduz turkumida joylashgan va Hulkar deb yuritiladi. Sharsimon yulduz to'dalari sochma yulduz to'dalaridan, kimyoviy tarkibi bilan farqlanadi. Sochma yulduz to'dalarining spektrida og'ir elementlarning miqdori 1- 4%ni tashkil etsa, sharsimon to'dalarda atigi 0,1-0,01%ni tashkil qiladi. Bundan sharsimon va sochma yulduz to'dalari turli sharoitlarda paydo bo'lganligini ko'rsatadi. Sharsimon to'dalar hali og'ir elementlarga bo'lib ulgurmagan sferik shakldagi protogallaktik gaz tumanliklaridan paydo bo'lgan degan ilmiy gipotezani tug'ilishiga olib keladi.

Galaktikamizda 100mingga yaqin sharsimon to'dalar borligi aniqlangan. Ularning o'rtacha diametri 40 parsekga tengdir. Sharsimon to'dalarning ko'pchiligi Gallaktika markazida yaqinroq joylashgandir.

4.Galaktikalarning sinflari va spektrlari

Tashqi Galaktikalar o'lchamlariga ko'ra turlicha kattaliklarda ucharaydi, eng kattalari milliardlab yulduzlardan tashkil topgan bo'lsa, kichiklari bir necha milionlab yulduzlardan tashkil topgan. Gigant Gallaktikalarning o'lchamlari 50ming parsekgacha (ya'ni diametri 150 ming yorug'lik yiliga teng) bo'lgani holda eng kichiklari yuz parsekdan oshmaydi. Hozirgi zamonda qayd etilgan Gallaktikalarning soni bir necha miliardni tashkil etadi. Biroq ularning juda kichik qismi o'rganilgan va kataloglashtirilgandir. Bunday kataloglardan biri Voronsov Velyaminov katalogi bo'lib uni kattaligi 10,1 dan ravshan 30000 Gallaktikalarni o'z ichiga oladi. Gallaktikalar tashqi ko'rinishiga ko'ra turli tuman bo'lsa ham o'xshash tomonlariga ko'ra 3ta sinfga bo'inadi. Elliptik (E), spiral - (S), Noto'g'ri - (Igch) Gallaktikalar. Elliptik Gallaktikalar tashqi ko'rinishiga ko'ra ellips yoki doira shakliga ega bo'lgan Gallaktikalardir. Bunday Gallaktikalarning asosiy xususiyati shundan iborat bo'ladiki ularning ravshanligi markazidan sirtiga tomon bir tekis kamayib boradi. Spiral Gallaktikalar juda ko'p tarqalgan Gallaktikalar bo'lib, kuzatilgan Gallaktikalarning qarib yarmi shu sinfdagi Gallaktikalardir. Boshqa Gallaktikalardan farqli ularning strukturasi aniq spiral yenglardan iborat bo'ladi. Andromeda va bizning Gallaktikamiz spiral Gallaktikalarning vakillaridandir. Spiral Gallaktikalar yana ikkiga bo'linadi, markaziy yadrodan

boshlanuvchi (SA) Gallaktikalar va spiral shaxobchalaridan yadro o'rnida diametri bo'ylab cho'zilgan ko'priksimon strukturaning uchlaridan boshlanuvchi (SB) Gallaktikalar. Noto'g'ri Gallaktikalarda yadro bor yo'qligi bilinmaydi va ular aylanma simmetriyali strukturaga ega emas. Bunday Gallaktika vakili katta va kichik mogelon bulutlidir. Noto'g'ri Gallaktikalarda shuningdek pekulyar gallaktikalar ham kiradi. Bundan gallaktikalarda umumiy ko'rinish strukturasi mavjud bo'lmaydi. Tashqi gallaktikalarni spektri yulduzlar spektrini eslatib, yutilish chiziqlaridan tashkil topadi. Ular tarkibiga ko'ra yulduzlarning spektridan faqat ayrim gaz tumanliklarini spektrlariga uchraydigan emission chiziqlari borligi bilan farq qiladi. Bundan gallaktikalar, yulduzlar sistemasi va diffuzmateriyadan tashkil topganligi ayon bo'ladi. Noto'g'ri gallaktikalarning spektri A va F spektral sinflarga, spiral gallaktikalariniki F va G sinflarga va nihoyat elliptik gallaktikalariniki G va K sinflariga kiruvchi yulduzlarning spektrini eslatadi. Bundan spiral va noto'g'ri gallaktikalarda boshlang'ich spektral sinflarga kiruvchi qaynoq va yosh yulduzlarning ko'pligi elliptik gallaktikalar esa nisbatan yoshi o'tgan keyingi spektral sinflariga mansub yulduzlarga boyligidan darak beradi.

Sinov savollari:

1. Gallaktika deb nimaga aytiladi?
2. Bizning Gallaktika – somon yo'lini tuzilishini tushuntiring.
3. Yulduzlarning Gallaktik fazoda taqsimlanishini tushuntiring.
4. Sharsimon yulduz to'dalari xususiyatlarini tushuntiring.
5. Sochma yulduz to'dalari xususiyatlarini tushuntiring.
6. Gallaktikalarni sinflarini tushuntiring.
7. Gallaktikalarni spektrlarini tushuntiring.