TOSHKENT VILOYATI CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

ANIQ FANLAR FAKULTETI

FIZIKA KAFEDRASI

MAMADAZIMOV M, TADJIBAEV I, QUTLIMURATOV S

ASTRONOMIYA KURSI

(“Fizika va astronomiya ” ixtisosligi uchun o‘quv uslubiy majmua)

Chirchiq–2019

“ASTRONOMIYA KURSI” dan o‘quv uslubiy majmua Toshkent viloyati CHirchiq davlat pedagogika institutida ishlab chiqildi

Mualliflar:

M.Mamadazimov,p.f.d.,professor,

I. Tadjibaev, f-m.f.n., dotsent,

S. Qutlimuratov, katta o‘qituvchi.

Taqrizchilar:

S.N.Nuritdinov,f-m,f.d., professor, O‘zMU .

S.P.Ilyosov,f-m. f-m,f.n. O‘zR FA Astronomiya instituti.

O‘quv uslubiy majmua TVCHDPI o‘quv uslubiy Kengashi tomonidan tasdiqlangan va universitetlar hamda pedagogika institutlarida foydalanish uchun tavsiya qilingan

2019 yil “28” avgustdagi 1-sonli bayonnomasi

Mundarija

I.	**“**Astronomiya kursi” fanining namunaviy dasturi……..	4
II.	“Astronomiya kursi” fanining o‘quv dasturi…….	16
III.	Ma’ruza mashg‘ulotlari ……	22
IV.	Amaliy mashg‘ulotlari……...	218
V.	Laboratoriya mashg‘ulotlari……...	247
VI.	Glossariy…….	261
VII.	Adabiyotlar……	263

I. “Astronomiya kursi” fanining namunaviy dasturi

1.1. O‘quv fanining dolzaribligi va oliy kasbiy ta’limdagi o‘rni

“Astronomiya kursi” fani o‘z ichiga “Umumiy astronomiya”, “Kosmonavtika asoslari” va “Astrofizika” kurslarini olib, u bakalavriatning “5110200 – Fizika va astronomiya o‘qitish metodikasi” ta’lim yo‘nalishi bo‘yicha tahsil olayotgan talabalarga shunday nom bilan o‘qitiladi.

Mazkur kurs, eslatilgan ixtisoslik bo‘yicha o‘quv rejasida belgilangan tabiiy–matematik bilimlar ichida, bo‘lajak fizika va astronomiya o‘qituvchilarini tayyorlashda eng muhim o‘rinni egallab, bu fanlar yuzasidan o‘qituvchining kompitentligi va intellektualligini tayyorlashda alohida o‘rinni egallaydi. O‘rta umumta’lim maktablari, akademik litsey va kasb-hunar kollejlarida fizika va astronomiyani samarali o‘qitish, eng avvalo o‘qituvchining bu fanlar yuzasidan erishgan bilimlari, malakalari va ko‘nikmalari bilan belgilanadi.

1.2. O‘quv fanining maqsadi va vazifasi

Fanni o‘qitishdan maqsad - talabalarda ilmiy dunyoqarashni shakllantirishni, ularda koinot ob’ektlari, xodisalari tug‘risidagi ilmiy tasavvurlarni, osmon jismlari va ular sisitemalarining fizik tabiatlari haqidagi bilim va tushunchalar bilan qo‘rollanishni, astronomiyaning nazariy va amaliy ahamiyatlarini shakllantirish ko‘nikmasini hosil qilishdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun fan talabalarni osmon jismlari va ularning tizimlarida kechadigan barcha jarayon va xodisalarning fizik mohiyatarini ilmiy talqin etish, bu hodisalarning kechishida hech qanday g‘ayritabiiy kuchlarning o‘rni yo‘qligiga va ularning evolyusiyasi mavjud qonunlar asosida ro‘y berayotganiga ishonch hislarida tarbiyalash vazifalarini bajaradi.

“Astronomiya kursi” o‘quv fanini o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan mavzular doirasida bakalavr:

- astronomiya kursining boshqa fanlar bilan aloqasi. Sferik va amaliy astronomiya asoslari. Kalendarlar. Geografik kordinatalarni aniqlash. Quyosh sistemasining tuzilishi olam tuzilishining geliosentrik sistemasi. Kepler qonunlari. Osmon jismlarigach bo‘lgan masofalarni va ularning o‘lchamlarini aniqlash. Ikki jism masalasi. Kosmik tezliklar. Oyning harakati va fazalari. Quyosh va Oyning tutilishlari, tutilish shartlari. Astrofizika va yulduzlar astronomiyasining asoslari. Astrometriya va unrlanish qonunlari. Quyosh va uning fizik harkateristikasi. Quyoshdagi aktiv jarayonlar (dog‘lar, protoburanslar va xmosfera chaqnashlari). Quyosh energiyasining manbai. Quyosh aktivligi va uning gofizik xodisalarda aks etishi, biosferaga ta’siri. Planeta va mayda osmon jismlarining (mayda planetalar, kometalar, mateorlar va mateoritlar) fizik xarakteristikalari. Yulduzlargacha masofalarni, ularning o‘lchamlarini aniqlash. Yulduzlargacha masofalarni, ularning o‘lchamlarini aniqlash. Yulduzlarning rangi, spetri va yorqinliklari. Spektr – yorqinlik diagrammasi. Galaktikaning tuzili shva aylanishi. Kvazarlar. Koinotning yirik masshtabli strukturasi. Metagalaktika. Kosmologiya va ularning muammolari. Quyosh sistemasining paydo bo‘lishi va evolyusiyasi. Yerning yoshi. Yulduzlarning paydo bo‘lishi. Yulduzlarning ichki energiya manbalari. Koinotning kengayish muammolari. Yerdan tashqaridagi svilizasiyalar muammolari. Koinotni o‘rganish va dunyoqarash muammosini bilish ***bilimga;***

- olam tuzilishi haqidagi hozirgi zamon tushunchalari bilan qurollangan bo‘lishi, qutb yulduzli va yorug‘ yulduzlari mavjud bir necha yulduz turkumlarini bilishi, turli kengliklarda osmon sferasining aylanishi, vaqtni o‘lchash haqidagi tushunchalar qurollanishi (yulduz va Quyosh vaqtlari, ulardan biridan ikkinchisiga utish), kalendarlar haqida umumiy tasavvurlar bilan qurollanishi, amaliy astronomiya predmeti bo‘lmish soat tuzatmasi, geografik kordinatalrni topish, quyosh sistemasining tuzilishi va dinamikasi. Kepler qonunlari. Turli astronomik

hodisalar haqida ilmiy tasavvurlar. Astronomik asboblar, ularning ishlash prinsipi va qurilmalari haqida tushunchalar. Astrofizik metodlar (optik, radio, rentgen, ultrabinafsha, gamma astronomiya) spektral metod va analiz haqida tushunchalar. Quyosh sistemasining yirik va mayda jismlarining fizik tabiati haqida hozirgi zamon tasavvurlari. Yulduzlargacha masofalarni ularning radiuslari va masofalarini hisoblash haqida bilimlar, yulduzlarning rangi, yorqinliklari va tempraturalari va spektral sinflari haqida ma'lumotlar va ular orasidagi bog'lanishni ifodalovchi diagrammalari. Galaktikalar va ularning klasifikasiyalari. Bizning galaktikamiz tuzili shva aylanishi. Tashqi galaktikalar. Mahalliy galaktik to'dalar. O'tagalaktika va metagalaktika haqidagi ***ko'nikma;***

- talabalar yorug' yulduzlarga qarab yulduz turkumlarini osmondan topa olishi, qutb yulduzi o'rnini belgilay olishi, uning balandligi orqali joyning kenglamasini taxminiy belgilay olish, osmonning asosiy nuqta, chiziq va aylanalari o'zaro qanday o'tishini osmondan ko'rsata olishi, ixtiyoriy osmondagi yoritgichning gorizontal va ekvatorial kordinatalari taxminiy belgilay olish, astronomik asboblar (teodologik, durbin teleskoplar) bilan ishlay olish, osmon xaritalari, atlaslari va globuslari bo'yicha yoritgichning koordinatalarini topish, surilma kartadan foydalanib, yoritgichlarning chiqishi, botishi, kulminasich momentlarini hisoblay olish. Astronomik kalendarlar (VAGO yejegodniklari, maktab astronomik kalendarlari) va spravochniklardan foydalana olishi, yoritgichlargacha masofalarni (sutkalar va yipllik parallaks bo'yicha va ularning radiuslarini) hisoblay olishi va yulduzlarning tegishli berilgan biror kattalik asosida boshqa parametrlarni topa olish ***malakasiga ega bo'lishi kerak.***

1.3. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari)

1-Modul. Umumiy astronomiya

1-mavzu. Umumiy astronomiya faniga kirish

Astronomiya predmeti, uning bo'limlari va boshqa fanlar bilan aloqadorligi. Olam tuzilishi haqida zamonaviy tasavvurlarni shakllantirish.

2-mavzu. Yulduzlar osmoni va uning aylanishi

Yulduzlar osmoni va uning aylanishi. Osmon sferasi, uning asosiy nuqta, chiziq va aylanalari. Quyoshning yillik ko'rinma harakati. Ekliptika.

3-mavzu. Koordinatalar sistemasi

Gorizontal, ekvatorial va ekliptikal koordinatalar sistemasi. Olam qutbining balandligi haqida teorema.

4-mavzu. Turli geografik kenglamalarda osmon sferasining ko'rinma aylanishi

Turli geografik kenglamalarda osmon sferasining sutkalik va yillik ko'rinma aylanishi. Quyosh sutkalik harakatining yil davomida o'zgarishini geografik kenglamaga bog'liqligi.

5-mavzu. Sferik va paralaktik uchburchaklar

Sferik uchburchak va uning asosiy formulalari. Paralaktik uchburchak, osmon koordinatalarini almashtirish formulalari.

6-mavzu. Yoritgichlarning kulminasiyasi va kulminasiya balandliklari

Yoritgichlarning kulminasiyasi va kulminasiya balandliklari. Joyning kenglamasini taqribiy hisoblash. Refraksiya. Oqshom va oq tunlar.

7-mavzu. Vaqtni o'lchash asoslari

Vaqtni o'lchash asoslari. Yulduz vaqti. Haqiqiy va o'rtacha quyosh vaqtlari. Vaqt tenglamasi.

8-mavzu. Mahalliy va Dunyo vaqtlari

Mahalliy va Dunyo vaqtlari. Poyas va dekret vaqtlari. Ular orasida bog'lanish.

9-mavzu. Sananing o'zgartirish chizig'i va kalendarlar

Sananing o‘zgartirish chizig‘i. Kalendarlar. Quyosh kalendarlari. Oy kalendarlari. Xijriy kalendarlar. Quyosh-Oy kalendari va muchal haqida tushuncha. U.Xayyom taqvimi.

10-mavzu. Planetalarning konfigurasiyalari

Planetalarning konfigurasiyalari, siderik va sinodik davrlari. Keplerning umumlashgan qonunlari.

11-mavzu. Yoritgichlarning sutkalik va gorizontal paralliksini hisoblash

Yoritgichlarning sutkalik va gorizontal paralliksini hisoblash. Quyosh sistemasi jismlarigacha bo‘lgan masofalarni aniqlash. Astronomiyada uzunlik o‘lchov birliklari.

12-mavzu. Butun olam tortishish qonuni ikki jism masalasi

Butun olam tortishish qonuni ikki jism masalasi. Kosmik tezliklar. Quyosh sistemasi jismlarning massalarini hisoblash.

13-mavzu. Oy harakati va fazalari

Oy harakati va fazalari. Oyning siderik va sinodik davrlari. Quyosh va Oy tutilishlari. Tutilish shartlari. Saros. Yer sirtining ko‘tarilishi va pasayishi (Oy va Quyosh ta’sirida).

14-mavzu. Astrofizik metodlar

Astrofizik metodlar. Keng to‘lqinli astronomiyaning shakllanishi. Yer atmosferasidan tashqi astronomiya.

15-mavzu. Astrofizik instirumentlar

Astrofizik instirumentlar. Optik va radioteleskoplar. Ularning xarakteristikalari. Teleskoplarning o‘rnatilishi.

16-mavzu. Dunyoning yirik astronomik observatoriyalari

Dunyoning yirik astronomik observatoriyalari. Ulug‘bek rasadxonasi.

17-mavzu. Astrofotometriya haqida tushuncha

Astrofotometriya haqida tushuncha. Ko‘rinma yulduz kattaligi. Absolyut yulduz kattaligi. Nurlanish qonunlari spektral qonuniyatlar va osmon jismlari tabiatini o‘rganishda ularning qo‘llanilishi.

18-mavzu. Quyosh haqida umumiy ma’lumot

Quyosh haqida umumiy ma’lumot. Fotosfera va undagi ob’ektlar. Quyoshning dog‘li faoliyati. Xromosfera va uning ob’yektlari.

19-mavzu. Quyosh toji va uning radionurlanishi, fizik tabiati

Quyosh toji va uning radionurlanishi, fizik tabiati. Quyoshning ichki tuzilishi. Uning yadroviy energiya manbai. Quyosh aktivligi va uning Yerga ta’siri.

20-mavzu. Yer - Oy tizimi va Yer tipidagi sayyoralar

Yer - Oy tizimi. Yerning fizik tabiati. Oyning fizik tabiati. Yer bilan bog‘liq ekologik muammolar. Yer tipidagi sayyoralar (Merkuriy, Venera va Mars) ning fizik tabiatlari. Marsning yo‘ldoshlari.

21-mavzu. Gigant sayyoralar

Gigant sayyoralarning fizik tabiatlari. Ularning halqalari va yo‘ldoshlari.

22-mavzu. Quyosh sistemasidagi kichik jismlar

Mayda planetalar. Kometalar va ularning dumlari. Meteorlar, bolidlar. Meteor «yomg‘irlari» va parchalangan kometalar orbitalari. Meteoritlar.

23-mavzu. Yillik parallaks

Yillik parallaks. Yulduzlargacha masofalarni hisoblashning trigonometrik usuli. Spektral parallaks haqida tushuncha. Yulduzlarning spektral sinflari.

24-mavzu. Yulduzlarning temperaturasi va yorqinligi

Yulduzlarning temperaturasi va yorqinligi. Spektr – yorqinlik diagrammasi. Yulduzlarning radiuslarini hisoblash.

25-mavzu. Vizual va tutiluvchi qo‘shaloq yulduzlar

Vizual va tutiluvchi qo‘shaloq yulduzlar. Qo‘shaloqlarning massalarini hisoblash. Spektral qo‘shaloq yulduzlar.

26-mavzu. Fizik o‘zgaruvchan yulduzlar

Fizik o‘zgaruvchan yulduzlar. Pulsatsiyalanuvchi o‘zgaruvchilar. Sefeidalar. Eruptiv o‘zgaruvchi yulduzlar.

27-mavzu. Yangi va o‘ta yangi yulduzlar

Yangi va o‘ta yangi yulduzlar. Pulsarlar (neytron yulduzlar). Qora o‘ralar haqida tushuncha.

28-mavzu. Yulduzlarning ichki energiya manbalari

Yulduzlarning ichki energiya manbalari, ularning evolyutsiyasi va modellari (ichki tuzilish) haqida tushuncha.

29-mavzu. Yulduzlarning fazoviy va xususiy harkatlari

Yulduzlarning fazoviy va xususiy harkatlari. Quyosh sistemasining harakati. Quyosh apeksi.

30-mavzu. Yulduzlarning galaktik konsentratsiyasi

Yulduzlarning galaktik konsentratsiyasi. Somon yo‘li. Bizning galaktikamiz: tuzilishi va tarkibi.

31-mavzu. Yulduzlarning sharsimon va tarqoq to‘dalari

Yulduzlarning sharsimon va tarqoq to‘dalari. Diffuz gaz va chang tumanliklar. Planetar tumanliklar.

32-mavzu. Tashqi galaktikalar

Tashqi galaktikalar: ularning sinflari (spiral, elliptik va noto‘g‘ri). Radiogalaktikalar haqida tushuncha. Galaktikalar to‘dalari. Kvazarlar haqida tushuncha.

33-mavzu. Kosmogoniya muammolari

Osmon jismlarining paydo bo‘lishi. Qizilga siljish. Tashqi galaktikalargacha masofalani hisoblash. Xabbl qonuni.

34-mavzu. Kosmogoniya asoslari

Kosmogoniya asoslari. Quyosh, yulduzlar va planetalar sistemasining paydo bo‘lishi tug‘risida V.Fesenkov va O.Shmidlarning qarashlari.

35-mavzu. Kosmologiya elementlari

Kosmologiya elementlari. Qaynoq koinot modeli. Yerdan tashqi sivilizatsiyalar muammosi.

2-Modul. Kosmonavtika asoslari

36-mavzu. Kosmonavtika predmeti

Kosmos inson xizmatida. Kosmonavtika predmeti. Kosmonavtikaning shakillanishi haqida qisqacha tarixiy ocherk.

37-mavzu. Kosmodinamika asoslari

Raketa harakati qonunlari. Raketaning strukturasi. Raketaning tarkibiy qismlari. Raketa dvigatellari.

38-mavzu. Tortishish maydonida erkin harakat

Tortishish maydonida erkin harakat. Uchish paytida kosmik apparatga (KA) ta’sir etuvchi kuchlar.

39-mavzu. n jism masalasi va sonli integrallash metodi

n jism masalasi va sonli integrallash metodi. Vaznsizlik. Tortishishning markaziy maydoni.

40-mavzu. Tortishishning markaziy maydonida jismning harakati

Tortishishning markaziy maydonida jismning harakati. Chegaralanmagan ikki jism masalasi. Ta’sir sferasi va traektoriyalarini taxminiy hisoblash metodi.

41-mavzu. Kosmik apparatning aktiv harakati

Kosmik apparatning aktiv harakati. Erkin uchish traektoriyasiga chiqish.

42-mavzu. Zo‘riqish

Zo‘riqish. Kosmik apparat harakatini boshqarish.

43-mavzu. Yer sun’iy yo‘ldoshlarining harakati

Yer sun’iy yo‘ldoshlarining harakati. Sun’iy yo‘ldoshlarining orbita elementlari. Yo‘ldosh harakatida chetlanishlar.

44-mavzu. Yerning nosferikligining yo‘ldosh orbitasiga ta’siri

Yerning nosferikligining yo‘ldosh orbitasiga ta’siri. Yer atmosferasida yo‘ldosh orbitasining evolyutsiyasi.

45-mavzu. Quyosh va Oy ta’sirida SY ning orbitadan chetlanishlari

Sun’iy yo‘ldosh harakatiga Quyosh va Oyning ta’siri. Librasiya nuqtalarida SY lar. SY larning Yer sirtiga nisbatan harakati.

46-mavzu. Yer atrofida sun’iy yo‘ldoshlarining aktiv harakati

Sun’iy yo‘ldoshni past perigeyli orbitaga chiqarish. SY ni ko‘p impulsli manyovrlar yordamida orbitaga chiqarish. SY orbita tekisligini burish.

47-mavzu. Sun’iy yo‘ldoshni orbitadan tushirish

SY ni orbitadan tushirish. Orbitada SY larnibg uchrashuvi va ularni tutashtirish.

48-mavzu. Oyga uchish asoslari

Oyga uchishning tekislikligi masalasi. Oyga uchishning fazoviy masalasi. Oyga uchish traektoriyalari.

49-mavzu. Oy orbitasining elliptikligi

Oy orbitasining elliptikligi, Oyning tortishish kuchi va Oyning o‘lchamlarini hisobga olish. Oyni aylanib o‘tish traektoriyalari. Oy su’niy yo‘ldoshlarini uchirish.

50-mavzu. Oy sirtiga qo‘nish

Oy sirtiga qo‘nish. Oyni aylanib o‘tuvchi KA larning Yerga qaytishi.

51-mavzu. Planetalarga uchish asoslari

Planetalarga uchishning asosiy xususiyatlari. Yerning ta’sir sferasi ichidagi harakat. KA ning Yer ta’sir sferasidan tashqaridagi harakat.

52-mavzu. Gomon va parobolik orbitalar bo‘ylab uchishlar

Gomon va parobolik orbitalar bo‘ylab uchishlar. KA ning mo‘ljallangan planeta ta’sir sferasidagi harakati.

53-mavzu. Planetalararo manyovrlar

Planetalararo perturbatsion manyovrlar. Planetalarga sun’iy yo‘ldoshlarni uchirish.

54-mavzu. Yer sun’iy yo‘ldoshlari va orbital stansiyalar

Boshqariluvchi yo‘ldosh kemalar va orbital stansiyalar. Boshqariluvchi transport kosmik kemalari (TKK).

55-mavzu. YSY va ularning amaliy ahamiyati

AQSH va Rossiyaning kosmodromlari. Yer sun’iy yo‘ldoshlarinig turlari va ularning amaliy ahamiyati.

3-Modul. Astrofizika

56-mavzu. Astrofizikaning predmeti va bo‘limlari

Astrofizikaning predmeti va bo‘limlari. Astrofizik tekshirish metodlari va ularning xususiyatlari. Hozirgi zamon astrofizik observatoriyalar. Ilmiy- texnik taraqqiyotda astrofizikaning roli.

57-mavzu. Asosiy atrofizik tushunchalar

Asosiy atrofizik tushunchalar. Fotometrik tushunchalar. Ko‘rinma yulduziy kattalik. Pogson formulasi. Yulduziy kattaliklari shkalasining hisob boshi. Astrofizik va fizik fotometrik birliklar orasidagi bog‘lanishlar. Yorug‘likning mexanik ekvivalenti. Sirt yorug‘ligi.

58-mavzu. Astrofizikada keng qo‘llaniladigan kvant fizikasi tushunchalari

Astrofizikada keng qo‘llaniladigan kvant fizikasi tushunchalari. Osmon yoritgichlarining elektromagnit nurlanishi. Nurlanish tarkibi (spektri) ni atom o‘tishlar natijasida shakillanishi.

59-mavzu. Quyosh fizikasi

Quyosh fizikasi. Quyoshning asosiy fizik ko‘rsatkichlari. Quyosh spektri. Quyoshning elektromagnit nurlanish tarkibi. Quyoshning tutash spektrida energiyaning taqsimlanishi va uning to‘la energiyasi.

60-mavzu. Quyosh atmosferasi

Quyosh atmosferasi. Atmosferaning mayda strukturasi. Xromosfera va toj qatlamlarini qizdirish mexanizmi. Quyoshning ichki tuzilishi. Quyosh aktivligi. Quyosh aktivligi qonuniyatlari. Quyosh magnit o‘zgaruvchan yulduz aktivligi mexanizmi. Quyosh aktivligining Yerga ta’siri.

61-mavzu.Quyosh sistemasi jismlarining tabiati

Quyosh sistemasiga kiradigan jismlarni tekshirishning xususiyatlari. Atmosferada fizik sharoit, sirkulyatsiya va dissipasiya. Yer tipidagi sayyoralar atmosferasi. Yer tipidagi sayyoralarni ichki tuzilishi.

62-mavzu. Gigant sayyoralar atmosferasining tuzilishi

Gigant sayyoralar atmosferasining tuzilishi. Gigant sayyoralarning ichki tuzilishi. Sayyoralar yo’ldoshlari. Quyosh sistemasining kichik a’zolari. Quyosh sistemasining kelib chiqish gipotezasi.

63-mavzu. Yulduzlar fizikasi

Statsionar yulduzlar. Statsionar yulduzlarning fizik ko‘rsatkichlari. Yulduzlar spektri. Yulduzlarning umumiy fizik ko‘rsatkichlari orasidagi bog‘lanishlar. Qo‘shaloq, atrofida gaz-disk va sayyoralar bor yulduzlar. Qo‘shaloq yulduzlar. Umumiy yorug‘ligining o‘zgarishiga ko‘ra tizim a’zolarini tekshirish.

64-mavzu. Yulduzlar fizikasi

Nostatsionar yulduzlar. Pulsatsiyalanuvchi yulduzlar. Spektrida yorug‘ emission chiziqlar ko‘rinadigan yulduzlar. Chaqnovchi mitti (karlik) yulduzlar. Yangi va o‘ta yangi yulduzlar. Yulduzlar evolyutsiyasi.

65-mavzu. Galaktikaning tuzilishi va fizik ko‘rsatkichlari

Galaktikani tekshirishdan maqsad. Somon yo‘li yohud galaktikaning ko‘rinisi. Yulduz to‘dalari va assotsialari. Caz va cang tumanliklar. Galaktikada tarqoq holdagi chang va gaz. Ylduzlararo changda yorug‘likning kuchsizlanishi.

66-mavzu. Yulduzlararo gaz

Yulduzlararo gaz. Yulduzlararo moddaning fizik holati va o‘zgarishi. Galaktikaning tuzilzshi va tarkibi.

67-mavzu. Galaktikalar va Metagallaktika

Galaktikadan tashqi obyekylat. Galaktikalarni sinflarga ajratish. Galaktikalarning uzoqligini o‘lchash usullari. Galaktikalarning fazoda taqsimlanishi.

68-mavzu. Galaktikalar spektrida chiziqlarining qizilga siljishi

Galaktikalar spektrida chiziqlarining qizilga siljishi va Xabbl qonuni. Galaktikalarning fizik xususiyatlari. Radiogalaktikalar va kvazarlar.

69-mavzu. Koinot modellari va yulduz evolyutsiyasi

Kuzatish natijalari va masalalari. Nostatsionar koinot va masshtab faktori. Kritik zichlik.

70-mavzu. Kosmologik modellar

Kosmologik modellar. To‘g‘ri modelni tanlash qiyinchiliklari. Qaynoq koinot modeli. Reliktiv (antiqiy) radionurlanish.

71-mavzu. Kosmogoniya va kosmologiya masalalari

Kengayish boshida koinot qanday bo‘lgan? Kimyoviy elementlarning hosil bo‘lishi. Gravitatsion noturg‘unlik, galaktikalar va yulduzlar hosil bo‘lishi.

72-mavzu. Optik teleskoplarning asosiy ko‘rsatkichlari

Optik teleskoplarning asosiy ko‘rsatkichlari. Astrofizik tekshirishlarning xususiyatlari. Teleskopning asosiy ko‘rsatgichlari. Optik aberratsiyalar va ularning tasvirga ta’siri. Optik o‘qdan chetda kuzatiladigan aberratsiyalar va ularning kamaytirish yo‘llari. Optik teleskoplarning turlari.

73-mavzu. Radioteleskoplar va ularning asosiy ko‘rsatgichlari

Radioteleskoplar va ularning asosiy ko‘rsatgichlari. Kosmik astrofizik tekshirish asboblari.

74-mavzu. Netrino astronomiyasi asoslari

Nentrino astronomiyasi asoslari. Quyosh teleskoplari.

75-mavzu. Teleskopda yig‘ilgan nurga dastlabki ishlov berish

Teleskopda yig‘ilgan nurga dastlabki ishlov berish. Nurlanishni saragichlar (filtr) va ularning asosiy ko‘rsatkichlari. Nurlangich va to‘lqin uzatuvchilar.

76-mavzu. Spektrograflar va ularning asosiy ko‘rsatgichlari

Spektrograflar va ularning asosiy ko‘rsatgichlari. Prizmali spektrograf. Difraksion panjarali spektrograf.

77-mavzu. Kameralar

Kameralar. Kattalashtiruvchi va kichraytiruvchi kameralar. Fotometrlar. Elektron oprik almashtirgich. Elektron kamera. Televizion kamera.

78-mavzu. Nurlanish priyomniklarining asosiy ko‘rsatkichlari

Nurlanish priyomniklarining asosiy ko‘rsatkichlari. Nurlanish priyomnigining spektral sezgirligi. Priyomnikning o‘tkazish sohasi.

79-mavzu. Fotografik plastinka (plyonka)

Fotografik tasvir olish. Fotoemulsiyaning yorug‘lik sezish tabiati va sezgirlik chegarasi. Fotografik tasvirning zichligi. Fotoemulsiyaning spektral sezgirligi.

80-mavzu. Tashqi va ichki fotoeffektga asoslangan priyomniklar

Tashqi fotoeffektga asoslangan nurlanish priyomniklar. Ichki fotoeffektga asoslangan priyomniklar.

81-mavzu. Issiqlik va radionurlanish priyomniklari

Issiqlik priyomniklari. Radionurlanish priyomniklari.

1.4. Amaliy mashg‘ulotlar bo‘yich ko‘satma va tavsiyalar

Amaliy mashg‘ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Osmon sferasi, uning asosiy nuqta, chiziq va aylanalariga doir masalalar yechish.

2. Osmon jismining koordinatalari va ular orasidagi bog‘lanishlarni topishga doir masalalar yechish.
3. Yoritgichlarning kulminasiyasi hamda kulminasiya balandliklarini topishga doir masalalar yechish.
4. Sferik uchburchak va uning asosiy formulalariga doir masalalar yechish.
5. Haqiqiy va o‘rtacha quyosh vaqti hamda vaqt tenglamasi, maxalliy, poyas, dunyo va dekret vaqtlariga doir masalalar yechish.
6. Kalendarlarga doir masalalar yechish.
7. Quyoshning chiqish va botish momentini hamda chiqish va botish nuqtalarining azimutlarini hisoblashga doir masalalar yechish.
8. Yoritgichlarning refraksiyasiga doir masalalar yechish.
9. Kepler qonunlari va planetalarning konfigurasiyalari hamda davrlarini hisoblashga doir masalalar yechish.
10. Osmon jismlarining massalarini hisoblashga doir masalalar yechish.
11. Quyosh sistemasi jismlarining masofalari va o‘lchamlarini hisoblashga doir masalalar yechish.
12. Butun olam tortishish qonuni va ikki jism masalasiga doir masalalar yechish.
13. Oyning harakati va fazalari, Quyosh va Oy tutilishlariga doir masalalar yechish.
14. Mayda planetalar efemeridalarini hisoblashga doir masalalar yechish.
15. Teleskoplar va ularning xarakteristikalariga doir masalalar yechish.
16. Yulduzlargacha bo‘lgan masofalarni aniqlashga doir masalalar yechish.
17. Yulduzlarning fizik tabiatlarini aniqlashga doir masalalar yechish.
18. Yulduzlarning yorqinligini va temperaturalarini aniqlashga doir masalalar yechish.
19. Yulduzlarning massalari, o‘lchamlari (radiuslari) va zichliklarini aniqlashga doir masalalar yechish.
20. Yulduzlarning xususiy harakatlari va fazoviy tezliklarini aniqlashga doir masalalar yechish.
21. Doppler effekti, Xabbl qonuniga doir doir masalalar yechish.
22. Raketa harakati qonunlari, Siolkovskiy formulasi. Rakenaning tuzilishi, uning konstruktiv arakteristikasiga doir masalalar yechish.
23. Tortishishning markaziy maydoni va unda harakat ga doir masalalar yechish.
24. Uchish paytida KA ga ta’sir etuvchi kuchlar. Vaznsizlikka doir masalalar yechish.
25. Moddiy nuqta harakat traektoriyasining erkin uchish boshlang‘ich shartlariga bog‘liqligiga doir masalalar yechish.
26. Energiya integrali formulasiga doir masalalar yechish.
27. Tortishishning markaziy maydonida jism harakati traektoriyalariga doir masalalar yechish.
28. Ta’sir sferasi va jism traektoriyasini xisoblashning taqribiy metodiga doir masalalar yechish.
29. Yer atrofi orbitasida aktiv harakatga doir masalalar yechish.
30. Orbital manevrlarga doir masalalar echish.
31. Orbitada yaqinlashish va tutashish doir masalalar yechish.
32. Orbitadan chiqish va Yerga qo‘nishga doir masalalar echish.
33. Oyga uchish traektoriyasi; tekislikli va fazoviy uchish masalalari doir masalalar yechish.
34. Optimal traektoriyalarni tanlashga doir masalalar yechish.
35. Uchish vaqti. Oyni aylanib o‘tish traektoriyalariga doir masalalar yechish.
36. KA ni Oyning su’niy yo‘ldoshlariga aylantirishga doir masalalar yechish
37. Planetalararo uchishga doir masalalar yechish.
38. Yer ta’sir sferasidagi xarakatga doir masalalar yechish.
39. Yer ta’sir sferasidan tashqaridagi geliosentrik xarakatga doir masalalar yechish.
40. Gomon va parobolik orbitalar bo‘ylab uchishlarga doir masalalar yechish.
41. Mo‘ljallangan planetalarning ta’sir sferasidagi harakat doir masalalar yechish.
42. KA ni Yerga qo‘ndirishga doir masalalar yechish.
43. Orbita tekisliklarini burishga doir masalalar yechish.
44. Orbita tekisliklarini cheksizlik orqali burishga doir masalalar yechish.

45. Ikki impulsli manyovrlar yordamida SY ni mo‘ljallangan orbitaga chiqarishga doir masalalar yechish.
46. Uch impulsli manyovrlar yordamida SY ni mo‘ljallangan orbitaga chiqarishga doir masalalar yechish.
47. Yulduzlarning absolyut kattaligini va yorqinligini hisoblashga doir masalalar yechish.
48. Yulduzlarning nuriy tezligini va magnit maydoni kuchlanganligini aniqlashga doir masalalar yechish.
49. Sayyoralarning fizik ko‘rsatkichlarini hisoblashga doir masalalar yechish.
50. Yulduzlarning masofasini hisoblash. Yulduzlarning yillik parallaksi va boshqa ko‘rsatkichlariga ko‘ra uzoqligini aniqlashga doir masalalar yechish.
51. Quyoshning fizik ko‘rsatkichlarini hisoblashga doir masalalar yechish.
52. Galaktikalarning nuriy va fazoviy tezliklarini aniqlashga doir masalalar yechish.

1.5. Laboratoriya mashg‘ulotlar bo‘yich ko‘satma va tavsiyalar

Laboratoriya mashg‘ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Yulduzlarning kichik atlaslari.
2. Yulduzlar osmonining surilma xaritasi.
3. Osmon sferasining asosiy elementlari.
4. Astronomik kalendarlar va spravochniklar.
5. Vaqtni o‘lchash sistemalarini o‘rganish.
6. Kepler qonunlari va sayyoralar konfigurasiyasi.
7. Amaliy astronomiyaning ba’zi vazifalari.
8. Teleskopni tuzilishi.
9. Butun olam tortishish qonuni va ikki jism masalasi.
10. Quyoshning chiqish (botish) vaqt daqiqalarini va chiqish (botish) nuqtalarining azimutlarini hisoblash.
11. Quyosh aktivligini o‘rganish.
12. Teleskop yordamida sayyoralar va ularning yo‘ldoshlarini kuzatish.
13. Yupiter va uning yo‘ldoshlarini orbitalaridagi harakatini o‘rganish.
14. Yulduzlarning spektrini o‘rganish va ularning fizik ko‘rsatkichlarini hisoblash. Yulduzlarni spektral sinflashtirish.
15. Yoritgichlarning ko‘rinma yulduziy kattaligi va fotometrik ko‘rsatkichlari.
16. Tutash spektrda energiyaning taqsimlanishi.
17. Spektral chiziqlarning intinsivligi va kengligi.
18. Quyosh energiyasining chiqishi.
19. Xulkar yulduzlari yorug‘ligini elektrofotometr yordamida o‘lchash
20. Yulduzlarni spektral sinflashtirish (KLEA).
21. Merkuriyning aylanish tezligini radar yordamida aniqlash.
22. Qizilga siljish va Xabbl qonuni (bu ish komp’yuterda bajariladi).
23. Koinotning katta o‘lchamli tuzilishi (bu ish komp’yuterda bajariladi).

1.6. Mustaqil ta’lim va mustaqil ishlar

Mustaqil ta’lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

1. Sferik uchburchak va uning asosiy formulalari.
2. Paralaktik uchburchak va koordinatlarni almashtirish formulalari.
3. Yulduzlarning koordinatalarini aniqlashning absolyut va nisbiy metodlari.
4. Yulduz va o‘rtacha quyosh vaqtlari orasidagi bog‘lanish.
5. Kalendarlar. Oy va Quyosh hijriy kalendarlarining tuzilishi va xatoliklarini topib o‘rganish. Muchal haqida tushuncha.
6. Vaqt xizmati. Soatning tuzatmasini topish.
7. Osmon jismlarining orbita elementlari.
8. Joyning geografik kenglamasini kuzatishlar orqali aniqlash.

9. Joyning uzunlamasini topishning usullari. Joyning uzunlamasi va kenglamasini birvarakayiga topish usuli.
10. Quyosh sistemasi jismlarigacha o‘lchamlarini hisoblash.
11. Quyoshning sutkalik gorizontal parallaksini hisoblash.
12. Yer meridiani bir gradusining uzunligini o‘lchash metodlari.
13. Spektral qo‘shaloq yulduzlar.
14. Eruptiv o‘zgaruvchi yulduzlar.
15. Qora o‘ralar haqida tushuncha.
16. Qaynoq koinot modeli.
17. Uchish paytida jismga ta’sir etuvchi kuchlar, tortishish kuchi, atmosferaning qarshilik kuchi, Quyosh nurlarining bosim kuchi va boshqalar.
18. Tortishish maydonida erkin harakat.
19. Uchish paytida kosmik apparatga (KA) ta’sir btuvchi kuchlar. Vaznsizlik.
20. Tortishishning markaziy maydoni. Markaziy maydonda jismning harakati.
21. Yer atrofii uchishlari. Yer sun’iy yo‘ldoshlarining harakati.
22. SY larning orbita parametrlari.
23. Yer atmosferasida SY orbitasining GDL va GIRD larning tashkilotchilari va ularning mazkur laboratoriyalardagi faoliyatlari.
24. Yer atrofida aktiv harakat. SY larni mo‘ljallangan orbitaga ko‘p impuls chiqarish. Orbital manyovrlar.
25. Oyga uchish traektoriyalari, vertikal, gorizontga burchak ostidagi va gorizontal yo‘natuishdagi boshlang‘ich tezliklar.
26. Oy su’niy yo‘ldoshlarini uchirish.
27. Ikki impulsli manyovrlar yordamida SY ni mo‘ljallangan orbitaga chiqarish.
28. Uch impulsli manyovrlar yordamida SY ni mo‘ljallangan orbitaga chiqarish.
29. Orbita tekisliklarini burish.
30. Orbita tekisliklarini cheksizlik orqali burish.
31. AQSH va Rossiyaning kosmodromlari.
32. Boshqariluvchi transport kosmik kemalari (TKK).
33. Spektral tahlil tushunchalar: osmon yoritkichlarining spektri. Spektrni hosil bo‘lish mexanizmi: tutash spektr va chiziqli spektr.
34. Issiqlik va noissiqlik nurlanish.
35. Rentgen va gamma teleskoplar. Rentgen nurlarini aks qaytish shartlari va yutilishi.
36. Birlamchi va ikkilamchi gamma kvantlar va ularni kosmik nulardan ajratish va qayd qilish.
37. Quyosh teleskoplari: fotogeliograf, xromosfera teleskopi, koronograf, gorizontal va vertikal Quyosh teleskoplari.
38. Quyosh spektri va unda energiyaning taqsimlanishi. Quyoshning elektromagnit nurlanishi tarkibi (rentgen nuridan to radio to‘lqingacha),
39. Quyoshning atmosfera qatlamlari va ularning tuzilishi.
40. Sayyoralarning magnit maydoni va magnitosferasi. Yerning magnit maydoni va magnitosferasi. Yerning radiasion poyaslari.
41. Yupiter va Saturnning magnit maydoni va magnitosferasi.
42. Yulduzlararo muhitda chang. Qora tumanliklar. Yulduzlar yorug‘ligining susayishi va qizarishini masofaga bog‘liqligi.
43. Chang moddaning fizik xarakteristikalari.
44. Megagalaktikada moddaning holati to‘g‘risida kuzatish natijalari.
45. Galaktikalarning uzoqligini o‘lchash usullari.
46. Qizilga siljish. Galaktikadan tashqi galaktikalar guruhlari.
47. Mahalliy tizim. Galaktika to‘dalari. O‘tato‘dalar. Koinotni katta o‘lchamli tuzilishi.
48. Oxirgi yillarda topilgan astrofizik kashfiyotlar tahlili. Hozirgi zamon astrofizikasining dolzarb muammolari.

Mustaqil o‘zlashtiriladigan mavzular bo‘yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlash va uni taqdimot qilish tavsiya etiladi.

1.7. Asosiy va qo‘shimcha o‘quv adabiyotlar hamda axborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

1. Mamadazimov M., Umumiy astronomiya (universitetlar va pedgogika oliy o‘quv yurtlari uchun darslik). – T.: “Yangi asr avlodi”, 2008 y.
2. Mamadazimov M., Tillaboyev A va boshqalar. “Astronomiya kursi (Umumiy astronomiya)dan laboratoriya ishlari” T., TDPU 2015 y.
3. Mamadazimov M.M. Kosmonavtika asoslari (darslik) –T.: Voris, 2009 y
4. Sattarov I. «Astrofizika» (1-qism, darslik). T.: Ta’lim, 2009 y.
5. Sattarov I. «Astrofizika» (2-qism, qo‘llanma). T.: Turon-Iqbol, 2007 y.

Qo‘shimcha adabiyotlar

6. Mirziyoev SHavkat Miromonovich. Erkin va farovon, demokratik o‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag‘ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo‘shma majlisidagi nutq / SH.M. Mirziyoev. – Toshkent: O‘zbekiston, 2016. - 56 b.
7. Mirziyoev SHavkat Miromonovich. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. Mamlakatimizni 2016 yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning asosiy yakunlari va 2017 yilga mo‘ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo‘nalishlariga bag‘ishlangan Vazirlar Mahkamasining kengaytirilgan majlisidagi ma’ruza, 2017 yil 14 yanvar / SH.M. Mirziyoev. – Toshkent : O‘zbekiston, 2017. – 104 b.
8. Mirziyoev SHavkat Miromonovich. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag‘ishlangan tantanali marosimdagi ma’ruza. 2016 yil 7 dekabr /SH.M.Mirziyoev. – Toshkent: “O‘zbekiston”, 2017. – 48 b.
9. Mirziyoev SHavkat Miromonovich. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. Mazkur kitobdan O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti SHavkat Mirziyoevning 2016 yil 1 noyabrdan 24 noyabrga qadar Qoraqalpog‘iston Respublikasi, viloyatlar va Toshkent shahri saylovchilari vakillari bilan o‘tkazilgan saylovoldi uchrashuvlarida so‘zlagan nutqlari o‘rin olgan. /SH.M.Mirziyoev. – Toshkent: “O‘zbekiston”, 2017. – 488 b.
10. O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI PREZIDENTINING FARMONI. O‘zbekiston respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida. *(O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda)*
11. Mamadazimov M. “Astronomiya” (AL va KHKlari uchun darslik). –T.,O‘qituvchi, 2007 y.
12. Mamadazimov M. “Astronomiyadan o‘qish kitobi” –T. O‘qituvchi 1992 y.
13. Bakulin P., Kononovich E., Moroz V. Kurs obще astronomii. M.Nauka, 1997 g.
14. Mamadazimov M. “Astronomiya” O‘rta umumta’lim maktablari uchun o‘quv qullanma, T.,O‘qituvchi, 2004 y.
15. Voronsov-Velyaminov B.A. “Sbornik zadach i prakticheskых uprajnenie po astronomii” M.Nauka. 1997 g.
16. Martыnov D. YA. “Kurs obщey astrofiziki”. M., Nauka, 1992 g.
17. Sherdanov Ch., Mamadazimov M., Sattarova B., Ilyaasov S. Umumiy astronomiya (kosmonavtika asoslari) kursidan amaliy mashg‘ulotlar. T., TDPU, 2013.
18. SHerdanov CH., Sattarova B., Sattarov I., Ajabov A. Prakticheskie zanyatiya po obщemu kursu astronomii (osnovы kosmonavti). T., izdatelьstvo TGPU, 2013.
19. A.E.Roy and D.Clarke. Astronomy Principles and practice. 2000 y

Internet saytlari

20. www.pedagog.uz

21. www.apkpro.ru/content/view
22. www.prometeus.nsc.ru/contents/books/slasten
23. www.relarn.ru/conf/conf2007
24. http://vilenin.narod.ru/Mm/Books/
25. http://www.allmath.ru/
26. http://www.ziyonet.uz/
27. http://window.edu.ru/window/
28. www.astronet.ru

II. “Astronomiya kursi” fanining o’quv dasturi

2.1. O’quv fani o’qitilishi bo’yicha uslubiy ko’rsatmalar.

“Astronomiya kursi” fani talabalarni osmon jismlari va ularning tizimlarida kechadigan barcha jarayon va xodisalarning fizik mohiyatarini ilmiy talqin etishga, bu hodisalarning kechishida hech qanday g‘ayritabiiy kuchlarning o‘rni yo‘qligiga va ularning evolyusiyasi mavjud qonunlar asosida ro‘y berayotganiga ishonch hislarida tarbiyalash vazifalarni bajaradi.

Fan bo‘yicha talabalarning bilim, ko‘nikma va malakalariga quyidagi talablar qo‘yiladi. ***Talaba:***

- sferik va amaliy astronomiya asoslari. Osmon jismlarining harakatlari, fizik tabiatlari va ular bilan bog‘liq hodisalar bo‘yicha ilmiy dunyoqarashni shakllantirish. Osmon mexanikasi va nazariy astronomiya elementlari, astrofizik metodlar, Quyosh sistemasi jismlarining fizik tabiati, yulduzlar astronomiyasining asoslari, ularning masofalari va o‘lchamlari, massalari va tempraturalarini topishning metodlari, Osmon jismlari va ularning sistemalarining paydo bo‘lishi va evolyusiyasi haqida, hamda koinotning yirik masshtabli strukturasi va bizning Galaktikamiz, unda Quyosh sistemasi va Yerning o‘rnini ko‘rsatuvchi zamonaviy kosmologik tushuncha va **tasavvurlarga ega bo‘lishi;**

- olam tuzilishi haqidagi hozirgi zamon tushunchalari bilan qurollangan bo‘lishi, qutb yulduzli va yorug‘ yulduzlari mavjud bir necha yulduz turkumlarini bilishi, turli kengliklarda osmon sferasining aylanishi, vaqtni o‘lchash haqidagi tushunchalar qurollanishi (yulduz va Quyosh vaqtlari, ulardan biridan ikkinchisiga o‘tish), kalendarlar (eski va Yangi stil) haqida umumiy tasavvurlar bilan qurollanishi, amaliy astronomiya predmeti bo‘lmish soat tuzatmasi, geografik kordinatalrni topish, quyosh sistemasining tuzilishi va dinamikasi. Kepler qonunlari. Turli astronomik hodisalar haqida ilmiy tasavvurlar. Astronomik asboblar, ularning ishlash prinsipi va qurilmalari haqida tushunchalar. Astrofizik metodlar (optik, radio, rentgen, ultrabinafsha, gamma astronomiya) spektral metod va analiz haqida tushunchalar.quyosh sistemasining yirik va mayda jismlarining fizik tabiati haqida hozirgi zamon tasavvurlari. Yulduzlargacha masofalarni ularning radiuslari va masofalarini hisoblash haqida bilimlar, yulduzlarning rangi, yorqinliklari va tempraturalari va spektral sinflari haqida ma’lumotlar va ular orasidagi bog‘lanishni ifodalovchi diagrammalari. Galaktikalar va ularning klasifikasiyalari. Bizning galaktikamiz tuzili shva aylanishi. Tashqi galaktikalar. Mahalliy galaktik to‘dalar. O‘tagalaktika va metagalaktika haqidagi ko‘nikmalarga ega bo‘lishi;

- talaba yorug‘ yulduzlarga qarab yulduz turkumlarini osmondan topa olishi, qutb yulduzi o‘rnini belgilay olishi, uning balandligi orqali joyning kenglamasini taxminiy belgilay olish, osmonning asosiy nuqta, chiziq va aylanalari o‘zaro qanday o‘tishini osmondan ko‘rsata olishi, ixtiyoriy osmondagi yoritgichning gorizontal va ekvatorial kordinatalari taxminiy belgilay olish, astronomik asboblar (teodologik, durbin teleskoplar) bilan ishlay olish, osmon xaritalari, atlaslari va globuslari bo‘yicha yoritgichning koordinatalarini topish, surilma kartadan foydalanib, yoritgichlarning chiqishi, botishi , kulminasich momentlarini hisoblay olish. Astronomik kalendarlar (VAGO yejegodniklari, maktab astronomik kalendarlari) va spravochniklardan foydalana olishi, yoritgichlargacha masofalarni (sutkalar va yipllik parallaks bo‘yicha va ularning radiuslarini) hisoblay olishi va yulduzlarning tegishli berilgan biror kattalik asosida boshqa parametrlarni topa olish **malakalarga ega bo‘lishi kerak.**

2.2. Ma’ruza mashg’ulotlari

№	Ma’ruzalar mavzulari	Dars soatlari

		hajmi
	1-semestr uchun	
	Kirish. Fanning asosiy maqsad va vizfalari	2
	Yulduzlar osmoni va uning sutkalik aylanishi. Osmon sferasi, uning asosiy nuqta, chiziq va aylanalari. Quyoshning yillik va ko'rinma harakati. Ekliptika.	2
	Koordinatalar sistemasi. Gorizontal, ekvatorial va ekliptikal koordinatalar sistemasi. Olam qutbining balandligi haqida teorema.	2
	Turli geografik kenglamalarda osmon sferasining sukalik va yillik ko'rinma aylanishi. Quyosh sutkalik harakatining yil davmida o'zgarishini geografik kenglamaga bog'liqligi.	2
	Sferik uchburchak va uning asosiy formulalari. Paralaktik uchburchak, osmon koordinatalarini almashtirish formulalari.	2
	Yoritgichlarning kulminatsiyasi va kulminatsiya balandliklari. Joyning kenglamasini taqribiy hisoblash. Refraqsiya. Oqshom va oq tunlar.	2
	Vaqtni o'lchash asoslari. Yulduz vaqti. Haqiqiy va o'rtacha Quyosh vaqtlari.	2
		14
	2-semestr uchun	
	Mahalliy va dunyo vaqtlari. Poyas va dekret vaqtlari. Sananing o'zgarish chizig'i. Kalendarlar	2
	Planetalarning konfiguratsiyalari. Siderik va sinodik davrlari. Keplerning umumlashgan qonunlari.	2
	Yoritkichlarning sutkalik va gorizontal parallaksi. Yoritkichlarning sutkalaik va gorizontal parallaksini hisoblash. Quyosh sistemasi jismlarigacha bo'lgan masofalarni aniqlash. Astronomiyada uzunlik o'lchov birliklari.	2
	Butun olam tortishish qonuni, ikki jism masalasi. Kosmik tezliklar, quyosh sistemasi jismlarining massalarini hisoblash.	2
	Oy harakati va fazalari. Oyning siderik va sinodik davrlari. Quyosh va oy tutilishlari. Tutilish shartlari. Saros. Yer sirtining ko'tarilish va pasayishlari.	2
	Astrofizik metodlar. Keng to'lqinli astronomiyaning shakllanishi. Yer atmosferasidan tashqaridagi astronomiya	2
	Astrofizik instrumentlar. Optik va radioteleskoplar, ularning xarakteristikalari. Teleskoplarning o'rnatilishi.	2
		14
	JAMI:	**28**

Ma'ruza mashg'ulotlari multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada akademik guruhlar oqimi uchun o'tiladi.

2.3. Amaliy mashg'ulotlar

№	Amaliy mashg'ulotlar	Dars soatlari hajmi

1-semestr uchun		
1.	Osmon sferasi, uning asosiy nuqta, chiziq va aylanalariga doir masalalar yechish.	2
2.	Gorizontal, ekvatorial va ekliptikal koordinatalar sistemasiga doir masalalar yechish.	2
3.	Turli geografik kenglamalarda osmon sferasining sukalik va yillik ko'rinma aylanishiga doir masalalar yechish.	2
4.	Sferik va paralaktik uchburchaklar va ularning asosiy formulalariga doir masalalar yechish.	2
5.	Yoritkichlarning kulminatsiyasi hamda kulminatsiya balandligini topishga doir masalalar yechish.	2
6.	Yoritkichlar refraksiyasiga doir maslalar yechish	2
		12
2-semestr uchun		
1.	Yulduz vaqti. Haqiqiy va o'rtacha Quyosh vaqtlari hamda vaqt tenglamasiga doir masalalar yechish.	2
2.	Maxalliy, poyas, dunyo va dekret vaqtlariga doir masalalar yechish.	2
3.	Sana o'zgarish chizig'i va kalendarlarga doir masalalar yechish.	2
4.	Planetalar konfiguratsiyalari va Keplerning umumlashgan qonunlariga doir masalalar yechish.	2
5.	Yoritkichlarning sutkalaik va gorizontal parallaksini hisoblash va Quyosh sistemasi jismlarigacha bo'lgan masofalarni aniqlashga doir masalalar yechish.	2
6.	Butun olam tortishish qonuniga doir masalalar yechish.	2
		12
	JAMI:	**24**

Amaliy mashg'ulotlar multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada har-bir akademik guruhga alohida o'tiladi, "Keys-stadi" texnologiyasi ishlatiladi, keyslar mazmuni professor-o'qituvchi tomonidan belgilanadi. Ko'rgazmali materiallar va axborotlar multimedia qurulmalari yordamida uzatiladi.

2.4. Laboratoriya mashg'ulotlar

№	**Laboratoriya mashg'ulotlar mavzulari**	**Dars soatlari hajmi**
1-semestr uchun		
1.	Yulduzlarning kichik atlasi.	2
2.	Yuduzlar osmonining surilma xaritasi.	4
3.	Astronomik kalendarlar va spravochniklar.	4
		10
2-semestr uchun		
4.	Vaqtni o'lchash sistemalarini o'rganish.	4
5.	Kepler qonunlari va sayyoralar konfiguratsiyasi.	4
6.	Butun olam tortishish qonuni.	4

		12
	JAMI:	**22**

Laboratoriya ishlarini tashkil etish bo‘yicha kafedra professor-o‘qituvchilari tomonidan ko‘rsatma va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Unda talabalar asosiy ma’ruza mavzulari bo‘yicha olgan bilim va ko‘nikmalarini laboratoriya ishlari orqali yanada boyitadilar. Shuningdek, darslik va o‘quv qo‘llanmalar asosida talabalar bilimlarini mustahkamlashga erishish, tarqatma materiallardan foydalanish orqali talabalar bilimini oshirish, laboratoriya ishlarini bajarish mavzular bo‘yicha ko‘rgazmali qurollar tayyorlash va boshqalar tavsiya etiladi.

2.5. Mustaqil ta’lim

№	**Mustaqil ta’lim mavzulari**	**Dars soatlari hajmi**
	1- semestr	
1.	Sferik uchburchak va uning asosiy formulalari.	6
2.	Paralaktik uchburchak va koordinatlarni almashtirish formulalari.	6
3.	Yulduzlarning koordinatalarini aniqlashning absolyut va nisbiy metodlari.	6
4.	Yulduz va o‘rtacha quyosh vaqtlari orasidagi bog‘lanish.	4
5.	Kalendarlar. Oy va Quyosh hijriy kalendarlarining tuzilishi va xatoliklarini topib o‘rganish. Muchal haqida tushuncha.	4
	Jami **26**	
	2- semestr	
6.	Vaqt xizmati. Soatning tuzatmasini topish.	6
7.	Osmon jismlarining orbita elementlari.	6
8.	Joyning geografik kenglamasini kuzatishlar orqali aniqlash.	6
9.	Joyning uzunlamasini topishning usullari. Joyning uzunlamasi va kenglamasini birvarakayiga topish usuli.	4
10.	Quyosh sistemasi jismlarigacha o‘lchamlarini hisoblash.	4
	Jami **26**	

Fanini o‘rganuvchi talabalar auditoriyada olgan nazariy bilimlarini mustahkamlash va amaliyotdagi amaliy masalalarni yechishda ko‘nikma hosil qilish uchun mustaqil ta’lim tizimiga asoslanib, kafedra o‘qituvchilari rahbarligida mustaqil ish bajaradilar.

2.6. Fan bo’yicha talabalar bilimini baholash va nazorat qilish mezonlari

Baholash usullari	Testlar, yozma ishlar, og’zaki so’rov, taqdimotlar.
Baholash mezonlari	*5 baho “a’lo”* **- Xulosa va qaror qabul qilish.** **- Ijodiy fikrlay olish. Mustaqil mushohada yurita olish.** **- Olgan bilimlarini amalda qo‘llay olish. Mohiyatini tushuntirish.** **- Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo‘lish.** *4 baho “yaxshi”* **- Mustaqil mushohada yurita olish.** **- Olgan bilimlarini amalda qo‘llay olish. Mohiyatini tushuntirish.**

	- Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo‘lish. *3 baho “qoniqarli”* **- Mohiyatini tushuntirish.** **- Bilish va aytib berish. Tasavvurga ega bo‘lish.** *2 baho “qoniqarsiz”* **- Aniq tasavvurga ega bo‘lmaslik.** **- Bilmaslik**	
	Reyting baholash turlari	**O’tkazish vaqti**
	Joriy nazorat:	
	Amaliy mashg’ulotlarda faolligi, savollarga va masalalarga to’g’ri yechim topganligi, amaliy topshiriqlarni bajarganligi uchun baholanadi. Laboratoriya mashg’ulotlarda faolligi, tajriba natijalariga va savollarga masalalarga to’g’ri yechim topganligi, laboratoriya topshiriqlarni bajarganligi uchun baholanadi.	Semestr davomida
	Oraliq nazorat	
	1-Oraliq nazorat yozma ish tarzida o‘tkazilganda, har bir oraliq nazoratni o‘tkazish uchun fanning o‘tilgan qismi bo‘yicha savollardan variantlar tuziladi. Variantga 5 ta savol kiritiladi. agar savol va masala javoblari to‘liq va aniq bo‘lsa- 5 baho; savol va masalalarning yechimlarini topishda ma’lum kamchiliklarga yo‘l qo‘yilgan bo‘lsa- 4 baho; savol va masalaning yechimi qisman topilgan, qo‘pol hatolarga uchrasa - 3 baho qo’yiladi.	19-hafta 38-hafta
	Yakuniy nazorat	20-hafta
	Yozma ish	40-hafta

2.7. Asosiy va qo’shimcha o’quv adabiyotlar hamda axborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

1. Mamadazimov M. “Umumiy astronomiya” Darslik. T., Yangi asr avlodi, 2008 y.
2. Mamadazimov M., Tillaboyev A va boshqalar. “Astronomiya kursi (Umumiy astronomiya) dan laboratoriya ishlari” Metodik qo‘llanma. T., TDPU. 2015 y.
3. Mamadazimov M. Kosmonavtika asoslari (darslik). Darslik. Toshkent, “Voris”, 2009 y.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. **Mirziyoev, SHavkat Miromonovich. E**rkin va farovon, demokratik o‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag‘ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo‘shma majlisidagi nutq / SH.M. Mirziyoev. – Toshkent : O‘zbekiston, 2016. - 56 b.
2. **Mirziyoev, SHavkat Miromonovich.** Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. Mamlakatimizni 2016 yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning asosiy yakunlari va 2017 yilga mo‘ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo‘nalishlariga bag‘ishlangan Vazirlar Mahkamasining

kengaytirilgan majlisidagi ma’ruza, 2017 yil 14 yanvar / SH.M. Mirziyoev. – Toshkent : O‘zbekiston, 2017. – 104 b.
3. **Mirziyoev, SHavkat Miromonovich.** Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta’minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag‘ishlangan tantanali marosimdagi ma’ruza. 2016 yil 7 dekabr /SH.M.Mirziyoev. – Toshkent: “O‘zbekiston”, 2017. – 48 b.
4. **Mirziyoev, SHavkat Miromonovich.** Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. Mazkur kitobdan O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti SHavkat Mirziyoevning 2016 yil 1 noyabrdan 24 noyabrga qadar Qoraqalpog‘iston Respublikasi, viloyatlar va Toshkent shahri saylovchilari vakillari bilan o‘tkazilgan saylovoldi uchrashuvlarida so‘zlagan nutqlari o‘rin olgan. /SH.M.Mirziyoev. – Toshkent: “O‘zbekiston”, 2017. – 488 b.
5. O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI PREZIDENTINING FARMONI. O‘zbekiston respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida. *(O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 y., 6-son, 70-modda)*
6. Mamadazimov M. “Astronomiya” (AL va KHKlari uchun darslik). –T.,O‘qituvchi, 2007 y.
7. Mamadazimov M. “Astronomiyadan o‘qish kitobi” –T. O‘qituvchi 1992 y.
8. Bakulin P., Kononovich E., Moroz V. Kurs обще astronomii. M.Nauka, 1997 g.
9. Mamadazimov M. “Astronomiya” O‘rta umumta’lim maktablari uchun o‘quv qullanma, T.,O‘qituvchi, 2004 y.
10. Klimishin I.A. “Astronomiya nashых dney” M., Nauka, 1990 g.
11. Mixaelov A.A, “Atlas zvezdnogo neba” M. Nauka 1978 g.
12. Dagaev M. “Sbornik zadach po astronomii” M.Prosveshenie, 1980 g.
13. Voronsov-Velyaminov B.A. “Sbornik zadach i prakticheskых uprajnenie po astronomii” M.Nauka. 1997 g.
14. Mursalimova G., Raximov A. “Umumiy astronomiya kursi” T.,O‘qituvchi, 1976 y.
15. Mamadazimov M. “Sferik va amaliy astronomiyadan masalalar” T.,O‘qituvchi, 1977 y.
16. Martынov D. YA. “Kurs общеy astrofiziki”. M., Nauka, 1992 g.
17. Sherdanov Ch., Mamadazimov M., Sattarova B., Ilyaasov S. Umumiy astronomiya (kosmonavtika asoslari) kursidan amaliy mashg‘ulotlar. T., TDPU, 2013.
18. SHerdanov CH., Sattarova B., Sattarov I., Ajabov A. Prakticheskie zanyatiya po общemu kursu astronomii (osnovы kosmonavti). T., izdatelьstvo TGPU, 2013.
19. A.E.Roy and D.Clarke. Astronomy Principles and practice. 2000 y

Internet saytlari

1. www.pedagog.uz
2. www.apkpro.ru/content/view
3. www.prometeus.nsc.ru/contents/books/slasten
4. www.relarn.ru/conf/conf2007
5. http://vilenin.narod.ru/Mm/Books/
6. http://www.allmath.ru/
7. http://www.ziyonet.uz/
8. http://window.edu.ru/window/
9. www.astronet.ru

III.Ma’ruza mashg’ulotlari

KIRISH

1-§. Astronomiya predmeti va uning vazifalari

"Astronomiya ", grekcha so‘z bo‘lib, "astron"–yulduz, "nomos"– qonun degan ma’noni beradi. Astronomiya, osmon jismlari va ularning sistemalarining harakatini, tuzilishini va rivojlanishini o‘rganadigan fandir.

Astronomiya tabiat fanlari ichida eng qadimiysi hisoblanadi. Kishilar juda qadim zamonlardayoq, osmon jismlari, jumladan Quyosh, Oy va planetalarning harakatlarini o‘rganib, yil fasllari, Oy fazalari, hatto tutilishlarni ham oldindan ayta oladigan darajaga erishganlar.

Boshqa tabiat fanlari vakillaridan farqli o‘laroq astronomlar, osmon jismlari bilan bevosita tajribalar o‘tkazish imkoniga ega emaslar (hozircha Er, Oy va planetalarini hisobga olmaganda). SHuning uchun ham astronomiyani kuzatish fani deyishadi, chunki osmon jismlarining tabiatiga tegishli barcha xulosalar, asosan, kuzatish materiallarini o‘rganish yordamida qo‘lga kiritiladi.

Osmon jismlarini o‘rganishda, astronomiya fani, o‘z oldiga echilishi talab etiladigan quyidagi uchta asosiy vazifani qo‘yadi deb qarash mumkin:

1) Osmon jismlarining fazoda ko‘rinma holat va harakatlarini, so‘ngra bu ma’lumotlar asosida ularning harakatlarini o‘rganish, ulargacha masofalarni**,** ularning o‘lchamlari**,** massalari va shakllarini aniqlash;

2) Osmon jismlarining kimyoviy tarkibini va ularning ichki va sirtiga tegishli fizik sharoitni (temperatura, zichlik, bosim va boshqa shunga o‘xshash fizik kattaliklarni) aniqlash;

3) Osmon jismlari va sistemalarining kelib chiqishi, evolyusiyasi va kelajak taqdirini o‘rganish.

Astronomiyaning birinchi vazifasiga tegishli masalalar juda qadimdan o‘rganiladi. Ayniqsa, osmon mexanikasining asosiy qonunlari Kepler va Nьyuton tomonidan ochilgandan so‘ng bu sohada katta yutuqlarga erishildi.

Osmon jismlarining fizik tabiatlarini tadqiq etish esa, nisbatan kam davr ichida amalga oshirilib, asosan oxirgi bir necha o‘n yillar ichida bu sohada bir necha yangi metodlarni va quvvatli instrumentlarni ishga tushirilishi evaziga muhim va salmoqli natijalar qo‘lga kiritildi.

Astronomiyaning uchinchi vazifasi har ikkala oldingi vazifalaridan ham murakkab bo‘lib, uning echilishi bir necha yuz yillar, hatto ming yillar davomida yig‘ilgan materiallarni o‘rganish, tahlil qilish bilan bog‘liq bo‘ldi. SHuning uchun ham hozircha bu sohaga tegishli bilimlarimiz farazlar, taxminlar va gipotezalar bilangina cheklanadi.

2-§. Astronomiyaning bo‘limlari

Hozirgi zamon astronomiya fani bir-biri bilan bog‘langan bir necha asosiy bo‘limlardan tashkil topgan. Quyida shu bo‘limlar va ularning predmeti keltirilgan:

1. Astrometriya, kosmik jismlarning fazodagi ko‘rinma vaziyatini va harakatini tekshiradi. Vaqtni o‘lchash masalalari bilan shug‘ullanadi. Astrometriya, o‘z navbatida: a) sferik astronomiya, b) fundamental astronomiya, s) amaliy astronomiya kabi bo‘limlarga bo‘linadi.

2. Nazariy astronomiya va osmon mexanikasi–butun olam tortishish qonuni va Kepler qonunlari asosida osmon jismlarining haqiqiy harakatlarini va orbita elementlarini o‘rganadi.

3. Astrofizika, kosmik jismlarning tuzilishi, fizik tabiatlari va ximiyaviy tarkibini o‘rganadi.

4. YUlduzlar astronomiyasi, yulduzlar, ularning sistemalari va yulduzlararo materiyaning fazoda taqsimlanishi va harakatlarini, ularning fizik xususiyatlarini hisobga olgan holda o‘rganadi.

5. Kosmogoniya, osmon jismlari va ular sistemalarining paydo bo‘lishi va evolyusiyasi konuniyatlarini o‘rganadi.

6. Kosmologiya esa, Koinotning tuzilishi va rivojlanishining umumiy qonuniyatlarini o‘rganish bilan shug‘ullanadi.

3-§. Astronomiya fani shakllanishining qisqacha tarixi

Astronomiya ham barcha boshqa fanlar singari, jamiyatning amaliy ehtiyojlari asosida vujudga kelgan. Astronomiyaning kurtaklari Bobil, Misr, Xitoy, Hindiston va boshqa mamlakatlarda bundan bir necha ming yil avval mavjud bo‘lgan. Masalan, Misr kohinlari miloddan 3 ming yilcha avval Nil daryosi toshqinining boshlanishini astronomik kuzatishlar asosida oldindan aytib berganlar. Bunda osmon shimoliy yarim sharining eng yorug‘ yulduzi Siriusning sharqda, ertalabki Quyosh shafaqlari bilan birinchi ko‘rinadigan vaqt va Nil daryosi toshqinining boshlanishi orasida bog‘lanish borligi aniqlangan edi. Ko‘p yillik bunday kuzatishlar, tropik yilning uzunligini aniqlash imkonini berdi.

Qadimda yunon astronomlari, sistemali kuzatishlar asosida, kuzatilgan astronomik hodisalarni kelib chiqish sabablarini aniqlashga va tushuntirishga ham harakat qilganlar. Xususan Pifagor (e.o.VI-asr) birinchilardan bo‘lib Erning sharsimon shaklda ekanligi haqida fikr berdi, Aristotelь (e.o.IV asr) esa, Olamni markazida harakatsiz Er joylashgan degan geotsentrik sistemaga asos soldi. Aleksandriyalik Eratosfen e.o.III asrda birinchilardan bo‘lib, Er meridiani yoyini va, keyinchalik shu asosda, planetamizning radiusini o‘lchadi. Mashhur yunon olimi va faylasufi Gipparx (e.o. II asr) yuzlab yulduzlarning koordinatalarini o‘zida aks ettirgan birinchi yulduzlar katalogini tuzdi va pretsessiya hodisasini kashf qildi. Eramizning II asrida, mashhur yunon astronomi Klavdiy Ptolemey "Megale sintaksis" (Buyuk tuzilish) nomli asarida yunon astronomiyasi yutuqlarini umumlashtirib, sayyoralarning ko‘rinma sirtmoqsimon harakatlarini tushuntira oladigan, va asosida Aristotelь-Gipparxlarning geotsentrik nazariyasi yotgan, Olam tuzilishi haqidagi yangi ta’limotni yaratdi. Bu ta’limotga ko‘ra, o‘sha paytda maьlum bo‘lgan beshta sayyora (Merkuriy, Venera, Mars, YUpiter va Saturn) *epitsikl* deyiluvchi aylanalar bo‘ylab, mazkur epitsikllarning markazi esa, Er atrofida *deferent* deyiluvchi katta aylanalar bo‘ylab aylanadi. Garchi geotsentrik nazariya Olam tuzilishining haqiqiy manzarasini aks ettirmagan bo‘lsada, biroq u salkam o‘n besh asr davomida tan olinib kelindi(1- rasm).

1 – rasm. Olam tuzilishining geotsentrik sistemasi

Umuman olganda, III-V asrlargacha astronomlar erishgan yutuqlar shulardan iborat bo‘lib, keyinchalik VI-XII asrlarda Evropada feodal tuzumning emirilishi, o‘zining qoloq agrar xo‘jaligini va savdo aloqalarini yo‘lga qo‘yishda, astronomiyadan amaliy bilimlarga katta extiyoj seza boshladi. Bu davrda mavjud barcha dinlar uchun Olam markazida Er joylashgan

degan teologik qarash hukmron edi. SHu boisdan bunday qarashga shak keltiradigan har qanday boshqa qarashlarning mualliflari, din vakillari tomonidan qattiq jazoga mustabid edilar.

Ayni davrda SHarqda vujudga kelgan yirik teokratik davlat Bag‘dod xalifatida fan va madaniyatning taraqqiyoti uchun qulay sharoit vujudga keldi. Ayniqsa IX-XV asrlarda, YAqin va O‘rta SHarq hamda Markaziy Osiyo mamlakatlarida yirik astronomik rasadxonalar qurilib ishga tushirildi. Ularda Al-Battoniy, Al-Farg‘oniy, Al-Xorazmiy, Abul-Vafo Buzjoniy, Abu Mahmud Hamid al-Ho‘jandiy, Abdurahmon as-So‘fiy va ibn YUnus kabi mashhur olimlar ijod qildilar. Xususan Al-Battoniy yunon astronomiyasi erishgan yutuqlarni umumlashtirib, Oy harakatiga doir baьzi ma’lumotlarlarni aniqladi. Al-Farg‘oniy yozgan "Astronomiya asoslari" nomli asari, o‘sha davr uchun astronomiyadan o‘ziga xos ensiklopediya xizmatini o‘tadi. Oy va uning harakatlari to‘g‘risidagi kashfiyotlari, Er meridiani uzunligini o‘lchash bo‘yicha ishlari bilan Abu-al-Vafo dunyoga tanildi. X-XI asrda yashab ijod etgan mashhur o‘zbek allomasi Abu Rayhon Beruniyning astronomiyaga oid 40 dan ortiq asarlari bizgacha etib kelgan. Olimning "Xronologiya" asarida, Evropa va Osiyodagi deyarli barcha xalqlarning turli davrlarga tegishli taqvim tizimlari batafsil yoritilgan bo‘lib, ularda bu taqvimlarning asoslari va biridan ikiinchisiga o‘tish yo‘llari to‘la bayon qilinadi.

Beruniyning "Geodeziya", "Qonuni Mas’udiy" va "YUlduzlar ilmi" asarlari to‘laligicha astronomiyaga bag‘ishlangan bo‘lib, ularda Quyosh, Oy va planetalarning harakatlariga doir ko‘plab ma’lumotlar, Er radiusini o‘lchashning o‘sha zamonda ma’lum bo‘lgan bir necha usullari keltirilgan. Beruniynng izdoshi Umar Xayyom ham koinot haqida bir qator falsafiy fikrlar bildirib, nihoyatda katta aniqlikka ega bo‘lgan ayni paytdagi quyosh-hijriy taqvimining asosi bo‘lgan Quyosh kalendarini ishlab chiqdi.

XV asarda SHarq astronomiyasining yana bir buyuk namoyondasi Ulug‘bek Samarqandda dunyoda eng yirik astronomik rasadxonani ishga tushirdi. Rasadxonaning bir necha o‘n yillik faoliyati davomida, Qozizoda Rumiy, G‘iyosiddin Jamshid Koshiy va Ali Qushchi va boshqa taniqli olimlardan iborat astronomiya maktabi shakllandi.

Astronomiyaning keyingi ravnaqi, Evropada bir qator olimlarning astronomiya sohasidagi fundamental kashfiyotlari bilan bog‘liq. Bu borada polьshalik astronom N.Kopernik (1473-1543), italiyalik J.Bruno (1548-1600) va Galiley (1564-1642), nemis Iogann Kepler (1572-1630) va ingliz Isaak Nьyuton (1643-1727) larning ijodiy faoliyatlari ayniqsa barakali bo‘ldi. XVI asrdan XX asrning boshlarigacha tabiatshunoslik yo‘nalishida qilingan asosiy kashfiyotlar va qonuniyatlarning aksariyati yuqoridagi olimlarning nomlari bilan bog‘liq. SHuningdek bu davrda taniqli olimlardan O. K. Remer, E. Galley, J. Bradley, I. G. Galle, V. YA. Struve, F. V. Besselь va boshqalarning astronomiya fanining rivojlantirishda xizmatlari katta bo‘ldi.

XX asr o‘rtalarida spektral analizning kashf etilishi va astronomiyada fotografiyaning qo‘llanilishi natijasida astronomiyaning yangi ufklari ochildi. Bu, osmon jismlarini fizik tabiatlarini o‘rganish borasida katta imkoniyatlarni vujudga keltirdi. Oqibatda, osmon jismlari va ularning sistemalarining fizik tabiatlarini o‘rganish bilan shug‘ullanadigan yangi fan–astrofizikaga asos solindi.

Ayni paytda mamlakatimizda ham yirik astronomik markazlar–O‘zbekiston Respublikasi FA Astronomiya Instituti va uning Qashqadaryo viloyatining Kitob tumanida Ulug‘bek nomli Xalqaro kenglik stansiyasi va Qamashi rayonida Maydanak Balandtog‘ observatoriyalar kompleksi filiallari aktiv faoliyat ko‘rsatmoqda. Mazkur ilmiy dargohlarda bir qator taniqli o‘zbek olimlari astronomiya va astrofizika muammolari bo‘yicha ilmiy–tadqiqot ishlarini olib bormoqdalar.

SFERIK ASTRONOMIYA ASOSLARI

1-§. YOritgichlarning ko‘rinma holatlari. YUlduz turkumlari

Kuzatuvchi Er sirtining qaysi nuqtasidan turib qaramasin, yoritkichlar go‘yo (Quyosh, Oy, sayyoralar va yulduzlar) undan bir xil masofada, ma’lum sferaning ichki qismidan joy olgandek tuyuladi. Odatda bunday sfera osmon deb yuritiladi. Bulutsiz tunda osmonda yulduzlar bilan birga biz Oyni, planetalarni, ayrim tumanliklarni va ba’zan kometalarni ko‘ramiz.

Garchi bir qarashda, yulduzlarning son-sanog‘i yo‘qdek tuyulsada, aslida "qurollanmagan" ko‘z bilan qaralganda, ularning soni, osmonning ma’lum yarim sferasida uch mingdan ortmaydi.

YUlduzlarning o‘zaro joylashishi juda sekinlik bilan o‘zgarib, maxsus o‘lchashlarsiz, oddiy kuzatishlar asosida bunday o‘zgarishlarni bir necha o‘n, hatto yuz yillardan keyin ham sezib bo‘lmaydi. Bunday hol Er sirtida yulduzlarga qarab orientir olish uchun juda qo‘l keladi va shu boisdan, juda qadim zamonlardayoq sayyohlar "yulduz kompas"lardan keng foydalanganlar.

Qadimgi SHarqda orientir olish uchun osmonning yorug‘ yulduzlari alohida to‘dalarga ajratilib, ularga yulduz turkumlari deb nom berilgan. YUlduz turkumlari, hayvonlar (Katta Ayiq, Oqqush, Arslon, Ajdaho, Kit va hokazo), grek afsonalarining qahramonlari (Kassiopeya, Andromeda, Pegas va boshqalar) va ba’zan, ularning yorug‘ yulduzlari birgalikda qaralganda eslatadigan geometrik shakl yoki predmetlarning (Uchburchak, Tarozi) nomlari bilan yuritiladi.

XVII asrda, har bir yulduz turkumiga kiruvchi bir necha yorug‘ yulduzlar grek alfavitining xarflari (α, β, γ, δ, va hokazo) bilan belgilandi. SHuningdek 130 ga yaqin yorug‘ yulduzga xususiy nom berildi. Jumladan Katta Itning α si – Sirius, Aravakashning α si – Kapella, Liraning α-si –Vega, Orionning α i – Betelьgeyze, Perseyning α si – Algolь va hokazo nomlar bilan yuritila boshladilar. Keyinchalik xiraroq yulduzlarni tartib nomeri bilan belgilash qabul qilindi va u, hozirgi paytda, asosan xira yulduzlar uchungina ishlatiladi.

1922 yilda yulduz turkumlarini chegaralovchi egri chiziqlar, to‘g‘ri chiziqlar bilan almashtirilib, ayrim katta maydonli yulduz turkumlari bir necha yulduz turkumlariga ajratildi. Hozirgi kunda osmon sferasi 88 uchastkaga, ya’ni yulduz turkumiga bo‘lingan.

Ma’lum yulduz turkumiga kiruvchi bir necha yorug‘ yulduzlar shu turkumiga (yoki ba’zan, qo‘shni yulduz turkumiga) kiruvchi xira yulduzlarni topishda yaxshi orientir bo‘lib xizmat qiladi.

Osmonda ma’lum yulduz turkumini yoki yulduzni topish uchun, dastlab, yulduz xaritalari va atlaslari bilan yaxshi tanishmoq va so‘ngra ko‘p marta mashq qilmoq zarur bo‘ladi. Ayniqsa osmonning surilma xaritasidan foydalanishni o‘rgangan kishi uchun, osmonda ma’lum yulduz yoki yulduz turkumini topish ortiqcha qiyinchilik tug‘dirmaydi.

2–§. Quyosh, Oy, planetalar va yulduzlarning ko‘rinma harakatlari

Agar tunda ma’lum bir joydan turib, bir necha soat davomida tinimsiz yulduzlar kuzatilsa**,** butun osmon sferasining yulduzlari kuzatuvchidan o‘tuvchi faraziy o‘q atrofida aylanishini ko‘rish mumkin. Bunday aylanish davomida ixtiyoriy yoritgich, o‘z vaziyatini gorizont tomonlariga nisbatan o‘zgartiradi va ularning aylanish davri bir sutkani tashkil qiladi. SHuning uchun yoritgichlarning bunday harakati ularning sutkalik ko‘rinma harakati deyiladi, boshqacha aytganda, bunday aylanish, Erning o‘z o‘qi atrofida aylanishi tufayli sodir bo‘ladi.

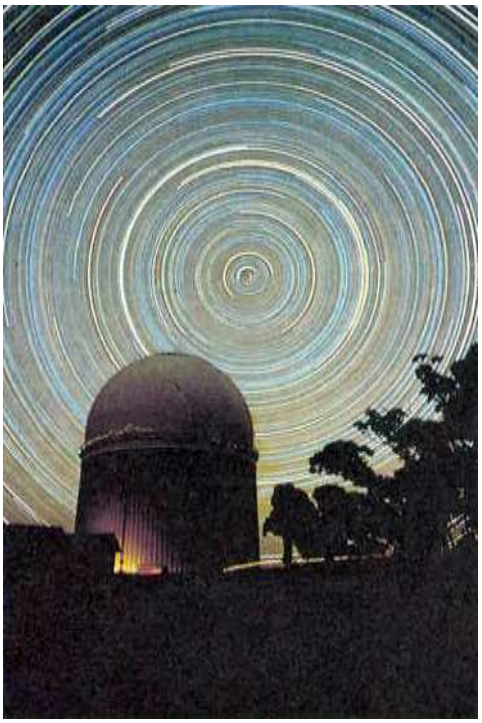
Agar yoritgichlarning sutkalik harakatlari, Erning shimoliy qutbiga juda yaqin bo‘lmagan – o‘rta geografik kengliklardan turib kuzatilsa, janub tomonga qarab turgan kuzatuvchiga yoritgichlar, chapdan o‘ngga, ya’ni soat strelkasi yo‘nalishida harakatlanayotgandek ko‘rinadi. Bunda ma’lum yoritgich, sharq tomonda, har doim ma’lum bir nuqtadan ko‘tarilib, g‘arbda esa aniq bir nuqtada botadi. Uning gorizontdan maksimal balandligi **h**am (janub tomon yo‘nalishida) kunlar o‘tishi bilan o‘zgarmaydi.

Agar kuzatuvchi shimol tomonga qarasa, bir qism yulduzlar sharqdan chiqib g‘arbga botayotgani holda boshqa bir qismi ma’lum qo‘zg‘almas nuqta atrofida konsentrik aylanalar chizishini ko‘rish mumkin (2 - rasm). Bu qo‘zg‘almas nuqta – olamning SHimoliy qutbi deb yuritiladi. Olamning shimoliy qutbi, Kichik Ayiq yulduz turkumining (Katta Ayiq – Etti qaroqchiga qo‘shni yulduz turkumi) eng yorug‘ yulduzi - α si yaqinidan (orasi taxminan 1′) joy olgan bo‘lib, Kichik Ayiqning bu yulduzi Qutb yulduzi deb ataladi.

Quyosh va Oyning sutkalik ko‘rinma harakatlari ham sharqdan g‘arbga tomon kuzatilib, yulduzlardan farqli o‘laroq, ularning chiqish va botish nuqtalari hamda maksimal balandliklari (janub tomonda) kun sayin o‘zgarib boradi. Xususan Quyosh Navro‘zda, ya’ni 21 martda, aniq SHarq nuqtasidan ko‘tarilib, aniq G‘arbda botgani xolda, bundan keyin uning chiqish va botish nuqtalari shimol tomonga siljib boradi va bu hol 22 iyungacha davom etadi. So‘ngra bu nuqtalar, aksincha, gorizontning janub tomoniga siljiy boshlaydi. SHuningdek bu davrda, Quyoshning tush paytdagi balandligi ham pasaya borib, kunduzi qisqarishga, tun esa aksincha, uzayishga boshlaydi.

Planetamizning yo‘ldoshi – Oy ham sutkalik ko‘rinma harakatda ishtirok qilib, sharqdan g‘arbga yulduzlar bilan birga siljib boradi. Biroq ko‘p uzoq vaqt talab etmaydigan kuzatishlardanoq, Oyni yulduzlarga nisbatan osmonning sutkalik harakatiga qarama-qarshi yo‘nalishda ham siljib borishini sezish mumkin. Bu uning haqiqiy harakati bo‘lib, Oy, yulduzlarni oralab g‘arbdan sharqqa tomon har sutkada taxminan 13 gradusdan siljib boradi va 27,32 sutkada Er atrofini bir to‘la aylanib chiqadi.

Quyoshni bir necha oy davomida sistemali kuzatilishi, Oy kabi Quyosh ham, yulduzlarga nisbatan g‘arbdan sharqqa siljib borishini ma’lum qiladi. Quyoshning bunday *ko‘rinma harakati* tufayli sutkalik siljishi, Oynikiga nisbatan juda kichik bo‘lib, atigi 1 gradusga yaqin yoyni tashkil qiladi va bir yilda bir marta to‘la aylanib chiqadi.



2 – rasm.Olam qutbi atrofida yulduzlarning sutkalik ko‘rinma aylanishi

Quyosh va Oyning osmonni bir to‘la aylanib chiqadigan yo‘llari bir-biriga juda yaqin bo‘lib, ular kesib o‘tadigan yulduz turkumlari zodiak yulduz turkumlar (grekcha “zoo”-hayvonlar degani) deyiladi. Mazkur yulduz turkumlari 12 ta bo‘lib, ular Hut, Hamal, Savr, Javzo, Asad, Sumbula, Mezon, Aqrab, Qavs, Jaddi va Dalv degan nomlar bilan ataladi. Bulardan birinchi uchtasini Quyosh bahor oylarida, navbatdagi uchtasini yozgi oylarda, qolganlarini esa, mos ravishda, kuzgi va qishki oylarda kesib o‘tadi. SHubhasiz, Quyosh o‘tayotgan yulduz turkumining yulduzlari Quyoshga yaqin burchak oralikda joylashganidan bu davrda ular ko‘rinmaydi va, faqat yarim yil o‘tgach, yarim kechada aynan shu yulduzlar, gorizontdan janub tomonda eng katta balandlikda ko‘rinadilar.

Juda qadim zamonlardayoq kishilar, zodiak yulduz turkumlari sohasida, tashqi ko‘rinishi jihatidan yulduzlarga o‘xshash, biroq yulduzlardan farq qilib, ularga nisbatan vaziyatlarini o‘zgartirib boruvchi beshta yoritgichni kuzatdilar. YUlduzlardan farqlanuvchi bunday xususiyatlari evaziga, ularga “adashgan yulduzlar”– planetalar (yoki sayyoralar) deb nom berdilar. Qadim rimda adashgan bu yulduzlar, rim xudolarining nomlari bilan: Merkuriy, Venera, Mars, YUpiter va Saturn deb atala boshladilar.

Teleskop ixtiro qilingandan so‘ng 1781 yilda ettinchi planeta Uran va 1846 yilda sakkizinchi planeta Neptun topildi.

Sayyoralarning ko‘rinma harakatlari **h**am zodiak yulduz turkumlari chegaralarida kuzatilib, harakat yo‘nalishlari, Quyosh va Oyniki kabi g‘arbdan sharqqa bo‘ladi.

3-§. Osmon sferasi, uning asosiy nuqta, chiziq va aylanalari

Osmon jismlarining ko‘rinma vaziyatlarini va harakatlarini o‘rganish uchun, kuzatish paytida ularning o‘rinlarini aniqlash zarur bo‘ladi. Buning uchun yoritgichlarning osmondagi vaziyatlarini ma’lum yo‘nalishlarga nisbatan o‘rganish etarli bo‘lib, ko‘p hollarda ulargacha bo‘lgan masofalarni aniqlashga ortiqcha extiyoj sezilmaydi. YOritgichlarning ko‘rinma vaziyatlari va harakatlarini o‘rganishdan oldin osmonning asosiy nuqta, chiziq, aylanalari va ayrim tushunchalar bilan tanishishga to‘g‘ri keladi.

Osmon sferasi deb, radiusi ixtiyoriy qilib olingan va markazi fazoning ixtiyoriy nuqtasida (masalan, kuzatuvchining ko‘zida) yotgan shunday sferaga aytiladiki, bu sferada osmondagi yulduzlar, ma’lum bir vaqtda, fazoning tanlangan nuqtasidan qaralganda, qanday ko‘rinsa shundayligicha proeksiyalangan bo‘ladi.

Ta’rifdan ko‘rinishicha, osmon sferasi markazida joylashgan kuzatuvchi, uning sirtida joylashgan yulduzlarni, osmonda qanday ko‘rinsa, shundayligicha ko‘radi. Osmon sferasida yoritgichlarning o‘zaro joylashishi, ularning ko‘rinma va haqiqiy harakatlarini o‘rganishda, aslida uning quyidagi asosiy nuqta, chiziq va aylanalariga tayaniladi.

Sferaning markazi va kuzatuvchi turgan nuqtadan o‘tgan vertikal yo‘nalishning osmon sferasi bilan kesishgan ikki nuqtasidan biri (kuzatuvchi bosh tomoni yo‘nalishidagisi) *zenit* Z, unga diametral qarama qarshi yotgan ikkinchisi esa *nadir* Z′) deb yuritiladi (3–rasm). Sferaning mazkur nuqtalarini tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq esa, vertikal chiziq deyiladi.

3 –rasm. Osmon sferasining asosiy nuqta, chiziq va aylanalari.

Osmon sferasini, uning markazidan vertikal chiziqqa perpendikulyar qilib o‘tkaziladigan tekislik bilan kesishishdan hosil bo‘lgan katta aylana - *matematik gorizont* deb yuritiladi. Matematik gorizont tekisligiga parallel tekisliklar bilan sferani kesishishidan hosil bo‘lgan aylanalar esa *alьmuqantaratlar* deyiladi. Sferani vertikal o‘q orqali o‘tuvchi tekisliklar bilan kesishishidan hosil bo‘lgan katta aylanalari *vertikal aylanalar* deb ataladi. YUqorida eslatilgan nuqta va chiziqlar, kuzatuvchining Er sirtidagi o‘z o‘rnini o‘zgartirishi bilan o‘zgarib turadi. Osmon sferasining Er sharining asosiy chiziq va nuqtalariga tegishli yana shunday nuqta va chiziqlar mavjudki, ular Erning istalgan joyidan kuzatilganda ham vaziyatlarini o‘zgartmaydi. Olam qutblari, olam o‘qi, osmon ekvatori va ekliptikalar shunday nuqta va chiziqlardan hisoblanadi. Er o‘qi davomlarining osmon sferasi bilan kesishgan nuqtalari *olam qutblari* deyiladi. Er o‘qi shimoliy qutbi davomining kesishgan nuqtasi–*olamning shimoliy qutbi R*, janubiy qutb davomining kesishgan nuqtasi esa, *olamning janubiy qutbi R'* deyiladi. Olam qutblarini tutashtiruvchi o‘q esa, *olam o‘qi* deb yuritiladi.

Osmon sferasini markazidan o‘tib, uni Olam o‘qiga tik tekislik bilan kesishishidan hosil qilingan katta aylana *osmon ekvatori* deyiladi. Osmon ekvatori Er ekvatori bilan bir tekislikda yotadi. Osmon ekvatori tekisligiga parallelь tekisliklar bilan sferani kesishishidan hosil bo‘lgan aylanalar–*sutkalik parallellar* deyiladi. olam o‘qi orqali o‘tuvchi tekisliklar bilan sferani kesishishidan hosil bo‘lgan katta aylanalar esa, *og‘ish aylanalari* deb ataladi.

Osmon sferasining asosiy chiziqlari va aylanalari proeksiyalangan tekislikda yotib, olam qutblari, zenit va nadir nuqtalardan o‘tuvchi katta aylana – *osmon meridiani* deyiladi. Uning matematik gorizont bilan kesishgan nuqtalari esa *SHimol* (olamning shimoliy qutbiga yaqini) va *Janub* (olamning janubiy qutbiga yaqini) nuqtalari deb ataladi. Bu nuqtalardan 90° yoy masofada yotgan matematik gorizontning nuqtalari - *SHarq* va *G‘arb* nuqtalari deyiladi. Matematik gorizont tekisligi bo‘ylab yo‘nalib, SHimol va Janub nuqtalarini tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq *tush chizig‘i* deb yuritiladi. Osmon sferasining yuqorida keltirilgan nuqta va chiziqlari o‘rganilgach, ular asosida osmonning turli koordinatalari sistemalarini qabul qilish ortiqcha qiyinchilik tug‘dirmaydi.

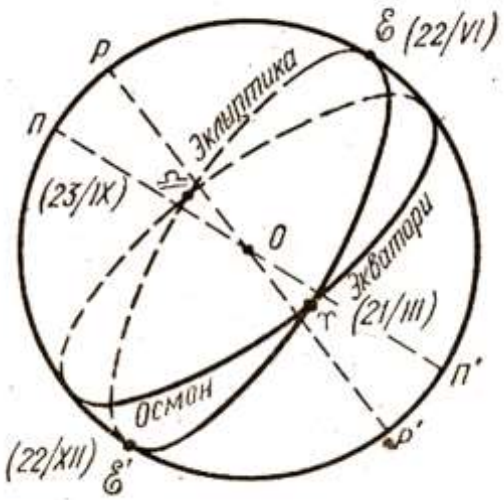
4-§. Quyoshning yillik ko‘rinma harakati. Ekliptika

Quyoshning yulduzlar oralab g‘arbdan sharqqa tomon siljishi, eslatilgandek, juda qadimdan sezilgan. Bu siljish har sutkada sal kam 1^0 bo‘lib, bir yilda Quyosh osmon sferasining

zodiak yulduz turkumlarini oralab bir marta to‘la aylanib chiqadi. Quyoshning yillik ko‘rinma bu yo‘lining katta aylanasi *ekliptika* deb yuritiladi.

Yil davomida, ma’lum bir joydan turib sistemali ravishda, tush paytida Quyoshning zenitdan uzoqligini o‘lchash, uning osmon ekvatoridan og‘ishi –23 ° 26′ dan, +23 ° 26′ ga qadar o‘zgarishini ma’lum qiladi. Bundan ekliptika tekisligining osmon ekvatoriga og‘maligi 23 ° 26′ ga tengligi ma’lum bo‘ladi (4-rasm).

Ekliptikaning to‘rtta asosiy nuqtasi bo‘lib, bulardan ikkitasi uning osmon ekvatori bilan kesishgan nuqtasini, qolgan ikkitasi esa, osmon ekvatoridan eng katta og‘ishga ega bo‘lgan nuqtalarini xarakterlaydi. Ekvator bilan kesishgan nuqtalaridan biri (Quyoshning janubiy yarim shardan shimoliy yarim sharga kesib o‘tishida hosil bo‘lgani) – *bahorgi teng kunlik nuqtasi* ♈ deyilib, Quyosh unda 21 mart kuni bo‘ladi; ikkinchisi esa, *kuzgi teng kunlik nuqtasi* ♎ deyilib, Quyosh unda 23 sentyabrь kuni bo‘ladi. Ekliptikaning osmonning shimoliy yarim sharida eng katta og‘ishga ($+23^0 26'$) ega bo‘lgan nuqtasi – *yozgi quyoshturishi* nuqtasi deyilib, bu nuqtada Quyosh 22 iyunda, janubiy yarim sharda eng katta og‘ishga ($-23^0 26'$) ega bo‘lgan nuqtasi esa, *qishki quyoshturishi* nuqtasi deyilib, unda Quyosh 22 dekabrda bo‘ladi.



4 – rasm. Ekliptikaning osmon ekvatoriga nisbatan joylashishi.

Osmon sferasining markazidan ekliptika tekisligiga tik qilib, o‘tkazilgan o‘q *ekliptika o‘qi* PP′ deyiladi. Ekliptika o‘qining sfera sirti bilan kesishgan nuqtalari ekliptikaning *shimoliy* – P (shimoliy yarim shardagisi) va *janubiy* – P′ (janubiy yarim shardagisi) *qutblari* deyiladi. Ekliptika qutblari orqali o‘tgan katta aylanalar, yoritgichning *kenglik aylanalari* deyiladi.

Osmon sferasida Quyoshning ushbu yillik ko‘rinma harakatini ham aks ettirish mumkin. Quyoshning yulduzlar fonida yillik ko‘rinma harakat qilishi, aslida, Erning Quyosh atrofida yillik haqiqiy harakati tufayli sodir bo‘ladi. Binobarin Quyoshning yillik ko‘rinma harakati tekisligi, Er orbita tekisligi bilan ustma-ust tushadi. SHuning uchun ham ekliptikaning osmon ekvatoriga og‘maligi, Er ekvatorining o‘z orbita tekisligiga og‘maligi bilan bir xil kattalikka ega bo‘lib $\varepsilon = 23^0 26'$ ni tashkil qiladi.

2-dars.

Gorizontal, ekvatorial va ekliptikal koordinatalar sistemasi. Olam qutbining balandligi haqida teorema. Turli geografik kenglamalarda osmon sferasining sutkalik ko‘rinma aylanishi. Quyosh sutkalik harakatining yil davomida o‘zgarishi.

<u>*Darsning maqsadi*</u>:

Asosiy osmon koordinatalari va ularda yoritkichlarning o‘rinlarini aniqlash usullari bilan o‘quvchilarni tanishtirish. Ularda ma’lum koordinata sistemasida aniqlash malakasini

shakllantirish. Olam qutbining balandligi kuzatuvchi turgan joyning geografik kengligiga bog‘liqligini tushuntirish. SHu asosda, turli kenglamalarda osmon sferasining sutkalik ko‘rinma aylanishi turlicha manzara tashkil etishini o‘quvchilarga anglatish. Quyosh botmaydigan (yozda) va chiqmaydigan (qishda) jolarning, oq tunlar bo‘ladigan joy kenglamalarini hisoblash malakasini shakllantirish.

Ko‘rsatma qurollar:

Osmon sferasining modeli. Osmon koordinatalar sistemalari aks ettirilgan planetalar. Er globusi. Osmon xaritalari. YUlduzlar atlasi. Osmon sferasining modeli, Temuriy gegrafik va yulduzlar globuslari. YUlduzlar osmonining demonstratsion ko‘rinma xaritasi.

O‘quv materiallarini bayon qilish rejasi:

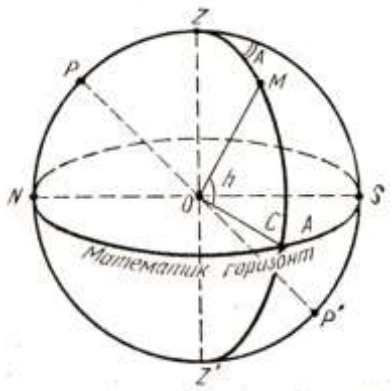
1. Analogiya sifatida geografik koordinatalar sistemasini eslash.
2. Gorizontal koordinatalar sistemasi.
3. Ekvatorial koordinatalar sistemasini.
4. Ekliptikal koordinatalar sistemasini.
5. Koordinatalarning bir tizimdan ikkinchi tizimga o‘tishi haqida tushuncha.
6. Olam qutbining balandligi va kuzatish joyining geografik kenglamalari orasidagi bog‘lanish
7. Quyoshdagi uch xoll uchun yulduzlar osmonining sutkalik ko‘rinma aylanishi
8. Quyosh sutkalik aylanishining, ma’lum kenglamada yil davomida o‘zgarishi, yil fasllarining kechishi. Quyosh balandligining tush paytida, yil davomida o‘zgarishi.

Uyga vazifa: [1], [2]

5-§. Gorizontal koordinatalar sistemasi

Gorizontal koordinatalar sistemasida yoritgachlarning o‘rni ikki koordinata bilan xarakterlanadi. Bo‘lardan biri yoritgichning *azimuti A*, ikkinchisi uning *balandligi h* deyiladi. Bu sistemada koordinata boshi qilib Janub nuqtasi olinadi.

YOritgichning azimuti deb, yoritgich orqali o‘tkazilgan vertikal yarim aylananing osmon meridiani bilan zenitda hosil qilingan sferik burchagiga aytiladi (5–rasm). Ko‘pincha azimut, shu burchakka tiralgan va matematik gorizont bo‘ylab yo‘nalgan yoy bilan ya’ni, Janub *S* nuqtasidan, eslatilgan vertikal yarim aylananing matematik gorizont bilan kesishgan *S* nuqtasigacha bo‘lgan yoy uzunligi bilan o‘lchanadi. YOritgichning balandligi esa, yoritgichdan o‘tgan vertikal yarim aylananing matematik gorizont bilan kesishgan – *S* nuqtasidan *M* yoritgichgacha bo‘lgan yoy uzunligi bilan o‘lchanadi.



5 – rasm. Gorizontal koordinatalar sistemasi.

Osmon sferasining markazidagi kuzatuvchi uchun azimut *A*, matematik gorizont bo‘ylab soat strelkasi yo‘nalishida o‘lchansa, musbat ishorali; teskari yo‘nalishda esa, manfiy ishorali bo‘ladi. O‘lchash chegarasi $\pm 180^0$ gacha. Balandlik *h*, matematik gorizont ustida musbat ishorali, ostida esa manfiy ishoralidir.

YOritgichning balandligi *h* o‘rniga ba’zan uning zenitdan uzoqligi *z* olinadi. $h + z = 90^0$ bo‘lganidan, bu kattaliklardan biri berilsa, ikkinchisi oson topiladi.

Gorizontal koordinatalar sistemasi kattaliklari *A* va *h* (yoki *z*) lar yoy gradusi, minuti va sekundlarida o‘lchanadi. Bu koordinatalar sistemasining kamchiligi shundaki, kuzatuvchi Er sharida o‘z o‘rnini o‘zgartirishi bilan yoritgichning gorizontal koordinatalari ham o‘zgaradi. Bu sistema bilan faqat ma’lum observatoriyada yoki kuzatish punktlaridagina ish olib borish mumkin bo‘ladi.

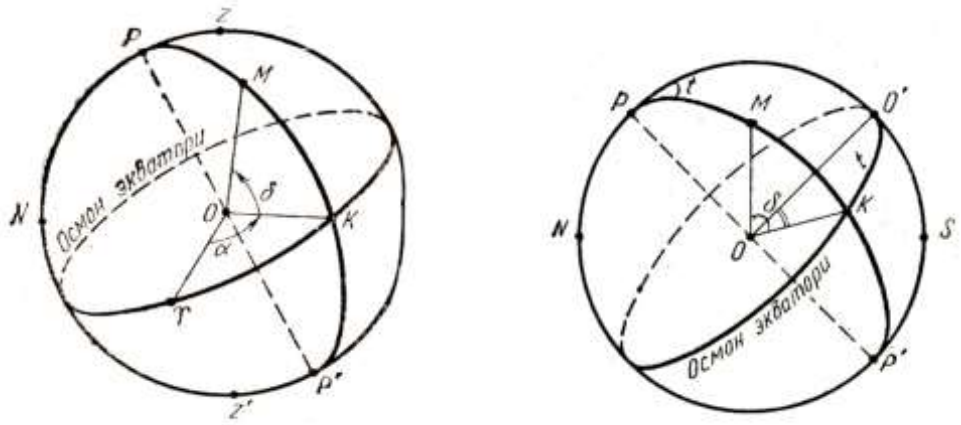
6-§. Ekvatorial koordinatalar sistemasi

1-ekvatorial koordinatalar sistemasi. Bu sistemada yoritgichlarning o‘rni soat burchagi *t* va og‘ish burchagi yoki og‘ish δ deyiluvchi koordinatalarda o‘lchanadi. Koordinata boshi qilib, osmon meridianining (*P, Q, S, P′* yoy) janubiy qismi bilan osmon ekvatorining kesishgan nuqtasi *Q* olinadi (6–*a* va 7 –rasm).

Osmondagi istalgan yoritgichning soat burchagini topish uchun u orqali yarim og‘ish aylanasi o‘tkazilib, uning osmon ekvatori bilan kesishgan nuqtasi *K* topiladi. Bu nuqtaning koordinata boshidan uzoqligi yoki yoritgich orqali o‘tgan yarim og‘ish aylanasining osmon meridiani bilan hosil qilgan olam qutbidagi sferik burchagi – yoritgichning *soat burchagi* deyiladi.

YOritgichning og‘ishi esa, yoritgichdan o‘tgan yarim og‘ish aylanasining osmon ekvatori bilan kesishgan nuqtasidan *(K)* yoritgichgacha bo‘lgan yoy uzunligi bilan o‘lchanadi. YOritgichning soat burchagi, sferaning markazida turgan kuzatuvchi uchun, soatlarda *(h)* minutlarda *(m)* va sekundlarda *(s)* soat strelkasi yo‘nalishi bo‘ylab yoki, boshqacha aytganda, osmon sferasining aylanishi yo‘nalishi bo‘ylab, 0^0 dan 360^0 gacha (yoy hisobida) yoki 24^h gacha (vaqt hisobida) o‘lchanadi. Ba’zan bu yo‘nalish musbat yo‘nalish deb qabul qilinib, to 180^0 gacha (yoy hisobida) yoki $+12^h$ gacha hisoblanadi, uholda teskari yo‘nalish bo‘ylab *t* ning ishorasi manfiy hisoblanib, -12^h gacha o‘lchanadi.

YOritgichning og‘ish burchagi, osmonning shimoliy yarim sharida musbat ishorali, janubiy yarim sharida esa manfiy ishoralidir. Og‘ish burchagi yoy graduslarida, minutlarida va sekundlarida o‘lchanadi. Ba’zan yoritgichning og‘ish burchagi–δ o‘rniga



a) b)

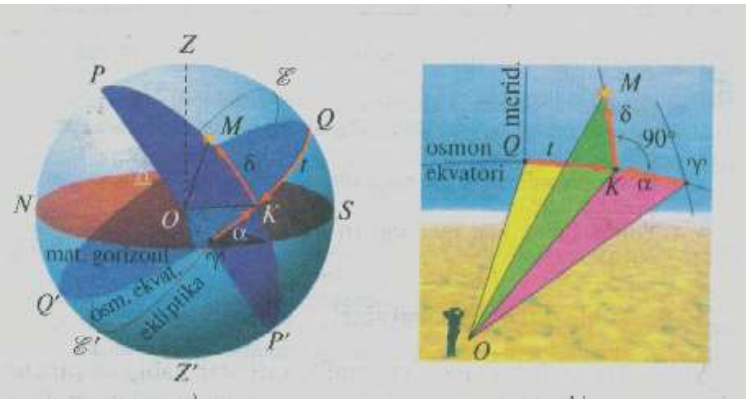
6–rasm. Birinchi va ikkinchi ekvatorial koordinatalar sistemasi.

uning qutbdan uzoqligi–*r* ishlatiladi. YOritgichning qutbdan uzoqligi *r*, og‘ish burchagini 90^0 ga to‘ldiruvchi burchak bo‘lganidan, (ya’ni $\delta + r = 90^0$), bu burchaklardan birining berilishi kifoya.

Aniq bir yarim og‘ish aylanasi ustida yotgan barcha yulduzlarning soat burchaklari bir xil bo‘ladi.

2–ekvatorial koordinatalar sistemasi. Bu ekvatorial sistemada koordinata boshi qilib, ekliptika va osmon ekvatorining kesishgan, nuqtalaridan biri – *bahorgi tengkunlik nuqtasi* ♈ olinadi. YOritgichlarning o‘rni ularning *to‘g‘ri chiqishi* α va *og‘ishi* δ deyiluvchi koordinatalar orqali xarakterlanadi.

YOritgichning to‘g‘ri chiqishi α, u orqali o‘tgan yarim og‘ish aylanasining osmon ekvatori bilan kesishgan K nuqtasining ♈ dan uzoqligi bilan yoki ♈OK tekis burchak bilan o‘lchanadi (6–*b* va 7–rasm). α ham, soat burchagi *t* kabi, soatlarda, minutlarda va sekundlarda o‘lchanadi. YOritgichning to‘g‘ri chiqishi α, ♈- nuqtasidan osmon sferasining ko‘rinma aylanishiga teskari yo‘nalishda 0^h dan 24^h gacha o‘lchanadi.



7 – rasm. Ikkinchi ekvatorial koordinatalar sistemasi.

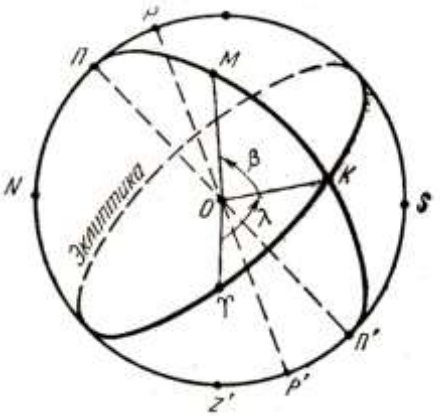
YOritgichning og‘ishi 1–ekvatorial sistemada eslatilganidek o‘lchanadi. YOritgichlarning 2–ekvatorial koordinatalar sistemasida aniqlangan koordinatalari, Er sharining hamma nuqtalarida bir xil bo‘ladi; biroq gorizontal koordinatalar *(A, h, z)* va 1–ekvatorial koordinatalar sistemasining soat burchagi *t*, yoritgichlarning sutkalik ko‘rinma harakatlari tufayli, sutka davomida o‘zgaradi. Ekvator bo‘ylab joylashgan barcha yoritgichlarning og‘ishi 0^0 ga teng bo‘lib, ma’lum yarim og‘ish aylanasi bo‘ylab joylashgan barcha yoritgichlar bir xil to‘g‘ri chiqishga ega bo‘ladilar.

Ekliptikaning asosiy nuqtalarning bu sistemada koordinatalari quyidagicha bo‘ladi: bahorgi va kuzgi tengkunlik nuqtalari, mos ravishda, ♈(0; 0), ♎(12^h ; 0), yozgi va qishki quyosh turishi nuqtalari esa, mos ravishda, ε(6^h ; + $23^0 26'$) va ε′(18^h ;– $23^0 26'$).

7-§. Ekliptikal koordinatalar sistemasi

Bu sistemada yoritgichlarning o‘rni *astronomik kenglama* β va *astronomik uzunlama* λ (ba’zan, mos ravishda, *eklitikal kenglama* va *ekliptikal uzunlama*) deyiluvchi koordinatalar bilan xarakterlanadi. Koordinata boshi sifatida bu sistemada ham bahorgi tengkunlik nuqtasi ♈ olinadi.

YOritgichlarning astronomik kenglamasi β, ekliptikadan M yoritgichdan o‘tgan kenglik aylanasi bo‘ylab to yoritgichgacha bo‘lgan yoy bilan (yoki MOK tekis burchak orqali) o‘lchanadi (8–rasm). Kenglik aylanasi deb yoritgich va ekliptika qutblari orqali o‘tgan aylanaga aytiladi. YOritgichning astronomik uzunlamasi λ esa, bahorgi tengkunlik nuqtasidan ♈ yoritgich orqali o‘tgan kenglik yarim aylanasining ekliptika bilan kesishgan nuqtasigacha bo‘lgan yoy uzoqligi (ekliptika bo‘ylab) bilan (yoki ♈OK tekis burchak bilan o‘lchanadi. Uni o‘lchash, osmon sferasining sutkalik ko‘rinma
aylanishiga teskari yo‘nalishda bajariladi. Astronomik uzunlama yoy gradusi, minuti va sekundlarida; uzunlamasi esa – vaqt soati, minuti va sekundlarida o‘lchanadi.



8 – rasm. Ekliptikal koordinatalar sistemasi.

8-§. Olam qutbining balandligi va joyning geografik kenglamasigi orasidagi bog‘lanish

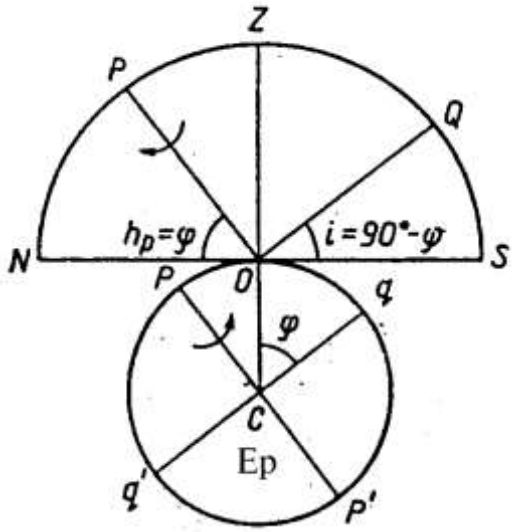
Teorema: *Er sharining istalgan nuqtasidan kuzatilganda, olam qutbining matematik gorizontdan balandligi h_p shu joyning geografik kenglamasi φ ga teng bo‘ladi.*

9-rasmdan ko‘rinishicha, osmon meridiani bo‘ylab zenitdan ekvator tekisligigacha bo‘lgan yoy uzunligi *ZQ*, Er sharida kuzatuvchi turgan *O* nuqta geografik kenglamasining yoyi *qO* bilan bir xil markaziy burchakni *(QOZ)* tashkil qiladi. Bu burchak tomonlari, olam qutbining balandligini xarakterlovchi *NP* yoyga tiralgan NOP tekis burchakning mos tomonlari bilan o‘zaro perpendikulyar ekanligini tushunish qiyin emas, ya’ni

$$ON \perp OZ \text{ va } OP \perp OQ.$$

Binobarin, mos tomonlari o‘zaro perpendikulyar bo‘lgan burchaklarning tengligidan $\angle NOP = \angle QOZ$ bo‘ladi. Ma’lumki bu burchaklar,mos ravishda, h_p va φ larga teng,ya’ni

$$\angle NOP = h_p, \qquad \angle QOZ = \varphi.$$



9 – rasm.Olam qutbining balandligi va joyning kenglamasi orasidagi bog‘lanish.

SHunga ko‘ra,teorema aytganidek

$$h_p=\varphi$$

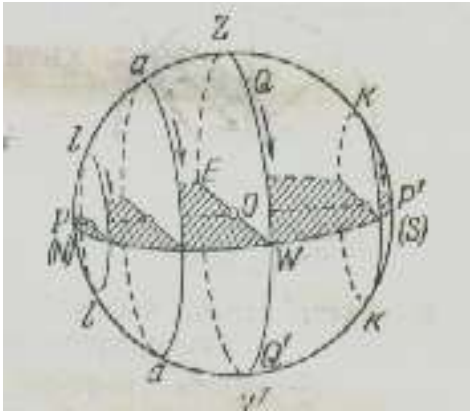
bo‘ladi.

9-§. Turli geografik kenglamalarda osmon sferasining sutkalik ko‘rinma aylanishi

Osmon sferasining sutkalik ko‘rinma aylanishi, Erning o‘z o‘qi atrofida aylanishining natijasi bo‘lganidan, turli geografik kenglamalarda, osmon yoritgichlarining ko‘rinma aylanishi turlicha bo‘lishini tushunish qiyin emas. Tanlab olingan uch xil geografik kenglamada osmon sferasini aylanishini o‘rganish, bu hodisani turli kenglamalarda qanday kechishi haqida etarlicha to‘la ma’lumot bera oladi.

1-hol. Kuzatuvchi $\varphi=0^0$ geografik kenglamada, ya’ni ekvatorda bo‘lsin. U holda Olam qutbining balandligi haqidagi teoremaga muvofiq, olam qutblari matematik gorizont bilan ustma-ust tushadi, chunki $h_p=\varphi = 0$. Olam o‘qi esa tush chizig‘i bo‘ylab yo‘naladi. Osmon ekvatori aylanasi tekisligi, olam o‘qiga tik bo‘lganidan zenit va nadir nuqtalari orqali o‘tadi. YOritgichlarning sutkalik yo‘llari, ekvatorga parallelь bo‘lgan sutkalik parallelь aylanalari bo‘ylab kechganidan ular ham matematik gorizontga tik va u bilan teng ikkiga bo‘linadi (10-rasm). Bundan ko‘rinishicha, ekvatorda osmonning shimoliy va janubiy yarim sharidagi barcha yoritgichlarning gorizontni ustida va ostida bo‘lish vaqtlari o‘zaro teng bo‘ladi. Ularning meridiandagi balandliklari
$h = 90^0 - |\delta|$ ga teng bo‘ladi. Ekvatordagi kuzatuvchi uchun barcha yoritgichlar chiqadi va botadi. Agar yoritgich ekvator bo‘ylab sutkalik ko‘rinma harakat qilsa, u zenit orqali o‘tadi.

Bu joyda Quyoshning ma’lum kun uchun sutkalik ko‘rinma harakatini topish uchun, dastlab ekliptikada, berilgan kun uchun Quyoshning o‘rni topiladi. So‘ngra topilgan nuqtadan osmon ekvatori tekisligiga parallelь tekislikda yotuvchi aylana–sutkalik parallelь aylanasi o‘tkaziladi. Quyoshning berilgan kundagi ko‘rinma harakati shu aylana bo‘ylab kuzatiladi.
Ayrim xarakterli kunlarda, Quyoshning gorizontga nisbatan sutkalik ko‘rinma harakatini ko‘raylik. 22 dekabrь kuni qishki quyosh turishi nuqtasi orqali o‘tkazilgan sutkalik paralleldan (rasmga qarang) ko‘rinadiki, u kuni Quyosh osmonning janubiy yarim sharida sharqdan $23^0 26'$ li yoy masofada matematik gorizontdan ko‘tariladi. Quyoshning 21 mart va 23 sentyabrь kunlaridagi ko‘rinma so‘tkalik yo‘li, osmon ekvatori bo‘ylab kuzatiladi. Bu kunlari tush paytda Quyosh zenitdan o‘tadi. 22 iyunda esa, Quyoshning sutkalik yo‘li osmonning shimoliy yarim shari qismida ekvatordan $23^0 26'$ li yoy

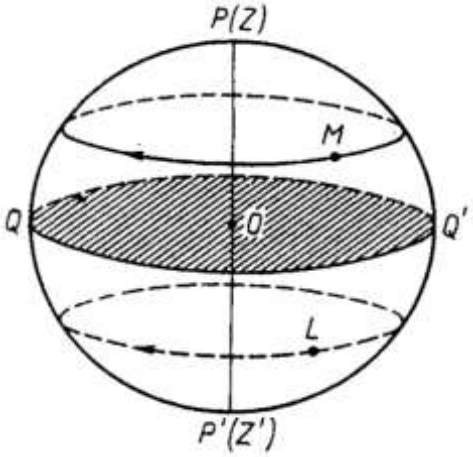


10 – rasm.Ekvatordagi kuzatuvchi uchun yulduzlar osmonining sutkalik ko‘rinma aylanishi.

masofadan o‘tuvchi sutkalik parallel bo‘ylab joylashadi. Tush paytda Quyosh, 22 dekabrdagi kabi gorizontdan $66^0 34'$ balandda bo‘ladi. SHunday qilib, ekvatorda bizga tanish to‘rt faslning ma’nosi yo‘qolib o‘rniga asosan ikki fasl-kuz va bahor paytlari eng issiq davr (1-fasl) va yoz hamda qish paytlarida birdek salqin davr (2-fasl) kuzatiladi.

2-hol. $\varphi=\pm 90^0$, ya’ni kuzatuvchi Er qutblarida bo‘lsin. Agar kuzatuvchi shimoliy qutbda bo‘lsa, olam shimoliy qutbining balandligi $h_p = 90^0$, ya’ni zenit bilan ustma-ust tushadi, u holda olam o‘qi vertikal o‘q bilan, olam ekvatori esa matematik gorizont bilan ustma-ust tushadi (11 –

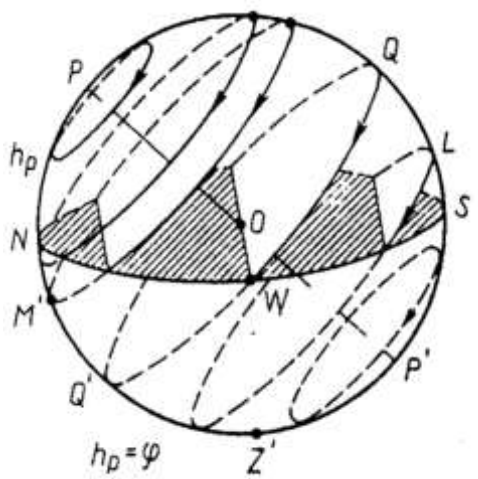
rasm). Bunda osmonning shimoliy yarim sharidagi barcha yulduzlar matematik gorizontga parallel aylanadi va botmaydi. Ularning aylanishi balandliklari yil davomida o‘zgarmas bo‘lib, shu yoritgichlarning og‘ish burchaklariga teng bo‘ladi, yaьni $h = \delta$.



11 – rasm. Erning shimoliy qutbidagi kuzatuvchi uchun osmonningsutkalik ko‘rinma aylanishi.

Osmonning janubiy yarim sharidagi yoritgichlar esa, aksincha, chiqmaydi va gorizont ostida unga parallelь harakatlanadi. Quyoshning sutkalik harakati olam qutbida xarakterli bo‘lib, har sutkada chiqib botmaydi. Ekliptika bu joyda matematik gorizont bilan teng ikkiga bo‘linganidan Quyosh yarim yil gorizontdan yuqorida gorizontga deyarli parallelь aylanadi. Quyosh qutbdagi kuzatuvchi uchun 21 mart kuni chiqadi va spiral bo‘ylab har kuni qariyb chorak gradusdan ko‘tarilib boradi. 22 iyunda Quyoshning balandligi maksimumga erishib, $\delta = +23^0 26'$ ga etadi. SHundan so‘ng yana uch oy davomida Quyosh balandligining tushuvi davom etadi. 23 sentyabrь kuni Quyosh eng so‘nggi marta gorizont ustida aylanadi va so‘ngra botadi. SHundan keyin to kelgusi yilning 21 martiga qadar Quyosh chiqmaydi.

<u>3-hol</u>. $0^0 < \varphi < 90^0$, ya’ni kuzatuvchi ekvatordan va qutbdan boshqa o‘rta geografik kenglamalarga tegishli nuqtalarda bo‘lsin. Bu joylarda sutkalik parallelь aylanalari matematik gorizont bilan kesishganda teng ikkiga bo‘linmaydi (olam ekvatori bundan mustasno). SHimoliy yarim shardagi sutkalik parallelь aylanalarning gorizont ustidagi qismi gorizont ostidagi qismidan katta bo‘ladi va bu farq yoritgichlarning og‘ish burchagiga (δ) bog‘liq bo‘lib, u qancha katta bo‘lsa shuncha ko‘p bo‘ladi (12 – rasm). Janubiy yarim shardagi yoritgichlarning sutkalik aylanalari uchun esa, aksincha gorizont ostidagi qismlari, ustidagisidan ko‘p, ya’ni yoritgichlar gorizont ostida ustidagiga qaraganda ko‘proq vaqt bo‘ladilar. SHuningdek, osmonning shimoliy va janubiy yarim sharlarida matematik gorizont bilan kesishmaydigan sutkalik parallellar ham mavjud bo‘lib, ular bo‘yicha harakatlanadigan yoritgichlar *botmaydigan* yoki *chiqmaydigan* yoritgichlar bo‘ladi. Ular osmonning qutbga yaqin kichik maydonini egallashlari joyning geografik kengligiga bog‘liqdir. Rasmdan qarab, chiqmaydigan va botmaydigan yoritgichlarning og‘ishi uchun quyidagi munosabatni aniqlash mumkin: botmaydigan yoritgichlar uchun $\delta \geq 90^0 - \varphi$, chiqmaydigan yoritgichlar uchun esa $\delta < 90^0 - \varphi$.



12 – rasm.O‘rta geografik kenglamalarda yulduzlar sutkalik ko‘rinma aylanishlarining ko‘rinishi.

Bunday tengliklardan Quyoshning sutkalik yo‘li shimoliy yarim sharda bo‘lganda (ya’ni 21 martdan to 23 sentyabrga qadar) kunduzini kechasidan uzunroq, janubiy yarim sharda bo‘lganda esa (ya’ni 23 sentyabrdan to kelgusi yilning 21 martiga qadar), kechasining uzunligi kunduzidan ko‘proq ekanligi ko‘rinadi. Agar joyning geografik kenglamasi qutb aylanasidan shimolda (ya’ni $\varphi>66^0 33'$) bo‘lsa, bunday joylarda 22 iyunga yaqin bir necha kunlar yoki oylar davomida Quyoshni botmasligini, 22 dekabrь atrofidagi kunlarda esa, aksincha, uning chiqmasligini kuzatish mumkin.

3-dars.

YOritgichlarning kul’minatsiyasi va kulьminatsiya balandliklari. Joyning kenglamasini taqribiy hisoblash. Vaqtni o‘lchash asoslari. YUlduz vaqti. Haqiqiy va o‘rtacha quyosh vaqtlari. Vaqt tenglamasi.

Darsning maqsadi:
haqidagi tushunchalarni o‘quvchilarda shakllantirish. YOritgichlarning (jumladan Quyoshning) kul’minatsiya paytidagi balandligini hisoblash malakasini shakllantirish. Joyning kenglamasini taqribiy hisoblash malakasiga erishish. O‘quvchilarga vaqtni o‘lchash asoslari haqida tushuncha berish. YUlduz vaqti. Haqiqiy va o‘rtacha quyosh vaqtlari qanday o‘lchanishi va o‘zaro farqlari to‘g‘risida ma’lumot berish. Ma’lum bir joyda ixtiyoriy yulduzning yoxud Quyoshning berilgan soat burchagiga ko‘ra, eslatilgan vaqtlarni topish malakasini shakllantirish.

Ko‘rsatma qurollar:

Osmon sferasining modeli, Quyoshning og‘ishi haqida ma’lumot aks qilingan «Astronomik kalendarlar». YUlduzlar atlasi va demonstratsion surilma xaritasi. Telluriy, Osmon sferasining modeli, Quyosh soati va mayatnikli soatlar.

O‘quv materiallarini bayon qilish rejasi:

1. YOritgichlarning kulьminatsiyasi
2. Kulьminatsiya balandliklarini hisoblash
3. YOritgichlarning og‘ishi va o‘lchangan balandliklarga ko‘ra, joyning geografik kengligini hisoblash malakasini shakllantirish.
4. Erning o‘z o‘qi atrofida aylanishining davri-vaqt o‘lchovi sifatida.
5. YUlduz vaqti
6. Haqiqiy quyosh vaqti

7. O‘rtacha quyosh vaqti
8. Vaqt tenglamasi
9. YUlduz va o‘rtacha quyosh vaqtlari orasidagi bog‘lanish (munosabat).

Uyga vazifa: [1], [2]

10-§. Vaqtni o‘lchash asoslari

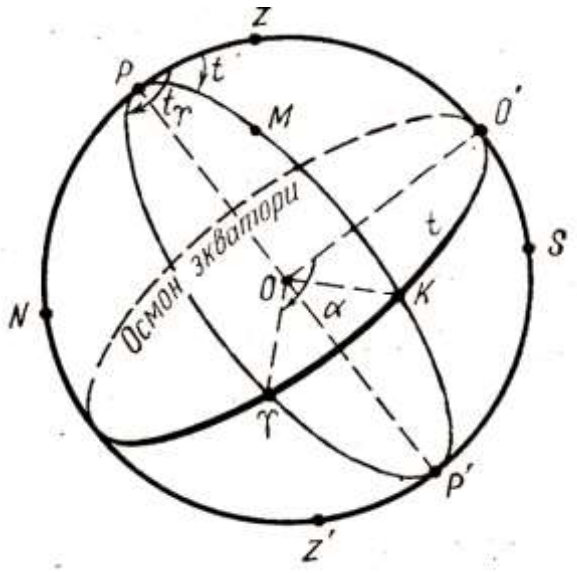
Vaqtni o‘lchash astronomiyaning asosiy masalalaridan biridir. Astronomiyada vaqt birligi qilib, *Erning o‘z o‘qi atrofida bir marta to‘la aylanib chiqish davri olinadi.* Erning o‘z o‘qi atrofida aylanish davri, osmonni sutkalik ko‘rinma aylanishining davriida o‘z aksini topganidan, vaqt birligi – sutka sifatida, osmon sferasining bir marta to‘la aylanib chiqish vaqti olinadi. Vaqtni qaysi osmon jismiga nisbatan aniqlanishiga ko‘ra, u yulduz yoki Quyosh vaqtiga bo‘linadi.

YUlduz vaqti. *YUlduz vaqti* s deb, bahorgi tengkunlik nuqtasining (♈) yuqori kulьminatsiyasidan ketib, osmonning ma’lum bir nuqtasiga borguncha ketgan vaqtni yulduz sutkasi ulushlarida ifodalanganiga aytiladi.

YUlduz sutkasi deb, bahorgi tengkunlik nuqtasiniig ikki marta ketma-ket yuqori (yoki quyi) kulьminatsiya nuqtasidan o‘tishi uchun ketgan vaqtga aytiladi. YUqoridagi ta’rifdan ko‘rinishicha, yulduz vaqti bahorgi tengkunlik nuqtasining soat burchagiga teng bo‘ladi (13-rasm),ya’ni $s = t_{\gamma}$,

YUlduz vaqti yulduz soatlari orqali aniqlanadi. Bu soatlar, qo‘llaniladigan Quyosh soatlaridan farq qilib, sutkasining uzunligi $23^h56^m4^s$ ga, ya’ni Erning o‘z o‘qi atrofida to‘la aylanish vaqtiga teng bo‘ladi. Osmonda bahorgi tengkunlik nuqtasi birorta yulduz bilan ustma-ust tushmaganligi tufayli uni osonlikcha topib bo‘lmaydi. Demak, uning soat burchagini ham oddiy usullarda o‘lchashning imkoni bo‘lmaydi. SHuning uchun ham yulduz vaqtini topishda, yulduzlarning bahorgi tengkunlik nuqtasi bilan bog‘lanishini (α - to‘g‘ri chiqishi orqali) e’tiborga olib ish ko‘riladi. ♈-nuqtasining soat burchagi (yulduz vaqti) istalgan yulduzning soat burchagi (t_*) bilan uning to‘g‘ri chiqishining (α_*) yig‘indisidan iborat bo‘ladi, ya’ni

$$s = t_{\gamma} = \alpha_* + t_*$$



13 – rasm.YUlduz vaqtining ixtiyoriy yoritgichning koordinatalari (t, α)bilan bog‘liqligi.

Agar bu ifoda orqali yulduz vaqti aniqlanmoqchi bo‘lgan yoritgich yuqori kulьminatsiyada bo‘lsa ($t_* = 0$), u holda $s = \alpha_*$, u quyi kulьminatsion nuqtada bo‘lganda esa, yulduz vaqti $s = \alpha_* + 12^h$ bo‘ladi.

YUlduz vaqti, asosan astronomik kuzatishlar uchun ishlatilib, yoritgichlarning aniq o‘rinlarini topishda, ayniqsa ularni to‘g‘ri chiqishlarini aniqlashda muhim o‘rin tutadi.

Turmushda esa, yulduz vaqtini ishlatish noqulaylik tug‘diradi, chunki yulduz sutkasi, Quyosh sutkasi uzunligidan kichik bo‘lganidan yulduz sutkasining boshi kunlar o‘tishi bilan siljib kunduz va kechaning turli vaqtlariga to‘g‘ri kelaveradi. SHunga ko‘ra turmushda Quyosh sutkasidan foydalaniladi. Quyosh, yulduzlar qatori sutkalik ko‘rinma harakatda ishtirok qilishi bilan birga, yulduzlar fonida ekliptika bo‘ylab yillik ko‘rinma harakatda ham ishtirok qilganligi tufayli uning vaqtini aniqlash, ma’lum qiyinchilik bilan kechadi.

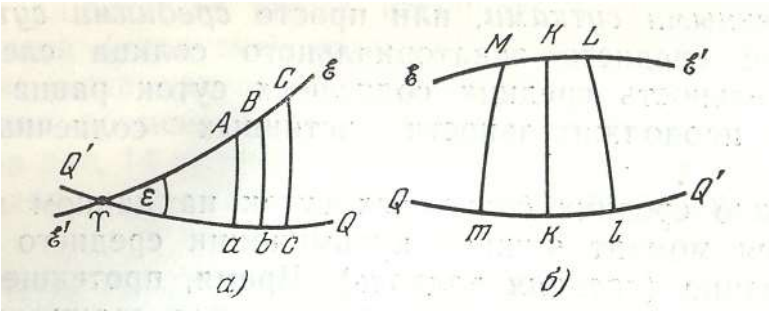
11-§. Quyosh vaqtlari

1. Haqiqiy quyosh vaqti. Haqiqiy quyosh vaqti deb, Quyosh markazining quyi kulьminatsiyasidan ketib, osmonning ma’lum bir nuqtasiga borguncha ketgan vaqtni haqiqiy quyosh sutkalari ulushlarida ifodalanganiga aytiladi. *Haqiqiy quyosh sutkasi* deb, Quyosh markazining ketma-ket ikki marta yuqori (yoki quyi) meridiandan o‘tishi uchun ketgan vaqtga aytiladi. Haqiqiy quyosh vaqti ma’lum Er meridiani uchun ushbu

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

ifodadan topiladi, bu erda $t_{\odot}$- Quyoshning soat burchagi. Quyoshning ekliptika bo‘ylab yillik siljishi, uning sutkalik ko‘rinma harakatiga qarama-qarshi yo‘nalganligi tufayli, Quyosh sutkasining uzunligi, yulduz sutkasidan, bir sutka davomida ekliptika bo‘ylab quyoshning Δs siljish kattaliklarining (*AV,VS* yoki *MK, KL*) osmon ekvatoriga Δt proeksiyalari (*av* , *vs* yoki *mk, kl*) qadar ortiq bo‘ladi (14 - *a)* va *v)* rasmlar).

Quyoshning ekliptika bo‘ylab ko‘rinma xarakati bir tekis bo‘lmaganligi tufayli (bunga sabab,Erning Quyosh atrofidagi haqiqiy xarakatining bir tekis emasligidadir), Δs ning kattaligi yilning turli fasllarida turlichadir, binobarin, uning ekvatorga proeksiyasi Δt ham o‘zgarmas bo‘lmagan kattalikdir. Natijada ma’lum bo‘ladiki, Quyosh sutkasining uzunligi ham o‘zgaruvchan kattalikdir. SHuningdek ekliptikaning osmon ekvatoriga og‘maligi tufayli agar Quyosh, bahorgi yoki kuzgi teng kunlik nuqtalari yaqinidan o‘tayotgan bo‘lsa (14 –*a* rasmga qarang), $\Delta t < \Delta s$ bo‘ladi. Agar Quyosh, eslatilgan nuqtalardan 90^0 narida yotgan nuqtalar (qishki va yozgi quyosh turishi nuqtalari) yaqinidan o‘tayotgan bo‘lsa (14–*b* rasm), u holda $\Delta t > \Delta s$ bo‘ladi.



14 – rasm.Quyoshning ekliptika bo‘ylab sutkalik siljishlarining osmon ekvatoridagi proeksiyalari.

Demak, bundan ko‘rinadiki, garchi Quyosh ekliptika bo‘ylab tekis harakatlanganida ham Δt ning kattaligi baribir yarim yillik davr bilan o‘zgarar ekan. Binobarin, *quyosh sutkasining uzunligi*, yuqorida keltirilgan ikki sababga ko‘ra yil davomida *o‘zgaruvchan* kattalik bo‘lar ekan.

SHuning uchun turmushda haqiqiy quyosh vaqtidan foydalanib bo‘lmaydi. SHu tufayli amalda, sutkasining uzunligi doimo bir xil bo‘ladigan o‘rtacha quyosh vaqtidan foydalaniladi.

2. O‘rtacha quyosh vaqti. Turmushda aniq Quyosh vaqti bilan ish ko‘rish uchun astronomiyada harakati, haqiqiy Quyosh harakati bilan bog‘liq va sutkasining uzunligi yil davomida o‘zgarmas bo‘lgan faraziy Quyosh qabul qilingan. Bunday Quyosh yil davomida osmon ekvatori bo‘ylab bir tekis ko‘rinma harakat qilib, o‘rtacha ekvatorial Quyosh deb yuritiladi. O‘rtacha ekvatorial Quyosh, tezligi o‘zgarmas deb qabul qilingan o‘rtacha ekliptikal (ekliptika bo‘ylab harakatlanuvchi) faraziy Quyosh tezligida harakatlanib, istalgan paytda, ularga mos to‘g‘ri chiqishi va ekliptikal uzunlamasi, bir-biriga teng bo‘ladi. O‘rtacha ekvatorial Quyoshning sutkalik to‘g‘ri chiqishi orttirmasi $\Delta\alpha$ o‘zgarmas bo‘lib,

$$\Delta\alpha = \frac{24^{\mathrm{h}}}{365^{d},2422} = 3^{m}56^{s},58$$

ga teng bo‘ladi.

O‘rtacha quyosh vaqti deb, o‘rtacha ekvatorial Quyoshning quyi kulьminatsiya nuqtasidan ketib, osmonning ma’lum bir nuqtasiga borguncha ketgan vaqtni o‘rtacha quyosh sutkalari ulushlarida ifodalanganiga aytiladi. O‘rtacha quyosh sutkasi deb, o‘rtacha ekvatorial Quyoshni bir xil nomlangan kulminatsiyadan (yuqori yoki quyi) ikki marta ketma-ket o‘tishi uchun ketgan vaqt oralig‘iga aytiladi. O‘rtacha quyosh vaqti, berilgan Er meridiani uchun ushbu ifodadan topiladi:

$$T_m = t_m + 12^h$$

bu erda t_m - o‘rtacha Quyoshning soat burchagi.

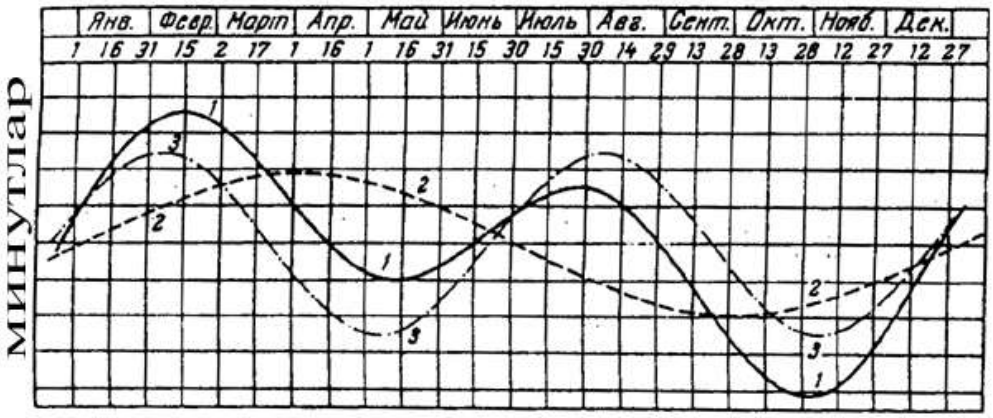
2-§. Vaqt tenglamasi

Ma’lum bir vaqt uchun o‘rtacha va haqiqiy quyosh vaqtlari orasidagi farq η - vaqt tenglamasi deb yuritiladi, ya’ni

$$T_m - T_{\odot} = \eta \qquad \text{yoki} \qquad t_m - t_{\odot} = \eta.$$

Istalgan paytda o‘rtacha quyosh vaqti, haqiqiy quyosh vaqtiga vaqt tenglamasining qo‘shilganiga teng bo‘ladi. Demak, istalgan vaqtda haqiqiy Quyoshning soat burchagini o‘lchab va vaqt tenglamasidan foydalanib, o‘rtacha quyosh vaqtini topish mumkin bo‘ladi.

Vaqt tenglamasining (η) yil davomida o‘zgarishi, 15–rasmdagi grafikda keltirilgan (qalin chiziq). Bu chiziq ikki sinusoidal grafikning algebraik yig‘indisidan iborat bo‘lib, ulardan biri (shtrix) yarim yillik davr bilan, ikkinchisi (punktir) yillik davr bilan o‘zgaradi. YArim yillik davr bilan o‘zgaruvchi egrilik, haqiqiy va o‘rtacha quyosh vaqtlari orasidagi ekliptikaning ekvatorga og‘maligi tufayli vujudga keladigan farqni; yillik davr bilan o‘zgaruvchi egrilik esa, Quyoshning ekliptika bo‘ylab harakatining bir tekis emasligidan kelib chiqadigan farqni ifodalaydi. Vaqt tenglamasini yilning istalgan kuni uchun hisoblab chiqirish mumkin. Astronomik kalendarlarda, uning qiymatlari, Grinvich meridianining har yarim kechasi uchun jadval ko‘rinishda beriladi.



15 – rasm. Vaqt tenglamasining yillik o‘zgarish grafigi.

4-dars.

Mahalliy va Dunyo vaqtlari. Poyas va dekret vaqtlari. Ular orasida bog‘lanish. Sananing o‘zgartirish chizig‘i. Kalendarlar. Quyosh kalendarlari. Oy kalendarlari. Xijriy kalendarlar. Quyosh-Oy kalendari va muchal haqida tushuncha. U.Xayyom taqvimi.

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarga mahalliy, dunyo, poyas va dekret vaqtlari haqida tushuncha berish. Berilgan poyas nomeri va joyining uzunlamasiga ko‘ra bu vaqtlarning biridan ikkinchisiga o‘ta olish malakasini shakllantirish. Sanani o‘zgarish chizig‘i to‘g‘risida ma’lumot berish. O‘quvchilarga insoniyatning madaniy tarixida kalendarning tutgan o‘rni, roli va ahamiyati haqida tushuncha berish. Ularni Quyosh va Oy kalendarlarining asosi bilan tanishtirish. Bu kalendarlarning biridan – ikkinchisiga o‘tish hisob-kitobi bo‘yicha o‘quvchilar malakasini shakllantirish. SHarq kalendarlari va ularning asoschilari haqida ma’lumot berish.

Ko‘rsatma qurollar:

Er globusi, Telluriy, Dunyo poyaslari xaritasi, osmon sferasining modeli. Telluriy kalendar jadvallari (Quyosh va Oy kalendarlariniki). Kalendarlar haqida adabiyotlar (I.Klimishin, «Xronologiya i kalendari»,ssobulьskiy «Kalendari stran vostoka», Seleshnikov «Xronologiya i kalendari», Qodirov «Vaqt va kalendarlar», Umarov «Vaqt sirlari», YA.SHur «Rasskazы o kalendaryax» va boshq.)

O‘quv materiallarini bayon qilish rejasi:

1. Mahalliy va dunyo vaqtlari haqida.
2. Poyas va dekret vaqtlari.
3. Eslatilgan vaqtlar orasidagi bog‘lanish.
4. Bu vaqtlarning biridan ikkinchisiga o‘tishi bo‘yicha bir- ikki mashqlarni echish.
5. Sananing o‘zgartirish chizig‘i haqida tushuncha.

Uyga vazifa: [1], [2]

13-§. Vaqt hisobi tizimlari

1. Mahalliy vaqt. Er sharidagi ma’lum bir punkt uchun yuqoridagi ta’riflar bo‘yicha aniqlangan vaqt (yulduz, haqiqiy yoki o‘rtacha quyosh vaqti) shu joy uchun mahalliy vaqtni beradi. ♈ bahorgi tengkunlik nuqtasining yoki Quyosh markazining soat burchagi, ma’lum bir Er meridianining barcha nuqtalari uchun bir xil bo‘lganidan, maxalliy vaqt mazkur meridian

bo‘ylab bir xil bo‘ladi. Agar Er sharidagi ikki nuqtaning uzunlamalari λ_1 va λ_2 bo‘lib, ularning farqi $\Delta\lambda$ ni bersa, u xolda bu ikki punktdan sharqdagisining mahalliy vaqti ham g‘arbdagisinikidan $\Delta\lambda$ ga ortiq bo‘ladi, ya’ni

YUlduz vaqti uchun: $s_2 - s_1 = \lambda_2 - \lambda_1$

Haqiqiy quyosh vaqti uchun: $T_{\odot 2} - T_{\odot 1} = \lambda_2 - \lambda_1$

O‘rtacha quyosh vaqti uchun: $T_2 - T_1 = \lambda_2 - \lambda_1$

bo‘ladi. Erdagi ma’lum meridian uchun mahalliy vaqt, shu meridianning istalgan nuqtasidan turib, bevosita kuzatish orqali aniqlanadi.

2. Dunyo vaqti. Nulinchi (Grinvich orqali o‘tgan) meridianning o‘rtacha quyosh vaqti dunyo vaqti (T_0) deb yuritiladi (16– rasm.). Er sharidagi istalgan punktning mahalliy o‘rtacha quyosh vaqti, dunyo vaqti bilan quyidagicha bog‘lanishda bo‘ladi:

$$T_m = T_0 + \lambda$$

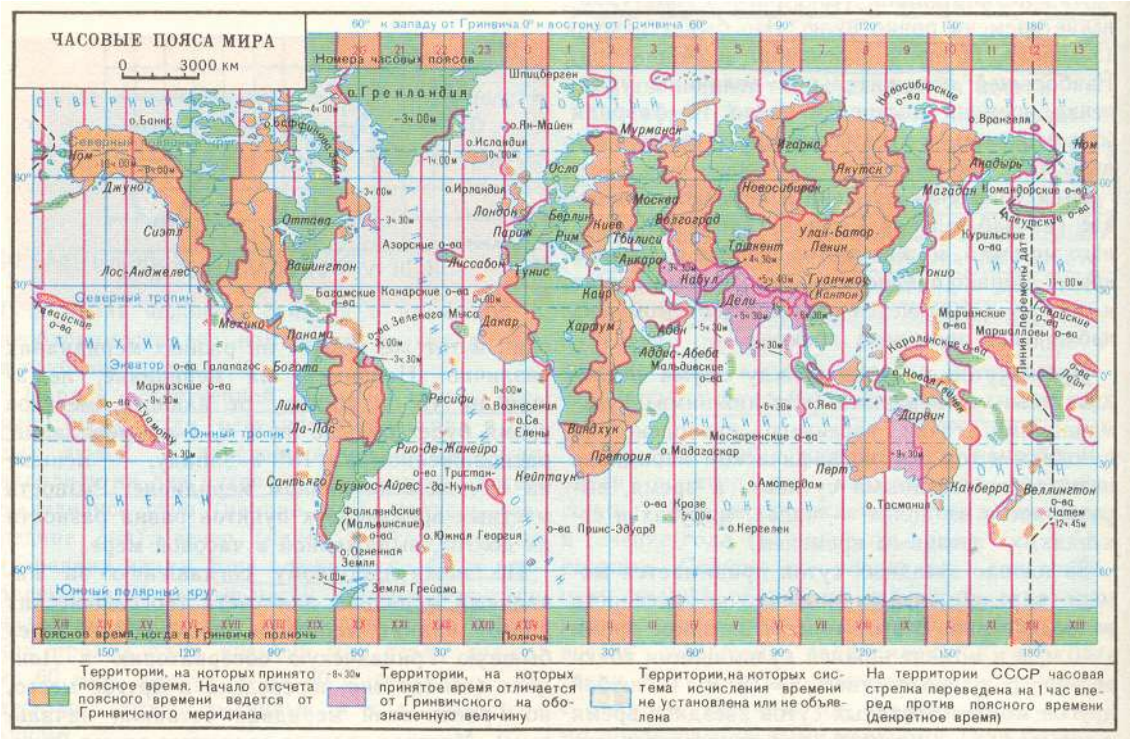
bu erda λ – mahalliy vaqti topilayotgan joyning uzunlamasi.

Dunyo vaqti, ko‘pgina astronomik hodisalarning momentlarini belgilashda keng qo‘llaniladi.

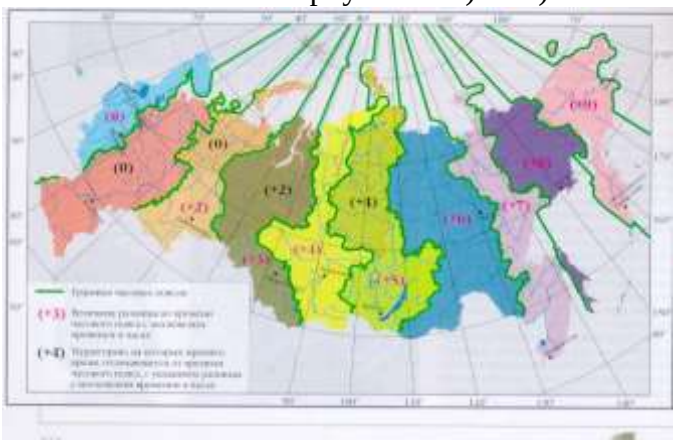
16 – rasm.Vaqt hisobi Grinvich meridiani vaqtidan boshlanib,u dunyo vaqti deyiladi.

3. Poyas vaqti. Kundalik hayotda joyning o‘z mahalliy vaqtidan foydalanish o‘ng‘aysizlik tug‘diradi, chunki Er sharida cheksiz ko‘p meridian aylanasi o‘tkazish mumkin bo‘lib, oqibatda, cheksiz ko‘p mahalliy vaqt bilan ish ko‘rishga to‘g‘ri kelardi. Bunda vaqtlar, meridianlarning bir-biridan qanchalik uzoqliklariga ko‘ra, bir-birlaridan minutlarga, sekundlarga va sekundning ulushlariga farq qilishlari mumkin. SHuning uchun 1884 yili vaqtni hisoblashning poyas sistemasi qabul qilindi.

Buning uchun Er shari *24 ta poyasga bo‘linib, ular 0 dan 23 gacha* nomerlandi. Bu poyaslarni chegara chiziqlari, okean va dengizlar hamda aholi yashamaydigan joylarda aniq meridian bo‘ylab, qolgan joylarda esa, davlat ma’muriy — xo‘jalik va geografik chegaralar bo‘ylab yo‘naladi (17 – rasm). SHuningdek shartli ravishda, cheksiz ko‘p meridianlardan 24 tasi ajratib olinib, ular *asosiy meridianlar* deb yuritiladi. Asosiy meridianlarning geografik uzunlamalari, mos ravishda 0^h, 1^h, 2^h, Z^h, ..., 23^h ga tengdir. Boshqacha aytganda, har bir poyasga bittadan asosiy meridian to‘g‘ri kelib, uzunlamasi 0^h bo‘lgan asosiy meridian nolinchi poyasning taxminiy o‘rtasidan, uzunlamasi 1^h bo‘lgani 1–poyasniig o‘rtasidan o‘tadi va hokazo.



17 – rasm.Er shari sirti poyaslari –a) va b). a)



b)

Ixtiyoriy poyasning T_p poyas vaqti qilib, mazkur poyasning o‘rtasidan o‘tgan asosiy meridianning mahalliy vaqti olinadi. Ma’lum poyasda joylashgan va uzunlamasi λ bo‘lgan punktning maxalliy vaqti T_m quyidagi mahalliy va poyas vaqtlarni bog‘lovchi formuladan foydalanib topiladi:

$$T_m - T_p = \lambda_m - N^h,$$

bu erda λ_m – joyning sharqiy uzunlamasini N–esa poyas nomerini ifodalaydi. Poyas chegarasida yotgan ixtiyoriy punkt mahalliy vaqtining mazkur poyas vaqtidan farqi $\pm 30^m$ gacha bo‘ladi. Poyas vaqti dunyo vaqti bilan quyidagicha bog‘lanadi:

$$T_p = T_0 + N^h$$

bu erda ham N–poyas nomeri. Sobiq Ittifoqda poyas vaqti 1919 yilning 1 iyunidan qabul qilingan edi.

4. Dekret vaqti. YOz oylarida kunduz yorug‘ligidan to‘la foydalanish, shuningdek, elektr energiyasidan uy-joylar va korxonalarni yoritishda ratsional foydalanish hisobiga uni tejash maqsadida, ko‘p mamlakatlar dekret vaqti bilan ish ko‘radi. Korxonalarning ish grafigini o‘zgartmagan holda ish vaqtini odatdagidan bir soat oldin boshlash (ya’ni dekret vaqtiga o‘tish) maqsadida, 1920 yillarda sobiq Ittifoq xalq komissarlari Sovetining dekreti bilan bir necha marta soat strelkalarining mili har yili yozda 1 soat ilgariga, qishda esa, aksincha 1 soat orqaga surilardi. Oxirgi marta – 1930 yilning 16 iyunida shunday dekret bilan soat strelkalarining mili 1 soat ilgari surildi va 1931 yilning 9 fevralida dekret bilan qabul qilingan vaqt, o‘z kuchini

maxsus yangi dekret bilan bekor qilingunga qadar saqlab qoladi deb qo‘shimcha e’lon qilindi. SHundan buyon bunday vaqt dekret vaqti deb nom oldi. Dekret vaqti *(T_d),* poyas, dunyo va mahalliy vaqtlari bilan, mos ravishda, quyidagicha bog‘lanishda bo‘ladi:

$$T_d=T_p+1^h$$

$$T_d=T_o+(N+1)^h$$

$$T_d = T_m - \lambda_m + (N+1)^h$$

Dunyoda dekret vaqti bilan yuradigan mamlakatlar ko‘p bo‘lib, Buyuk Britaniya unga 1967 yilning oktyabridan o‘tdi.

14-§. Kalendarlar

Uzoq muddat oraliqlarini vaqt birliklari – yillar, oylar, haftalar va kunlar bo‘yicha sistemaga solish kalendarь deb yuritiladi.

Vaqtni o‘lchash kabi, kalendarlarni tuzish ham osmon jismlarining davriy harakatiga asoslanadi. Kalendarni tuzishning qiyinligi shundaki, osmon jismlaridan birortasining davri ikkinchisining davri bilan aniq (ya’ni qoldiqsiz) o‘lchana olmaydi. Masalan: Erning Quyosh atrofidagi aylanish davri-bir yilni sutkalarda ifodalasak, u taxminan 365,25 sutka chiqadi, ya’ni qoldiq-yuzdan yigirma besh sutkaga (taxminan olti soatga) teng bo‘ladi. Oy davri bilan hisoblashganda esa, bir yilning ichida 12 oy-u yana o‘rtacha o‘n bir sutka qoldiq qoladi. Oy davri uzunligini sutkalarda ifodalansa, 29 sutka-yu yana yarim kun, ya’ni 12 soatdan ko‘proq vaqt ortib qolada va hokazo.

SHuning uchun kalendarlar, qaysi osmon jismining davrini asos qilib olinishiga ko‘ra, har xil bo‘ladi. Agar asos qilib Oyning Er atrofida aylanish sinodik davri - 29,53 sutka olinsa, bu kalendarь Oy kalendari, agar Quyoshning Er atrofidagi yillik ko‘rinma harakatining davri (bu harakat Erning Quyosh atrofidagi haqiqiy harakati tufayli sodir bo‘ladi) asos qilib olingan bo‘lsa, bunday kalendarь Quyosh kalendari deb yuritilada. Ba’zi kalendarlarda har ikkala osmon jismining davrlari birgalikda asos qilib olinadi, bunday kalendarь Quyosh-Oy kalendari deb yuritiladi.

1. **Oy - hijriy kalendari.** Milodning 631 yilida islom dinining asoschisi Muhammad payg‘ambar, ungacha qo‘llanilib kelingan va yilining uzunligi 12,ba’zan 13 oylik yahudiylarning quyosh-oy kalendari o‘rniga musulmonlar uchun yilning uzunligi 12 sinodik oydan iborat bo‘lgan oy kalendarini joriy qiladi. Mazkur kalendarь yilining uzunligi 354 yoki 355 kundan (12×29,53) iborat bo‘lib, Quyosh kalendari yilining uzunligidan o‘rtacha o‘n bir sutkaga kamlik qiladi.

Musulmonlar kalendarining erasi hijriy era (“hijrat” arabcha – ko‘chib o‘tmoq demakdir) deb yuritilib, Muhammad payg‘ambarning Makkadan Madinaga ko‘chib o‘tgan yilining boshidan hisoblanadi. Bu kun grigorian kalendari bo‘yicha 622 yilning 16 iyulь, juma, “yangioy” ko‘ringan kuniga to‘g‘ri keladi. Musulmonlar kalendarida yilning oylari quyidagicha nomlanadi:

Muxarram	30	Rajab	30
Safar	29	SHa’bon	29
Rabi al–avval	30	Ramazon	30
Rabi as– soni	29	SHavval	29
Jumada al–avval	30	Zul–qa’da	30
Jumada al–oxira	29	Zulhijja	29(30)

Xijriy yilning uzunligidan ma’lumki, uning yangi yili biz ishlatayotgan kalendarnikiga mos kelmaydi. Oy – hijriy kalendari bo‘yicha yangi – 1429 yil 2008 yilning 10 yanvarь payshanba kuni kirgan.

2. Quyosh–Oy kalendari. Quyosh–oy kalendari deb yuritiladigan yahudiylarning kalendarida bir yil ba’zan 12 ta, ba’zan esa 13 ta oydan tashkil topadi. 12 ta oy bo‘lgan yillarda

uning uzunligi 354 yoki 355 kundan, 13 oylik bo‘lgan yillarda esa yilning uzunligi 383 yoki 384 kunga teng bo‘ladi. Musulmonlar kalendaridan farq qilib, quyosh–oy kalendarida 13 oyli yillarning bo‘lishiga sabab, oy kalendarida eslatilgan yil uzunligi–354 kunning tropik yil uzunligi – 365,25 kundan o‘rtacha 11 sutkaga kamligidandir. SHuning uchun oy kalendari har uch yilda qariyb bir oy oldin keladi. Bu xatolikni tuzatish maqsadida, eramizning V asrida yashab o‘tgan yunon matematigi va astronomi Meton 433 yili, ketma–ket kelayottan 12 yilni 12 oydan va keyingi 7 yilni 13 oydan bo‘lsin deb taklif kiritdi. 19 yillik bu davr Metonssikli deyilib, uning eslatilgan taklifi bilan ish ko‘rilganda, quyosh–oy kalendari bo‘yicha yilning o‘rtacha uzunligi, Quyosh kalendari bo‘yicha yilning uzunligi (365,24) bilan deyarli bir xil bo‘lib, xatolik bu davr ichida atigi 2 soatni tashkil qilgan bo‘lar edi. YAhudiylarning bu kalendari, eramizdan oldin 3761 yilning 7 oktyabridan ya’ni “Olam yaratilishi” deyilmish afsonaviy vaqtdan boshlanib, uning erasi “Odam ato erasi” ham deb yuritiladi. YAhudiylar–5769 yili 2008 yilning 30 sentyabrь seshanba kuni, 5770 yili esa, 2009 yilning 19 sentyabrь shanba kuni kiradi.

3. Quyosh kalendari. Endi kundalik foydalanayotgan o‘zimizning melodiy kalendarь tarixi haqida to‘xtaylik. Bundan qariyb ikki ming yil oldin misrlik astronom Sozigen, tropik yilning uzunligini (365,25 sutkani) butun sutkalarda ifodalash maqsadida, ketma—ket kelayotgan uch yilning 0,25 sutkalik qoldig‘ini tashlab yuborib, uzunligini 365 kundan, to‘rtinchi yilni esa qoldiqlarni e’tiborga olgan holda, 366 = 365+(4x0,25) kundan qilib hisoblashni taklif etdi.

Bu taklif o‘sha davrda kalendarni isloh qilish ilinjida yurgan Rim sarkardasi YUliyssezarga ma’qul tushdi va eramizdan oldin 45 yilda Sozigen taklif qilgan kalendarni joriy qilishga to‘g‘risida qaror chiqardi. Mazkur kalendarь YUliyssezarь sharafiga YUlian kalendari deb nom oldi. Islohotda, tartib nomeri 4 ga qoldiqsiz bo‘linadigan yillar kabisa yillar deyilib, 366 kundan, qolgan yillar esa, oddiy yillar hisoblanib, 365 sutkadan qilib olinsin deyilgan edi. Bu islohot qabul qilingunga qadar, qadimgi Rimliklar, dastlab yilining uzunligi 304 kunlik (10 oylik) keyinroq borib, yil boshi mart oyining boshiga to‘g‘ri keladigan va uzunligi 365 kunli Quyosh–Oy kalendari bilan ish ko‘rar edilar. Eramizdan oldingi 45 yilga kelib, yil boshi birinchi martdan, Rimda yangi saylangan konsullar taxtga o‘tiradigan kun–1 yanvarga ko‘chirildi. O‘rta asrlarda astronomik kuzatishlar, yilning uzunligi, ya’ni Erning Quyosh atrofidagi aylanish davrini aniq o‘lchash imkonini berdi. Aniqlashicha bu davr, 365 sutka-yu 6 soat emas, balki 365 sutka-yu 5 soat-u 48 minut, 46 sekund ekanligi ma’lum bo‘ldi. Boshqacha aytganda, yil uzunligi YUlian kaledarida qabul qilinganidan 11 minut-u 14 sekundga qisqa bo‘lib chiqdi. Binobarin, YUlian kalendari bo‘yicha eski yil tutagach, kishilar yangi yilni qabul qilavermasdan yana qo‘shimcha 11 minut-u 14 sekund kutib turganlar. Yillik bu xatolik juda katta bo‘lmay, yig‘ilib 128 yilda bir sutkaga etadi, yuz yillar ichida esa xatolik bir necha sutkani tashkil etadi. XVI asrga kelib YUlian kalendarining xatoligi 10 sutkadan oshib ketdi. Natijada 21 martda kuzatiladigan bahorgi tengkunlik, bu davrda 11 martga to‘g‘ri kelib, ko‘pchilikni, ayniqsa, cherkov axlini katta tashvishga solib qo‘ydi. Gap shundaki, IV asrda Nikeyda (Turkiya) imperator tomonidan yig‘ilgan soborda, xristianlar uchun eng qutlug‘ sanalgan pasxa bayrami o‘sha davrda 21 martga to‘g‘ri keladigan bahorgi tengkunlik bilan bog‘langan edi. Bahorgi tengkunlikning 21 martdan siljib ketishi, vaqt o‘tishi bilan pasxa bayramini ham bahordan yozga tomon siljishiga olib kelardi. Bundan xavotirga tushgan Rim papasi Grigoriy X111 1582 yilda astronomlardan iborat komissiya tuzishga qaror qildi. Ushbu komissiya uzoq ishlab, oxiri Perudji universitetining o‘qituvchisi, vrach Luidji Lillioning loyihasini ma’qul topdi. Lillioning yangi loyihasi, IV asrdan buyon yig‘ilgan o‘n kunlik xatoni tashlab yuborishni va keyingi 100 yilliklarda (1600,1700,1800 va h-zo) 400 ga qoldiqsiz bo‘linmaydigan yuz yilliklarni oddiy yillar deb hisoblashni taklif etgan edi. Mazkur loyihani rim papasi Grigoriy XIII 1582 yilning 24 fevralida maxsus qaror bilan qabul qildi. Papa Grigoriy XIII ning bu islohotining birinchi

moddasida: “1582 yil 4 oktyabrning ertasi kuni 5 oktyabrь o‘rniga 15 oktyabrь deb xisoblansin" deyilib, uning ikkinchi moddasida yuz yilliklar ichida faqat 400 ga qoldiqsiz bo‘linadigan yillargina kabisa yillar hisoblanib, qolganlari oddiy yillar hisoblansin deyildi. SHundan so‘ng ko‘p o‘tmay 1600 yili kabisa yili deb qabul qilinib, 1700, 1800 va 1900 yillar esa oddiy yillar (aslida bu yillar YUlian kalendari bo‘yicha kabisa yillar hisoblanardi) hisoblanadigan bo‘ldi. SHunday qilib, YUlian kalendari bo‘yicha 400 yil ichida yig‘iladigan taxminan 3 kunlik xatolik, bu davr ichida keladigan 4 ta yuz yilliklarning 3 tasini oddiy yillarga aylantirish yo‘li bilan yo‘qotildi. Bu kalendarь keinchalik islohchi papa Grigoriy XIII sharafiga uning nomi bilan Grigorian kalendari deb ataladigan bo‘ldi.

Grigorian kalendari sobiq Ittifoqda 1918 yili xalq komissarlari Sovetining dekreti bilan qabul qilindi va 1918 yil 31 yanvarning ertasi kuni 1 fevralь o‘rniga 14 fevralь deb yuritildi, chunki XX asrga kelib YUlian kalendarining xatoligi 13 kunga etgan edi. Grigorian kalendari ham xatolikka ega bo‘lib, bu xato yig‘ilib – yig‘ilib 3300 yilda 1 sutkaga etadi.

YUlian kunlari. Odatda hayotda ikki yirik hodisasi orasidagi farqni kunlarda hisoblash katta ahamiyatga ega. Buning uchun bu hodisalar orasidagi kabisa yillar soni, kalendarning birinchisidan ikkichisiga o‘tishda islohot va dekretlar tufayli “yo‘qolgan” yoki “qo‘shilgan” kunlarni hisobga olishga to‘g‘ri keladi. Bu masala, astronomiyada shartli qabul qilingan YUlian davri yoki YUlian kunlari yordamida oson echiladi. YUlian kunlarining boshi, Grinvichning o‘rtacha quyosh vaqti (dunyo vaqti) bo‘yicha tush paytiga to‘g‘ri kelib, eramizdan oldin 4713 yilning 1 yanvarga mos keladi. YUlian kunlarining boshlanishi, shartli bo‘lib, eramizning XVI asrida Skaliger tomonidan taklif qilgan edi.

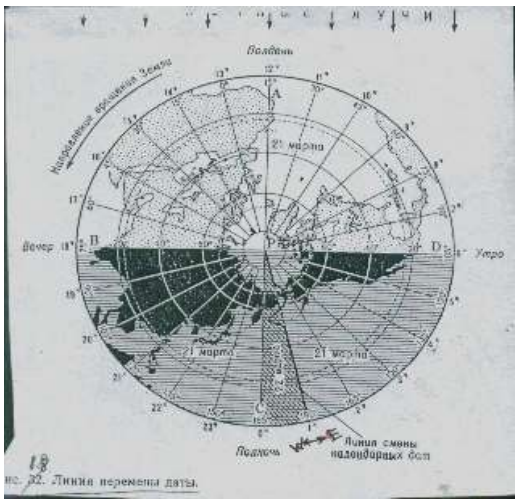
YUlian davri deb yuritiladigan davr 7980 yil bo‘lib, bu–quyidagi uch davrning ko‘paytmasidan kelib chiqadi: 28×19×15=7980. Ular quyidagi davrlardir.

1. 28 yillik davr, shunday davrki, bu davrdan so‘ng hafta kunlarining ixtiyoriy oy kunlari (chislolari) buyicha taqsimlanishi qaytariladi (Masalan: 2000 yilning 1 yanvari shanbaga to‘g‘ri kelsa, yana 28 yildan so‘ng 1 yanvar shanbaga to‘g‘ri keladi).

2. 19 yillik davrdan so‘ng Oy fazalarining oyning bir xil kunlariga (chislolariga) to‘g‘ri kelishi qaytariladi.

3. 15 yil esa, Rimda qo‘llanilgan soliq sistemasining davridir. Bu davrning qadimda qabul qilingan birinchi nomeri, eramizdan oldingi 4713 yilning 1 yanvariga to‘g‘ri keladi. Bu kunlarni va 7980 yillik davrni Skaliger o‘z otasi YUliy sharafiga "YUlian kunlari" deb atashni taklif qilgan bo‘lib, yulian kalendarining asoschisi – YUliyssezarь bilan hech qanday umumiylikka ega emas.

Datani o‘zgartirish chizig‘i. Ixtiyoriy yangi data dastlab Erning qaysi meridiandan boshlab kirishi, xalqaro kelishuv bilan shartli ravishda qabul qilingai. Bu kelishuvga muvofiq, datani o‘zgarish chizig‘i (demakratsion chiziq) qilib, 0– meridiandan 180° li yoy masofadan o‘tuvchi ($\lambda=12^h$) meridian qabul qilingan (18 – rasm). Bu chiziqdan g‘arb tomonda ma’lum oy chislosi, har doim sharq tomondagidan bir kunga kam bo‘ladi. SHuning uchun agar sayyoh bu chiziqni sharqdan g‘arbga, faraz qilaylik, 15 may kuni kesib o‘tsa, shu kuni yarim kechadan so‘ng yana 15 may deb hisoblashga majbur. Agar sayyoh mazkur demogratsion chiziqni g‘arbdan sharqqa, aytaylik, 1 iyunь kuni kesib o‘tsa, unda shu kuni yarim kechadan datani 2 iyunь o‘rniga Z iyunь deb hisoblashi lozim bo‘ladi.



18 – rasm .Datani o‘zgartirish chizig‘i.

O‘zbekiston FA Astronomiya instituti va uning filiallari

Ayni paytda O‘zbekiston Respublikasi FA Astronomiya instituti nomi bilan qayta tashkillangan Toshkent astronomik observatoriyasi O‘rta Osiyoning eng birinchi ilmiy-tatqiqot institutlaridan hisoblanadi. Observatoriyada birinchi astronomik kuzatishlar 1873 yilda boshlangan XIX asrning 80-yillaridayoq observatoriya territoriyasida Repsolьd meridian doirasi, Meri 6 dyuymlik refraktori va Xavyu yulduz soati o‘rnatildi. 1980 yilda observatoriyaga mudir etib taniqli geodezist, professor I.I.Poneransev tayinlandi. 90-yillarda Pulkovo (Leningrad) observatoriyasining direktori F.A.Bredixinning tashabbusi bilan Toshkent observatoriyasi hududida normalь astrograf o‘rnatildi va 1895 yildan bu teleskopda sistemali kuzatishlar boshlandi. SHu munosabat bilan observatoriyaga astrofizik lavozimi uchun shtat ajratildi. Unga F.Bredixin tavsiyasi bilan Pulkovodan V.V.Stratonov jo‘natildi. O‘n yillik mehnat faoliyati davomida V.V.Stratonov normalь astrografda 400 dan ortiq tarqoq yulduz to‘dalarining, Somon yo‘lidagi qo‘shaloq tumanliklar, mayda planetalarning rasmlarini oldi.

1922 yili observatoriya ishlarini aniqlashtirish maqsadida Moskvadan Toshkentga taniqli professor M.F.Subbotin jo‘natildi. O‘sha yili u observatoriyaning direktori etib saylandi. Bu davrda O‘rta Osiyo va Qozog‘istonda astronomo-geodezik ishlarni jonlantirish uchun bu erda Vaqt bo‘limini ochish zaruriyati tug‘ildi. 1927 yili bu bo‘lim faoliyatini yo‘lga qo‘yish maqsadida Toshkentga A.N.Nefedьev kelib, o‘sha yili Vaqt laboratoriyasi uchun passaj instrument, astronomik soatlar, xronograflarga buyurtma bnrildi. 1928 yildagi Vaqt bo‘limi astronomo-geodezik, gravimetrik, seysvometrik va boshqa xizmatlarni ado etish maqsadida efirga ritmik signallarni uzatishni yo‘lga qo‘ydi.

Vaqt laboratoriyasida vaqt va joyning uzunlamasini aniqlash masalalari bilan uzoq yillar V.P.SHcheglov, P.P.Loginov, B.V.YAsevich, E.Sanakulov, E.Inog‘omovlar samarali ish olib bordilar.

1930 yilning boshlarida M.F.Subbotinning Pulkovo observatoriyasiga qaytishi munosabati bilan Toshkent observatoriyasiga direktor etib I.YA.Teplov saylandi. U observatoriyada ishlash uchun YA.P.Sukervanikni, B.A.Kukarkinni, N.F.Florya va V.A.Malьsevlarni taklif etdi.

1932 yili Quyoshni tatqiq etish bo‘yicha birinchi Butunittifoq konferensiyasining tavsiyasi bilan Toshkent observatoriyasi qoshida Quyosh aktivligini o‘rganish laboratoriyasi tashkil etildi, unga mudir qilib YU.M.Slonim tayinlandi.

1941 yildan 1945 yilgacha bo‘lgan urush davrida Toshkent observatoriyasida sobiq ittifoq FA Bosh (Pulkovo) observatoriyasining S.I.Belyavskiy rahbarligidagi xodimlarini, Ulug‘bek nomidagi Kitob Xadqaro kenglik stansiyasida esa, Semeiz (Krim) astronomik observatoriyasining professor G.N.Neuymin boshliq xodimlari joylashib, har ikkala guruh xodimlari ham o‘z xususiy ish rejalari asosida tadqiqot ishlarini bajardilar.

1957 yili observatoriyaning filiali Kitob Xalqaro kenglik stansiyasining Xalqaro geofizik yil dasturida ishtirok etishi munosabati bilan Toshkent observatoriyasining Vaqt bo‘limida ikkinchi passaj instrument va sutkasiga 0,0003 sekund aniqlik bilan yuradigan kvars soati, Quyosh aktivligi laboratoriyasida Xromosfera-fotosfera teleskopi, ZTL-180 rusumli Zenit teleskopi ishga tushirildi. Birinchi Er sun’iy yo‘ldoshi uchirilishi munosabati bilan observatoriya qoshida fotografik astrometriya laboratoriyasi ishga tushdi. Laboratoriyaga mudir etib A.a.Latipov tayinlandi, Qator yillar mobaynida bu bo‘limda A.Rahimov, X.Ishmuxamedov, SH.Primkulov, YU.M.Ivanov va A.Qodirovlar tarqoq yulduz to‘dalaridagi yulduzlarning xususiy xarakterlarini mayda planetalarning koordinatalari, ESYlarning xarakatlarini o‘rganib, ularning jadvallarini tuzdilar.

Quyoshning aktiv ob’ektlarining fizik tabiati, Quyosh aktivligining faoliyatini o‘rganishda YU.M.Slonim, I.Sattorov, Z.B.Korobova, K.F.Kuleshova va CH.SHerdonovlarning xizmati katta bo‘ldi.

O‘zgaruvchan yulduz laboratoriyasi uzoq yillar N.F.Florya, T.V.Kukarkin, I.M.Ishchenko, V.S.SHevchenko va boshqa olimlar qator ilmiy tadqiqot ishlarni olib bordilar.

Geografik kenglamalarni aniqlash, meridian kuzatishlarining reduksiyasi, refraksiyaning ta’siriga doir muammolarga qaratilgan talay ishlar P.P.Loginov tomonidan bajarildi. Astronomiya tarixiga oid talay ishlar esa (birinchi navbatda SHarq astronomiyasi tarixiga oid) G‘.J.Jalolov va V.P.SHcheglov tomonidan amalga oshirilgan.

1966 yili Toshkent astronomik observatoriyasi Respublika Fanlar Akademiyasining Astronomiya institutiga aylantirildi. Institutning qoshida beshta bo‘lim (vaqt, meridian astrometriya, Quyosh fizikasi, o‘zgaruvchi yulduzlar va Kitob Xalqaro kenglik stansiyasi filiali) tasdiqlandi. 1963 yili institutda yangi ma’muriy va laboratoriya korpusi foydalanishga topshirildi. 1966 yil institutda katta Quyosh teleskopi (ATSU-5), ASP-20 deb nomlanuvchi spektrografi bilan ishga tushirildi.

1960 yillarda O‘rta Osiyo va Qozog‘iston hududlarida astroiqlimni o‘rganish bo‘yicha V.s.SHevchenko boshchiligidagi ekspeditsiya ish olib bordi. Natijada Qashqadaryo viloyatida, Kitob shahridan 100 km.cha chamasi narida joylashgan Maydanoq tog‘larida yuqori astroiqlim ko‘rsatkichlariga ega bo‘lgan joy topildi va u erda, institut filialini tashkil etish maqsadida, sobiq Ittifoq miqyosida astronomik kuzatish asboblarini o‘rnatish boshlandi. Ayni paytda mazkur baland tog‘ observatoriyasida rus astronomlari bilan hamkorlikda institutning M.Ibragimov, S.I.Ilьyosov kabi olimlari tadqiqot ishlarini olib bormoqdalar. Bu davrda institutning boshqa bo‘limlarini kengaytirish ustida ham ishlar boshlanib ketdi. Kitob Xalqaro kenglik stansiyasida geografik kenglamalarni aniq o‘lchash va shu asosda Er konturi qit’alari va ularning nozik siljishlarini aniqlash maqsadida fotografik Zenit truba o‘rnatildi. SHuningdek yulduzlarning xususiy harakatlarini yaxshi o‘rganish maqsadida Germaniyaning mashhursseyse firmasining qo‘shaloq astrografi ham u erdan joy oldi.

1995 yili astronomiya instituti qoshida Galaktikalar astronomiyasi bo‘limi tashkil etilib, unga prof.S.N.Nuriddinov rahbar etib tayinlandi. Qisqa vaqt ichida bu bo‘lim talantli yosh tadqiqotchilar ijodiy guruhiga aylandi. Ayni paytda bu guruhda Galaktikalar fizikasi, YUlduzlarning sharsimon va tarqoq to‘dalari dinamikasi va fizikasi bilan M.Mo‘minov, K.Mirtojieva kabi yosh olimlar samarali tadqiqot ishlarini amalga oshirmoqdalar.

1996 yilda Astronomiya institutiga rahbarlik qilish yosh talantli va tashkilotchi olim SH.A.Egamberdiev zimmasiga yuklatildi. Qisqa vaqt ichida, u boshqargan talantli yoshlar guruhi Quyosh fizikasining yangi yo‘nalishi Quyosh sistemalogiyasi bo‘yicha Xalqaro IRIS va TON programmalari tadqiqot ishlarida aktiv ishtirok etib, katta yutuqlarni qo‘lga kiritdilar. Ayni paytda gelioseysmologiya bo‘yicha Fransiya va Tayvan olimlari bilan birgalikda tadqiqot ishlarini Astronomiya instituti hududida va Parkentda o‘rnatilgan maxsus teleskoplar yordamida samarali olib bormoqdalar.

ULUG‘BEK NOMIDAGI KITOB XALQARO KENGLIK STANSIYASI

XVII asrdayoq, Peterburg fanlar Akademiyasining a’zosi mashhur matematik Eyler (1707-1783) Er harakati nazariyasini o‘rganib, Er qutblari uning sirtida, kam miqdorda bo‘lsada, siljib turishini ma’lum qildi. Geografik koordinatalarning butun tizimi Er qutblari bilan bog‘liqligi tufayli olimning bu axboroti, ko‘pchilikning diqqatini o‘ziga tortdi. Bu siljish juda kichik miqdorni tashkil etib, u darda buni bevosita kuzatish orqali aniqlash juda mushkul edi. Faqat XIX asrning o‘rtalariga kelib, Evropaning mashhur observatoriyalarida olib borilgan nozik kuzatishlar Eyler haqligini isbot qildi.

SHu asosda doimiy kenglik xizmatini tashkil etish masalasi, birinchi marta 1883 yili Xalqaro geodezik assotsiatsiyasi (XGA) kongressida Neapolь observatoriyasi direktorining taklifi bilan qarab chiqildi. 1985 yili XGAning II kongressi Xalqaro kenglik xizmatini tashkil etish haqida qaror qabul qildi. Keyinroq, bunday xizmat uchun 39^0 $08^/$ kenglik tanlanib, kenglik xizmatini bajarish uchun Mitsizava (YAponiya), Karloforte (Italiya), Geytersberg va YUkayo (AQSH) punktlari tanlandi. XGAning XII konferensiyasida (SHtutgart, Germaniya) O‘rta Osiyo hududida CHorjo‘yda beshinchi Xalqaro kenglik stansiyasini ochishga qaror qilindi. 1899 yili CHorjo‘yda kenglik xizmatini yo‘lga qo‘yish maqsadida , ularga Toshkent observatoriyasining direktori D.D.Gedionov jo‘natildi. Bunday xizmat uchun CHorjo‘ydan 9b5 km masofada Amudaryoning chap qirg‘og‘ida, undan 3 km narida 39^0 $08^/$ kenglikda 1899 yilning 19 sentyabrь kunidan kenglikni muntazam o‘lchash boshlandi. 8 yil muntazam ishlagan observatoriya 1908 yilda Amudaryo bilan yuvib ketilish xavfi ostida qoldi. Stansiyada kuzatish oxirgi marta 1919 yilning 25 mayida bajarildi. CHorjo‘y kenglik stansiyasi ishlamay qo‘ygach, 1919 yili YAponiya (Mitsizava), Italiya (Karloforte), kenglik xizmatlari sifatini yaxshilash maqsadida, aynan ularning kenglamasida (39^0 $08^/$) O‘zbekiston hududida yangi joy tanlash masalasi qo‘yildi. Bunday stansiya uchun joy Qashqadaryo viloyatining Kitob shahri yaqinida topildi. 1929 yili bu stansiyada astronom A.N.Nefedьev tomonidan zenit teleskopga pavilьon ko‘rildi. YAngi stansiya Xalqaro kenglik xizmatini 1930 yildan boshladi. Xalqaro kenglik stansiyasining bundan keyingi faoliyatini Kitob shahri yaqinida boshlashga qaror qilindi. Bunga O‘zbekiston Maorif xalq komisariati tomonidan Ulug‘bek observatoriyasining 500 yillik yubileyini o‘tkazish juda qo‘l keldi. Bu voqeani nishonlashga bag‘ishlangan tantanali kengashda Toshkent observatoriyasining direktori mazkur tadbirni Ulug‘bek nomi bilan atalgan Kitob kenglik stansiyasida o‘tkazishni taklif etdi.

SHu hodisa sabab bo‘lib, Kitob shahri yaqinidan 7 gektar joy ajratildi. 1926-1927 yillari O‘zbekiston hukumati Kenglik stansiyasi uchunzarur bo‘lgan chet el asbob-uskunalarini sotib olish uchun mablag‘ ajratdi. Stansiyaga kenglik xizmatini o‘tash uchun, Germaniyaning mashhur Bamberg firmasida tayyorlangan Zenit-teleskop, passaj instrumentlar xarid qilindi. Urush yillarida kenglik stansiyasi hududiga Simeiz (Krim) astronomik observatoriyasi xodimlarining bir qismi prof. G.N.Neuymin boshchiligida ko‘chib kelib ish boshladi. Mayda planetalarni o‘rganish bo‘yicha mutaxassis astronom prof. G.N.Neuymin 63 ta mayda sayyorani ochgan olim. U, o‘zi kashf etgan sayyoralarning biriga (tartib raqami 1351-siga) “O‘zbekistoniya” deb nom berdi. 1950 yillarda Kitob kenglik stansiyasi Xalqaro geofizik yil programmasida ishlashga jalb etilganligi munosabati bilan stansiyaga yangi ZTL 180 (ob’ektivning diametri 180mm li) Zenit-teleskop o‘rnatildi.

1972-1975 yillarda sobiq Ittifoq FA ga qarashli Pulkovo astronomik observatoriyasining “Zenit-truba” deb ataladigan teleskop sovg‘a qilindi. Bu teleskop, joyning kengligi bilan birga uzunligini ham aniqlashga imkon berishi bilan boshqa shu rusumdagi teleskoplardan sezilarli ustunlikka ega edi. Stansiya ishining dastlabki kunlaridanoq, uni akademiklar V.G.Fesenkov va A.A.Mixaylov, sobiq Ittifoq FA muxbir a’zolari G.A.Titov, A.YA.Orlovlar kelib ko‘rib, uning faliyatini yaxshilash bo‘yicha fikr berdilar. CHet elning taniqli olimlaridan Parij observatoriyasining direktori A.Danjon, buyuk golland astrofizigi M.Minnart, Manchester (Angliya) universitetining prof.Z.Kopallar Xalqaro kenglik stansiyasida bo‘lib, uning faoliyatiga yuqori baxo berdilar.

Urushdan keyingi yillarda Xalqaro stansiyada kenglik muammolari bo‘yicha bir nechta yirik anjumanlar bo‘lib o‘tdi. Unda taniqli olimlardan Pulkovo (Sankt-Peterburg) observatoriyasining direktori akademik A.A.Mixaylov, Nazariy astronomiya instituti raxbarlaridan I.D.Jongolovich o‘z ma’ruzalarida Kitob kenglik xizmatini, Erning aylanish nazariyasining yaratilishidagi salmoqli xizmatini alohida ta’kidladilar.

Ulug‘bek nomidagi Kitob Xalqaro kenglik stansiyasi-O‘zbekiston FA Astronomiya institutining filiali bo‘lib, unga uzoq yillar daomida A.M.Kalmikov rahbarlik qildi.

Oxirgi yillarda Er qutbining harakatini o‘rganish, Er sun’iy yo‘ldoshlari yordamida amalga oshiriladigan yangi va aniq metodlar qo‘liga o‘tmoqda. SHu hisobdan, dunyoning barcha kenglik stansiyalari qatori Kitob Xalqaro kenglik stansiyasi ham o‘z faoliyati yo‘nalishlarini kuzatishning yangi metodlari asosida ko‘rib chiqmoqda.

Keyingi yillarda u erda o‘rnatilgan 40 sm qo‘shaloq astrograf yulduzlarining xususiy va fazoviy harakatlarini o‘rganish bo‘yicha katta dastur asosida tadqiqot ishlarini bajarmoqda.

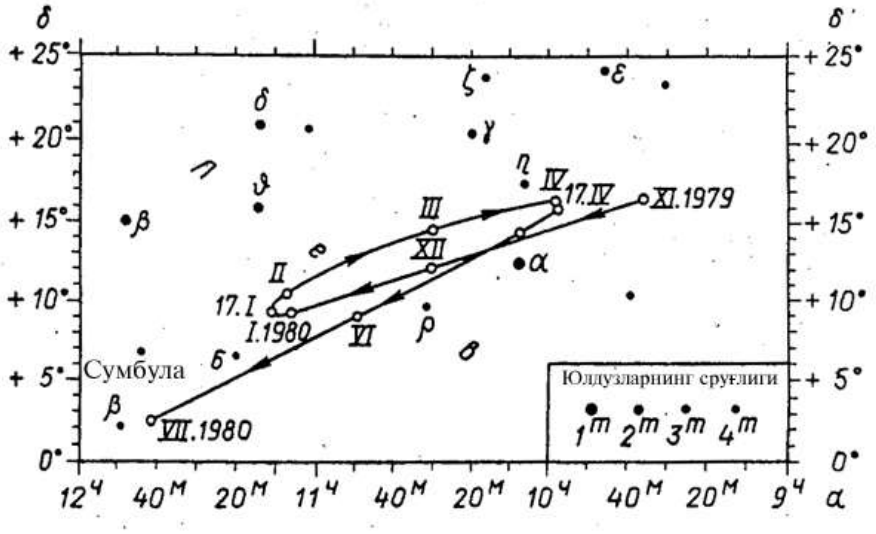
Bulardan tashqari, Xalqaro kenglik stansiyasining astronomik asboblari M.Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Qarshi davlat universiteti “Astronomiya” ixtisosligi bo‘yicha ta’lim olayotgan talabalarga astrofizik praktikum mashg‘ulotlarini o‘tkazish uchun muhim laboratoriya bazasi bo‘lib ham xizmat qiladi.

PLANETALARNING KO‘RINMA VA HAQIQIY HARAKATLARI VA OSMON MEXANIKASINING ASOSLARI

1-§. Planetalarning yulduzlar fonidagi harakati

Planetalarning ko‘rinma harakatlari, zodiak yulduz turkumlari (Quyoshning yillik ko‘rinma harakati kuzatiladigan soha) chegarasida ro‘y berib murakkab xarakter kasb etadi. Dastlab ular, yulduzlar oralab, g‘arbdan sharqqa tomon harakatlanadilar, keyin sekinlashib

to‘xtaydilar, undan so‘ng sharqdan g‘arbga harakat qiladilar. Bunday harakat tufayli planetalar davriy ravishda Quyosh tomonga o‘tib turadilar va bu davrda ular Quyosh shafag‘iga “ko‘milib” bizga ko‘rinmay qoladilar. Quyosh oldidan ancha o‘tgach, undan g‘arb tomonda qayta ko‘rinadilar. Bu harakat uzoqqa cho‘zilmay, ular to‘xtab, keyin yana oldinga – g‘arbdan sharqqa tomon harakat qiladilar (19-rasm).Planetalarning bunday harakati sirtmoq ko‘rinish olganidan, ularning bunday harakati sirtmoqsimon harakat deb ataladi. Planetalarning Quyoshdan uzoqliklariga ko‘ra, ularning sirtmoqlarining o‘lchami ham har xil bo‘ladi. Erdan uzoqdagi planetalarning sirtmoqlari kichik, yaqinlariniki esa katta burchak o‘lchamiga ega bo‘ladi. Merkuriy sirtmog‘ining yoyi 13^0 , Veneraniki taxminan 40^0 , Marsniki - 15^0 atrofida, YUpiterniki 10^0 dan ortiqroq, Saturnniki - 7^0 ga yaqin.



19 – rasm. Planetaning yulduzlar fonidagi sirtmoqsimon harakati.

Planetalarning sirtmoqsimon harakatlari, turli zodiak sohaga tegishli yulduz turkumlarida ro‘y berib, bu sohani o‘tish uchun ularga turlicha vaqt kerak bo‘ladi. Masalan, Mars bu sohani 687 kunda, YUpiter salkam 12 yilda, Saturn esa, 29,5 yilda aylanib chiqadi. Merkuriy va Veneralar harakatlari davomida, Quyoshdan ko‘p uzoqqa ketmaydilar. Xususan Merkuriy Quyoshdan sharq va g‘arb tomonga 28^0 gacha, Venera esa 48^0 gacha uzoqlashib, zodiak sohani u bilan birga bir yilda aylanib chiqadilar. Ularning sirtmoqsimon harakatlari ham Quyosh yaqinida kuzatiladi. Bu ikki planeta, boshqalaridan farq qilib, erta tongda gorizontning sharq tomonida Quyosh chiqishidan oldin, yoki kechkurun, gorizontning g‘arb tomonida Quyosh botgandan so‘ng ko‘rinadi.

2-§. Olam tuzilishining geotsentrik tizimi

Olam tuzilishi haqidagi dastlabki tasavvurlarni kadim yunon mutafakkirlari berdilar. Ular olamning geometrik modelini tuzishda, yulduzlar osmonining, planetalar va Quyoshning ko‘rinma harakatlarini haqiqiy harakat deb bilib, Olam markaziga Erni qo‘ydilar. Ularning bu modeli tarixda olam tuzilishining geotsentrik tizimi degan nom bilan tanildi.

U davrda Quyosh, Oyning oddiy va planetalarning sirtmoqsimon harakatlari, turli o‘lchamdagi bu yoritgichlar yotgan geometrik sferalarning murakkab harakatlari bilan tushuntirildi. Xususan Evdoks (er. av. IV asr) planetalarning sirtmoqsimon harakatlarini 26 ta geometrik sferaning kombinatsiyalari bilan tushuntirdi. Taniqli faylasuf Aristotelь (er. av. IV

asr) bu sferalar sonini 56 taga etkazib, ularni oynadek shaffof sferalar deb tushuntirdi. Olam tuzulishining geotsentrik modeli ham birinchi marta Aristotelь tomonidan taklif etildi (20 – rasm).

20 – rasm. Olam tuzilishining geotsentrik modeli.

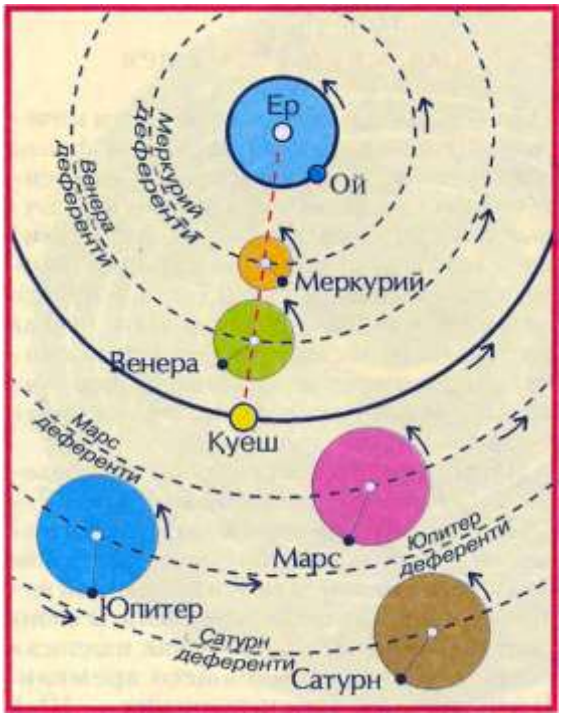
Eramizdan avval III asrda samoslik mashhur olim Aristarx Oyning birinchi chorak fazasida Quyosh, Er va Oyning harakatlari to‘g‘ri burchakli uchburchak hosil kilishini anglab, shu asosda Quyoshgacha bo‘lgan masofani Oygacha masofa birliklarida aniqlashga harakat qildi. Garchi olim bu o‘lchashlarda kattagina xatoga yo‘l kuygan bo‘lsada, biroq shunga qaramay, u Quyosh Oy va Erdan hajmiga ko‘ra, 300 marta kattaligini aniqladi. Natijada u, Quyosh Erning atrofida emas, balki Er Quyoshning atrofida aylanadi degan goyani ilgari surdi. Biroq u davrda bu g‘oyani qo‘llovchilar topilmay, mazkur g‘oyaning umri qisqa bo‘ldi.

Eramizdan avvalgi II asrda mashhur aleksandriyalik astronom Gipparx, planetalarning sirtmoqsimon harakatlarini tushuntirishga harakat qilib, ular Er atrofida *deferent* deb ataluvchi katta aylanalar bo‘ylab harakatlanish bilan birga, *epitsikl* deyiluvchi mahalliy kichik aylanalar bo‘yicha ham harakatlanadilar deb uqtiradi. Undan uch yarim asr keyin utgan uning yurtdoshi – aleksandriyalik K. Ptolemey, olam tuzilishining geotsentrik modelini yaratishda Gipparxning *epitsikllar nazariyasini* asos qilib oldi. Ptolemeyning Olam tuzilishi to‘g‘risidagi geotsentrik modeli, uning “Megale sintaksis” (Buyuk tuzilish) asarida to‘la bayon qilindi. Ptolemey ishlab chiqqan bu model juda murakkab bo‘lib, uning soddalashtirilgan ko‘rinishi 21–rasmda keltirilgan.

YUlduzlar fonida Quyosh, Oy va planetalarning kuzatiladigan harakat tezliklariga ko‘ra, Ptolemey, Er atrofida ularni quyidagi tartibda joylashtiradi: *Oy, Merkuriy, Venera, Quyosh, Mars, YUpiter, Saturn* va nihoyat so‘nggi sferada *kuzgalmas yulduzlar* osmoni.

Ptolemey taklif etgan modelda yoritgichlarning chiqish va botishi, plaetalar va yulduzli osmon sferaning Er atrofida aylanishi bilan tushuntiriladi. Quyosh va Oy g‘arbdan sharqqa tomon bir tekis (uzoqliklariga ko‘ra turli tezliklarda) deferent bo‘ylab siljib boradi. Planetalarning sirmoqsimon harakati,eslatilganidek, ularning epitsikl va deferent bo‘ylab harakatlarining qo‘shilishidan vujudga keladi.

Merkuriy va Veneraning harakatlarini tushuntirish uchun, ularning epitsikllarining markazi, Quyosh va Er markazlaridan o‘tuvchi to‘g‘ri chiziqda yotadi deb qabul qildi. Planetalarning deferent bo‘ylab aylanish davrlari esa, Quyoshning Er



21– rasm. Ptolemeyning Olam tuzilishining geotsentrik modeli.

atrofida aylanish davriga, ya’ni bir yilga teng bo‘ldi. Orbitalari Quyoshning deferentidan (orbitasidan) tashqarida yotuvchi planetalarning davrlari turlicha bo‘lib, ularning qaytma harakatlari har doim ular o‘z epitsikllarining Erga yaqin qismida harakatlanganidagina ro‘y berib, bu davrda epitsikl, albatta, Quyoshga qarama-qarshi tomonda bo‘lishi zarur edi.

SHunday qilib Ptolemey sistemasida barcha planetalar Er atrofida aylansalarda, biroq ularning harakati Erga emas, balki Quyoshning holatiga bog‘liq bo‘lib chiqdi. Lekin shunga qaramay bu muhim faktlar u davr astronomlarining e’tiboridan chetda qoldi.

Dengiz qatnovi va quruqlik karvonlari qatnovi, u davrda, geotsentrik ta’limot asosida tuzilgan astronomik jadvallar asosida olib borilar edi. Vaqt o‘tishi bilan bu jadvallarning sirlari fosh bo‘lib, kamchiliklari ochila bordi. XII asrga kelib, Olam tuzilishining geotsentrik tizimi ilmiy asossiz ekanligi to‘la oydin bo‘ldi.

Geotsentrik modelga ko‘ra, har bir planetaning hisoblab topilgan harakat troektoriyasi, uning bevosita Erdan kuzatiladigan sirtmoqsimon harakatiga mos kelsin uchun, Ptolemey, mazkur planeta epitsiklining radiusi, epitsikl va deferent bo‘ylab harakat tezliklarini o‘zi xohlagancha tanladi.

Oqibatda Ptolemey sistemasi, planetalarning ko‘rinma harakatlarini tushuntirish bilan cheklanib qolmay, balki kelgusidagi holatlarini ham ma’lum aniqlikda, belgilashga imkon berdi. Vaqt o‘tishi bilan bu sistema bo‘yicha, nazariya va amaliy kuzatish natijalari orasida vujudga kelgan farq, geotsentrik modelni yanada takomillashtirishni taqozo qildi. SHu sabab bo‘lib, keyinchalik planeta, birinchi epitsikl markazi atrofidan, markazi birinchi epitsikl bo‘ylab harakatlanuvchi, ikkinchi epitsiklga ko‘chirildi. Agar kuzatishdan olingan natijalarni bu ham qanoatlantirmasa markazi – ikkinchi epitsikl bo‘ylab harakatlanuvchi uchinchi epitsiklga ko‘chirildi va hokazo.

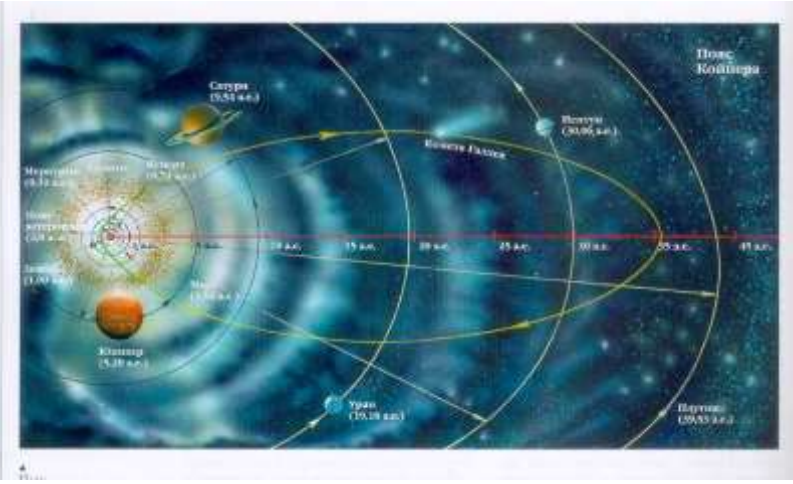
3-§. Olam tuzilishining geliotsentrik sistemasi.Planetalarning sirtmoqsimon harakatini tushuntirish

Uzoq yillar Quyosh, Oy va planetalar harakatini o‘rganib, planetalar, jumladan Er Quyosh atrofida aylanishiga ishonch hosil qilgan taniqli polyak astronomi N. Kopernik (1473-1543) o‘limi oldidan 1543 yilda o‘zining mashhur “Osmon sferalarning aylanishi” degan asarini yozib tugalladi. Bu asarda olim Erning Quyosh atrofida aylanish g‘oyasini matematik jihatdan to‘la asoslab tabiatshunoslikda katta burilish yasadi.

Kopernik asos solgan Olam tuzilishining geliotsentrik sistemasining mohiyati quyidagi hollarda o‘z ifodasini topdi:

1) Er olamning markazi bo‘lmay, boshqa planetalardan hech farqi bo‘lmagan oddiy planetadir;
2) Olam markazida Quyosh turib, uning atrofida barcha planetalar, jumladan Er ham aylanma orbita bo‘ylab bir tekis aylanadilar;
3) Quyoshning ekliptika bo‘ylab yillik ko‘rinma harakati, Erning Quyosh atrofida haqiqiy yillik harakatining aks etishi xalos;
4) Er, o‘z orbita tekisligiga og‘ma joylashgan o‘qi atrofida, g‘arbdan-sharqqa tomon aylanadi;
5) Er atrofida, faqat uning yo‘ldoshi – Oy aylanadi;
6) Planetalarning sirtmoqsimon harakatlari haqiqiy harakat bo‘lmay, tuyulma harakatdir. Ko‘rinma sirtmoqsimon harakatlar, planetalar va Erning to‘g‘ri (g‘arbdan-sharqqa tomon) harakatlarining qo‘shilishi tufayli sodir bo‘ladi.

Planetalar Quyoshga nisbatan joylashish holatlarini davriy ravishda qaytarilishi va sirtmoqsimon harakatlarida, sirtmoqlarining o‘lchamlariga ko‘ra, Kopernik planetalarning Quyoshdan uzoqliklarini hisobladi. Bunda Erdan Quyoshgacha masofani bir birlik deb olib, u planetalar uzoqligini shu birlikda ifodaladi. Uning aniqlashicha, Quyoshdan: Merkuriy – 0,38; Venera – 0,72; Er – 1,0; Mars – 1,52; YUpiter – 5,22; Saturn esa – 9,18 birlik masofa chiqdi. Bu masofalar hozirgi zamon ma’lumotlaridan juda katta farq qilmaydi (22–rasm.).



22–rasm.Geliotsentrik sistemada planetalarning Quyoshga nisbatan joylashishi.

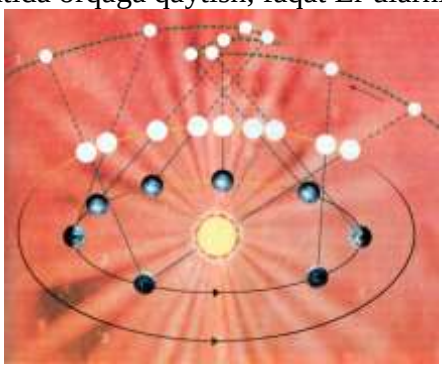
Kopernik, astronomiya tarixida birinchi bo‘lib, Quyosh sistemasi tuzilishining to‘g‘ri modelini yaratdi. Osmonning sutkalik ko‘rinma aylanishiga sababi, Erning o‘z o‘qi atrofida aylanishi ekanligini ham u to‘g‘ri ko‘rsatdi.

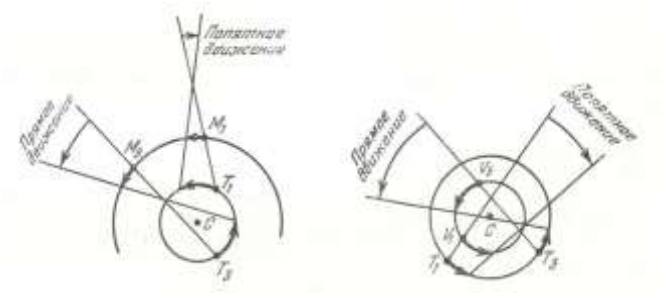
Endi Kopernik eslatgan planetalarning ko‘rinma sirtmoqsimon harakatlari, planetalar va Erning Quyosh atrofidagi harakatlari tufayli Erdagi kuzatuvchi uchun qanday sodir bo‘lishi bilan tanishaylik.

22 a) –rasmda Er va tashqi planetaning harakatlari paytida,Erdan qaraganda,planetaning sirtmoqsimon ko‘rinishdagi harakatining qanday sodir bo‘lishi ko‘rsatilgan. 22 b)– rasmning birinchisida esa, *T* Er va *M* tashqi planetaning (masalan Mars) *S* Quyosh atrofida aylanishida, Er va planetaning mos paytlardagi orbital holatlari T_1, M_1 va T_3, M_3 ko‘rinishda keltirilgan.SHuningdek chizmada, Erdan qaralganda, planetaning osmonda, qo‘zg‘almas

yulduzlar fonidagi to‘g‘ri va qaytma harakatlari aks ettirilgan. Bunda sirtmoq, Er va planeta orbitalari ustma – ust tushmasdan, o‘zaro burchak hosil kilganligi tufayli “ochilib” ko‘rinadi (23 *a* – rasmda alohida ko‘rsatilgan). Bunda birinchi holatda Er va planetaning T_1, M_1 holatlaridan boshlanadigan harakatlari natijasida, planetaning osmonda yulduzlar fonidagi harakati –to‘g‘ri (g‘arbdan – sharqqa) harakat bo‘lib, uning T_3 va M_3 holatlari bilan boshlangan harakatlari natijasida esa, Mars teskari harakatlanayotganligini ko‘rish mumkin.

So‘ngra 23–b rasmning ikkinchisida, *T* Er va *V* ichki planeta Veneraning o‘zaro harakatlarida, T_1 va V_1 holatlari bilan boshlanadigan harakat natijasida planetaning osmondagi ko‘rinma harakati teskari harakat bo‘lib, T_3 va V_3 lar bilan boshlanadigan Er va planetaning harakatlari natijasida esa, uning to‘g‘ri harakatlanayotganining guvohi bo‘lamiz.Tashqi planetaning teskari harakatlangandek ko‘rinishiga diqqat bilan qaralsa,Er u planetani quvib o‘tayotgan davriga to‘g‘ri kelishini topish qiyin emas. Binobarin tashqi planetalar ko‘rinma harakatida orqaga qaytish, faqat Er ularni quvib o‘tayotganda sodir bo‘lar ekan.





a) b)

23 – rasm. Planetalarning sirtmoqsimon harakatlari va ularni tushintirish.

Ichki planetalar (Merkuriy va Venera) sirtmoqsimon ko‘rinma harakatlarining tahlili, ularning teskari harakatlari, ular Erni quvib o‘tayotganda sodir bo‘lishini ko‘rsatadi.

SHunday qilib, asrlar davomida sir bo‘lib kelgan planetalarning ko‘rinma sirtmoqsimon harakatlari, Kopernik tomonidan Erni “harakatlantirib” yuborilishi bilan fosh bo‘ldi.

Garchi Kopernik Erning Quyosh atrofidagi harakatining isboti uchun bevosita dalillar keltira olmasada, yulduzlar fonida planetalarning sirtmoqsimon harakatlarining va Quyoshning yillik harakatining sabablari bilan qoyilmaqom qilib tushuntirishi, uning nazariyasining to‘g‘riligining isboti bo‘ldi.

4-§. Geliotsentrik ta’limot uchun kurash

Kopernik geliotsentrik ta’limotida planetalarning sirtmoqsimon va Quyoshning yillik harakatini sodda va ishonchli dalillarda keltirilishi, qisqa vaqt ichida, bu nazariyani qo‘llab chikuvchi, omma orasida uni aktiv targ‘ib qiluvchi olimlar guruhini vujudga keltirdi. Ana shunday targ‘ibotchilardan biri italiyalik mashhur faylasuf astronom Jordano Bruno (1548-1600) edi. Bruno o‘zining “Olamlarning ko‘pligi to‘g‘risida” asarida geliotsentrik ta’limotni targ‘ib qilish bilan birga uni rivojlantirdi. Xususan u o‘z asarida, Olam tuzilishi haqidagi Kopernik ta’limotiga qo‘shimcha qilib, Quyosh barcha yulduzlar uchun markaz bo‘lolmaydi, u faqat Quyosh sistemasi jismlari uchun markaz hisoblanadiB yulduzlar esa, Quyoshga o‘xshash samoning ob’ektlaridan bo‘lib, bizdan juda uzoqda yotadi. Mazkur yulduzlarning ko‘pchiligi, Quyosh kabi o‘z planetalar sistemasiga ega bo‘lishi mumkinligi, ularning ayrimlarining atrofida planetalar sistemasi ham mavjud bo‘lishi mumkinligi e’tirof qilingan edi. Bruno o‘z asarida, bu planetalarning ayrimlarida hayot paydo bo‘lishi va hatto ba’zilarida bu hayot rivojlanib aqlli mavjudot darajasigacha chiqqan bo‘lishi mumkin degan xulosa bergan edi olim.O‘zining bu progressiv g‘oyalari uchun J. Bruno sakkiz yil davomida inkvizitsiya sudi azoblarini boshidan kechirdi va oxiri, 1600 yilning 17 fevralida Rimda gulxanda yoqildi.

Geliotsentrik ta’limotni boshqa bir targ‘ibotchisi buyuk italyan olimi G. Galiley edi. U o‘zining “Dialog” asarida geliotsentrik g‘oyalarni targ‘ib qilib inkvizitsiya qo‘liga tushdi. 1609 yili u o‘zi yasagan teleskopda osmon ob’ektlarini kuzatib, Oy tog‘lari va past tekisliklarini ochib, Oy Erga o‘xshash oddiy bir jism ekanligini va ular orasidagi mavjud Er bilan osmoncha farq yo‘qligini oshkor qildi. Somon Yo‘lini kuzatib, u Aristotelь aytganidek, Er atmosferasidagi halqa tumanlik bo‘lmay, g‘ij – g‘ij yulduzlardan tashkil topganligini ma’lum qildi. Galileyning 1610 yildagi kuzatishlari, ayniqsa sermahsul bo‘ldi. YUpiter atrofida uning 4 ta yo‘ldoshi topildi, Quyoshda dog‘larni va ularning Quyosh gardishida siljishi asosida esa, Quyoshning o‘z o‘qi atrofida aylanishini aniqladi. SHuningdek Galiley Veneraning, Oyga o‘xshab, turli fazalarda ko‘rinishini kuzatib, bu hodisa planetaning Quyosh atrofida aylanishining yorqin dalili deb to‘g‘ri ta’kidladi.

Galileyning bu kashfiyotlari, Kopernikning geliotsentrik sistemasining uzil–kesil g‘alabasi uchun keng sharoit yaratdi. Bu progressiv g‘oyalari uchun G. Galiley 1633 yili 70 yoshida qamoqqa olinib, inkvizitsiya quliga sud qilish uchun topshirildi. Sud Galileyni o‘z g‘oyalarini voz kechib ularni inkor etishga majbur qildi. SHunga qaramay, sud unga umrining oxirigacha yashash joyidan tashqariga chiqmaslik to‘g‘risida karor qabul qildi. SHunday qilib, olim umrining oxirigacha inkvizitsiya xodimlari tomonidan ta’qib ostida bo‘lib, kosmologik g‘oyalarni targ‘ib qilish imkonidan mahrum bo‘ldi.

Iogann Kepler o‘zining “Kosmografiya sirlari” (1596 y.) asarida olamning geliotsentrik tizimni geometrik modelda aks ettirmoqchi bo‘ldi. Garchi Keplerning bu urinishi juda muvoffaqqiyatli kechmagan bo‘lsada, biroq mazkur asarda keltirilgan uning murakkab matematik hisoblashlari, daniyalik mashhur astronom Tixo Bragening e’tiborini uziga qaratdi.

1600 yilda I. Kepler, Tixo Bragening taklifiga ko‘ra, Pragaga yangi planetalar jadvalini tuzish uchun keldi. Tixo Bragening sal kam 20 yillik kuzatishlari va o‘zining 1602 va 1604 yildagi kuzatishlarini qo‘shib, Kepler Marsning Quyosh atrofida qariyb 12 marta to‘la aylanishi haqidagi ma’lumotni yig‘di. Bular asosida Marsning Quyosh atrofidagi orbitasini aylana ko‘rinishda tasvirlash ijobiy natija bermadi. Mazkur planetaning hisoblashlardan topilgan osmondagi holatlari, bevosita kuzatilgan holatlar bilan mos kelmadi. Kepler Marsning aylana ko‘rinishidagi orbitasidan voz kechib, uning harakatlariga mos haqiqiy orbitani izladi. Oqibatda, Marsning Quyosh atrofidagi harakati ellips bo‘lib chiqdi. Natijada, Kepler tomonidan qabul qilingan Quyoshning Er orbitasi markazidan “siljitilgan” holati, Er ham Quyosh atrofida planetalar kabi aylanaga yaqin elliptik (ekssentrisiteti 0,017) orbita bo‘ylab harakatlanishini va bu harakat ham, Marsniki kabi notekis kechishini ma’lum qildi. Planetalar harakatiga tegishli bu qonuniyatlar, olimning 1609 yilda chop etilgan “YAngi astronomiya” kitobidan o‘rin oldi.

5-dars

Planetalarning konfiguratsiyalari, siderik va sinodik davrlari. Keplerning umumlashgan qonunlari.

Darsning maqsadi:

Planetalarning ko‘rinish shartlarini belgilash uchun ularning quyoshga nisbatan ma’lum holatlarini (konfiguratsiyalarini) o‘quvchilarga tushuntirish vash u asosda ularga planetalarning siderik va sinodik davrlari haqida tushunchalarni shakllantirish. Keplerning osmon mexanikasi muhim o‘rin tutgan umumlashgan qonunlari bilan o‘quvchilarni tanishtirish. Bu qonunlarning, quyosh sistemasi jismlarigacha masofa va massalarini aniqlashdagi roli va ahamiyatini jonli misollarda gavdalantirish.

Ko‘rsatma qo‘rollar:

Planetalarning konfiguratsiyalari (ichki va tashqi planetalar uchun) aks etgan sxema-plakat. Plakatlarning siderik va sinodik jadvallari aks qilgan jadval. Keplerning hayot va ijodi bilan bog‘liq hujjatlar, qonunlar aks ettirilgan plakatlar.

O‘quv materiallari bayoni rejasi:

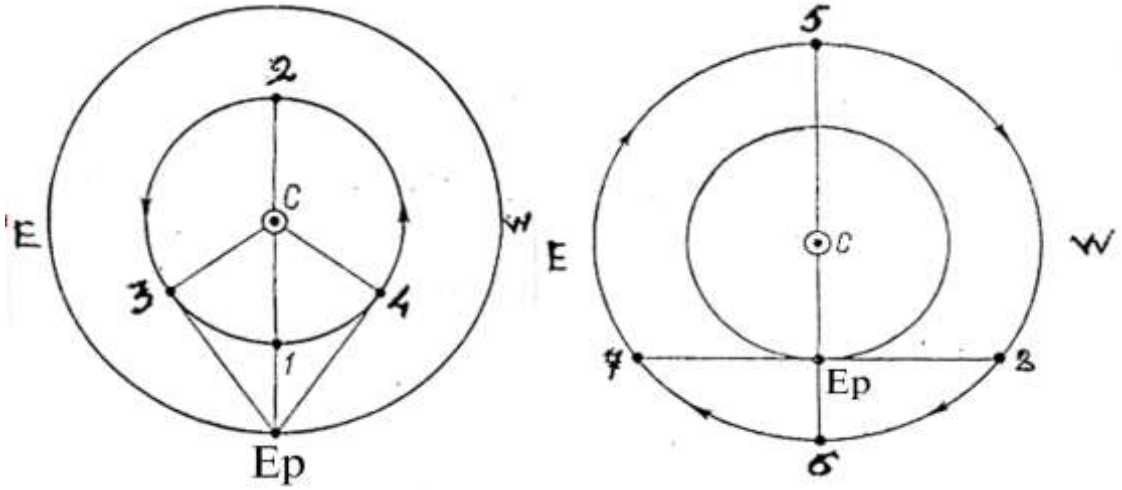
1. Planetalarning quyoshga nisbatan holatlarining o‘zgarishi va konfiguratsiyalari
2. Planetalarning siderik davrlari
3. Planetalarning sinodik davrlari
4. Planetalarning siderik va sinodik davrlarining o‘zaro baholanishi
5. Kepler – inson va olam sifatida.
6. Keplerning birinchi qonuni, misollar.
7. Keplerning ikkinchi qonuni va uning orbitaning turli nuqtalarida planetalarning harakat tezliklarini aniqlashdagi ahamiyati.
8. Keplerning uchinchi qonuni va uning osmon jismlarining masalalarini hisoblashdagi beqiyos o‘rni.
9. Kepler va Nьyuton – osmon mexanikasi asoschilari.

Uyga vazifa: [1], [2]

5-§. Planetalarning konfiguratsiyalari va ularning ko‘rinish shartlari

Quyosh atrofida harakatlanayotgan planetalarning yulduzlar fonidagi siljishlari, harakatlanayotgan Erdan kuzatilgani tufayli murakkab ko‘rinish kasb etadi. Planetalarning Erdan qaraganda, Quyoshga nisbatan egallagan alohida vaziyatlari ularning konfiguratsiyalari deyiladi. Planetalardan ikkitasining konfiguratsiyasi bilan tanishaylik. 41-rasmlarda Quyosh atrofida Er bilan birga aylanayotgan ikkita planetaning orbitasi aks ettirilgan. Ulardan birining orbitasi ichki planetaga (orbitasi Er orbitasining ichida joylashgan Merkuriy yohud Veneraga) ikkinchisi esa, tashqi planetaga (orbitasi Er orbitasidan tashqarida yotganiga) tegishlidir.

Erning 24 –rasmdagi vaziyatida ichki planeta egallagan 1- va 2- holatlar, planetaning *Quyosh bilan qo‘shilish holatlari* deyilib, 1- si *quyi qo‘shilish*, 2-si *yuqori qo‘shilish* deyiladi.
Ichki planetaning Quyoshdan sharq va g‘arb tomonga maksimum uzoqlashgan holda ko‘rinishlari, uning 3- va 4- holatlariga to‘g‘ri kelib, uning *elongatsiyalari* deyiladi. Planeta 1-, 2- holatlarda Quyosh shafag‘iga ko‘milib ko‘rinmaydi, ya’ni uning ko‘rinmaydigan davri bo‘ladi. Agar ichki planeta 3- holatda bo‘lsa, u Quyoshdan sharq tomonda undan eng katta burchak masofada bo‘lganidan kechqurun Quyosh botgach osmonning g‘arb tomonida gorizontdan biroz balandda yaxshi ko‘rinadi. Aksincha 4- holatda, ya’ni Quyoshdan g‘arb tomonda bo‘lsa, u erta tongda Quyosh chiqishidan oldin sharq tomonda ko‘rinadi.
Tashqi planetaga tegishli 5-holat ham *qo‘shilish* (ya’ni Quyosh bilan qo‘shilish), 6- holat esa, *qarama-qarshi* turishi (ya’ni Quyosh bilan qarama-qarshi turish) deyiladi. Bu holatda planeta Quyidan 180^0 li bo‘lgan masofa joylashadi. Tashqi planeta 5-holatda Quyosh bilan *qo‘shilib*, o‘zining Erdagi kuzatuvchiga ko‘rinmaydigan davrini o‘tayotgan bo‘ladi, 6-holatda esa, Quyoshga *qarama-qarshi* turganidan, Quyosh botishi bilan planeta sharq tomonda gorizontdan ko‘tariladi va butun tun davomida uni kuzatish mumkin bo‘ladi.



a) b)

24 – rasm. Ichki va tashqi planetalarning konfiguratsiya holatlari.

6-§. Planetalarning siderik va sinodik davrlari

Planetaning *siderik davri* T_{pl} deb, uning Quyosh atrofida ma'lum bir yulduzga nisbatan to'la aylanib chiqishi uchun ketgan vaqtga aytiladi. Planetaning *sinodik davri S* deb, uning bir xil konfiguratsion vaziyatlarining (qo'shilishi, elongatsiyalari, va qarama-qarshi turishlari), ixtiyoriy biridan ikki marta ketma-ket o'tishi uchun zarur bo'lgan vaqt oralig'iga aytiladi. Planetaning sinodik davri S Erning harakati bilan bog'liq bo'lib, Erning siderik davri $T_{\oplus}$ va planetaning siderik davri T_{pl} bilan quyidagicha bog'lanishda bo'ladi:

ichki planetalar uchun $$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{пл}},$$

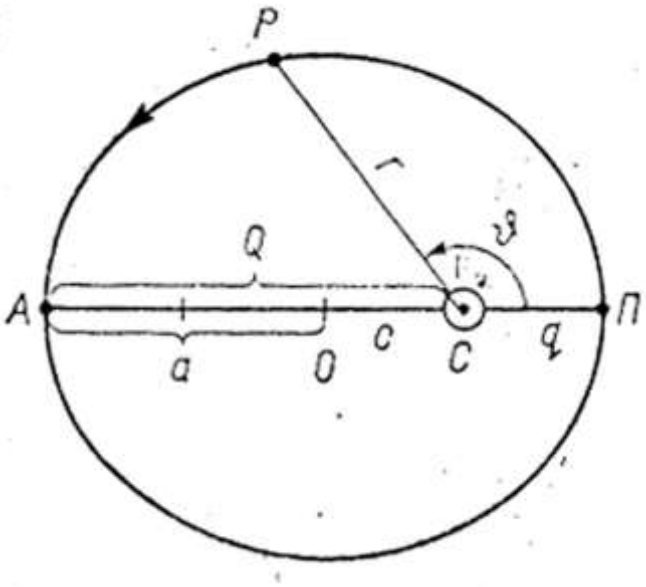
tashqi planetalar uchun esa $$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{пл}} - \frac{1}{T_{\oplus}}.$$

7-§. Keplerning qonunlari

Birinchi qonun: *Barcha planetalar, Quyosh atrofida ellips bo'ylab harakatlanadilar. Ellipsning fokuslaridan birida Quyosh yotadi* (25-rasm). Planetalarning orbitalari aylanadan ko'p farq qilmay, ellipslarning ekssentrisitetlari e $(OF_1/OП)$ nulga yaqin bo'ladi (aylananing ekssentrisiteti $e=0$ bo'ladi).

Keplerning birinchi qonuniga ko'ra Quyosh, ellipsning fokuslaridan biri – S nuqtada yotib, orbitadagi P nuqta uning *perigeliyi*, A nuqta esa, *afeliyi* deyiladi. $OA = OP = a$ orbitaning katta yarim o'qi deyiladi. Perigeliyda planetaning Quyoshdan uzoqligi $q = a(1-e)$, afeliyning uzoqligi esa, $Q = a(1+e)$ ifodadan topiladi. Orbitaning ixtiyoriy K nuqtasini ellipsning S fokusidagi Quyosh bilan tutashtirilgan kesmasi – orbitaning r radius-vektori deb ataladi. Orbitaning katta yarim o'qi, perigeliy va afeliyning uzoqliklari (q, Q) orqali quyidagicha topiladi:

$$a = \frac{Q+q}{2}$$



25 – rasm. Keplerning birinchi qonuniga doir chizma.

Ikkinchi qonun: *Planetaning radius-vektori teng vaqtlar ichida teng yuzalar chizadi.*

Perigeliy yaqinida planeta radius-vektorining Δt vaqtda chizgan yuzasi SR_1R_2, shunday vaqt ichida afeliy yaqinida planeta radius-vektorining chizgan yuzasi SR_3R_4 ligidan, bu davrlarda planetalarning perigeliy va afeliy yaqinida o‘tgan yo‘llari, mos ravishda, R_1R_2 va R_3R_4 bo‘ladi (26– rasm). $q < Q$ bo‘lishiga qaramay, yuzalar tengligidan $R_1R_2 > R_3R_4$ bo‘lishi ayon bo‘ladi. Bu yoylarni planeta bir xil Δt vaqt ichida o‘tganidan, uning ellips bo‘ylab harakati notekis kechishi, aniqrog‘i – perigeliy yaqinida u tezroq, afeliy yaqinida esa sekinroq yurishi ma’lum bo‘ladi.

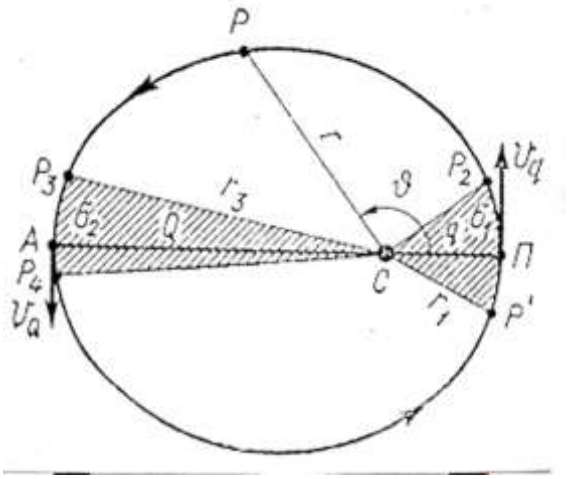
Planetalarning perigeliy yaqinidagi tezligi

$$\upsilon_п = \upsilon_{ур}\sqrt{\frac{1+e}{1-e}},$$

afeliy yaqinidagisi esa,

$$\upsilon_a = \upsilon_{ур}\sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$$

ifodalardan topiladi, bu erda $\upsilon_{o'r}$ –planetaning orbita bo‘ylab o‘rtacha yoki radiusi $r = a$ aylana bo‘ylab tezligini xarakterlaydi.



26 – rasm. Keplerning ikkinchi qonunini tushuntirish

Keplerning uchinchi qonuni: *Ixtiyoriy ikki planeta siderik (haqiqiy) davrlari kvadratlarining nisbati, katta yarim o‘qlari kublarining nisbatiga teng*, ya’ni

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

bu erda T_1 va T_2 - planetalar siderik davrlarini, a_1 va a_2 lar esa ularning orbitalarining katta yarim o‘qlarini ifodalaydi.

Agar ikkinchi planeta uchun Er olinib, $T_2 = T_\oplus = 1$ *yil*, $a_2 = a_\oplus = 1$ *a.b.* ekanligi e’tiborga olinsa, ixtiyoriy planetaning *yillarda* ifodalangan davri *T*, uning *astronomik birlik*larda ifodalangan katta yarim o‘qi orqali quyidagicha bog‘lanadi:

$$T = \sqrt{a^3}$$

8-§. Planetalarning orbita elementlari. Nazariy astronomiyaning asosiy vazifalari

Planeta harakatini ko‘z oldimizga keltirish uchun uning orbitasi yotgan tekislikning bizga ma’lum tekislikka (aytaylik, osmon ekvatori yoki ekliptika tekisligiga) nisbatan joylashishi, sayyora orbitasining shakli va o‘lchamlari, bu orbita bo‘ylab planetaning aylanish davri va uning ma’lum nuqtasidan planetaning o‘tish vaqti kabi ma’lumotlarga ega bo‘lish zarur bo‘ladi. Planeta orbitasi haqida ma’lumot beradigan eslatilgan kattaliklar – *orbita elementlari deyiladi*.

Planeta orbitasini aniqlashda tayaniladigan tekislik qilib, odatda ekliptika tekisligi olinadi. Planeta orbitasining ekliptikani kesib o‘tish nuqtalari – *ko‘tarilish va tushish tugunlari* deyiladi. Bo‘lar ichida ko‘tarilish tuguni orbita bo‘ylab harakatlanayotgan planeta ekliptikani bu nuqtada kesib o‘tgach, shimoliy qutbga yaqinlashib boradiganiga aytiladi.

Planeta orbitasini quyidagi asosiy elementlar aniqlaydi (27 –rasm):

1) i – planeta orbitasining ekliptika tekisligiga ogmaligi $0 \le i < 90^0$ bo‘lsa, planetaning Quyosh atrofidagi aylanish yunalishi Erniki bilan mos keladi; agar $90^0 < i < 180^0$ bo‘lsa, aksincha, planeta qarama – qarshi tomonga harakatlanadi.
2) ♌ ko‘tarilish tugunining geliotsentrik uzunlamasi. Bu – Quyoshdan bahorgi tengkunlik nuqtasi ♈ va ko‘tarilish tuguniga (♌) tortilgan chiziqlar orasidagi tekis burchak bilan xarakterlanadi. U 0 dan 360^0 gacha bo‘lishi mumkin.
3) ω - orbita perigeliyining ko‘tarilish tugunidan burchak uzoqligi bo‘lib, u orbita tekisligida yotuvchi ♌*SP* burchakdir. Bu burchak ko‘tarilish tugunidan planetaning harakat yo‘nalishi tomonga o‘lchanib, kattaligi 0 dan 360^0 gacha boradi. Ba’zan bu burchak o‘rniga perigeliyning uzunlamasi (λ = ♌+ω) olinadi.
4) a – elliptik orbitaning katta yarim o‘qi. a yordamida Kepler qonunidan planetaning davri–T topiladi. Ba’zan bu element bilan birga planetaning o‘rtacha sutkalik siljish kattaligi ham $n = \frac{360^0}{T} = \frac{2\pi}{T}$ beriladi.
5) e – orbitaning ekssentrisiteti. $e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$ dan topiladi, bu erda a va b, mos ravishda, orbitani ifodalovchi ellipsning katta va kichik yarim o‘qlari hisoblanadi. a va e lar planetaning shakli va o‘lchami to‘g‘risida ma’lumot beradi.
6) t_0 - planetaning perigeliydan o‘tish vaqti.

YUqoridagi orbita elementlari ma’lum bo‘lsa, istalgan t vaqt uchun planetaning orbitadagi holatini aniqlash mumkin.

27– rasm.Planetalarning orbita elementlari.

Berilgan vaqt uchun planetaning orbitadagi holatlari topilgach, aynan shu momentlar uchun planetaning fazoviy geliotsentrik koordinatalari hisoblanadi. Er orbita elementlariga ko‘ra, bu momentlar uchun Erning ham o‘z orbitasidagi holatlarini hisoblab, so‘ngra planetaning geotsentrik koordinatalari va uning Erdan uzoqligi aniqlanadi.

SHu yo‘l bilan planetaning orbita elementlariga ko‘ra, uning ko‘rinma koordinatalarini aniqlash, planetaning efemeridlarini hisoblash deyiladi.

Bunga teskari masala – planeta efemeridlariga ko‘ra, uning ko‘rinma koordinatalarini hisoblash deyilib, u efemeridlarni hisoblashdan ancha qiyin masala sanaladi. Efemeridlarni hisoblash va planeta orbitalarini aniqlash masalalari nazariy astronomiyaning bosh vazifalaridan hisoblanadi.

6-dars

Butun olam tortishish qonuni ichki jism masalasi. Kosmik tezliklar. Quyosh sistemasi jismlarning massalarini hisoblash.

Darsning maqsadi:

Tabiatning universal qonuni – butun olam tortishish qounini, gravitatsion maydonning xossalari haqida ma’lumot berish. Ikki jism masalasi deyiluvchi – markaziy maydonda harakatlanayotgan jismning harakati xususiyatlari va traektoriyalari haqidagi tushunchalarni o‘quvchilarda shakllantirish.

Ko‘rsatma qurollar:

Nьyuton hayoti va ijodiga oid hujjatlar (fotografiyalar, kitobidan lavhalar, qiziqarli materiallar va xaqozo) markaziy maydonda boshlang‘ich tezlik bilan uloqtirilgan jismning traektoriyalarini aks qiluvchi plakat. Ekran qo‘llanmalari (diopazitiv, diafilьm, kinokolьsovka)

O‘quv materiallari bayoni rejasi:

1. Nьyutonning hayoti va ilmiy metodi. Uning osmon mexanikasida tutgan o‘rni, roli va ahamiyati.
2. Nьyutonning butun olam tortishish qonuni. Gravitatsion maydonning xossalari.
3. Ikki jism masalasining fizik mohiyati.
4. Tortishishning markaziy maydonida jism harakat proektoriyalarining, uning boshlang‘ich tezligiga bog‘liqli

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

9–§. Mexanikaning asosiy qonunlari.
Butun olam tortishish qonuni

Kepler qonunlari faqat planetalarninggina harakatiga tegishli bo‘lmay, ularni tabiiy va sun’iy yo‘ldoshlarga ham qo‘llasa bo‘ladigan qonunlardir.

Kepler qonunlarining kashf etilishi, Quyosh sistemasiga aloqador barcha osmon jismlarining harakatlariga oid qonuniyatlarni ochishga imkon yaratib, Nьyuton tomonidan planetalarning harakatlarini boshqaruvchi kuchni aniqlanishiga olib keldi. Ana shunday qonunlardan biri Nьyuton tomonidan 1687 yilda kashf etilgan - butun olam tortishishi qonuni sizga fizika kursidan ma’lum:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

bu erda m_1 va m_2– ixtiyoriy ikki jismning massalarini, *r*– ular orasidagi masofani ifodalaydi, G – gravitatsion doimiylik ($G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} H \cdot м^2 / кг^2$). Keyinroq Nьyuton, matematik yo‘l bilan Keplerning barcha qonunlarini keltirib chiqardi.

Tortishish (gravitatsiya) kuchi ta’sirida biror jism boshqa bir osmon jismi atrofida aylana, ellips, parabola yoki giperbola ko‘rinishidagi traektoriyalar bo‘yicha harakat qilishi ham Nьyuton tomonidan aniqlandi va u, Kepler birinchi qonunining umumlashgan ko‘rinishi deb nom oldi.

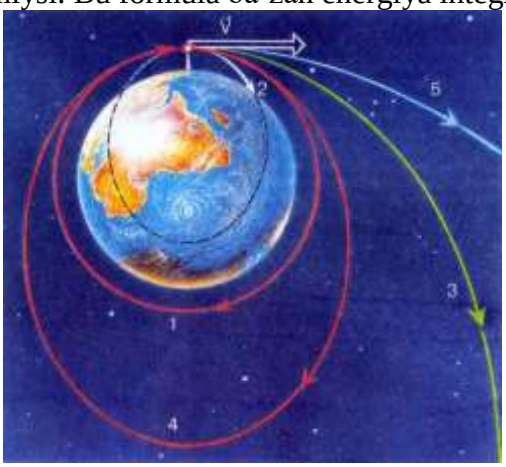
Ahamiyatli joyi shundaki, bu qonun faqat planetalar harakatiga taalluqli bo‘lmay, balki barcha tabiiy va sun’iy jismlarning harakati ham unga bo‘ysunadi.

10–§. Ikki jism masalasi

Massasi *t* bo‘lgan jismning markaziy *M* massali jism tortishish maydonidagi harakati katta yarim o‘qi *a* bo‘lgan elliptik orbita bo‘ylab kuzatilayotgan bo‘lsa (28 – rasm), u holda bu jismning markaziy jismdan *r* masofada bo‘lgan paytdagi tezligi quyidagicha topiladi:

$$\upsilon^2 = \gamma(M + m)\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)$$

bu erda G –gravitatsiya doimiysi. Bu formula ba’zan energiya integrali deb ham yuritiladi.



28 – rasm. Tortishishning markaziy maydonida harakatlanayotgan jismning boshlang‘ich tezligiga ko‘ra traektoriyalari.

Agar *t* moddiy nuqta markaziy jism atrofida aylana bo‘ylab harakatlansa (rasmlarda 1-orbita) , *r* = *a* bo‘lganidan, doiraviy tezlik kattaligi

$$\upsilon^2 = \gamma(M+m)\frac{1}{r}$$

yoki

$$\upsilon = \sqrt{\gamma\frac{M+m}{r}}$$

bo‘ladi.

Agar *t* massali jism parabola bo‘ylab harakatlansa (rasmda 3- orbita) , u holda $a=\infty$ bo‘lib, aniqlangan tezlik *parabolik tezlik* deb yuritiladi:

$$\upsilon_n = \sqrt{\gamma\frac{2M}{r}}$$

yoki

$$\upsilon = \sqrt{2}\upsilon_0$$

Tezlik elliptik orbita bo‘ylab harakatda $0 < \upsilon_{el} < \upsilon_{par}$ oraliqdagi qiymatlarga, giperbolik orbita bo‘ylab harakatda esa (5--orbitalar) $\upsilon_{gip} > \upsilon_{par}$ qiymatlarga ega bo‘ladi.

Er sun’iy yo‘ldoshlari orbitaga ko‘p bosqichli raketalar yordamida chiqarilib, oxirgi bosqichning yo‘ldoshga beradigan tezligi ma’lum balandlikda υ_a aylanma tezlik kattaligiga teng bo‘lsa, u er atrofida aylana bo‘ylab harakatlanadi.

Agar yo‘ldosh olgan tezlik aylanma tezlikdan kichik bo‘lib, etarlicha katta balandlikda radius-vektorga tik yo‘nalishda berilgan bo‘lsa, bunday yo‘ldosh Er atrofida ellips bo‘ylab harakatlanadi. Bu holda yo‘ldoshning orbitaga chiqish nuqtasi apogeyga mos keladi.

Agar sun’iy yo‘ldosh υ_a aylanma tezlikdan katta tezlik bilan orbitaga chiqarilsa, uning orbitaga chiqish nuqtasi perigeyga to‘g‘ri kelib, bu holda ham orbita ko‘rinishi ellipsdan iborat bo‘ladi.

Sun’iy yo‘ldoshlarning massasi Er massasi $M_\otimes$ dan hisobga olmaslik darajada kichik (ya’ni $m \ll M_\otimes$) bo‘lganidan, doiraviy orbita bo‘ylab harakatdagi tezlik quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$\upsilon_a = \sqrt{\gamma\frac{M}{R+h}} \quad \text{yoki} \quad \upsilon_a = \sqrt{\frac{gR}{R+h}}$$

bu erda $R_\otimes$ - Erning radiusi, *h* — yo‘ldoshning Er sirtidan uchish balandligi.

Er sirti yaqinida ($h \to 0$) doiraviy orbita bo‘ylab harakatlanayotgan sun’iy yo‘ldosh uchun

$$R_\oplus = 6{,}370 \cdot 10^6\, M \text{ va } g = 9{,}81 \text{ m/s}^2$$

bo‘lganidan doiraviy tezlik, kattaligi

$$\upsilon_{1k} = 7{,}91 \text{ km/s}$$

ga teng bo‘ladi. Sun’iy yo‘ldoshlar uchun tezlikning bu kattaligi *birinchi kosmik tezlik* deb yuritiladi.

Biroq, Er qalin atmosfera bilan qoplanganligi tufayli, uning sirti yaqinida harakatlanadigan sun’iy yo‘ldosh uchirishning imkoni yo‘q. SHuning uchun ham Er sun’iy yo‘ldoshlari ma’lum balandlikdan (h=150 km) yuqorida uchiriladi. Ma’lum *h* balandlikda υ_g doiraviy tezlik υ_{1k} birinchi kosmik tezlikdan bir oz kichik bo‘lib, kuyidagi ifodadan topiladi:

$$\upsilon_a' = \upsilon_{1к}\sqrt{\frac{R}{R+h}} = 7{,}91\sqrt{\frac{R}{R+h}}$$

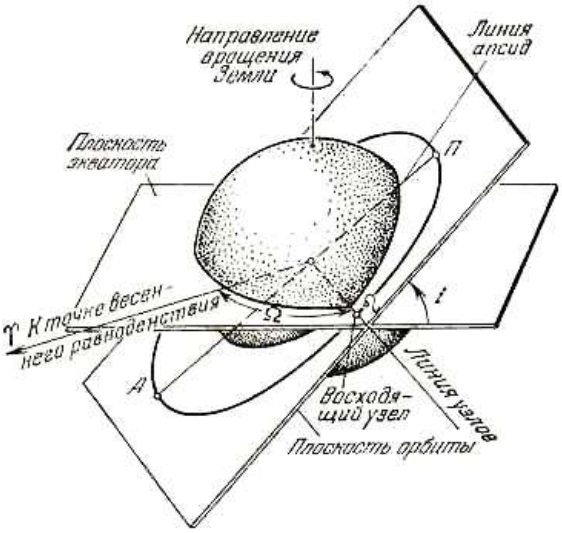
Gorizontal yo‘nalishda uchirilgan sun’iy yo‘ldosh orbitasining *e ekssentrisiteti*

$$e = 1 - \frac{q}{a}$$

tenglikdan topiladi, bu erda *q* perigeygacha bo‘lgan (Er markazidan hisoblaganda) masofani xarakterlaydi.

Sun’iy yo‘ldoshning orbita elementlari, uni uchirish joyi, uchirish vaqti, boshlang‘ich tezlikning kattaligi va yo‘nalishi bilan bevosita bog‘liq bo‘ladi.

Er sun’iy yo‘ldoshi elliptik orbitasining Er ekvatoriga nisbatan taxminiy joylashuvi 29–rasmda ko‘rsatilgan. Bu rasmda *i* – yo‘ldosh orbitasi tekisligining Er ekvatori tekisligiga *og‘maligi*, ☊- orbitaning *ko‘tarilish tuguni*, – orbitaning *tushish tuguni*, *P* – yo‘ldosh orbitasining *perigeyi*, *A*– yo‘ldosh orbitasining *apogeyi*, ♈– *bahorgi tengkunlik nuqtasi*, *Ω* – ko‘tarilish tugunining *to‘g‘ri chiqishi*, *ω– perigeyning ko‘tarilish tugunidan burchak uzoqligi*.



29– rasm. Er sun’iy yo‘ldoshining orbita elementlari.

Sun’iy yuldoshning Er atrofida aylanish davri Keplerning uchinchi konunidan foydalanib quyidagicha topiladi:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\gamma M}} a^{3/2}$$

yoki

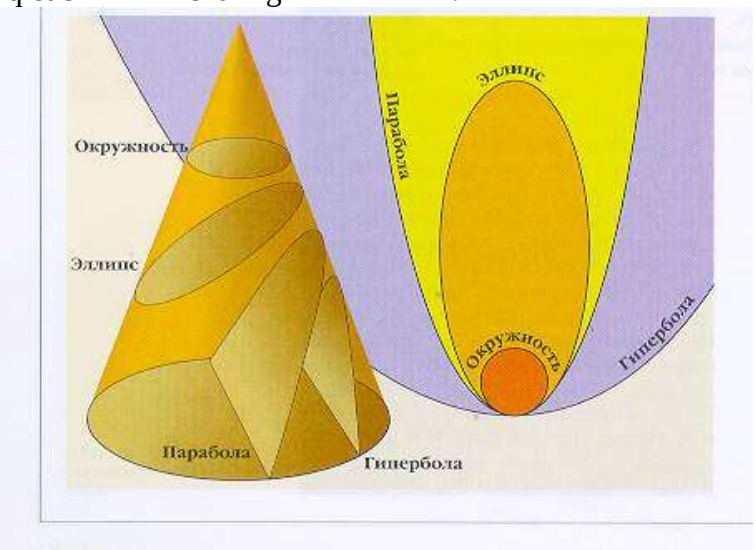
$$T = \frac{2\pi}{R\sqrt{g}} a^{3/2}$$

Agar *a* ni santimetrlarda ifodalab, R =6370 km va $g_{\otimes}$ = 9,81m/s^2 ekanligi e’tiborga olinsa, yo‘ldoshning minutlarda ifodalangan aylanish davri ushbu formula yordamida oson topiladi:

$$T = 1{,}695 \cdot 10^{-4} \cdot a^{3/2} \text{ мин.}$$

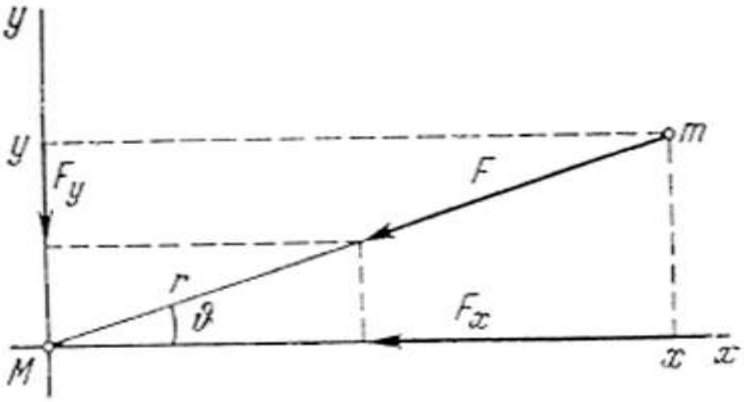
11–§. Keplerning umumlashgan qonunlari

1. Keplerning birinchi qonuni. Keplerning yuqorida (7-§) keltirilgan qonunlari, planetalarning ko‘rinma harakatlarini bevosita kuzatishlar asosida aniqlangan bo‘lib, ular faqat Quyosh atrofida aylanuvchi yirik planetalar uchungina o‘rinlidir. Aslida esa, Quyosh atrofida traektoriyalari yopik egri chiziq bo‘lmagan orbitalar bo‘yicha harakatlanuvchi osmon jismlari ham talaygina topiladi. SHuning uchun ham Keplerning birinchi qonuni quyidagicha ta’riflash to‘g‘ri bo‘ladi: Biror jismning tortishish maydonida harakatlanayotgan boshqa bir jismning harakat traektoriyasi – konus kesimlaridan birining (aylana, ellips, parabola yoki giperbola) ko‘rinishida bo‘ladi (30–rasm). Bunday ta’rif tortishish maydonida ellips, parabola yoki giperbola ko‘rinishdagi orbitalar (xususan Quyosh sistemasida bunday orbitalar bo‘ylab, ko‘pincha kametalar yuradi) bo‘yicha harakatlanayotgan har qanday jism uchun o‘rinli bo‘ladi. Bu, Kepler birinchi qonunining universalligini o‘zida aks qilib, uni planetalarning yo‘ldoshlari, sun’iy osmon jismlari (SY lar va KA lar), qo‘shaloq yulduzlarning massa markazi atrofidagi harakatlariga ham tadbiq etish o‘rinli ekanligini ko‘rsatadi.



30– rasm. Tortishishning markaziy maydonida harakatlanayotgan jismlarning traektoriyalarining konus kesimlaridan ekanligi.

*2. Keplerning ikkinchi qonuni***.** Bunda Quyoshning tortishish maydonini markaziy maydon deb qarab, P_+ planetaning orbita tekisligida (markazi Quyosh markazida) yotuvchi XOU koordinatalar sistemasini olamiz (31 – rasm).



31– rasm. Keplerning ikkinchi qonunini ketirib chiqarishga doir sxema.

U holda planetaga ta’sir etuvchi kuch va bu kuch ta’sirida uning olayotgan tezlanishining x va y o‘qlaridagi tashkil ztuvchilari orasidagi bog‘lanishlarini quyidagicha ifodalaymiz:

$$F_x = m\frac{d^2x}{dt^2}, \qquad F_y = m\frac{d^2y}{dt^2} \tag{1}$$

bu erda m – planeta massasini ifodalaydi. Bu tenglamaning har ikkala tomonini, mos ravishda y va x ga ko‘paytirib, ikkinchisidan birinchini ayirsak:

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

yoki

$$xF_y - yF_x = m\frac{d}{dt}\left(x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}\right) \tag{2'}$$

tenglamaga erishamiz. Planetaga ta’sir etuvchi kuchning markaziy ekanligini e’tiborga olsak:

$$\frac{F_x}{F_y} = \frac{x}{y}, \qquad yF_x - xF_y = 0 \tag{3}$$

U holda (2′) tenglamaning ko‘rinishi $m \neq 0$ bo‘lganidan

$$\frac{d}{dt}\left(x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}\right) = 0 \tag{4}$$

bo‘ladi, u holda:

$$x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt} = const \tag{5}$$

Qutb koordinata sistemalari orqali *x* va *y* ni radius – vektor *r* orqali ifodalasak

$$x = r\cdot\cos\theta, \qquad y = r\sin\theta \tag{6}$$

bu erda θ - markaziy kuchning absissa o‘qi bilan hosil qilgan burchagini ifodalaydi. (6) ni (5) ga qo‘ysak

$$r\cdot\cos\theta\cdot r\cos\theta\frac{d\theta}{dt} + r\cdot\sin\theta\cdot r\cdot\sin\theta\frac{d\theta}{dt} = const \tag{7}$$

yoki

$$r^2\frac{d\theta}{dt}(\cos^2\theta + \sin^2\theta) = const, \qquad \cos^2\theta + \sin^2\theta = 1$$

ekanligidan

$$r^2\frac{d\theta}{dt} = const \tag{8}$$

Boshqacha aytganda, vaqt birligi ichida radius – vektor tomonidan chizilgan yuza o‘zgarmas bo‘lishi (8) dan ko‘rinadi. SHuning uchun ham (8), umumiy holda, Keplerning ikkinchi qonunining matematik ifodasini xarakterlaydi.

7-dars

Keplerning aniqlashtirilgan 3 –qonuni. Osmon jismlarining massalarini hisoblash. YOritgichlarning sutkalik va gorizontal paralliksini hisoblash. Quyosh sistemasi jismlarigacha bo‘lgan masofalarni aniqlash.Astronomiyada uzunlik o‘lchov birliklari.

Darsning maqsadi:

O‘quchilarni yoritgichlargacha bo‘lgan masofalarni aniqlashning trigonometrik usuli bilan tanishtirish. Astronomiyada uzunlik o‘lchov birliklari bilan tanishtirish.

Ko‘rsatma qurollar:

Sutkalik gorizontal paralaksni aniqlash sxema chizmasi. Er globusi. Astronomiyada uzunlik o‘lchov birliklarining jadvali.

O‘quv materiallari bayoni rejasi:

1. Sutkalik – gorizontal parallaks tushunchasini eslatish.
2. ixtiyoriy yoritgichning sutkalik-paralaks gorizontal burchagini topish usuli.
3. Topilgan sutkalik-gorizontal parallaks (r) asosida ungacha masofasini trigonometrik yo‘l bilan hisoblash.
4. Quyosh sistemasi jismlarigacha masofani hisoblashning zamonaviy-radiolakatsion usuli qida tushuncha berish.

Uyga vazifa: [1], [2]

12-§. Keplerning III qonunini Nьyuton tomonidan umumlashtirilgan ko‘rinishi

Quyoshdan r masofada, uning atrofida ω burchak tezlik bilan harakatlanayotgan planetaning tezlanishi:

$$a = \frac{4\pi^2}{T^2} r \qquad (9)$$

ko‘rinishni oladi.

Endi M massali markaziy jism (misolimizda – Quyosh) atrofida aylanayotgan m massali jismning (planeta) nisbiy tezlanishi:

$$a_{нисб} = G\frac{M+m}{r^2} \qquad (10)$$

bo‘lib, a va $a_{нисб}$ tezlanishlar, aslida bir tezlanishning ikki xil ifodasi, binobarin $a = a_{нисб}$. SHuning uchun (9) ni (10) ga tenglab:

$$\frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{G(M+m)}{r^2} \qquad (11)$$

yozish mumkin.

(11) dan ma’lum kattaliklarni barobarini bir tomonda qoldirsak:

$$\frac{T^2(M+m)}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G} = const \qquad (12)$$

Agar jismning ellips bo‘yicha harakatlanayapti deb qaralsa, r ni a - ellipsning katta yarim o‘qi bilan almashtirish zarur bo‘ladi, ya’ni

$$\frac{T^2(M+m)}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G} \qquad (13)$$

Buni M_1 va M_2 jismlar atrofida, a_1 va a_2 katta yarim o‘qli ellipslar bo‘yicha harakatlanuvchi m_1 va m_2 massali jismlar uchun yozilsa:

$$\frac{T_1^2(M_1+m_1)}{a_1^3} = \frac{4\pi^2}{G} \quad \text{va} \quad \frac{T_2^2(M_2+m_2)}{a_2^3} = \frac{4\pi^2}{G} \qquad (14)$$

bo‘ladi, bu erda T_1 va T_2 ularning aylanish davrini xarakterlaydi. (14) dagi tenglamalarning o‘ng tomonlari tengligidan chap tomonlarini ham tenglab yoza olamiz:

$$\frac{T_1^2(M_1+m_1)}{a_1^3} = \frac{T_2^2(M_2+m_2)}{a_2^3} \qquad (15)$$

yoki

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \cdot \frac{M_1+m_1}{M_2+m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \qquad (16)$$

(16) ifoda Kepler uchinchi qonunining Nьyuton tomonidan aniqlashtarilgan ko‘rinishini ifodalaydi. Xususiy holda m_1 va m_2 jismlarni Quyosh atrofida aylanuvchi planetalar deb

qaralsa, $M_1 = M_2 = M_\Theta$ - Quyosh massasini ifodalab, (16) tenglamani ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \cdot \frac{M_\Theta + m_1}{M_\Theta + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \tag{17}$$

Agar (17) da m_1 va m_2 lar Quyosh massasi oldida juda kichikligidan, tashlab yuborilsa ($m_1 \cong m_2 = 0$) u:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \cdot = \frac{a_1^3}{a_2^3} \tag{18}$$

teng bo‘lib, Kepler tomonidan aniqlangan formulaga erishamiz.

13-§. Quyosh sistemasi jismlarining massalarini hisoblash

Osmon jismlarining asosiy fizik xarakteristikalaridan biri - ularning massalarini aniqlashda, Keplerning Nьyuton tomonidan umumlashtirilgan (yoki aniqlashtirilgan) ushbu III qonunidan foydalaniladi:

$$\frac{T_1}{T_2} \cdot \frac{M_\Theta + m_1}{M_\Theta + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \tag{1}$$

bu erda T_1 va T_2 - Quyosh atrofida aylanuvchi ixtiyoriy ikki planetaning siderik yoki yulduz davrlari (ya’ni Quyosh atrofida haqiqiy aylanish davrlari), $M_\oplus$ - Quyosh massasini, m_1 va m_2 - eslatilgan usha ikki planetaning massalari, a_1 va a_2 lar esa, ularning orbitalari katta yarim o‘qlarini xarakterlaydi.

Bevosita o‘lchashlar asosida planetamiz – Erning massasini topish mumkin. Biroq, boshqa biror planetaning massasini aniqlash uchun esa, Keplerning aniqlashtirilgan III qonunidan foydalaniladi. Bunda topilishi mo‘ljallangan planetaning yo‘ldoshi bilan Er yo‘ldoshining harakati (davrlari va orbitalarining katta yarim o‘qlari) solishtiriladi, ya’ni

$$\frac{T_1^2}{T_c^2} \cdot \frac{M + m_1}{M_\oplus + m_c} = \frac{a_1^3}{a_c^3} \tag{2}$$

bu erda M ixtiyoriy planeta massasini, $M\oplus$ – Er massasini, T_1 va T_s – mos ravishda, planetaning yo‘ldoshi va Er sun’iy yo‘ldoshining aylanish davrlarini, m_1 va m_c - planeta yo‘ldoshi va Er cun’iy yo‘ldoshi massalarini, a_1 va a_s esa, mos ravishda, planetaning yo‘ldoshi va Er sun’iy yo‘ldoshi orbitalari katta yarim o‘qlarini xarakterlaydi.

Odatda planetalar massalariga nisbatan, ularning yo‘ldosh lari juda kichik bo‘lganidan (Er va uning tabiiy yo‘ldoshi Oy bundan mustasno), $m_1 << M$; $m_s << M_\oplus$ bo‘ladi,bu erda m_s– Erning sun’iy yo‘ldoshining massasini bildiradi, u holda (2) formuladan planeta massasi

$$\frac{T_1^2}{T_c^2} \cdot \frac{M}{M_\oplus} = \frac{a_1^3}{a_c^3} \tag{2'}$$

$$M = \frac{a_1^3}{a_c^3} \cdot \frac{T_c^2}{T_1^2} M_\oplus \tag{3}$$

(3) ifodadan topiladi.

Endi Keplerning umumlashgan III qonunini M Quyosh va $m_\oplus$ Er hamda Er va uning sun'iy yo'ldoshi m_s juftliklari uchun yozaylik:

$$\frac{T_\oplus^2}{T_c^2}\cdot\frac{M+m_\oplus}{M_\oplus+m_c}=\frac{a_\oplus^3}{a_c^3}$$

tenglikning chap tomoni surat va maxrajini $m_\oplus$ ga bo'lsak,

$$\frac{T_\oplus^2}{T_c^2}\cdot\frac{M/m_\oplus+1}{1+m_c/m_\oplus}=\frac{a_\oplus^3}{a_c^3}$$

tenglikka erishamiz. Bu erda $m_c/m_\oplus$<<1 ligini e'tiborga olib, $m_\oplus=1$ desak

$$M+1=\frac{a_\oplus^3}{a_c^3}\cdot\frac{T_c^2}{T_\oplus^2}$$

yoki

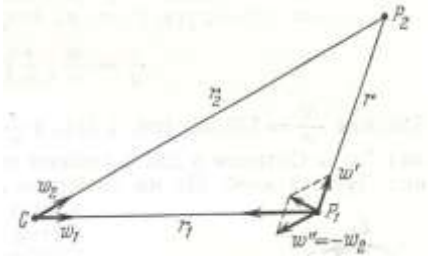
$$M=\frac{a_\oplus^3}{a_c^3}\cdot\frac{T_c^2}{T_\oplus^2}-1$$

bo'lib, u Er massasi birligidagi Quyosh massasini ifodalaydi. Bu erda M va $m_\oplus$ - Quyosh va Erning massalarini, $T_\oplus$ va $a_\oplus$ - Erning Quyosh atrofida aylanish davri va orbitasining katta yarim o'qini, T_s va a_s lar esa, Er sun'iy yo'ldoshining davrini va orbitasi ning katta yarim o'qini xarakterlaydi.

14-§. Uch jism masalasi. CHetlantiruvchi kuch va chetlantirilgan harakat haqida tushuncha

Agar planetamiz – Er (yoki boshqa biror planeta) faqat Quyosh ta'sirida harakatlansa, uning traektoriyasi aniq Kepler qonuni bo'yicha kuzatilar edi. Bunday harakat, ikki jism masalasi echimiga mos kelib, u chetlantirilmagan harakat deyiladi. Biroq ma'lumki, birorta ham planeta faqat Quyoshninggina ta'sirida harakatlanmay, unga boshqa osmon jismlari ham ta'sir etadi va oqibatda, uning traektoriyasi aniq ellips, aylana, parabola yoxud giperbola bo'ylab harakatlana olmaydi. Jismlar harakatida Kepler qonunidagi chetga chiqish–chetlanishlar deyilib, uning haqiqiy harakati – chetlantirilgan harakat deb ataladi.

Planetalarning massalari Quyosh massasi bilan solishtirilganda juda kichik bo'lganidan, ularning harakatdagi biror jismga beradigan chetlanishlarini hisoblash ham juda mushkul.



32 – rasm. Uch jism masalasida P_1 birinchi planetaga, P_2 ikkinchi planetaning beradigan chetlantiruvchi tezlanishiningkattaligi.

Quyida biz, Quyosh atrofida harakatlanayotgan P_1 planetaning harakatiga P_2 planeta tomonidan beriladigan chetlantiruvchi kuch va tezlanishi bilan tanishamiz (32-rasm). Bunda har uchchala jism ham Nьyutonning butun Olam tortishish qonuni bo'yicha ta'sirlashib, Quyosh birinchi va ikkinchi planetalardan SP_1 va SP_2 yo'nalishlarda quyidagi tezlanishlarni oladi:

$$a_1 = G\frac{m_1}{r_1^2} \quad a_2 = G\frac{m_2}{r_2^2} \tag{19}$$

P_1 planetaga Quyosh tomonidan ta'sir etuvchi kuchning $P_1 S$ yo'nalish bo'yicha beradigan tezlanishi:

$$a_1 = G\frac{M_\Theta + m_1}{r_1^2} \tag{20}$$

P_1 ga ikkinchi $P_2 S$ planetaning $P_1 P_2$ yo'nalishda beradigan tezlanishi esa:

$$a_1' = G\frac{m_2}{r_2^2} \tag{21}$$

mazkur planetaning Quyoshga P_2 yo'nalishda beradigan tezlanishi:

$$a_2' = G\frac{m_2}{r_2^2} \tag{22}$$

Quyosh oladigan tezlanishni birinchi planetaga ko'chirsak, u

$$a_2' = -a_2 = G\frac{m_2}{r_2^2}$$

bo'lib, $P_2 S$ yo'nalishga paralel bo'ladi. a_1' va a_2' lar - P_1 planetani keplercha orbitadan chetlantiruvchi kuchlarning tezlanishlari bo'ladi. Bundan ko'rinishicha, chetlantiruvchi kuch, chetlanishni keltiruvchi jism (ikkinchi planeta) tomonidan planetaga va Quyoshga ta'siri kuchlarning geometrik ayirmasidan iborat bo'lar ekan.

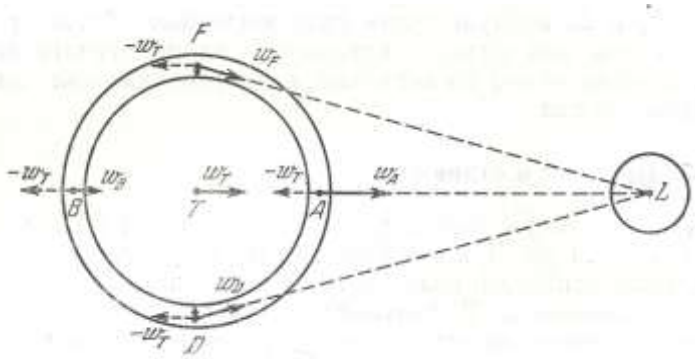
CHizmadan ko'rinishicha, chetlantiruvchi kuch (yoki chetlantiruvchi tezlanish) umumiy holda, chetlantiruvchi jismga, ya'ni ikkinchi planetaga tomon yo'nalmaydi. Faqat birgina holda, Quyosh va chetlantiruvchi jism planetadan bir tomonda, bir to'g'ri chiziqda yotgandagina, chetlantiruvchi kuch aniq chetlantiruvchi jism tomon yo'naladi.

15-§. Ko'tarilishlar va pasayishlar

Er sirtining ko'tarilish va pasayishlari. Erning diametri Oygacha bo'lgan masofaga nisbatan sezilarlicha katta bo'lganidan Erning Oydan turli masofada yotuvchi birlik massalariga Oy turli kattalikdagi kuchlar bilan ta'sir qiladi. Natijada, Er absolyut qattiq jism bo'lmaganidan uning turli qismlariga Oyning ta'siri turlicha bo'lib, er sirtida ko'tarilish va pasayish deb ataluvchi hodisaning sodir bo'lishiga sabab bo'ladi.

Er sirtining ko'tarilish va pasayish hodisasi Quyosh ta'sirida ham kuzatiladi, Biroq bu ko'tarilish va pasayishlar, Quyoshning uzoqligi tufayli, Oy ta'sirida bo'ladigan ko'tarilish va pasayishlarga nisbatan sezilarli darajada kam bo'ladi.

.



33– rasm. Oy ta'sirida Er sirtining ko'tarilish va pasayishining sabablari.

Ko‘tarilish va pasayish hodisasi ayniqsa okean suvlarining ko‘tarilish va pasayishi yaqqol seziladi (chunki suvning ishqalanish koeffitsienti, Erning quruqlikdagi ishqalanish koeffitsientiga nisbatan etarlicha kichik).

Okean suvlari sathi balandliklarining o‘zgarib turishi sistemali hodisa bo‘lib, uning sathi taxminan 6,2 soat ko‘tariladi va keyingi 6,2 soat vaqt davomida pasayadi, so‘ngra yana ko‘tarilish boshlanadi. Okean suvi sathining bu xilda davriy ravishda ko‘tarilib va pasayib turishi ma’lum meridian uchun Oyning kulьminatsiyada bo‘lishiga bog‘liq bo‘ladi. SHu meridianda yotib, Oy zenitda bo‘ladigan joyda ko‘tarilish kattaligi maksimum bo‘ladi. Bu joydan 90° narida yotuvchi nuqtalarda (bu nuqtalar to‘plami er sirtida *FD* katta aylanani beradi) esa, pasayish maksimal qiymatga erishadi (33- rasm). Ma’lum bir joyda Oyning zenitdan ikki marta ketma-ket o‘tishi uchun ketgan vaqt oraligi (yoki Oyning ikki marta ketma- ket kulьminatsiyasida bo‘lish uchun ketgan vaqt) 24^h52^m ekanligidan, shu joyda maksimal ko‘tarilish ham xuddi shunday davr bilan bo‘ladi. Bu davrning o‘rtacha er sutkasining uzunligi 24 soatdan 52 minutga ortiq bo‘lishiga sabab, Oyning Er atrofida, Er aylanishi yo‘nalishi bilan bir xil yo‘nalishda aylanishidandir.

Biroq ko‘tarilishning maksimumi, Erning Oy to‘rgan tomondagi *A* nuqtadagina kuzatilmay, balki bu nuqtaga diametral qarama– qarshi yotgan *V* nuqtada ham kuzatiladi. Buning sababi quyidagicha tushuntiriladi. Oyning *A* nuqtadagi moddiy nuqtaga ta’siri Er markazidagi *T* nuqtada yotuvchi shunday massali moddiy nuqtaga ta’siridan kuchliroq bo‘lib, natijada bu moddiy nuqta Oy tomon ko‘proq ko‘tariladi. *A nuqtaga Oy tomondan beriladigan chetlantiruvchi tezlanish,* oldingi 14-§ ga ko‘ra**,** $\omega_A - \omega_T = \omega_{ch}$ bo‘lib, u Oy tomon yo‘nalgan bo‘ladi. Oyning Erga tegishli *V* nuqtadagi moddiy nuqtaga ta’siri *T* nuqtadagi shunday massali moddiy nuqtaga ta’siridan kichik bo‘lganligi sababli,*bu nuqtadagi chetlantiruvchi tezlanish* $\omega_V - \omega_T = \omega_{ch}$ *bo‘lib,u Oyga qarama–qarshi tomonga yo‘nalgan bo‘ladi.* Binobarin *V* nuqta *T* nuqtaga nisbatan orqada qoladi, ya’ni Er markaziga nisbatan bu joyda ham ko‘tarilish kuzatiladi. SHuning uchun ham ma’lum meridianda ko‘tarilish (yoki pasayish) Oyning quyi va yuqori kulьminatsiyalarida kuzatilib, $24^h\ 52^m : 2 = 12^h26^m$ li davr bilan ro‘y beradi. Oy tomondan *A, T* va *V* nuqtalardagi birlik massalarga beradigan tezlanishlarning kattaliklari mos ravishda:

$$a_A = G\frac{M}{(r-R)^2},\ a_O = G\frac{M}{r^2},\ a_B = G\frac{M}{(r+R)^2}$$

bo‘ladi, u holda:

$$a_A - a_O = GM\left[\frac{1}{(r-R)^2} - \frac{1}{r^2}\right]$$

Bu erda *r* Er markazidan Oy markazigacha, *R* esa Er radiusini ifodalaydi. *r* >> *R* bo‘lganidan R^2 dan voz kechilsa va *(r–R)* o‘rniga *r* olinsa, chetlantiruvchi tezlanishni ifodalovchi yuqoridagi tenglama quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$a_A - a_O = GM\frac{2R}{r^3}$$

Bu ifoda, Er sirti *ko‘tarilishni vujudga keltiruvchi kuch tezlanishi* deb ataladi, bu erda *R* - Er radiusi, *M* - Oy massasi va *r* - Erdan Oygacha bo‘lgan masofa.

Quyosh Erdan, Oyga nisbatan juda uzoq masofada bo‘lgani sababli, Quyosh ko‘tarish kuchining kattaligi, Oynikiga nisbatan 2,2 marta kichik bo‘ladi. SHuning uchun ham Quyoshning Er sirtini ko‘tarishi, alohida sezilarli darajada kuzatilmaydi. Er sirtining ko‘tarilishi

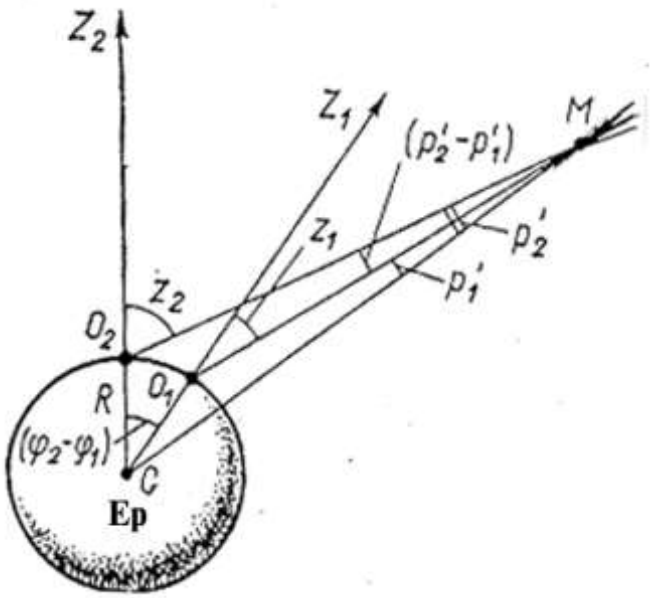
eng katta qiymatga to‘linoy va yangioy fazalarida (sizigey holatlarida) erishadi. CHunki Oyning bu vaziyatlarida uning ko‘tarish kuchi Quyoshning ko‘tarish kuchi bilan bir xil yo‘nalishda bo‘lib qo‘shiladi. Oyning birinchi va oxirgi choraklarida esa aksincha, bu ikki osmon jismining ko‘tarish kuchlari bir-biriga tik yo‘nalib, er sirtining ko‘tarilishi minimal qiymat oladi.

Er g‘arbdan sharqqa tomon aylanganidan, er sirtida maksimal ko‘tarilish to‘lqini sharqdan g‘arbga tomon qarab siljiydi. Bu siljish, o‘z navbatida, Erning aylanishiga tormozlovchi kuch sifatida ta’sir qiladi.

QUYOSH SISTEMASI JISMLARINING O‘LCHAMLARI. ULARGACHA BO‘LGAN MASOFALARNI ANIQLASH

1–§. YOritgichlarning sutkalik gorizontal parallakslarini topish

Oldingi paragrafdan ma’lum bo‘lishicha, yoritgichlarning gorizontal parallakslarini Erdan turib topish mumkin bo‘lsa, u holda ulargacha masofani u erda keltirilgan formula yordamida oson aniqlasa bo‘lar ekan. SHunga e’tiboran, yoritgichning sutkalik parallaksini qanday topish mumkinligi ustida to‘xtaymiz.



34 – rasm. M osmon jismining sutkalik gorizontal parallaksini hisoblash.

Er shari ixtiyoriy meridianining ikki –O_1 va O_2 nuqtalaridan turib ikki kuzatuvchi Quyosh sistemasiga kiruvchi ma’lum *M* yoritgichning kulьminatsiyasini kuzatayotgan bo‘lsin (34–rasm). U holda, bu kuzatuvchilarga mazkur yoritgich yulduzlar orasida, mos ravishda, M_1' $(\alpha_1\delta)_1$ va M_2' $(\alpha_{2,}\delta_2)$ nuqtalarda ko‘rinadi. CHizmada hosil bo‘lgan *EAMB* to‘rtburchak burchaklari uchun:

$$360^\circ = \angle AEB + \angle EAM + \angle AMB + \angle MBE \quad \angle AEB = \varphi_A - \varphi_B;$$

$$\angle EAM = 180 - z_A;\ \angle AMB = p_A - p_B;\ \angle MBE = 180^\circ + z_V$$

ekanligidan yoza olamiz:

$$360^\circ = \varphi_A - \varphi_B + 180^\circ - z_A + p_A - p_B + 180^\circ - z_B$$

yoki

$p_A - p_B = (\varphi_A - z_A) - (\varphi_V - z_V)$

bo‘ladi.

YOritgichning p_A va p_B parallakslarini uning sutkalik gorizontal parallaksi p_0 orqali ifodalab:

$$p_A = r_0 \sin z_a; \qquad p_B = p_0 \sin z_B$$

kulminatsiyadagi yoritgich uchun $\varphi_A - z_A = \delta_1$; $\varphi_V - z_B = \delta_2$ ekanligini e’tiborga olsak, yuqoridagi tenglama

$$r_0 \sin(\varphi_A - \delta_1) - p \sin(\varphi_B - \delta_2) = \delta_1 - \delta_2$$

yoki

$$p_0 [\sin(\varphi_A - \delta_1) - \sin(\varphi_B - \delta_2)] = \delta_1 - \delta_2$$

ko‘rinishini oladi. Bu erdan r_0 ni topsak:

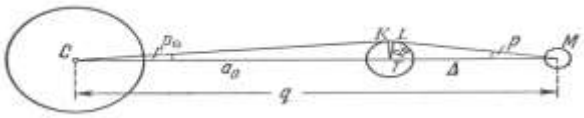
$$p_0 = \frac{\delta_1 - \delta_2}{\sin(\varphi_a - \delta_1) - \sin(\varphi_b - \delta_2)}$$

bo‘ladi.

2–§. Quyoshning sutkalik gorizontal paralaksini va unga ko‘ra Erdan Quyoshgacha o‘rtacha masofani aniqlash

Quyoshning o‘rtacha sutkalik parallaksini topish, Quyosh sistemasi chegarasi uchun asosiy uzunlik o‘lchov birligi–astronomik birlikni aniqlashga imkon berishi bilan muhim. Buning uchun odatda, o‘zining harakati davomida, Quyoshga qarama-qarshi turishi (Erga nisbatan) kuzatiladigan mayda planetalardan foydalaniladi (dastlab bu maqsadda Marsdan foydalanishgan).

Quyoshning sutkalik gorizontal parallaksini aniqlash uchun biz, qarama-qarshi turish paytida, Quyoshga Marsdan 1,5 marta yaqin keladigan mayda planeta–Erosni tanlaymiz. Bunda Quyosh, Er va Eros 35–rasmdagidek holatlarni egallashadi.



35– rasm.Quyoshning sutkalik gorizontal parallaksini aniqlash usuli.

U holda SKT to‘g‘ri burchakli uchburchakdan:

$$R_{\otimes} = a_o \sin p_0$$

LTM to‘g‘ri burchakli uchburchakdan esa:

$$R_{\otimes} = l_0 \sin p_M = (q - a_0) \sin p_M$$

topamiz.Erosning perigeliydagi uzoqligini ifodalovchi *q*, planeta orbitasining ekssentriciteti *e* va katta yarim o‘qi *a* orqali

$$q=a(1-e)$$

ifodalanishini e’tiborga olsak, u holda

$$R_{\oplus}=[a(1-e)-a_0]\sin p_M$$

ko‘rinishni oladi. Tenglamalarning chap tomonlari tengligidan

$$a_0 \sin p_0 = [a(1-e) - a_0] \sin p_M$$

yoki

$$\sin p_{\otimes} = [a / a_{\circ}(1-e) - 1] \sin p_M$$

bo‘ladi. Bu erda $p_{\otimes}$ va p_M lar, mos ravishda, Quyosh va mayda planetaning yoy sekundlarida ifodalangan sutkalik gorizontal parallakslari bo‘lganidan

$$p_{\otimes} = [a / a_{\circ}(1-e) - 1] p_M$$

deb yozish mumkin. Bu erda $a / a_{\circ}$ nisbat, mayda planeta va Erning Quyosh atrofida aylanish davrlarining nisbati– $T / T_{\circ}$ orqali, *e* va p_M esa mayda planetani kuzatish orqali katta aniqlik bilan topiladi.

Bu usul bilan 1961-1963 yillarda esa Mars va Venera radiolokatsion kuzatishlarga tayanib topilgan va Xalqaro astronomik ittifoqning (MAS) XII s’ezdi (1970) tomonidan qabul qilingan $p_{\circ}$ va $a_{\circ}$ ning qiymatlari yanayam aniq bo‘lib, ular:

$$p_{\otimes} = 8'',794 \quad \text{va} \quad a_{\circ} = 149{,}6 \cdot 10^6 \text{ м}$$

Bu erda aniqlangan 149,6 million kilometr *1 astronomik birlik* deb ataladigan bo‘ldi.

3–§. Asosiy astronomik uzunlik o‘lchov birliklari

Quyosh sistemasi chegarasida uzunlikning asosiy o‘lchov birligi qilib 1 *astronomik birlik (a.b.)* olinadi.

1 a.b. =149,6 million kilometr.

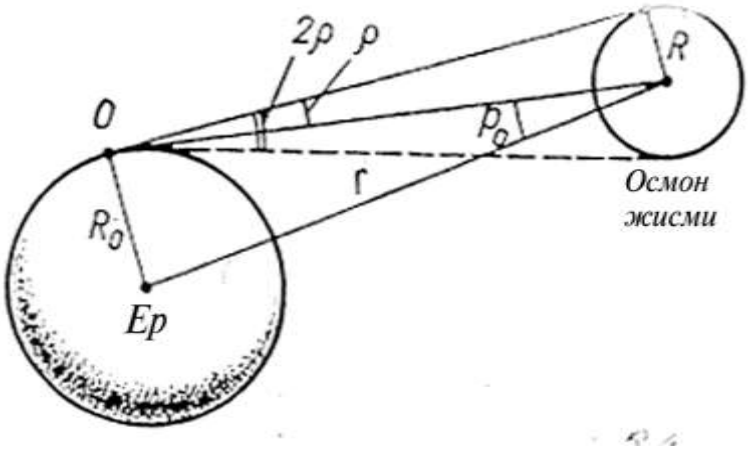
YUlduzlar orasidagi masofa, yulduz to‘dalari, galaktikalarning o‘lchamlarini ifodalashda esa, *1 yorug‘lik yili (yo.y.)* yoki *parsek (pk)* deyiluvchi o‘lchov birliklari ishlatiladi.

YOrug‘lik yili deganda, tezligi sekundiga 300 000 km bo‘lgan yorug‘likning bir yilda bosib o‘tgan yo‘li tushuniladi, kilometrlarda ifodalanganda u $9{,}6 \cdot 10^{12}$ *км* ni tashkil etadi.

1 parsek esa 3,26 yorug‘lik yiliga, yoki 206265 astronomik birlikka tengdir. 1 parsek masofadan turib, Quyoshga qaralsa, Er orbitasining o‘rtacha radiusi 1 sekundli burchak ostida ko‘rinadi. Boshqacha aytganda, bunday masofadagi yoritgichning yillik paralaksi $\pi = 1''$ ga teng bo‘ladi. SHu boisdan bunday masofa parsek («parallaks» va «sekund» so‘zlaridan olingan) deb yuritiladi. Uzunlikning bulardan katta birliklari 1 *kiloparsek* (Kpk=10^3 pk) va 1 *megaparsek* (Mpk =10^6 pk) lardir.

4–§. Quyosh sistemasi jismlarining o‘lchamlarini hisoblash

Quyosh sistemasiga kiruvchi osmon jismlari, yulduzlardan farq qilib, juda kichik bo‘lsada. Ma’lum burchak ostida ko‘rinadi. SHuning uchun ham ulargacha masofa aniq bo‘lganda, ularning chiziqli o‘lchamlarini hisoblash ortiqcha qiyinchilik tug‘dirmaydi.



36– rasm.Quyosh sistemasi jismlarining chiziqli o‘lchamlarini hisoblash.

Faraz qilaylik, osmonda M planetaning radiusi *r* Erdagi K kuzatuvchiga ρ burchak ostida ko‘rinsin (36 – rasm). U holda KLM to‘g‘ri burchakli uchburchakdan:

$$\sin\rho = \frac{r}{KM} \text{ yoki } r = KM\sin\rho$$

bo‘ladi. *KM* oraliq *l* dan juda kam farq qilganidan *KM=l* yozish mumkin unda

$$r = l\sin\rho$$

bo‘ladi. Oldingi paragrafda aniqlanganiga ko‘ra *l* (bu rasmdan ham ko‘rinib turibdi):

$$l = \frac{R_\oplus}{\sin p_0}$$

Binobarin planeta radiusi *r*:

$$r = \frac{R_\oplus}{\sin p_0}\sin\rho$$

YOki ρ va *r*-yoy sekundi bilan o‘lchanadigan burchaklar bo‘lganidan

$$r = \frac{R_\oplus \cdot \rho''}{p_0''}$$

Ifoda bilan topiladi.

Masalan Oy uchun *r=57′, ρ=15′,5*. U holda Oyning radiusi yuqoridagi ifodaga ko‘ra,

$$r = \frac{15{,}5R}{57} = 0{,}27R_\oplus$$

bulib, bu – Oy radiusining Er radiusi birligidagi qiymatidir.

8-dars

Pretsessiya va nutatsiya. Er sirtining ko‘tarilishi va pasayishi (Oy va Quyosh ta’sirida).

Darsning maqsadi:

Erning nosferikligi va bir jinsli emasligi tufayli uning aylanash o‘qining katta davr bilan (26 ming yillik) ekliptika o‘qi atrofida konus sirt chizig‘iga va bu harkatda unga tik tebranishlar hodisalari bilan o‘quvchilarni tanishtirish. Bunday harakatning sabablari va natijari haqida ma’lumot berish. Er sirtining ko‘tarilishi va pasayishining fizik asoslari haqida tushuncha berish.

Ko‘rsatma qurollar:

Quyosh va Oy ta’sirida kechadigan er o‘qining pretsession va nutatsion harakatlari sxemalari aks qilgan plakatlar. Diopozitiv yoki ekran qo‘llanmalari. Er sirtining ko‘tarilishi va pasayishi bilan bog‘liq hodisalar aks ettirilgan plakat, ekran qo‘llanmalari.

O‘quv materiallarini bayon qilish rejasi6

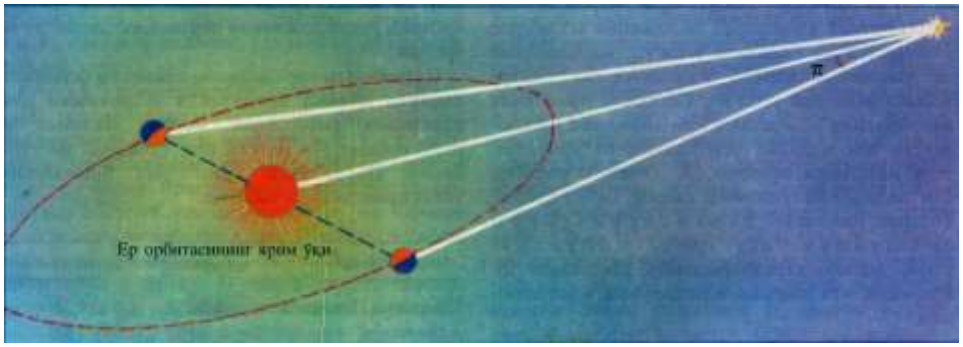
1. Erning nosferikligi tufayli Quyosh ta’sirida ro‘y beradigan protsessiya hodisasining mohiyati.
2. nutatsiya hodisasi va oyning davriyligi.
3. Er sirtining ko‘tarilishi va pasayishi
4. Ko‘tarilishni vujudga keltiruvchi tezlanish, uning tashqi jism massasi va masofasiga bog‘liqligi.

Uyga vazifa: [1], [2]

ERNING VA OYNING HARAKATI

1-§. Erning Quyosh atrofida aylanishining isbotlari. Aberratsiya

*1.Yillik parallaks***.** Ma’lumki, Er Quyosh atrofida aylanayotganda, Er bilan birga uning sirtidagi kuzatuvchi ham fazo bo‘ylab ko‘chishi tufayli, u qarayotgan va nisbatan yaqinroq joylashgan yulduzning–uzoqdagi yulduzlar foniga proeksiyalangan o‘rni ham siljib boradi. Oqibatda, bu yulduzning yil davomida qoldirgan «izi», uning Er orbitasi tekisligiga qanday burchak ostida yotganiga ko‘ra, aylana (eslatilgan burchak to‘g‘ri bo‘lsa), ellips (burchak 0° dan katta 90° dan kichik bo‘lsa) yoki yoy (burchak 0° ga teng bo‘lsa, ya’ni yulduz ekliptika tekisligida yotgan bo‘lsa) ko‘rinishda bo‘ladi. YOritgichning yillik parallaksi π deb, yoritgichdan qaralganda, qarash chizig‘iga tik bo‘lgan Er orbitasi radiusining ko‘rinish burchagiga aytiladi. 36 – rasmda u M yulduz uchun ko‘rsatilgan.



36– rasm.YUlduzning yillik parallaksi.

Nisbatan yaqin joylashgan yulduzlarning yil davomida, uzoqdagi yulduzlar fonida bunday ko‘rinma siljishlari *yillik parallaks* deyilib, bu hodisaning mavjudligi Erning Quyosh atrofida aylanishining isbotidir.

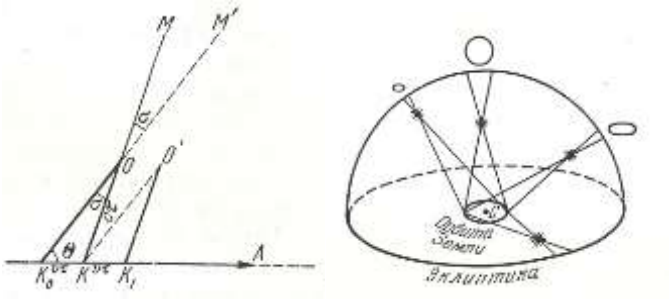
YOritgichlarning yillik parallaks hodisasi 1838-1839 yillari bir-birlaridan bexabar holda Rossiyada V.YA.Struve va Germaniyada F.Besselь tomonidan ochildi.

*2. YUlduzlarning aberratsiyasi***.** Erning Quyosh atrofida aylanishining ikkinchi isboti, ingliz astronomi Bradley tomonidan Ajdaho yulduz turkuminiga tegishli γ yulduzining yillik parallaksini aniqlash paytida kashf etgan *aberratsiya* hodisasi hisoblanadi.

Aberratsiya hodisasining mohiyati shundaki, bunda Er bilan fazoda harakatlanayotgan kuzatuvchi, yoritgichni o‘zining haqiqiy o‘rnida (kuzatuvchi harakatsiz bo‘lganda kuzatadigan

o‘rnidan) siljigan holda ko‘radi. SHuningdek *aberratsiya* deb, kuzatuvchidan yoritgichning haqiqiy va ko‘rinma o‘rinlariga tortilgan yo‘nalishlar orasidagi burchakka ham aytiladi. Aberratsiya hodisasi, yulduzdan kelayotgan nurning harakati bilan Erning orbita bo‘ylab harakatlarining qo‘shilishidan kelib chiqadi. Bu hodisani quyidagi hol uchun kuraylik.

Faraz qilaylik, SD yo‘nalish bo‘ylab harakatlanayotgan Erning *K* nuqtasidagi kuzatuvchi ekliptika qutbida yotgan *M* yulduzni kuzatayotgan bo‘lsin (37 *a* – rasm). Bunda SD ga tik joylashgan teleskopni kurish maydoni shu qadar kichikki, unga faqat bitta yulduz sig‘adi deb ham faraz qilaylik. U holda Erning tezligi sezilarli katta bo‘lganda, teleskopning *O* ob’ektiviga tushgan yulduzdan kelayotgan nur, teleskop tubusini *t* vaqtda o‘tgunga qadar *K* kuzatuvchi siljib K' nuqtaga kelib qoladi va okulyar orqali qarab yulduzni ko‘rmaydi. Binobarin, yulduzni ko‘rish uchun teleskopni okulyar joylashgan qismini KK' ga teng KK_0 kesma kattaligicha orqaga surish kerak bo‘ladi. SHunda *O* ob’ektivdan o‘tgan nur okulyarga etib kelguncha, kuzatuvchi ham K_0 nuqtadan K ga etib keladi.



a) b)

37 – rasm .YOritgichlarning yillik parallakslarini aniqlash.

Natijada biz yulduzni uning haqiqiy o‘rni M da emas, balki M′ nuqtada ko‘ramiz. Boshqacha aytganda,u Er harakatining tezlik-vektori yo‘nalgan va apeks deb yuritiladigan osmon sferasining *A* nuqtasi tomon siljigan holda ko‘rinadi.

Er yillik harakatining apeksini Quyoshga nisbatan oson aniqlash mumkin. Erning tezlik vektori uning orbitasiga o‘rinma bo‘lganidan, ixtiyoriy momentda u Quyosh –Er yo‘nalishiga tik bo‘lib, shimoliy yarim shardagi kuzatuvchi uchun soat strelkasi yo‘nalishiga qarama-qarshi yo‘nalgan bo‘ladi. Boshqacha aytganda, apeks ekliptikada Quyoshdan 90° orqada (g‘arb tomonda) yotadi.

Endi aberratsiya tufayli yulduz o‘z o‘rnidan g‘arbga qanday yoy kattaligiga siljishini aniqlaylik. Buning uchun Erning tezligini υ, yorug‘lik tezligini esa *s* deb belgilasak, u holda ΔK_0OK dan

$$\frac{\sin\sigma}{\sin\theta} = \frac{\upsilon \cdot t}{c \cdot t} \quad \text{yoki} \quad \sin\sigma = \frac{\upsilon}{c}\sin\theta$$

bo‘ladi. Bu erda θ -yulduzning ko‘rinma o‘rniga yo‘nalishning apeksdan og‘maligi, σ -yoy sekundlarida o‘lchanadigan juda kichik burchak bo‘ganidan:

$$\sigma \cdot \sin 1'' = \frac{\upsilon}{c}\sin\theta$$

yoki

$$\sigma = \frac{\upsilon}{c} 206265 \sin\theta$$

Bo‘ladi, bunda Erning orbital tezligi $\upsilon = 29{,}78\,км/с$, yorug‘likning tezligi esa $c = 2999792\,км/с$ ligini e’tiborga olsak,

$$\sigma = 20{,}496'' \cdot \sin\theta \approx 20{,}50''\sin\theta$$

bu erda 20,50″-aberratsiya doimiysi deyiladi.

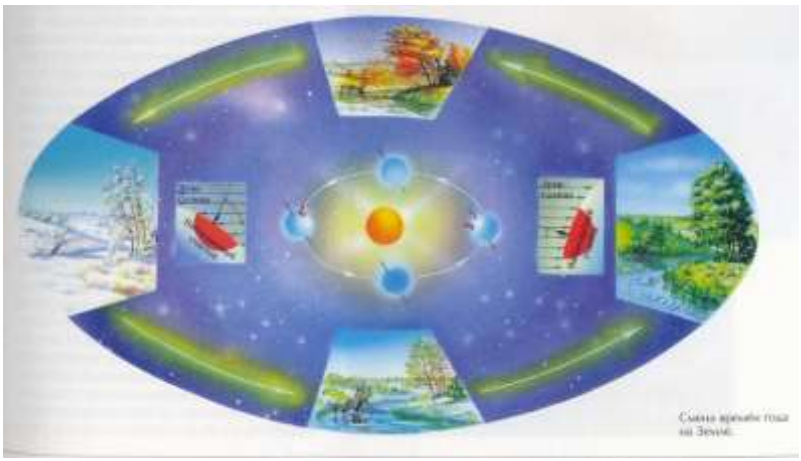
Erning (kuzatuvchining) apeksi yil davomida ekliptika bo‘ylab 360° ga siljishini e’tiborga olsak, u holda ekliptika qutbida joylashgan yulduz (β = 90°; bu erda β yulduzning ekliptikal kenglamasi) o‘rni atrofida 20,50″ radius bilan kichik aylana chizishini tushunish qiyin emas. Ixtiyoriy β ekliptikal kenglamadagi yulduzlar esa, yarim o‘qlari $a =$ 20,50″ va $b =$ 20,50″sinβ–bo‘lgan ellipsni chizadi. Bordi-yu yulduz ekliptika tekisligida yotsa (β = 0), u holda katta o‘qi nolga teng (sinβ = 0) bo‘lgan ellipsga, ya’ni uzunligi 41″ li yoy kesmasiga aylanadi (55 –b rasm).

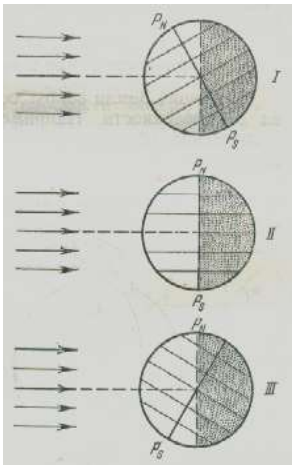
Yillik aberratsiyaning kattaligi, yillik parallaksdan farq qilib, yulduzlarning uzoqligiga bog‘liq bo‘lmaydi. Binobarin, yillik aberratsiya, yillik parallaksdan tubdan farq qiluvchi astronomik hodisa bo‘lib, mustaqil ravishda Erning Quyosh atrofida aylanishini isbotlaydi.

2-§. Yil fasllarining almashinishi

Ma’lumki, Er o‘qining orbita tekisligiga og‘maligi $66^0 34'$ bo‘lib, Er Quyosh atrofida aylanayotganda, u fazoda o‘z yo‘nalishini o‘zgartirmaydi. SHunga ko‘ra, Erning ma’lum qismiga, yilning turli davrlarida, Quyosh nurlari turlicha burchak ostida tushib, yil fasllarini vujudga keltiradi 38–*a* rasm. Bu hol bilan yaqindan tanishaylik .

Fizika kursidan ma’lumki, sirtga tushayotgan yorug‘lik oqimi F, unga o‘tkazilgan normalь bilan yorug‘lik nurlari yo‘nalishi orasidagi burchakning kosinusiga proporsional, ya’ni





a) b)

38–rasm. Planetamizda yil fasllarining kuzatilishi.

$$\Phi = \Phi_0 \ cos\theta$$

bu erda F_0 – sirtga tik tushayotgan yorug‘ oqimi miqdorini xarakterlaydi.

SHu asosda Erning turli geografik kenglamalarida, yilning turli fasllarida F_0 ning qiymatiga ko‘ra, er sirtiga tushayotgan Quyoshning yorug‘lik oqimi miqdori qanday o‘zgarishini ko‘raylik.

38–*b* rasmda bahorgi va kuzgi tengkunlik kunlari (II hol), yozgi (I hol) va qishgi quyoshturishi kunlari (III hol) Quyosh nurlari Er sirtga qanday tushishi ko‘rsatilgan. Rasmdan ko‘rinishicha, bahorgi tengkunlik kunlari turli kenglamalarga tushayotgan yorug‘lik oqimi, joyning kenglamasiga (φ) bog‘liq ravishda

$$\Phi = \Phi_0 \ cos\varphi$$

ifoda bilan, yozgi quyoshturish kuni esa

$$\Phi = \Phi_0 \ cos(\varphi - \varepsilon)$$

ifoda bilan aniqlanadi, bu erda ε -ekliptikaning osmon ekvatoriga og‘maligini xarakterlab, $23^0$26o‘ ni tashkil qildi.

Qishki quyoshturishi kuni esa, er sirtiga tushayotgan yorug‘lik oqimining miqdori

$$\Phi = \Phi_0 \ cos(\varphi + \varepsilon)$$

ifoda orqali topiladi.

Umumiy holda, Quyoshning og‘ishi δ ga ko‘ra, turli geografik kenglamalarda tushayotgan yorug‘lik oqimining miqdori

$$\Phi = \Phi_0 \ cos(\varphi - \delta)$$

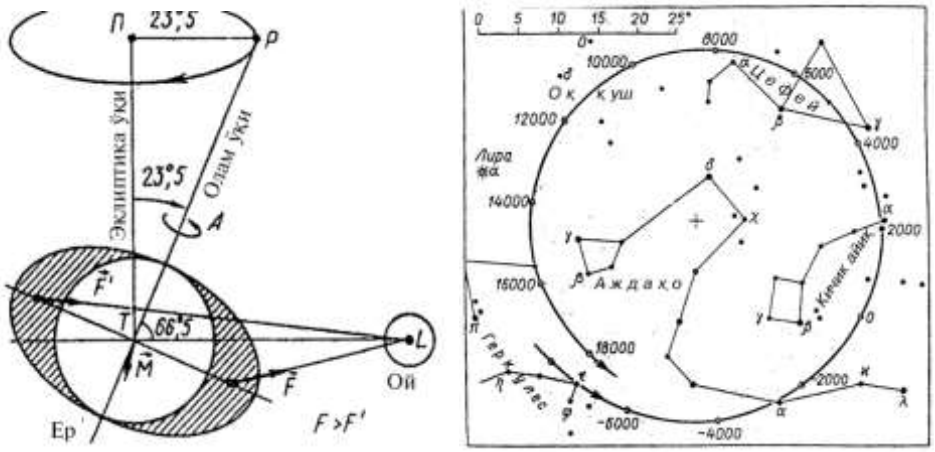
ifoda yordamida aniqlanadi.

Bundan ko‘rinadiki, Er shimoliy yarim sharida er sirti bahor va yoz paytlarida (21 martdan 23 sentyabrgacha) kuz va qish paytlardagiga (23 sentyabrdan 21 martgacha) nisbatan birmunchi marta ko‘p issiqlik oladi; Janubiy yarim sharda esa, buning aksi bo‘lib, 23 sentyabrdan kelgusi yilning 21 martiga qadar er sirti olgan issiqlik miqdori 21 martdan 23 sentyabrgacha olinganidan bir necha marta ko‘p bo‘ladi.

3-§. Erning o‘z o‘qi atrofida aylanishi. Pretsessiya va nutatsiya

Planetamiz — Erning shakli shardan farq qilib (qutblarining siqiqligi tufayli), uning ekvator zonasida joylashgan sferadan (radiusi Erning qutbiy radiusiga teng) ortiqcha qismining massasiga Oy va Quyoshning ta’siri natijasida, Er o‘qini varaq tekisligi bo‘yicha buruvchi kuch paydo bo‘ladi.Bunday kuch, Er o‘qining Oyga va unga qarama-qarshi tomonga og‘gan davrlarida maksimumga chiqib,bu yunalishlardan 90 ° burchak uzoqlikka ega bo‘lgan tomonlarda nulga aylanadi. Oqibatda Er o‘qi, ekliptika tekisligiga og‘maligini o‘zgartmagan holda fazoda 26000 yillik davr bilan konus sirt chizadi (39 *a*– rasm). Bu hodisa *pretsessiya* hodisasi deb yuritiladi. Olam o‘qi, Er o‘qi bilan bir to‘g‘ri chiziqda yotganidan, bu o‘qning osmon sferasi bilan kesishgan nuqtasi – olam qutbi ham vaqt o‘tishi bilan yulduzlar ichida siljib boradi. Natijada olam qutbi, Ajdaho yulduz turkumida joylashgan ekliptika qutbi (a = 18^h, δ = $66^0$33') atrofida radiusi $23^0$26' yoyga teng bo‘lgan aylana chizadi (39 *b*– rasm).

Pretsessiya hodisasi tufayli bahorgi tengkunlik nuqtasi ham ekliptika bo‘ylab Quyoshning yillik ko‘rinma harakatiga teskari yo‘nalishda harakatda bo‘lib, uning siljish tezligi yiliga 50",26 ni tashkil qiladi. Bahorgi tengkunlik nuqtasi ikkinchi ekvatorial hamda ekliptik koordinatalar sistemasida sanoq boshi ekanligini e’tiborga olsak, yulduzlarning ekliptik kenglamalari o‘zgarmagani holda, uzunlamalari yiliga 50",26 ga ortib borishini ko‘rish mumkin.



a) b)

39– rasm.Pretsessiya va nutatsiya hodisalarini tushuntirish.

Ikkinchi ekvatorial koordinatalar sistemasining har ikkala koordinatasi (to‘g‘ri chiqish va og‘ish) ham pretsessiya tufayli o‘zgarib boradi. Bu o‘zgarishlarni hisobga olib borish uchun maxsus jadvallar tuziladi.

Erning Quyosh atrofida yulduzlarga nisbatan to‘la aylanib chiqish davri *yulduz* yoki *siderik yil* deb atalib, u 365,2564 sutkaga teng. Quyosh markazining ikki marta ketma-ket bahorgi tengkunlik nuqtasn orqali o‘tishi uchun zarur bo‘lgan vaqt oralig‘i tropik yil deb atalib, u 365, 2422 sutkani tashkil qiladi.

SHuningdek, Er orbitasining katta yarim o‘qi ham yulduzlarga nisbatan juda sekinlik bilan aylanadi. SHunga ko‘ra, Erning perigeliydan ikki marta ketma-ket o‘tishi uchun zarur bo‘lgan vaqt oralig‘i *anomalistik yil* deb atalib, u 365, 2596 sutkaga teng bo‘ladi.

Er o‘qi, ekliptika o‘qi atrofida aylanishi davomida juda kichik tebranishlarda ishtirok etadi. Bu tebranishlar olam o‘qining ma’lum o‘rtacha holati atrofida sistemali kuzatiladi. Bunday tebranma harakat *nutatsiya* deyilib, u Quyosh va Oy ta’siri tufayli sodir bo‘ladigan Er o‘qini buruvchi kuchlar kattaliklarining o‘zgarib turishi tufayli sodir bo‘ladi. Quyosh va Oy osmon ekvatori tekisligida yotganda, bu kuchlarning kattaligi nulga, Quyosh va Oy ekvator tekisligidan eng katta burchak masofaga uzoqlashganda esa, bu kuchlarning kattaligi maksimumga erishadi.

Er o‘qining asosiy – nutatsion tebranish davri, Oy orbitasi tugunlarining aylanish davriga teng bo‘lib, 18,6 yilni tashkil qiladi. Natijada Er o‘qining davomlari (binobarin olam o‘qining ham) bunday tebranish natijasida osmonda, pretsession aylana egriligi bo‘ylab nutatsion tebranishlarni xarakterlovchi – katta o‘qi 18",42, kichik o‘qi esa 13",72 ga teng bo‘lgan ellipslar chizadi.

4-§. Ulug‘bek nomidagi Xalqaro Kitob kenglik stansiyasi

XVII asrdayoq, Peterburg fanlar Akademiyasining a’zosi mashhur matematik Eyler (1707-1783) Er harakati nazariyasini o‘rganib, Er qutblari uning sirtida, kam miqdorda bo‘lsada, siljib turishini ma’lum qildi. Geografik koordinatalarning butun tizimi Er qutblari bilan bog‘liqligi tufayli olimning bu axboroti, ko‘pchilikning diqqatini o‘ziga tortdi. Bu siljish juda kichik miqdorni tashkil etib, u davrda bu hodisani bevosita kuzatish orqali aniqlash juda mushkul edi. Faqat XIX asrning o‘rtalariga kelib, Evropaning mashhur observatoriyalarida olib borilgan nozik kuzatishlar Eyler haqligini isbot qildi.

SHu asosda doimiy kenglik xizmatini tashkil etish masalasi birinchi marta 1883 yili, Xalqaro geodezik assotsiatsiyasi (XGA) kongressida Neapolь observatoriyasi direktorining taklifi bilan qarab chiqildi. 1985 yili XGAning II kongressi Xalqaro kenglik xizmatini tashkil etish haqida qaror qabul qildi. Keyinroq, bunday xizmat uchun 39^0 08′ kenglik tanlanib, kenglik xizmatini bajarish uchun Mitsizava (YAponiya), Karloforte (Italiya), Geytersberg va YUkayo

(AQSH) punktlari tanlandi. XGAning XII konferensiyasida (SHtutgart, Germaniya) O‘rta Osiyo hududida CHorjo‘yda beshinchi Xalqaro kenglik stansiyasini ochishga qaror qilindi.

40–rasm.Er sirtida Xalqaro kenglik stansiyalari qurilgan shaharlar.

1899 yili CHorjo‘yda kenglik xizmatini yo‘lga qo‘yish maqsadida , ularga Toshkent observatoriyasining direktori D.D.Gedionov jo‘natildi. Bunday xizmat uchun CHorjo‘ydan 9b5 km masofada Amudaryoning chap qirg‘og‘ida, undan 3 km narida 39^0 08′ kenglikda 1899 yilning 19 sentyabrь kunidan kenglikni muntazam o‘lchash boshlandi. 8 yil muntazam ishlagan observatoriya 1908 yilda Amudaryo bilan yuvib ketilish xavfi ostida qoldi. Stansiyada kuzatish oxirgi marta 1919 yilning 25 mayida bajarildi. CHorjo‘y kenglik stansiyasi ishlamay qo‘ygach, 1919 yili YAponiya (Mitsizava), Italiya (Karloforte), kenglik xizmatlari sifatini yaxshilash maqsadida, aynan ularning kenglamasida (39^0 08′) O‘zbekiston hududida yangi joy tanlash masalasi qo‘yildi. Bunday stansiya uchun joy Qashqadaryo viloyatining Kitob shahri yaqinida topildi. 1929 yili bu stansiyada astronom A.N.Nefedьev tomonidan zenit teleskopga pavilьon ko‘rildi. YAngi stansiya Xalqaro kenglik xizmatini 1930 yildan boshladi. Xalqaro kenglik stansiyasining bundan keyingi faoliyatini Kitob shahri yaqinida boshlashga qaror qilindi (40–rasm). Bunga O‘zbekiston Maorif xalq komisariati tomonidan Ulug‘bek observatoriyasining 500 yillik yubileyini o‘tkazish juda qo‘l keldi. Bu voqeani nishonlashga bag‘ishlangan tantanali kengashda Toshkent observatoriyasining direktori mazkur tadbirni Ulug‘bek nomi bilan atalgan Kitob kenglik stansiyasida o‘tkazishni taklif etdi.

SHu hodisa sabab bo‘lib, Kitob shahri yaqinidan 7 gektar joy ajratildi. 1926-1927 yillari O‘zbekiston hukumati Kenglik stansiyasi uchunzarur bo‘lgan chet el asbob-uskunalarini sotib olish uchun mablag‘ ajratdi. Stansiyaga kenglik xizmatini o‘tash uchun, Germaniyaning mashhur Bamberg firmasida tayyorlangan Zenit-teleskop, passaj instrumentlar xarid qilindi. Urush yillarida kenglik stansiyasi hududiga Simeiz (Krim) astronomik observatoriyasi xodimlarining bir qismi prof. G.N.Neuymin boshchiligida ko‘chib kelib ish boshladi. Mayda planetalarni o‘rganish bo‘yicha mutaxassis astronom prof. G.N.Neuymin 63 ta mayda sayyorani ochgan olim. U, o‘zi kashf etgan sayyoralarning biriga (tartib raqami 1351-siga) “O‘zbekistoniya” deb nom berdi. 1950 yillarda Kitob kenglik stansiyasi Xalqaro geofizik yil programmasida ishlashga jalb etilganligi munosabati bilan stansiyaga yangi ZTL 180 (ob’ektivning diametri 180mm li) zenit-teleskop o‘rnatildi .

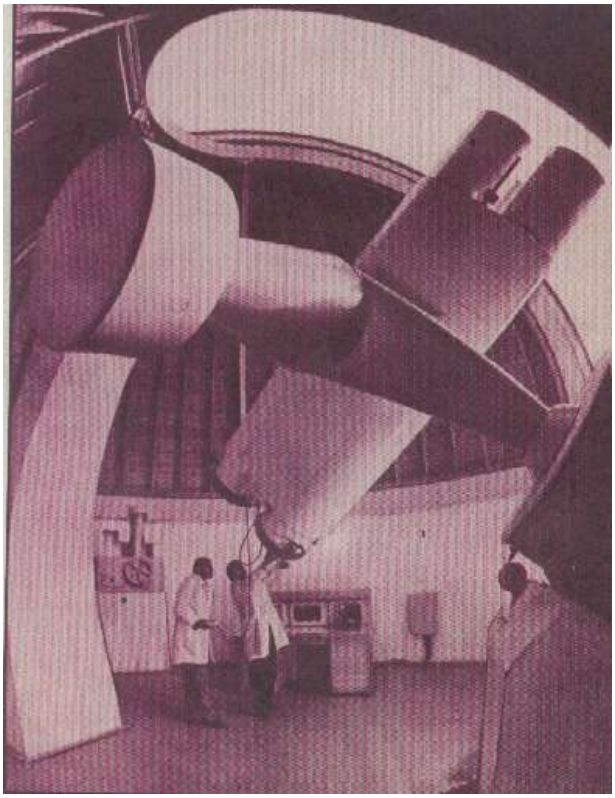
1972-1975 yillarda sobiq Ittifoq FA ga qarashli Pulkovo astronomik observatoriyasining Zenit-truba deb ataladigan teleskop sovg‘a qilindi. Bu teleskop, joyning kengligi bilan birga uzunligini ham aniqlashga imkon berishi bilan boshqa shu rusumdagi teleskoplardan sezilarli ustunlikka ega edi. Stansiya ishining dastlabki kunlaridanoq, uni akademiklar V.G.Fesenkov va A.A.Mixaylov, sobiq Ittifoq FA muxbir a’zolari G.A.Titov, A.YA.Orlovlar kelib ko‘rib, uning faliyatini yaxshilash bo‘yicha fikr berdilar. CHet elning taniqli olimlaridan Parij observatoriyasining direktori A.Danjon, buyuk golland astrofizigi M.Minnart, Manchester (Angliya) universitetining prof.Z.Kopallar Xalqaro kenglik stansiyasida bo‘lib, uning faoliyatiga yuqori baxo berdilar.

Urushdan keyingi yillarda Xalqaro stansiyada kenglik muammolari bo‘yicha bir nechta yirik anjumanlar bo‘lib o‘tdi. Unda taniqli olimlardan Pulkovo (Sankt-Peterburg) observatoriyasining direktori akademik A.A.Mixaylov, Nazariy astronomiya instituti raxbarlaridan I.D.Jongolovich o‘z ma’ruzalarida Kitob kenglik xizmatini, Erning aylanish nazariyasining yaratilishidagi salmoqli xizmatini alohida ta’kidladilar.

Ulug‘bek nomidagi Kitob Xalqaro kenglik stansiyasi-O‘zbekiston FA Astronomiya institutining filiali bo‘lib, unga uzoq yillar daomida A.M.Kalmikov rahbarlik qildi.

Oxirgi yillarda Er qutbining harakatini o‘rganish, Er sun’iy yo‘ldoshlari yordamida amalga oshiriladigan yangi va aniq metodlar qo‘liga o‘tmoqda. SHu hisobdan, dunyoning barcha kenglik stansiyalari qatori Kitob Xalqaro kenglik stansiyasi ham o‘z faoliyati yo‘nalishlarini kuzatishning yangi metodlari asosida ko‘rib chiqmoqda.

Keyingi yillarda u erda o‘rnatilgan 40 sm qo‘shaloq astrograf yulduzlarining xususiy va fazoviy harakatlarini o‘rganish bo‘yicha katta dastur asosida tadqiqot ishlarini bajarmoqda (41-rasm).



41–rasm.Kitob xalqaro kenglik stansiyasida o‘rnatilgan diametri 40 sm lik qo‘shaloq astrograf.

Bulardan tashqari, Xalqaro kenglik stansiyasining astronomik asboblari M.Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Qarshi davlat universiteti “Astronomiya” ixtisosligi

bo‘yicha ta’lim olayotgan talabalarga astrofizik praktikum mashg‘ulotlarini o‘tkazish uchun muhim laboratoriya bazasi bo‘lib ham xizmat qiladi.

9-dars.

Oy harakati va fazalari. Oyning siderik va sinodik davrlari. Quyosh va OY tutilishlari. Tutilish shartlari. Saros.

Darsning maqsadi:

Oyning Er atrofida harakati xususiyatlari, davrlari va faza almashishining mohiyati bilan o‘quvchilarni tanishtirish. Tabiatning eng noyob hodisalari – Quyosh va oy tutilishlarining fizik mohiyati bilan o‘quvchilarni tanishtirish. Tutilish shartlari haqida ma’lumot berish.

Ko‘rsatma qurollar:

Oyning harakat traektoriyasi tekisligining ekliptikaga almashinuvini ko‘rsatuvchi plakat yoxud ekran qo‘llanmasi. Quyosh va Oy tutilishlarining sxemalari aks ettirilgan plakatlar. Ekliptika va oy orbitasi tekisliklarini o‘zaro joylashishlari sxemasi. Quyosh va Oyning to‘la va qisman halqasimorn (Quyosh uchun) tutilishlar aks qilgan fotomateriallar. Quyosh tutilishi paytida Oy soyasi va yarim soyasining Er sirti bo‘ylab siljishi aks qilingan sxema-plakatlar yoxud chizmalar.

O‘quv materiallarini bayon qilish rejasi:

1. Oy – Er yo‘ldoshi
2. Uning Er atrofida harakat traektoriyasi – elipsning parametrlari
3. Oy fazalarining almashinishi
4. Oyning sinodik davri – kalendarlar o‘lchovining asosi.
5. Qo‘yosh tutilishi va uning shartlarini hisoblab chiqarish.
6. Oy tutilishi: turlari va shartlarini hisoblab topish.
7. Qo‘yosh va Oy tutilishlarining sonini (bir yilda) taxminiy hisoblash.
8. Tutilishlarning davri. Saros.
9. Tutilish bilan bog‘liq Erda kechadigan hodisalar.

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

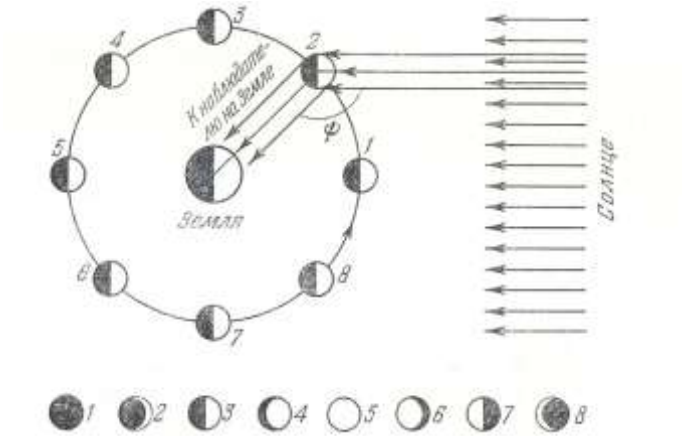
5-§. Oyning harakati va fazalari

Oy Erning tabiiy yo‘ldoshi bo‘lib, uning atrofida 27,32 sutkalik davr bilan aylanadi. Bu davr Oyning siderik davri yoki yulduz davri deb yuritiladi. Oyning Er atrofida aylanish yo‘nalishi, yulduzlarning ko‘rinma aylanishiga qarama-qarshi bo‘lib, u g‘arbdan sharqqa (ya’ni Erning o‘z o‘qi atrofida aylanish yo‘nalishi bilan bir xil yo‘nalishda) harakat qiladi. Oyning o‘z orbitasi bo‘ylab harakat tezligi 1,02 km/c ni tashkil qilib, yulduzlarga nisbatan har sutkada taxminan 13 gradus siljib boradi.

Oy orbitasining tekisligi, Erning Quyosh atrofida aylanish yo‘li (ekliptika) tekisligi bilan 5°9′ ni tashkil qiladi (42-rasm).

42– rasm.Oy orbitasining ekliptika tekisligiga nisatan joylashishi.

Oy, Er atrofida aylanayotganda, Quyosh nurlarini qaytarishi hisobiga bizga ko‘rinadi. Bu ko‘rinish, ayni o‘sha paytda Oyning Quyoshga nisbatan fazoda qanday joylashishiga bog‘liq bo‘lib, uning Quyoshdan burchak uzoqligiga ko‘ra turlicha ko‘rinish (yangioy, yarimoy,to‘linoy va hokazo) oladi.Oyning bunday ko‘rinishlari uning fazalari deyiladi. Oy fazalarining almashinishi, uning Er va Quyoshga nisbatan vaziyatiga bog‘liqligi 43-rasmdagi chizmada keltirilgan. CHizmaga ko‘ra Quyosh nurlari o‘ng tomondan parallelь dasta ko‘rinishida tushayapti deb qaralsa, Oy boshida, ya’ni 1-holda u *astronomik yangioy* deb yuritiladi, *to‘linoy* paytida (5- holat) hamda *birinchi* (3- holat)va *oxirgi chorak fazalarida* (7- holat), Oyning Er atrofidagi vaziyatlari, raqamlar bilan ko‘rsatilgan. CHizma tepasida esa, Oyning *raqamlar* bilan ko‘rsatilgan holatlarida,chizma ostida, Erdan qaraganda Oyning osmonda qanday ko‘rinishlarda bo‘lishi aks ettirilgan.



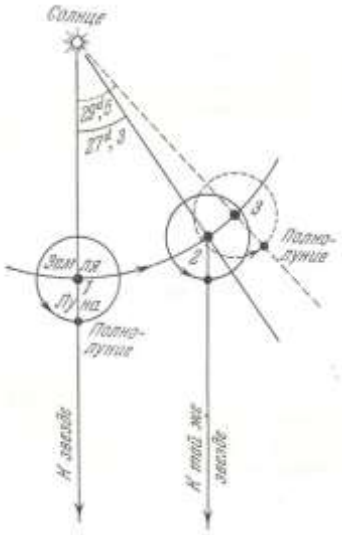
43 – rasm.Oy fazalarining uning Quyoshga va Erga nisbatan turli holatlarida bo‘lgandagi ko‘rinishi.

CHizmadan ko‘rinishicha, Quyosh har doim Oyning yarim sferasini yoritadi, Biroq uning bu yoritilgan yarim sferasi, Erdan butunlay ko‘rinmasligi (1-holat) yoki to‘la ko‘rinishi (to‘linoyda 5-holat) yoki qisman ko‘rinishi (boshqa holatlarda) mumkin ekan.

Qizig‘i shundaki Oy, eslatilganidek, Er atrofida 27,32 kunda aylanadi va,shu bilan birga, o‘z o‘qi atrofida ham 27,32 sutkalik davr bilan aylanadi. *Oyning o‘z o‘qi atrofida va Er atrofida aylanish davrlari o‘zaro tengligi tufayli u, Erdan qaraganda, har doim bir tomoni bilan ko‘rinadi.*

Biroq Oyning *siderik davri* deyiluvchi bu davridan tashqari uning fazalariga ko‘ra aniqlanadigan davri ham ko‘p ishlatiladi.Oyning ma’lum fazasidan ikki marta ketma-ket o‘tishi uchun ketgan vaqt uning *sinodik davri* deyiladi va u 29,53 sutkani tashkil etadi. 44–rasm, Oyning sinodik davri qanday qilib siderik davridan katta bo‘lishini tushuntiradi.Bunda Oy Erning atrofida aylanayotib 1-holatda bulganda, u M yulduzning to‘g‘risida to‘linoy fazasida bo‘lishi chizmadan aniq ko‘rinib turibdi. 27,32 kundan so‘ng, ya’ni Oyning Er atrofida bir marta to‘la aylanib chiqqanidan keyin, u 2-holatda bo‘lib, yana M yulduzning to‘g‘risida to‘radi, lekin hali tulinoy fazasigacha etib bormagan bo‘ladi. Er orbitasi bo‘ylab har kuni deyarli bir gradiusga yaqin siljishini e’tiborga olsak, bu davrda u 1-dan 2- holatgacha taxminan 27 gradusga siljiganligi ma’lum bo‘ladi (rasmga qarang). Binobarin Oyning 2- holatida,undan M yulduzga tomon yo‘nalish bilan Quyoshga tomon yo‘nalishning davomi orasida ham aynan shunday burchak hosil bo‘lganini tushinish qiyin emas. U holda, Oyning o‘z orbitasi bo‘ylab kuniga taxminan 13 gradusga siljishiga ko‘ra, u 27 gradusli yoyni o‘tishi uchun 2 kundan ko‘proq vaqt kerak bo‘lishi

ayon bo‘ladi. Natijada Oyning to‘linoy fazasidan ketib yana to‘linoy fazasiga kelguncha 29 sutkadan ko‘proq vaqt talab qilinishi oshkor bo‘ladi. Bu vaqt,eslatilganidek, Oyning *sinodik davri* deyilib, aniq hisoblaganda, 29,53 sutkaga teng chiqadi.



44 – rasm.Oyning sinodik davrining siderik davridan uzunligini tushuntirish.

7-§. Quyosh tutilishi va uning shartlari

Quyosh to‘la tutilishi, osmonda juda chiroyli manzarani hosil qiladi. Bunda kuzatuvchi osmonda qop-qora Quyosh gardiщi atrofida Quyosh “toji” deb ataluvchi nozik kumushrang shu’la tovlanayotganini ko‘radi (45-rasm). SHuningdek, bu paytda kunduzi bo‘lishiga qaramay, osmonda yorug‘ yulduzlar va planetalar charaqlab ko‘rinib turadi**.**

Quyosh va Oy tutilishlari tabiatning g‘aroyib hodisalaridan bo‘lib, qadimda kishilarda kuchli vahima tug‘dirgan. Bunday hodisalarning ro‘y berishi sabablari bugun yaxshi o‘rganilgan. SHu tufayli olimlar, bundan bir necha yil keyingi bo‘ladigan tutilishlarning vaqtlarini ham aniq aytib bera oladilar.

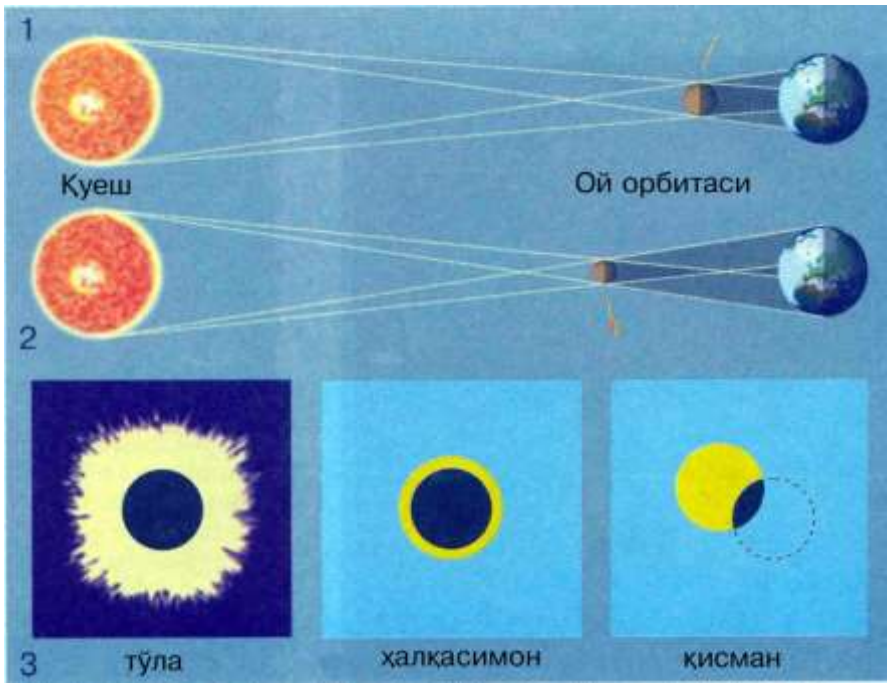
45–rasm. Quyoshning to‘la tutilishi.

Oy Erning atrofida aylanayotib, ba’zan Quyoshni bizdan to‘sib o‘tadi. Bunday hol Quyosh tutilishi deyilib, u har doim astronomik yangioy holatida ro‘y beradi.Mazkur hodisa 68 – rasmda keltirilgan chizmadagi kabi ruy beradi. CHizmadan ko‘rinishcha, Er sirtiga *Oyning soyasi va yarim soyasi* tushadi. Agar Erdagi kuzatuvchi, Oy soyasining Erda hosil qilgan doirasi (uning deametri 271 kmgacha boradi) ichida bo‘lsa, u Quyoshni Oy bilan to‘la bekilgan holda, ya’ni *Quyosh to‘la tutilayotgan* holda kuradi. Bordiyu kuzatuvchi, yarim soya chegarasida turgan

bo‘lsa, u *Quyoshning qisman tutilayotganini* (ya’ni Oy, Quyoshning bir qismini bekitib o‘tayotganini) ko‘radi. Oy orbitasi ellips bo‘lib, u Erdan eng katta uzoqlashganda 405500 km, eng yaqinlashganda esa 363300 km masofda bo‘ladi. Agar Quyoshning tutilishi, Oy Erga eng uzoq masofadaligida (orbitasining apogeyida) ro‘y bersa, u hosil qilgan soyaning uchi Ergacha etib kelmaydi. Bunday holda Oy soyasi konusi o‘qining Er sirti bilan kesishgan nuqtasi yaqinida joylashgan erdagi kuzatuvchi Quyoshning *halqasimon tutilishini*, ya’ni tim qora Oy diski atrofida ravshan halqani ko‘radi (46–rasmga qarang).

Oy, Er atrofida, g‘arbdan sharqqa tomon aylanayotgani va Er ham o‘z o‘qi atrofida aylanayotgani sababli, Oyning Erga tushgan soyasi ham Er sirti bo‘ylab g‘arbdan sharqqa tomon sekin asta siljib borib, eni o‘rtacha 200 km, uzunligi birnecha ming kilometrga cho‘zilgan tasmani chizadi. YArimsoyaning er sirtida «chizgan» bu tasmasi soyaning ikki tomonida joylashadi

Quyosh tutilishi, uning g‘arb tomonidan boshlanadi, chunki g‘arbdan sharqqa tomon harakatlanayotgan Oy, dastlab Quyoshni g‘arb tomoni bilan uchrashadi. SHundan so‘ng Quyoshning «eyilayotgan» qismi ortib borib, u Oy bilan to‘la bekilganda, Quyosh butunlay ko‘rinmay qoladi (agar kuzatuvchining joyi Erda soya ichiga to‘g‘ri kelsa, albatta). Quyoshning to‘la tutilish fazasi atigi bir necha minutda (maksimum etti minut) davom etib, so‘ngra Oyning diski Quyosh diskidan chiqib sharqqa tomon siljiy boshlaydi va Quyoshni to‘la ozod qilguncha yana bir soatcha vaqt ketadi.

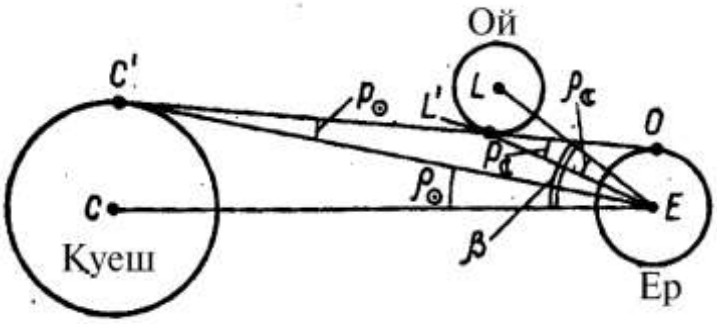


46– rasm. Quyoshning to‘la, halqasimon va qisman tutilishini tushintiruvchi sxema.

Endi Quyosh tutilishining mohiyati ustida to‘xtaylik. YUqorida bayon qilinganidek, Quyosh tutilishining muhim shartlaridan biri – Oy Quyoshni bekitib o‘tayotgan paytda uning *yangioy fazasida* bo‘lishidir. Biroq har yangioyda Quyoshning tutilmasligidan ko‘rinishicha, buning uchun birgina bu shartning o‘zi etarli emasligi ma’lum bo‘ladi. Ana shu muhim shartni aniqlashga harakat qilamiz. Avvalo shuni aytish kerakki, har yangioyda Quyosh tutilmasligining sababi, Oy orbitasi tekisligining ekliptika tekisligi bilan ustma-ust tushmasligidadir. Ular orasidagi burchak, eslatilganidek, $5^\circ 09'$ ni tashkil etadi. SHuning uchun yangioy paytida Oy ekliptika tekisligidan kattagina burchak masofada bo‘lib, Quyoshni yo

ustidan yoki ostidan uni bekitmagan holda utib ketadi. Bundan yangioy paytida Quyosh tutilishi uchun Oy, o‘z tugunlari (Oy orbitasining ekliptika tekisligi bilan kesishgan nuqtalari) yaqinida, ya’ni ekliptikaga yaqin yoy masofada bo‘lishi zarurligi ayon bo‘ladi.

Endi yangioy paytida Quyoshning markazi, Oy tugunlarining ixtiyoriy biridan qanday minimal yoy masofada bo‘lgandagina Quyosh tutilishining ruy berishi mumkinligini aniqlaylik. Buning uchun Quyosh, Er va Oy markazlari (mos ravishda S,E va L nuqtalar) bir tekislikda rasmdagidek joylashgan deb faraz qilaylik (47–rasmda). U holda ekliptika tekisligi, rasm joylashgan varaq tekisligiga perpendikulyar tekislikda yotadi.



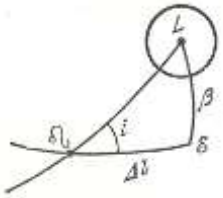
47– rasm.Quyoshning tutilish shartlarini tushintiruvchi chizma.

Ma’lumki bu erda <LES= β burchak, Oyning ekliptika kenglamasini xarakterlaydi. U holda, bu burchak rasmdagi ko‘rinishidan ozgina bo‘lsada kichraysa, Erning O nuqtasidagi ko‘zatuvchi, Quyoshning qisman tutilishiga guvoh bo‘ladi. Bunday hol uchun burchakning kattaligini hisoblab ko‘raylik. U qydagi uchta burchakning yig‘indisidan iborat bo‘ladi.

$$\beta = \angle LEL' + \angle L'ES' + \angle S'ES$$

Rasmdan ko‘rinishicha $\angle LEL' = \rho_{☾}$– Oyning ko‘rinma radiusini: $\angle$ ° $S'ES = \rho_{\odot}$ Quyoshning ko‘rinma radiusini, $\angle L'EL' = \angle EL'O - \angle ES'O$ bo‘lib $\angle EL'O = r_{☾}$,Oyning gorizantal parallaksini; $\angle ES'O = r_{\odot}$ - Quyoshning gorizantal parallaksini ifodalaydi. Binobarin β burchak:

$$\beta = \rho_{☾} + \rho_{\odot} + r_{☾} - r_{\odot}$$



48 – rasm.Quyoshning tutilish shartlarini aniqlash.

Agar tenglikning ung tomonidagi kattaliklar o‘rtacha qiymatlaridan foydalansak, ya’ni

$$\rho_{☾} = 15',5; \qquad \rho_{\odot} = 16,'3; \qquad r_{☾} = 57,'0; \quad r_{\odot} = 8,''8$$

ekanini e’tiborga olsak u holda

$$\beta = 88',7$$

bo‘ladi. Bundan ko‘rinishicha, qisman bo‘lsada Quyosh tutilishi uchun oyning epliktikal tenglamasi 88,′7dan kichik bo‘lishi lozimligi ma’lum bo‘ladi. Topilgan β ning qiymatiga

ko‘ra, 48-rasmdan Oyning Δl ekliptikal uzunlamasini ♌LS to‘g‘ri burchakli sferik uchburchakdan topaylik.

$$\sin \Delta l = \frac{tg\beta}{tgi}$$

β = 88′,7; i=5°09′ Oy orbitasi tekisligining epliktika tekisligiga og‘maligidan Δl = 16,°5 chiqadi.

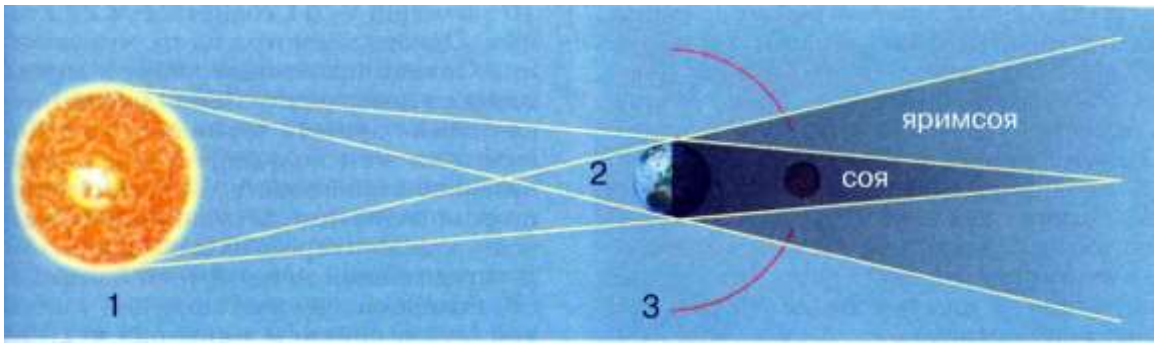
Binobarin Quyosh tutilishi uchun, yangioy paytida, Quyosh markazi Oy tugunlarining ixtiyoriy biridan 16,5° kichik yoy masofada bo‘lishi ikkinchi mo‘him shart ekan. Quyosh markazi, yangioy paytida tugundan chap tomonda undan 16,5° dan kichik yoy masofada bo‘lganda ham albatta Quyosh tutilishi mumkinligini inobatga olsak,u holda Quyosh tugunlari atrofida joylashgan 33° (16,5 ° x 2) uzunlikdagi yoyni o‘tayotganda albatta Quyosh tutilishi mumkinligi aniq bo‘ladi. Endi Quyosh ekliptika bo‘ylab har kuni o‘rtacha 59′ siljishini hisobga olsak, u 33° li «xavfli zona»ni 34 kunda o‘tishi ma’lum bo‘ladi. Oyning sinodik davri 29,53 kun bo‘lib,bu 34 kundan kichikligini e’tiborga olsak, u holda bu davr ichida kamida bir marta, bo‘lmasa ikki marta yangioy bo‘lishini, binobarin kamida bir marta, bo‘lmasa ikki marta Quyosh tutilishiga guvoh bo‘lish mumkinligi aniq bo‘ladi. Oy tugunlari ikkitaligini e’tiborga olsak, bir yilda kamida ikki marta, ko‘pi bilan besh marta Quyosh tutilishini ko‘rish mumkin ekan.

Bir yilda beshta Quyosh tutilishi bo‘lishi uchun birinchi to‘tilish 1 yanvardan ko‘p o‘tmasdan ro‘y berishi, ikkinchisi esa, keyingisi fevralь boshida ro‘y berib, uchinchi va to‘rtinchilari yarim yil o‘tishidan biroz oldin, beshinchisi esa, birinchisidan 354 kun o‘tgach (bu davrda 12 sinoidik yoy o‘tadi), shu yilning dekabrining oxirlarida ro‘y beradi.

8-§. Oy tutilishi va uning shartlari

Oy Erning atrofida aylanayotib, ba’zan Erning soyasi yoxud uning yarimsoyasi orqali o‘tadi. Bunday hodisa Oy tutilishi deyiladi. Oy tutilayotganda, u har doim to‘linoy fazasida bo‘ladi (49–rasm). Agar bunda Oy Erning soyasi ichidan o‘tsa, unda to‘la tutiladi. Bordiyu yarim soya ichidan o‘tsa, u holda uni yarim soyali tutilish deyiladi.

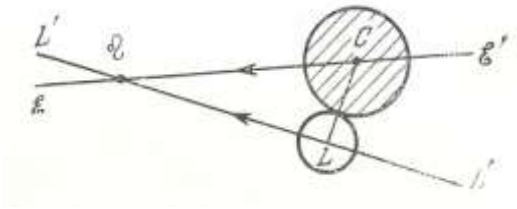
Quyosh va Oy tutilishlari tabiatning g‘aroyib hodisalaridan bo‘lib, qadimda kishilarda kuchli vahima tug‘dirgan. Bunday hodisalarning ro‘y berishi sabablari bugun yaxshi o‘rganilgan. SHu tufayli olimlar, bundan bir necha yil keyingi bo‘ladigan tutilishlarning vaqtlarini ham aniq aytib bera oladilar.



49 – rasm.Oy tutilishi hodisasi: 1.Quyosh.2.Er va 3.Oy orbitasi.

Erning ma’lum bir joyida Oy tutilishi, Quyosh tutilishiga nisbatan ko‘proq kuzatiladi. CHunki Quyosh tutilishlari, Erning Oy soyasi tushgan va uncha katta bo‘lmagan maydonidagina

kuzatiladi. Oy tutilishi esa, Erning Quyoshga qarama-qarshi yarim sharining hamma qismida ko‘rinadi.



50 – rasm. Oy tutilishi shartlarini tushuntirish

Endi faraz qilaylik, Er soyasining markazi ekliptikaning *S* nuqtasida bo‘lsin (50–rasm). Bunda, Oygacha bo‘lgan o‘rtacha masofada uning radiusi 41′ bo‘lib, rasmdagi LL′Oy orbitasining bir qismi hisoblanadi, L esa, orbitada burchak radiusi 15′,5 bo‘lgan Oy markazining holatini, ☊–Oy orbitasining ko‘tarilish tugunini belgilaydi. Rasmdan ko‘rinishicha, Oy tutilishi uchun u to‘linoy fazasida bo‘lib, oy markazi va Er soyasining markazi orasidagi masofa ularning radiuslarining yig‘indisi, ya’ni 41′ + 15′,5 = 56′,5 kichik masofada bo‘lishi zarur ekan. U holda to‘g‘ri burchakli ☊*SL* sferik uchburchakdan

$$\sin CL = \sin C☊ \ \sin \angle C☊L$$

yoki

$$\sin 56',5 = \sin C☊ \ \sin 5°09'$$

bularga ko‘ra,quyidagilarga ega bo‘lamiz

$$S☊ = \Delta l = 10°,6$$

Binobarin yuqoridagi hisobga ko‘ra, Oy tutilishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi,ya’ni: 1) Oy-to‘linoy fazasida bo‘lishi shart; 2) To‘linoy paytida Quyosh markazi Oy tugunlarining biridan 10°,6 dan kichik yoy masofada bo‘lishi shart ekanligi ma’lum bo‘ladi.

Oyning to‘la tutilishida esa (ya’ni, u Erning soyasiga butunlay kirganda), Oy ko‘zdan butunlay g‘oyib bo‘lmay, to‘q qizil rangda jilolanadi. Buning sababi, bu paytda Oyning, Er atmosferasida sochilgan va singan Quyosh nurlari bilan yoritilishidir. Bunda Er atmosferasi ko‘k va havorang nurlarni keskin sochib yuborib, Oy tomonga asosan qizil nurlarni sindirib o‘tkazadi va Oy aynan shu nurlar bilan yoritiladi va qizarib ko‘rinadi.

Qadimda Quyosh va Oy tutilishida, ularning yuqorida bayon qilingan ko‘rinishlari kishilarda qo‘rqinch va vahima tug‘dirgan. Endi esa Quyosh va Oy tutilishlarining siri to‘la fosh etilgan bo‘lib, u hech kimda vahima tug‘dirmaydi. Olimlar Quyosh va Oy tutilishlarining bo‘lish vaqtini bir necha yil oldindan aniq hisoblab berish metodlarini ishlab chiqishgan. Tutilishlarni kuzatib astronomlar Quyoshning fizik tabiati, Er atmosferasining tuzilishi va Oyning harakatiga doir qimmatli ma’lumotlarni qo‘lga kiritish imkoniga ega bo‘ldilar.

*Saros.*Ma’lum tutilishi, xuddi oldingidek kurinishda aniq davr bilan qaytarilib turadi va bu davr *saros* (saros misrlilarning so‘zi bo‘lib, “qaytarilish” degan ma’noni anglatadi)deb ataladi.Saros – bu,tutilishlarning kadimgilarga ham ma’lum bo‘lgan davri bo‘lib, u 18 yilu 11,3 sutkaga teng. Haqiqatan ham ixtiyoriy tutilish,Oyning ma’lum fazadagi holati Oy tugunlarining biridan oldingi tutilish paytidagidek bo‘lishiga ketadigan davr mavjud bo‘lib,ayni shuncha davrdan so‘ng qaytariladi. Buning sababi, ma’lum bo‘lishicha, 242 ajdaho oyi (uzunligi 27,21 sutka) 6585,36 sutkani, 223 ta sinodik oy (uzunligi 29,53 sutka) 6585,32 sutkani yoki 18 yil 11 kun 7 soatu 42 minutni tashkil etadi. 19 ta ajdaho yili (uzunligi 346,62 sutka) esa 6585,78 sutkaga teng bo‘ladi. Binobarin saros deyiluvchi bu davr taxminan 6585 kunga teng bo‘ladi va shu bois ixtiyoriy tutilishni 18 yilu 11,3 sutka dan so‘ng qaytarilishini ta’minlaydi.

10-dars

Astrofizik metodlar. Keng to‘lqinli astronomiyaning shakllanishi. Er atmosferasidan tashqi astronomiya.

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarda osmon jismlari va ularning fizik tabiatlari qanday metodlar asosida o‘rganilishi haqidagi tasavvurlarni shakllantirish. Osmon jismlari elektromagnit to‘lqinlar shkalasining qaysi diapazonlarida nurlanadi va unga qanday usullar bilan qayd qilinadi? Degan savollarga javob berish. Er atmosferasidan tashqarida osmon jismlari qanday to‘lqinlarda o‘rganilishi haqida o‘quvchilarga ma’lumot berish.

Ko‘rsatma qurollar:

«Astrofizik metodlar» aks qilgan qilgan o‘quv plakatlari. Elektromagnik to‘lqinlarning shkalasi. Rentgen, radio va gamma nurlanishlarini qayd qilish uslubida aks qilgan qurilmalarning sxemalari, plakatlar va ekran qo‘llanmalari.

O‘quv materiallarini bayon qilish rejasi:

1. Astrofizik kuzatish metodlari: optik, fotografik va fotoelektrik.
2. radiodiapozonda kuzatishlarning boshlanishi.
3. Rentgen va gamma diapozonlari Er atmosferasidan tashqarida kuzatishlarning boshlanishi.
4. Keng to‘lqinli astronomiyaning shakllanishi

Uyga vazifa: [1], [2], [3], [4]

ASTROFIZIKA ASOSLARI

1-§. Astrofizikaning asosiy tushunchalari va vazifalari

Astrofizika – osmon jicmlari va ularning tizimlarining fizik tabiatlarini, ularning evalyusiyalarini (jumladan Koinotni ham bir ob’ekt sifatida qarab) o‘rganishni maqsad qiladi. Oxirgi o‘n yillar ichida ilmiy texnikaviy progress astrofizik tadqiqot ishlarini takomillashtirib, uni talay aniq ko‘zatish instrumentlari,zamonaviy kompьyuter texnoliyalar bilan qurollantirdi. SHuning hisobiga, astrofizika–astronomiyaning etakchi bo‘limiga aylandi. O‘nlab yangi – quvvatli, fizik parametrlari (zichligi, temperaturalari, yuqori quvvatliligi va boshqalari) bilan bir-birlaridan keskin farqlanuvchi osmon ob’ektlari ochildi. Ayniqsa kosmonavtikaning rivoji tufayli ishga tushgan Er atmosferasidan tashqi astronomiya, osmon ob’ektlarini ko‘zga ko‘rimaydigan nurlarda (ulьtrabinafsha, rentgen, gamma, infraqizil va radionurlarda) o‘rganish borasida inqilobiy bir davrga kirdi.

Bularning barchasi, amaliy astrofizika deb ataluvchi kuzatishlar bilan bog‘liq astrofizika bo‘limining shakllanishida buyuk omil bo‘ldi. Astronomiya, bu yangiliklar hisobiga optik stronomiyadan keng to‘lqinli astronomiyaga aylandi.

Amaliy astrofizikaning rivojlanishi bilan bir qatorda, oxirgi yillarda fizikaning nurlanish nazariyasi, atom va yadro fizikasi bo‘yicha erishgan katta yutuqlari, nazariy astrofizikaning rivojlanishiga olib keldi. Bu bo‘lim, kuzatishlardan olingan natijalarni tahlil qilish, yangi tadqiqot yo‘nalishlarini belgilash va amaliy astofizikada qo‘llaniladigan metodlarni asoslash kabi muhim vazifalarni o‘z oldiga quyib,ularni hal qilishga kirishdi.

Astrofizikaning bu ikki asosiy bo‘limi, o‘z navbatida, quyidagi bo‘limchalarni o‘z ichiga oladi.

1. Amaliy astrofizika: astrofotometriya, astrospektrofotometriya, kalorimetriya va hokazo.
2. Nazariy astrofizika: yulduzlar fizikasi, Quyosh fizikasi, planetalar va quyoshsimon jismlar, tumanliklar, kosmologiya bilan bog‘liq muammolar va hokazo.

Ma’lum bir kuzatish metodiga asoslangan astrofizika bo‘limlari, mos ravishda, radioastronomiya, atmosferasidan tashqi astronomiya, rentgen astronomiyasi, gamma-astronomiya va neytrino astronomiyasi kabi nomlar bilan yuritiladi.

2-§. Astrofizikada qo‘llanilinadigan elektromagnit to‘lqin nurlanishlari

Elektromagnit nurlanishning chastotasi juda keng bo‘lib, yorug‘lik nurlanishi, uning kichik bir qisminigina tashkil etadi. Barcha diapozonda elektromagnit nurlanishlarning majmuasi elektromagnit nurlanishning spektrini beradi. Ma’lumki nurlanish, aniq kattalikdagi energiya bilan xarakterlanuvchi kvantlar ko‘rinishida tarqaladi. Kvantlarning energiyasi nurlanishning chastotasi bilan bog‘liq bo‘lib, ularning energetik birligi sifatida *elektron volьt* olinadi. Bu, potensiallar farqi 1 volьt bo‘lgan elektr maydonida tezlatilgan erkin elektronning olgan energiyasiga teng bo‘lib, $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J ni tashkil etadi.

Ko‘zga ko‘rinadigan yorug‘lik nurlari, elektromagnit nurlanishlar spektrida 3900 A^o dan 7600 A^o gacha bo‘lgan sohanigina o‘z ichiga olib, kvantlarining energiyasi 1eV dan kichik bo‘ladi. Astrofizikada qo‘llaniladigan elektromagnit to‘lqin uzunliklarining shkalasi esa, energiyasi 10^{-6} eV (metrli radioto‘lqinlar) dan to bir necha Mev (millionlab elektron volьt) gacha ya’ni to‘lqin uzunligi 0,1 A^o dan kichik nurlanishlargacha davom etadi.

Hamma chastotadagi elektromagnit to‘lqinlar, vakuumda bir xil – yorug‘lik tezligiga teng tezlik bilan tarqaladilar. Ixtiyoriy chastotadagi kvantning energiyasi uning chastotasiga proporsional bo‘lib:

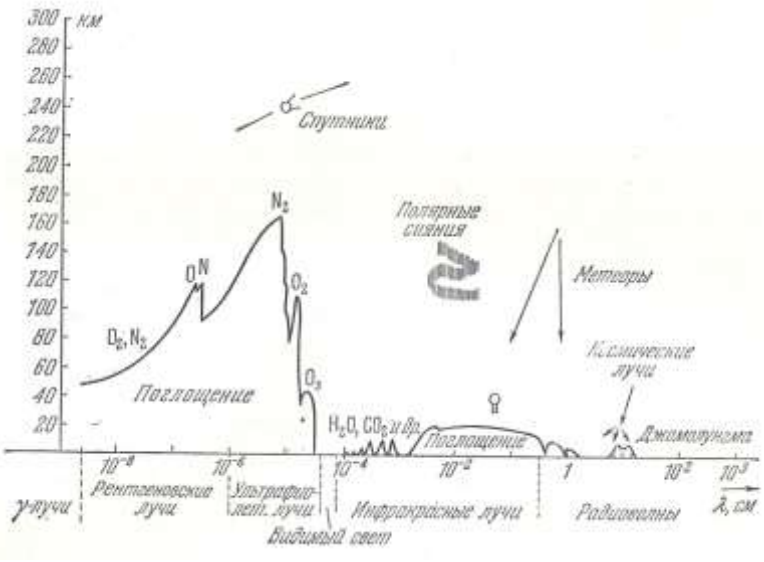
$$\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

ifodadan topiladi, bu erda proporsionallik koeffitsienti $h = 6{,}625 \cdot 10^{-34}\, Ж \cdot c$ – Plank doimiysi deyiladi.

Energiyasi 1 eV ga to‘g‘ri keladigan kvant, spektrning *infraqizil diapozonida* yotib, to‘lqin uzunligi λ_0 =12400 A^o (yoki chastotasi $\nu_0 = 2{,}42 \cdot 10^{14}$ Gs) ga to‘g‘ri keladi. 3900 A^o dan 100 A^o bo‘lgan soha ulьtrabinafsha *nurlanishlarga* tegishli bo‘lib, shundan 3900 A^o dan 3100 A^o gacha qismi, shartli ravishda, *yaqin ulьtrabinafsha,* 3100 A^o dan qisqa to‘lqin uzunligidagi qismi– uzoq *ulьtrabinafsha soha* deyiladi. 100 A^o dan 0,1 A^o gacha oralikdagi diapozon *rentgen nurlarga*, 0,1 A^o dan qisqa diapozon esa *gamma nurlar*ga tegishli sohalar hisoblanadi.

7600 A^o dan 150000 A^o gacha bo‘lgan diapozon *yaqin infraqizil*, 150000A^o dan 1 mm gacha esa, *uzoq infraqizil soha* deyiladi. 1mm dan o‘nlab metrgacha bo‘lgan elektromagnit

nurlanishlar spektrning diapozoni *radionurlarga* tegishli uchastka hisoblanadi.



51-rasm.Er atmosferasida turli tulqinuzunligidagi nurlarning yutilishi.

Er atmosferasi, elektromagnit spektrning barcha diapozonida astronomik kuzatishlarni olib borishga imkon bermaydi. U optik nurlanishlarni yaxshi o‘tkazgani holda, yaqin ulьtrabinafsha sohadan tashqari qisqa to‘lqinli nurlanishlar (uzoq ulьtrabinafsha, rentgen va gamma nurlarni) uchun ham tiniq emas. Xususan infraqizil diapozon (10000 A^o dan ortiq to‘lqin uzunligidagi nurlanishlar), asosan suv bug‘lari va is gazi molekulalari tomonidan kuchli yutiladi (51–rasm). Er atmosferasi, radiodiapozonning 1 sm dan 20 sm gacha, 1 sm dan qisqa diapozonda – 1 mm, 4,5 mm va 8 mm li qismlari uchun tiniq bo‘lib, bu diapozonlarga tegishli boshqa radionurlarni deyarli o‘tkazmaydi. To‘lqin uzunligi bir necha o‘n metrdan ortiq diapozondagi radionurlar esa, Er atmosferasining tashqi qatlamlari tomonidan keskin sochilishi va qaytarilishi hisobiga Er sirtigacha etib kela olmaydi.

11-dars

Astrofotometriya haqida tushuncha. Ko‘rinma yulduz kattaligi.

Darsning maqsadi:

YOritgich asosiy xarakteristikasi undan kelayotgannurlanish energiyasi o‘lchash astrfotometriyaning predmeti hisoblanib, uning asosiy fizik kattaliklari (yorug‘lik oqimi, yorqinlik, yoritilganlik, ravshanlik, intensivlik) va astronometriyada yoritilganlikka mos yulduz kattaligi deb ataladi. Ushbu dars aynan shu kattaliklarning fizik ma’nosi va mohiyatini o‘quvchilarda anglatish va shakllantirishni maqsad qiladi.

Ko‘rsatma qurollar: Nurlanishni qayd qilgich qurilmalar. (fotografik materiallar, fotoelektrik ko‘paytirgichlar – FEU va boshq.). elektromagnit to‘lqinlar shkalasi.

O‘kuv materialini bayon qilish rejasi:

1. Nurlanish energiyasini xarakterlovchi fizik kattliklar (nurlanish oqimi, yoritilganlik, yorqinlik, ravshanlik, intensivlik va boshq.) xaqida tushunchalar.
2. YUlduzlarning ko‘rinma yulduz kattaliklari
3. Pogson formulasi
4. Bolometrik, fotografik va fotoelektrik yulduz kattaliklari.

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

3-§. Astrofotometriya haqida tushuncha

Asosiy fotometrik tushunchalar. Jismning nurlanish energiyasining miqdori, mazkur jism fizik tabiatini o‘rganishda eng muhim xarakteristik kattaliklardan hisoblanadi. Nurlanish energiyasining kattaligi, uning o‘lchash asbobiga etib kelgan miqdorini bevosita qayd qilish orqali yoki nurlanish qobiliyati ma’lum bo‘lgan boshqa nurlanuvchi jismning nurlanish energiyasining miqdori bilan solishtirish orqali aniqlanadi.

Biroq, shuni ta’kidlash joizki, nurlanishni qayd kiluvchi asbob (priyomnik)ning sezgirligi, turli to‘lqin uzunliklari uchun turlicha bo‘ladi. Binobarin ma’lum asbob o‘lchagan nurlanish energiyasining miqdori, mazkur asbobning qanday nurlarga sezgirligiga, boshqacha aytganda, spektral sezgirligining darajasiga bog‘liq bo‘ladi. Asbobning spektrdagi chegaraviy to‘lqin uzunliklari intervaliga sezgirligi, shu asbobning *o‘tkazish tasmasi (polosa propuskaniya*) deyiladi.

Nurlanish energiyasining quvvati, *nurlanish oqimi* deyiluvchi fotometriyaning asosiy kattaligi bilan o‘lchanadi. *Nurlanish oqimi* deb, vaqt birligi ichida berilgan yuzadan o‘tgan nurlanish energiyasiga aytiladi. 1 sm^2 yuzaga tushayotgan yorug‘lik oqimi *yoritilganlik* deyiladi. Agar *F* yorug‘lik oqimi, *S* yuzaga tushayotgan bo‘lsa, unda yoritilganlik ushbu

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

ifodadan topiladi. Ma’lumki yoritilganlik, masofaning kvadratiga teskari, tushish burchagining kosinusiga to‘g‘ri proporsional kattalik bo‘lib, u quyidagi tenglikdan topiladi:

$$E=E_0\cos\alpha,$$

bu erda E_0, sirtga tushayotgan to‘la enenrgiyani xarakterlaydi. Biroq astrofizikada bu qonun bilan ish ko‘rilganda, nurlanuvchi jismdan kuzatish asbobigacha bo‘lgan fazoviy muhitning optik xususiyatlarini hisobga olishga to‘g‘ri keladi. Xususan yulduzlararo gaz-chang muhit va Er atmosferasida nurning yutilish darajasini aniqlash zarur bo‘ladi. Xususan vaqt birligi ichida, nurlanish manbaini o‘rovchi yopiq sferik sirt orqali o‘tuvchi to‘la nurlanish energiyasi mazkur manbaning *yorqinligi* deyiladi.

Nurlanish oqimi, spektrning hamma uchastkasi bo‘yicha aniqlanganda, u *integral oqim* deyilib, spektrning juda tor sohasi bo‘yicha aniqlanganda esa, *monoxromatik oqim* deyiladi. Bunda integral yoritilganlik $\frac{Вт}{м^2}$ larda, monoxromatik yoritilganlik esa $\frac{Вт}{м^2 \cdot Гц}$ larda o‘lchanadi.

Nurlanayotgan yuzaning ma’lum yo‘nalishdagi nurlanishi, uning ravshanligini xarakterlaydi. Nurlanishning tarqalish yo‘nalishiga tik bo‘lib, nurlanayotgan yuza bilan mos va birlik fazofiy burchak bilan chegaralangan yuzadan o‘tgan nurlanish oqimiga *ravshanlik* deyiladi. Bu ta’rifni fazoning istagan nuqtasidagi nurlanish maydoniga tadbiq etish mumkin. Bunday holda ko‘pincha “ravshanlik” o‘rniga “intensivlik” degan atama ishlatiladi.

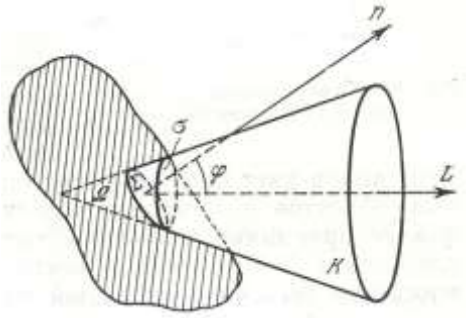
Agar nurlanayotgan sirt elementi Σ, Ω fazoviy burchak bilan chegaralangan *K* konus ichida *F* oqim bilan nurlanayotgan bo‘lsa va bunda konus o‘qi *L*, ΔS yuza elementiga o‘tkazilgan normal *n* bilan θ burchak hosil qilsa (52- rasm) u holda ravshanlik

$$B = \frac{\Phi}{\Delta S \Omega \cdot \cos\theta}$$

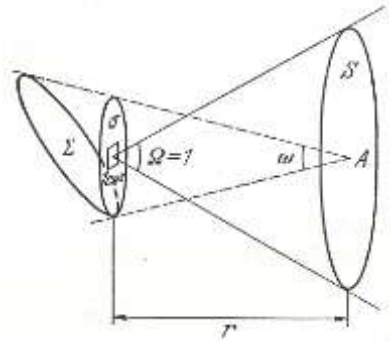
ifodadan topiladi (bu erda $\sigma = \Sigma cos\theta$).

Maьlum nurlanuvchi sirtning biror yuzaga berayotgan yoritilganligi bilan, nurlanuvchi sirt o‘lchami va ravshanligi orasidagi munosabat ham muhim astrofizik bog‘lanishlardan sanaladi.

Faraz qilaylik, bizdan r masofada yotgan nurlanayotgan sirtning ravshanligi V bo‘lgan sirt elementi Σ, osmon sferasida σ sirt ko‘rinishida proeksiyalansin (53–rasm).Bu degani, σ sirtning o‘ta normal yo‘nalishida 1sm^2 yuzasidan $\Omega=1$ fazoviy burchak chegarasi ichida nurlanayotgan oqimi V degani bo‘ladi. U holda shu fazoviy burchak ichida $\Delta\sigma$ sirtning to‘la oqimi $F=\sigma V$ bo‘ladi.



52– rasm.Nurlanayotgan sirt ravshanligini Ω fazoviy burchak ichida tarqalishi.



53 – rasm.Nurlanuvchi jism tomonidan hosil qilingan yoritilganlik.

Kuzatish joyida bu to‘la oqim $S=\Omega r^2$ yuzada taqsimlanishini tushunish ham qiyin emas. Agar $\Omega=1$ steradianga teng bo‘lsa, $S = r^2$, bo‘ladi, u holda yoritilganlik

$$E = \frac{B\Delta\sigma}{S} = \frac{B\Delta\sigma}{r^2}$$

bo‘ladi. Biroq $\frac{\Delta\sigma}{r^2} = \omega$ obьektning fazoviy ko‘rinish burchagi ekanligini eьtiborga olsak yoritilganlik:

$$E=V\,\omega$$

bo‘ladi. Bundan ko‘rinadiki, aniq bir obьektning kuzatish joyida hosil qilgan maksimal yoritilganligi, uning o‘rtacha ravshanligining,bu obьektni fazoviy ko‘rinish burchagiga ko‘paytmasiga teng ekan.

4-§. YOritgichlarning ko‘rinma yulduz kattaliklari

Fotometrik metod, osmon obьektlarining ravshanligini, teleskopning fokal tekisligida o‘rnatilgan nurlanish priyomnigi yordamida oson aniqlashga imkon beradi. Bunda teleskopning fokal tekisligida yasalgan tasvir yuzasi S ning, obьektiv fokus masofasining kvadratiga nisbati fazoviy burchak ω ni, obьektiv orqali o‘tgan nurlanish oqimining teleskop tuynugi maydoniga nisbati esa, yoritilganlik E ni beradi.

Biroq osmonda eng ko‘p tarqalgan yulduzlar nuqtaviy obьektlar bo‘lib, ularning burchak o‘lchamlarini aniqlashning iloji yo‘q, shu boisdan ularning ko‘rinishlariga ko‘ra ravshanliklarini

ham bevosita o‘lchab bo‘lmaydi. Bevosita kuzatishdan esa, faqat ulardan kelayotgan yorug‘lik oqimini, binobarin yoritilganliklarinigina aniqlash mumkin bo‘ladi.

Astronomiyada, yulduzlarning yoritilganliklarini maxsus logarifmik shkalada o‘lchab, ularga *yulduz kattaliklari* deb nom berilgan. Bir yulduz kattaligiga (1^m deb belgilanadi) mos miqdor sifatida yoritilganliklarining bir-biridan farqi 2,512 martaga teng bo‘lgan kattalik olingan. Bu miqdorning birlik sifatida tanlanishiga sabab, uning o‘nli logarifmi roppa-rosa 0,4 ga, 5^m ligi bilan farqlanuvchi yulduzlarning yoritilganliklari esa, bir-biridan rosa 100 martaga farq qilishidandir. YUlduz kattaliklari shkalasini kiritishda, shartli ravishda, *E* yulduzlar ravshanliklarining kamayishi, mos ravishda, *m* yulduz kattaliginin ortib boruvchi miqdori bilan ifodalanishi lozimligi kelishib olingan.

YUlduz kattaligi belgilashda, eramizdan oldingi II asrda o‘tgan aleksandriyalik Gipparxning fotometrik sxemasiga asos qilib olinadi. U, ko‘rinadigan yulduzlarning yoritilganliklariga ko‘ra, 6 guruhga bo‘linib, shulardan yorug‘ini 1 kattalikdagi, eng xirasini esa 6 kattalikdagi yulduz deb olingan edi.

YUlduz kattaligining qiymati kamaygan sayin uning ravshanligining ko‘rsatkichi *E* ortib boradi. Agar osmonning yorug‘ ob’ektlari ham (planetalar, Oy, Quyosh va boshqalar) yulduz kattaligida ifodalansa, ularning ravshanligi, yulduzlarnikidan sezilarli ortiqligi tufayli manfiy ishora bilan ifodalanadi. Masalan, Venera ravshanligining maksimumida yulduz kattaligi –3 gacha borib -3^m, Quyoshniki $-26{,}8^m$, Oyniki esa (to‘lin oy paytida) $-12{,}7^m$ ko‘rinishlarida ifodalanadi. Bunda darajadagi *m*, shu yoritgichning yulduz kattaligining belgisi sifatida qo‘llaniladi.

SHu asosda barcha yulduzlarning (jumladan boshqa osmon jismlarining ham) yoritilganliklari...-3^m, -2^m, -1^m, 0^m, $+1^m$, $+2^m$, $+3^m$, $+4^m$,.. maxraji 2,512 ga teng geometrik progressiya bilan kamayib boruvchi qatorni tashkil etadi.

SHunday qilib, ixtiyoriy yoritgichning yulduz kattaligi deb, uning yoritilganligidan 2,512 asosga ko‘ra olingan manfiy ishorali logarifmga aytiladi. Bundan ko‘rinadiki, E_1 va E_2 yoritilganliklarni beruvchi yulduzlarning (yoki boshqa osmon obьektlarining) yulduz kattaliklarining farqi m_1-m_2:

$$m_1 - m_2 = -\log_{2,512} E_1 - (-\log_{2,512} E_2) = -\log_{2,512} \frac{E_1}{E_2}$$

yoki
$$\frac{E_1}{E_2} = 2{,}512^{-(m_1 - m_2)}$$

ifodadan topiladi, o‘nli logarifmga o‘tkazilganda esa:

$$\lg \frac{E_1}{E_2} = -(m_1 - m_2) \lg 2{,}512, \text{ yoki } 0{,}4(m_1 - m_2) = \lg \frac{E_1}{E_2}$$

bu erdan
$$m_1 - m_2 = -2{,}5 \frac{E_1}{E_2}$$

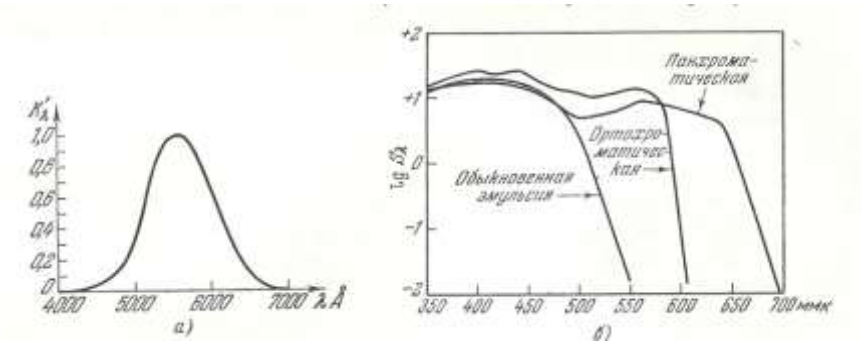
Ushbu ifoda *Pogson formulasi* deb yuritiladi.

YUlduz kattaliklarining nul-punkti (m = 0) shartli ravishda qabul qilinib, Er o‘stida $2{,}78 \cdot 10^{-6}$ *люкс* yoritilganlik (bunday yoritilganlikni 600 m masofada joylashtirilgan 1 halqaro sham birligida nurlanayotgan manba beraoladi) olingan. Boshqacha aytganda, 0^m kattalikdagi yulduz spektrining barcha uchastkasida erishilgan yorug‘lik oqimi taxminan 10^6 kVt/sm^2·s ga teng bo‘ladi.

Obьekt nurlanadigan spektrining barcha qismidagi to‘la nurlanish energiyasiga asoslanib aniqlangan uning yulduz kattaligi balometrik yulduz kattaligi deyiladi. Agar yulduz kattaligi, yorug‘lik oqimining vizual, fotografik va fotoelektrik o‘lchamlari asosida aniqlansa, ularga mos ravishda, yulduz kattaliklarini aniqlashning vizual, fotografik va fotoelektrik sistemalari deb yuritiladi.

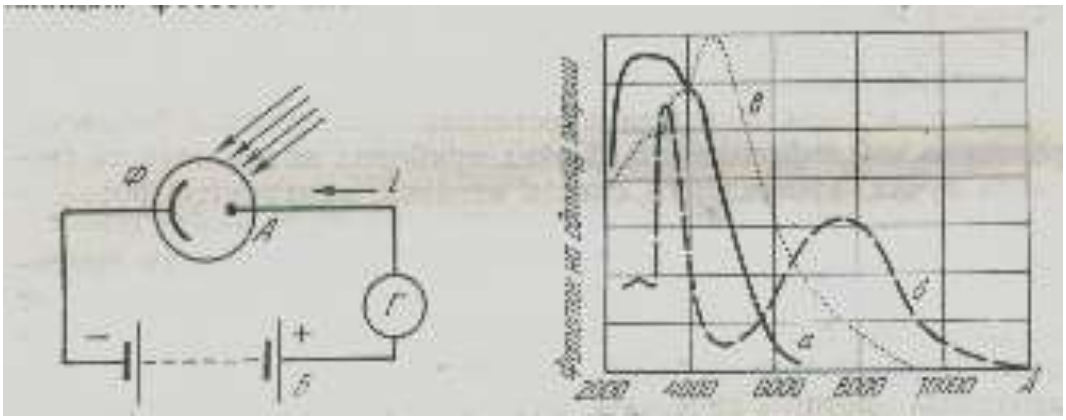
Astrofotometriya, yoritgichlarni barcha diapazondagi nurlanish energiyasini o‘lchash bilan shug‘ullanib, ularning fizik tabiatlarini o‘rganishda, astronomlarni muhim ma’lumotlar bilan qurollantiradi. YOritgichlarning nurlanishlarini qayd qilish ko‘z, fotoemulьsiya, fotoelement, termoelement, bolometr va radiometr kabi qayd qilgich-priyomniklari yordamida amalga oshiriladi. Bulardan birinchi uchtasining (ko‘z, fotoemulьsiya, fotoelement) sezgirliklari turli to‘lqin uzunliklariga turlicha bo‘lib, keyingi uchtasining sezgirliklari turli to‘lqin uzunligidagi nurlanishlar uchun bir xildir.

Normal ko‘zning eng yuqori sezgirligi 5500 A^o – yashil nurga to‘g‘ri kelib, bundan chap va o‘ng tomonga uning sezgirligi kamayib boradi va taxminan 3900 A^o hamda 7600 A^o to‘lqin uzunligidagi nurlanishlarda spektral sezgirligi nolga teng bo‘ladi (54 –a rasm). Oddiy va sezgirligi elektromagnit to‘lqinlar shkalasining qizil nurli tomoniga orttirilgan (*sensibilizatsiyalangan*) fotoemulьsiyalarning spektral xarakteristikalari (54–b rasm) keltirilgan.



54- rasm. a) kishi ko‘zining va b) fotografik emulьsiyaning spektral sezgirligi.

Fotoeffekt hodisasi asosida ishlaydigan fotoelektrik qayd qilgich fotoelementlarining(55–*a* rasm) fotokatodi *ishqorli elementlardan* yasalgan bo‘lib, ularning spektral xarakteristikasi turlicha bo‘ladi (55– *b* rasm).



55–rasm. 1)nurlanishni fotoelektrik yo‘l bilan qayd qilish; 2) fotokatodlarning spektral sezgirligi: *a*-surma-seziyli,b- kislorod-seziyli,*v*-mulьtiishqorli.

YOritgichning barcha diapazondagi nurlanishini qayd qilish uchun *bolometr*dan foydalaniladi. Bolometr –Uitston ko‘prigiga ulangan ikkita qoraytirilgan yupqa tasmadan iborat bo‘lib, ulardan biri, yoritgichdan kelayotgan nurlanishni qayd qilayotganda, ikkinchisi soyada turadi. Natijada nurlanishni qayd qilayotgan tasma qizib, qarshiligi o‘zgaradi. Oqibatda elektr zanjiriga ulangan galьvanometrning ko‘rsatishiga ko‘ra, nurlanish energiyasi o‘lchanadi. Agar qoraytirilgan tasma yoritgichning spektri bo‘ylab siljitilib, bunda galьvanometrning ko‘rsatishi sistemali yozib borilsa, spektrning hamma diapazoni bo‘yicha nurlanish energiyasining taqsimlanishini qayd qilish imkoni tug‘iladi. Bunday asbob *spektrobolometr* deb yuritiladi.

Ma’lumki, turli yoritgichlarning spektrida nurlanish energiyasining to‘lqin uzunligi bo‘yicha taqsimlanishi turlicha bo‘ladi. SHuning uchun ham ikki yoritgichni ma’lum to‘lqin uzunligi diapazonidagi nurlanish energiyalari bo‘yicha solishtirishgina ma’noga ega bo‘ladi.

Xususan Quyosh sariq-yashil diapazonda kuchli nurlangani holda, ayrim yulduzlar havorang-ko‘k diapazonda katta quvvat bilan nurlanadi, boshqa bir ob’ektlar esa (kvazarlar va radiogalaktikalar) asosiy nurlanishini radiodiapazonda chiqaradi. Qayd qilgich-priyomniklar sezgirligining to‘lqin uzunligi bo‘yicha o‘zgarishi, uning *spektral xarakteristikasi* deyiladi.

SHuning uchun ham ma’lum ob’ektning yorqinligini xarakterlovchi yulduz kattaliklari haqida gapirilganda, uning yorqinligi qaysi usul bilan qayd qilinganligiga e’tibor qilinadi va yulduz kattaliklari vizual (yoki ko‘rinma), fotografik, fotoelektrik va bolometrik degan nomlar bilan qo‘shib ishlatiladi. Qaysi usul bilan yoritgichning nurlanishi qayd qilinishiga ko‘ra, astrofotometriya *vizual, fotografik, fotoelektrik va bolometrik fotometriyaga* bo‘linadi.

Vizual fotometriya. Vizual fotometriya, ravshanligi ma’lum munosabatlarda o‘zgartirilishi mumkin bo‘lgan sun’iy manba bilan yoritgichning ravshanligini qiyoslashga asoslangan. Odatda fotometr teleskopining okulyariga shunday biriktiriladiki, natijada kuzatuvchi ko‘rish maydonida yulduz bilan yonma-yon maxsus optik sistema va tirqish ham ko‘radi. So‘ngra u, teleskopni yulduz kattaligi ma’lum bo‘lgan yulduz tomonga burib, sun’iy yulduz ravshanligini bu solishtirish yulduzi ravshanligiga tenglashguncha o‘zgartiradi. Kuzatuvchi sun’iy yulduz ravshanligini bir yulduzdan ikkinchi yulduzga o‘tkazganda qanday nisbatga o‘zgartirilganligi ma’lumligidan, u bu nisbatni be’malol yulduz kattaliklarining farqiga o‘tkaza oladi. Natijada birinchi yulduzning yulduz kattaligini qiynalmay topish mumkin bo‘ladi.

YOritgichlarning ravshanliklarini bevosita solishtirish yo‘li bilan ham ularning yulduz kattaliklarini aniqlash mumkin bo‘lib, tajribali kuzatuvchilar qariyb yuzdan bir yulduz kattaligi aniqligidagi natijaga erishadilar. Bu usulda biror S_0 yulduzning yulduz kattaligini aniqlash uchun yulduz kattaliklari ma’lum bo‘lgan ikki yulduz tanlanib, ulardan biri (S_1) S_0 dan ravshanroq, ikkinchisi esa $(S_2,)$ aksincha, xiraroq bo‘lishi ta’minlanadi. So‘ngra bu yulduzlar ravshanliklarining farqi 10 intervalga bo‘linib, S_0 yulduz birinchisidan qancha birlik xira, ikkinchisidan esa qancha birlik yorug‘ligi belgilanadi. Agar tanlangan yulduzlardan biri 4,80 yulduz kattaligiga, ikkinchisi 5,00 yulduz kattaligiga ega bo‘lib, S_0 birinchisidan 4 birlik xira bo‘lsa, uning kattaligi quyidagicha hisob yordamida topiladi:

$$m_{s_o} = 4{,}80 + \frac{1{,}20}{10} \cdot 4 = 4{,}80 + 0{,}48 = 5{,}28$$

Vizual fotometriyaning bu usuli juda qulay bo‘lib, keng havaskor astronomlar uchun ham o‘ng‘ay va, shuning uchun bo‘lsa kerak, keng tarqalgan.

Fotografik fotometriya. Fotografik material asosida yoritgichlarning nisbiy kattaligini hamda ayrim tumanliklar, planetalar va Oy kabi kattagina burchak o‘lchamiga ega bo‘lgan osmon jismlari uchun ko‘rinma disklarida ravshanlikning taqsimlanishini aniqlash mumkin.

Bir xil ekspozitsiyali fotoplastinkada yulduzlar tasvirining diametri, ularning yulduz kattaliklari kamayishiga ko‘ra ortib boradi. Agar maxsus tadqiqotlar asosida bunday bog‘lanish,

ya’ni yulduzlar tasviri diametrlarini yulduz kattaliklarining funksiyasi sifatida belgilansa, u holda mazkur plastinkadagi ixtiyoriy yulduz tasvirining diametrini o‘lchab, uning yulduz kattaligini aniqlash mumkin bo‘ladi. Bunda, shartli ravishda, *A* sinfga kiruvchi oq yulduzlarning vizual va fotografik yulduz kattaliklari bir xil deb qabul qilingan.

Tumanliklar, planetalar kabi osmon jismlari diskidan ravshanligining taqsimlanishini belgilashda, fotoplastinkaning yoritilganligining miqdoriga ko‘ra, ma’lum ekspozitsiyada *qorayish darajasi*ning o‘zgarish xususiyatiga tayaniladi. Bu ikki kattalik orasida to‘g‘ri proporsional bog‘lanish yo‘q, shuning uchun ham turli sortdagi fotoplastinkalar uchun yoritilganlikning kuchayishiga ko‘ra, qorayish darajasining qanday o‘zgarishi *xarakteristik egrilik* orqali belgilanadi. Fotonegativlarning qorayish darajasi, maxsus asbob – mikrofotometrlar yordamida aniqlanadi. Mikrofotometr, ma’lum sun’iy manbaning negativ fotoplastinkasining tekshirilayotgan uchastkasidan o‘tayotgan nuri intensivligini, negativning, nur ta’sirida bo‘lmagan tiniq qismidan o‘tayotgan sun’iy manba nurining intensivligiga nisbatini (ya’ni I / I_0) o‘lchashga imkon beradi.

Fotoelektrik fotometriya. Fotoelektrik fotometr, fotoeffekt hodisasi asosida yoritgichdan kelayotgan nur oqimini fotoelement yordamida qayd qiladi. Bunda fotokatodga teleskop ob’ektivi orqali tushgan yoritgichning kvantlari uning elektr zanjirida *i*-fototokni hosil qilib, yorug‘likning galvanometr strelkasini siljitadi. Zanjirda hosil bo‘lgan fototok kattaligining, yulduz kattaliklari ma’lum bo‘lgan yulduzlar ravshanligiga bog‘liqligining grafigi maxsus tadqiqotlar orqali qo‘lga kiritilgach, ixtiyoriy yoritgichning fotokatodda hosil qilgan fototoki miqdoriga ko‘ra unig yulduz kattaligini aniqlanadi.

Fotoelektrik fotometriyaning aniqligi, vizual va fotografik fotometriyadan yuqori bo‘lib, yulduz kattaliklarini o‘lchashda taxminan mingdan 2-3 yulduz kattaligigacha aniqlik bera oladi.

K**olorometriya asoslari.** YUlduzlar haqida to‘la ma’lumot olish uchun, ularning spektrlarida energiyaning taqsimlanish xususiyatini bilish kerak bo‘ladi. Biroq bunday ma’lumotni spektrofotometrik yo‘l bilan faqat bir guruh yorug‘ yulduzlar uchungina qo‘lga kiritish mumkin. Xira yulduzlar uchun asosiy informatsiya manbai, ularning yulduz kattaliklarini aniqlashga imkon beruvchi yorug‘lik oqimlaridir. Bunday yulduzlar spektrlarining turli qismlariga tegishli yorug‘lik oqimini svetofilьtrlar yordamida o‘lchab, ularning spektrlarida energiyaning taqsimlanishi haqida ma’lumotga ega bo‘lish mumkin. Bunday usulga asoslanib, yulduz kattaliklarining qiymati turli sistemalar uchun belgilanadi. YUlduzlarning oddiy ko‘z bilan yoxud vizual fotometrlar yordamida aniqlangan yulduz kattaliklari ularning *vizual kattaliklari* (*m* yoki m_υ) deyiladi.

Sensibilizatsiya qilinmagan fotografik emulьsiyaga tushirilgan yulduzlar tasvirining fotometrik o‘lchash asosida aniqlangan yulduz kattaliklari fotografik yulduz kattaliklari (m_{pg}) deyiladi. Maxsus sariq filьtr yordamida ortoxromatik (sezgirligi 6500 A^o gacha orttirilgan) fotoplastinkaga tushirilgan yulduzlar tasvirining fotometrik yo‘l bilan aniqlangan yulduz kattaliklari–fotovizual yulduz kattaliklari ($m_{p\upsilon}$) deyiladi. Sensibilizatsiya qilingan fotomaterialning sariq filьtr orqali tushirilgan nurga sezgirligi, ko‘zning spektral sezgirligiga yaqin bo‘lganidan yulduzning fotovizual kattaligi, vizual yulduz kattaligiga juda yaqin bo‘ladi.

Ayni paytda yulduz spektrining ma’lum uchastkalaridagi nurlanish oqimini, maxsus tanlangan svetofilьtrlarni qo‘llab, fotografik yoki fotoelektrik fotometriya asosida o‘lchash orqali aniqlangan xalqaro yulduz kattaliklarining *U, B, V* sistemasi keng qo‘llaniladi.

12-dars

Nurlanish qonunlari spektral qonuniyatlar va osmon jismlari tabiatini o‘rganishda ularning qo‘llanilishi.

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarda nurlanish energiyasining nurning to‘lqin uzunligiga bog‘liqligiga oid chizma-plakati. Quyosh spektri. Vodorod spektri chiziqlarining paydo bo‘lishini tushuntiruvchi vodorod atomining energetik holatlari ostida turli seriyalarga mansub o‘tilarini aks qilgan plakat. Quyoshning aktiv sohalari (dog‘lari, aktiv protoburanets, xromesfera chaqnashi va boshq.) spektrlaridan namunalar.

O‘quv materialini bayon qilish rejasi:

1. Absolyut qora jismning nurlanishi.
2. Plank, Vin, Stefan-Bolьsman, Reley-Jins qonunlari.
3. Nurlanish va yutilishda kechadigan elementar jarayonlar. (atomlarning uyg‘onishi va turli energetik sathlarga ega bo‘lishi, nurlanishning yutilishi va chiqarilishida atomning bir energetik holatdan ikkinchisiga o‘tishi) uyg‘otish va ionizatsiya energiyalari haqida tushuncha.
4. Vodorod atomi serial chiziqlarining paydo bo‘lish mexanizmi
5. Dopler effekti. Zeeman effekti. Ular asosida plazma xarakatining nuriy tezligini magnit kuchlanganligi tashkil etuvchilarini aniqlash haqida tushuncha.

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

5-§. Absolyut qora jismning nurlanishi. Nurlanish qonunlari

Ma’lumki har qanday qizdirilgan jism elektromagnit nurlanishning manbai bo‘lib, o‘zidan nur chiqaradi. Issiqlik nurlanishi deyiluvchi bunday nurlanishning chastotasi, jismning temperaturasi ortishi bilan ortib borib, taxminan 1000°K ga qadar jism infraqizil va radiodiapozonda, so‘ngra unga ko‘zga ko‘rinadigan diapozondagi (qizil rangli nurdan-binafsha ranggacha) nurlanish, qizdirish yana davom ettirilganda esa, ulьtrabinafsha va yanada qisqa diapozonga tegishli nurlanishlar qo‘shiladi.

Ma’lum temperaturagacha qizdirilgan jism,odatda, uning rangini belgilovchi aniq diapozonda kuchli nurlanadi. Masalan 2000°K gacha cho‘g‘lantirilgan jism qizil diapozonda, 6000°K gacha qizdirilgan jism sariq diapozonda kuchli nurlanadi va hokazo. Biroq shuni aytish kerakki, ma’lum temperaturagacha qizdirilib cho‘g‘lantirilgan jism spektrida energiyaning taqsimlanishi,umumiy xolda, faqat uning temperaturasigagina bog‘liq bo‘lmay, uning ximiyaviy tarkibiga va fizik holatiga ham bog‘liq bo‘ladi.

Issiqlik nurlanishi qonunlari faqat termodinamik muvozanatdagi jism uchun sodda ko‘rinishga ega bo‘lib, uning nurlanishi (muvozanat nurlanish) temperatura orqali aniqlanishi mumkin.

Nurlanayotgan jism termodinamik muvozanatda bo‘lishi uchun, u tashqi muhit bilan issiqlik o‘tkazmaydigan ideal devor bilan o‘ralgan bo‘lishi lozim. Faqat shundagina bu jismni chegaralovchi hamma qismlarida temperatura bir xil qiymatga erishib, issiqlik muvozanati, ya’ni termodinamik muvozanat ro‘y beradi.

Termodinamik muvozanatdagi jism *absolyut qora jism* deyilib, uning nurlanish qobiliyati, *Plankning* ushbu *formulasi* yordamida hisoblanadi:

$$\varepsilon_{\lambda} d\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} d\lambda$$

bu erda $\varepsilon_{\lambda} d\lambda$, jismning 1 sm^2 yuzasidan hamma tomonga spektrning λ, $\lambda + d\lambda$ intervalida nurlanayotgan yorug‘lik oqimini xarakterlaydi va $erg/sm^{3 \cdot}s$ da o‘lchanadi.

Termodinamik muvozanatdagi jism uchun hamma sirtning ravshanligi *V* ushbu yo‘nalishda bir xil bo‘lib,

$$dB = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} d\lambda$$

ifodadan topiladi.

Absolyut qora jismning spektrida energiyaning Plank formulasida bo‘ysungan taqsimlanishi (plank egriliklari), temperaturaning turli qiymatlarida turlicha bo‘ladi (56–rasm).

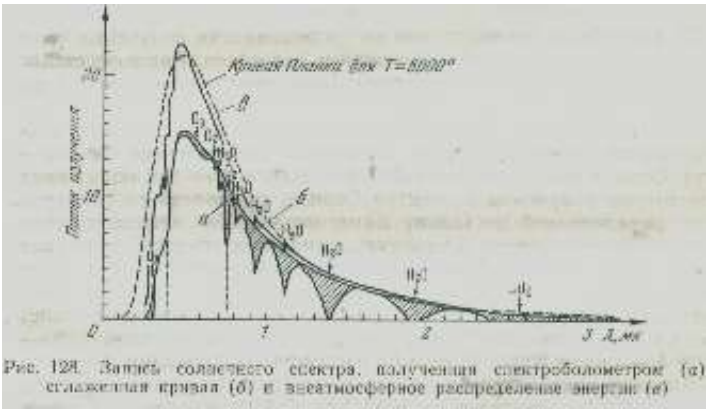


Рис. 129. Запись солнечного спектра, полученная спектроболометром (а) сглаженная кривая (б) и внеатмосферное распределение энергии (в)

56–rasm.Absolyut qora jism nurlanish spektrida energiyaning tulqin uzunligi bo‘yicha taqsimlanish grafigi.

Plank egriliklarida energiyaning maksimumiga to‘g‘ri kelgan to‘lqin uzunligi jismning absolyut temperaturasi bilan

$$\lambda_{\max} = \frac{0{,}290 см \cdot град}{T}$$

ko‘rinishda bog‘lanib, u *Vinning siljish qonuni* deb yuritiladi. Bu qonunga ko‘ra, absolyut qora jismning temperaturasining ortishi bilan bu jism nurlanishining maksimumi, spektrning qisqa to‘lqinli tomoniga siljiydi.

Absolyut qora jismning nurlanish quvvati ham uning temperaturasiga bog‘liq bo‘lib, bu bog‘lanish *Stefan-Bolьsman qonuni* deyiladi.

Bu qonunga ko‘ra absolyut qora jismning har kvadrat santimetr yuzasi 1 sekundda hamma yo‘nalishlar bo‘ylab, barcha to‘lqin uzunligida quyidagi formula bilan hisoblanadigan energiyani beradi:

$$\varepsilon = \sigma T^4$$

bu erda $\sigma = 6{,}67 \cdot 10^8 \; Ж/м^2 \cdot с \cdot K^4$ - *Stefan-Bolьsman doimiysi* deyiladi.

Plank egriligining maksimumidan qisqa to‘lqin tomonga nurlanish qobiliyati $\frac{hc}{\lambda kT} >> 1$ bo‘lganidan Plank formulasi quyidagicha ko‘rinishni oladi:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot e^{-\frac{hc}{\lambda kT}}$$

bu ifoda *Vin formulasi* deb yuritiladi.

Uzun to‘lqin tomonda esa, to‘lqin uzunligi kattaligidan $e^{\frac{hc}{\lambda kT}} \approx 1 + \frac{hc}{\lambda kT}$ bo‘lib, Plank formulasi Reley-Jins formulasi deb yuritiluvchi ushbu ifodaga aylanadi:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{2\pi c}{\lambda^4} \cdot kT$$

Binobirin uzun to‘lqinli diapozonda absolyut qora jismning nurlanishi temperatura bilan chiziqli bog‘lanishda bo‘ladi.

6-§. Spekral analiz asoslari. Astrofizik ob'ektlarning spektrlari va ularda kuzatiladigan chiziqlar

Astrofizik metodlar ichida spektral analiz, osmon jismlarining fizik tabiatini tadqiq qilish borasida alohida ahamiyat kasb etadi. O'tgan asrning o'rtalarida, yulduz va planetalarning fizik tabiatini spektral metod yordamida o'rganishni italiyalik astronom Sekki boshlab berdi. Astronomiyada yangi bu metodning qo'llanishi, osmon jismlarining temperaturasini, ximik tarkibini, magnit maydoni kuchlanganligini, harakat tezligini, masofasini va boshqa talay yoritgichga tegishli fizik parametrlarni aniqlashga imkon berib, katta yutuqlarni qo'lga kiritilishiga sabab bo'ldi.

Nurlanayotgan jismning holatiga va qanday sharoitda turganligiga ko'ra, uning spektri asosan uch turli bo'lishi mumkin: 1) tutash spektri; 2) chiziqli nurlanish (emission) spektri; 3) yutilish spektri.

Ximik tarkibiga bog'liq bo'lmagan holda cho'g'langan qattiq, suyuq holatdagi jismlar hamda katta bosim va yuqori temperaturadagi ionlashgan gaz tutash spektrni beradi. Bunday hollarda nurlanish barcha to'lqin uzunligida kuzatilib, har bir to'lqin uzunligiga mos nurlanish yasagan spektrograf tirqishining uzluksiz tasviri bir-biriga tutashib, tutash spektrni beradi.

Gaz holatdagi cho'g'langan modda ayrim to'lqin uzunliklaridagina nurlanib, bu nurlar prizmadan o'tishda turli burchak ostida sinadi va natijada kamera linzasidan o'tgach, turli ranglarda tirqishning alohida-alohida zich tasvirlarni yasaydi. Kora fonda birgina yorug' chiziqlardan tashkil topgan bunday spektr, chiziqli nurlanish yoki emission spektr deyiladi.

Spektrdagi chiziqlarning to'lqin uzunliklariga ko'ra, ularni qaysi atomga tegishli ekanligini belgilash mumkin. Spektrning ko'rinadigan qismida vodorod atomining talay chiziqlarini (Balьmer seriyasiga tegishli H_α–λ 6562A^o, H_β–λ 4861A^o, H_γ–λ 4340A^o, H_δ–λ 4102A^o), natriy bug'ining spektrida esa, natriyning qo'shni ikki sariq chizig'ini (λ=5890A^o va λ=5896A^o) hamda temir bug'ining spektrida yuzlab temirning chiziqlarini ko'rish mumkin.

Agar tutash spektri beradigan yorug'lik manbaining yo'liga sovuq bui yoki gaz modda kiritilsa, yutilish spektri hosil bo'lib, bug' yoki gazni tashkil etgan atomlar, ular cho'g'langan holatida qanday to'lqin uzunliklarida nurlansalar, aynan shunday to'lqin uzunliklaridagi nurlarni yutib, tutash spektrining fonida yutilish chiziqlarini hosil qiladilar. Masalan cho'g'langan natriy bug'i, yuqorida eslatilgan λ=5890A^o va λ=5896A^o to'lqin uzunliklarida nurlansa, tutash spektri manbai yo'liga kiritilgan sovuq holdagi natriyning bug'i, xuddi shunday to'lqin uzunliklariga tegishli nurlarni yutib, tutash spektrining bu chiziqlar to'lqin uzunlariga mos kelgan joyida ikki qo'shni qora chiziqni hosil qiladi.

Nurlanish va yutilish spektrlari tasmali (polosali) bo'lishi ham mumkin. Xususan molekulyar birikmalarning spektri qator keng tasmalardan iborat bo'lib, bunday tasmalar, o'z navbatida, bir–biriga juda yaqin joylashgan spektral chiziqlardan tashkil topadi. Agar bunday molekulyar birikmalardan tashkil topgan gaz yuqori temperaturali va cho'g'langan holatda bo'lsa, u mazkur to'lqin uzunliklari intervalidagi nurlanish tasmalarini, aksincha, agar tutash spektri manbai yo'lida sovuq gaz kiritilgan bo'lsa, o'sha to'lqin uzunliklari intervalidagi yutilish tasmalarini beradi.

Quyosh va yulduzlarning spektri yutilish spektri bo'lib, yutilish chiziqlari, tutash spektrini beruvchi ularining ichki qatlamlaridan chiqayotgan nurlanish yo'lidagi atmosferaning tashqi qatlami tomonidan hosil qilinadi. SHuning uchun ham Quyosh va yulduzlar spektrlarining

analizi, ularning atmosfera qatlamlarining kimyoviy tarkibi va fizik tabiatiga doir ma'lumotlarni o'zida yaxshi aks qiladi.

SHuni unutmaslik kerakki, osmon yoritgichlaridan kelayotgan nurlar, Er atmosferasining qatlamlaridan ham o'tadi va shuning uchun ham ularning sirtida atmosferasi atomlari va molekulyar birikmalariga tegishli yutilish chiziqlari paydo bo'ladi. Osmon jismlari spektrida kuzatiladigan Er atmosferasining chiziqlari *telluriy chiziqlari* deyilib, spektrofotometriya paytida tayanch chiziqlar sifatida ishlatiladi.

Ma'lumki planetalar va ularini yo'ldoshlarining ko'rinishi, Quyosh nurlarining ularni sirtidan qaytishi hisobiga bo'ladi va bu nurlar, planeta sirtdan qaytishidan oldin va keyin uning atmosferasini kesib o'tadi. SHuning uchun ham planeta va uning yo'ldoshlari spektrida Quyosh spektriga qo'shimcha uning (yoki yo'ldoshining) atmosferasiga tegishli yutilish chiziqlari ham hosil bo'ladi. Bu yutilish chiziqlarining analizi, bizga planeta atmosferasining kimyoviy tarkibi, bosimi, temperaturasi va boshqa fizik xarakteristikalari haqida ma'lumot beradi.

7-§. Astrofizik jarayonlarning nuriy tezliklarini aniqlash. Dopler effekti

Spektral analiz bergan eng katta yutuqlardan biri – harakatdagi yoritgichlarning yoki ularni qismlarining Quyosh, Oy, tumanliklar uchun nuriy tezliklarini o'lchashga imkon berishidir. YOritgichning *nuriy tezligi* deganda, yoritgichning harakat tezligi vektorining qarash chizig'i bo'yicha tashkil etuvchisi tushiniladi. Harakatdagi manbaning nuriy tezligini o'lchash usuli, Dopler tomonidan 1847 yilda aniqlangan bo'lib, unga ko'ra nurlanayotgan manbaning qarash chizig'i bo'yicha tezligi, uning spektridagi spektral chiziqlarning siljish kattaligi yordamida topiladi. Agar spektral chiziqning siljish kattaligi $\Delta\lambda = \lambda_0^{'} - \lambda_0$ bo'lsa (bu erda λ_0– ma'lum spektral chiziqning haqiqiy to'lqin uzunligi, $\lambda_0^{'}$ –aynan shu chiziqning manbaning harakati tufayli o'zgargan to'lqin uzunligi),u holda manbaning nuriy tezligi ushbu formuladan topiladi:

$$\Delta\lambda = \frac{\vartheta_2}{c} \cdot \lambda_0 \qquad \text{yoki} \qquad \vartheta_2 = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \cdot c$$

ϑ_2 -nuriy tezligi, $s = 3 \cdot 10^8$ m/s – yorug'lik tezligini ifodalaydi. Agar ϑ_2 –manfiy ishora bilan chiqsa, ya'ni $\lambda_0^{'} < \lambda_0$ bo'lsa(chiziq spektrning binafsha tomoniga siljisa), manba kuzatuvchiga ϑ_2 tezlik bilan yaqinlashayotgan, aksincha ϑ_2 musbat ishorali bo'lsa, ya'ni $\lambda_0^{'} > \lambda_0$ bo'lsa(chiziq spektrning qizil tomoniga siljisa), manba kuzatuvchidan uzoqlashayotgan bo'ladi.

Odatda yoritgichining yoki uning qismlarining tezligi $\vartheta_2 \ll s$ bo'lganidan, spektral chiziqning siljishi - $\Delta\lambda$ ham juda kichik bo'ladi. SHuning uchun bunday siljishni vizual o'lchash juda murakkab bo'lib, Dopler prinsipidan, asosan spektrofotometriya ishga tushgandan so'ng foydalanish imkoni tug'ildi. Birinchi bo'lib *Dopler prinsipi* rus olimi A.A. Belopolьskiy tomonidan 1900 yili Pulkovo observatoriyasida muvaffaqqiyatli sinab ko'rildi. SHu tufayli ba'zan bu effekt astronomiyada, *Dopler-Belopolьskiy effekti* deb ham yuritiladi. Dopler prinsipi astrofizikada juda katta rolь uynab, yoritgichlarning (yoki ularning ayrim qismlarining) harakatini o'rganishdan tashqari, nurlanuvchi osmon jismlarining o'z o'qi atrofida yoki markaziy boshqa bir jism atrofida aylanishlarini ham aniqlashga imkon berdi. Xususan Erning Quyosh atrofida va o'z o'qi atrofida aylanishlarini ham Dopler prinsipi asosida oson aniqlash mumkin. Ma'lumki Er, Quyosh atrofida o'rtacha 30 km/s tezlik bilan harakatlanib, harakat yo'nalishini fazoda o'zgartirib boradi. Natijada ma'lum momentda uning harakati yo'nalgan ekliptika

tekisligida yotuvchi yulduzlar spektrida chiziqlar binafsha tomonga Δλ kattalikka siljigan holda ko‘rinib, uning kattaligi ushbu ifodadan topiladi:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{\vartheta}{c} = \frac{30\cdot 10^5\, см/с}{3\cdot 10^{10}\, см/с} = 10^{-4}$$

bu erdan $\Delta\lambda = \lambda_0 \cdot 10^{-4}$ bo‘ladi.

Bu yo‘nalishga qarama-qarshi tomondagi yulduzlarning spektridagi chiziqlar esa, aksincha qizil tomonga shunday kattalikka siljigan holda ko‘rinadilar. Quyoshning ekvatori zonasida, uning aylanishi tufayli chiziqli tezligi 2 km/s bo‘lib, ekvatorining sharqiy va g‘arbiy qismlarining spektrlarida chiziqlarning siljishi, mos ravishda, ±0,035A^o kattalikni beradi.

8-§. Magnit maydonida kechadigan astrofizik jarayonlar. Zeeman effekti

Magnit maydonida joylashgan atom tomonidan nurlanayotgan (yoki yutilayotgan) monoxromatik nur hosil qilgan spektral chiziq, o‘zaro juda yaqin joylashgan bir necha tashkil etuvchilariga parchalanadi. Bunday effekt uning ixtirochisi nomi bilan *Zeeman effekti* deb yuritiladi.

Agar magnit maydonning kuch chiziqlari qarash chizig‘i bo‘yicha yo‘nalgan bo‘lsa, eng sodda holda, spektral chiziq ikkiga parchalanadi (dublet), va har bir tashkil etuvchisi bir-biriga qarama-qarshi yo‘nalishda aylanma qutblangan bo‘ladi. Bordiyu, maydonning kuch chiziqlari qarash chizig‘iga tik yo‘nalsa, u holda spektral chiziq uchta tashkil etuvchiga parchalanib, chiziqli qutblangan bo‘ladi va bunda markaziy tashkil etuvchi π ning intensivligi, ikki chekka komponenta (σ^+ va σ^-) larning intensivligidan ikki barobar ortiq bo‘ladi (57–rasm).

Spektral chiziqning parchalangan tashkil etuvchilari oralig‘idagi masofa (Δλ–to‘lqin uzunliklari farqida) magnit maydoni kuchlanganligiga proporsional bo‘lib, quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$\Delta\lambda = 4{,}67\cdot 10^{-5} f\, H \cdot \lambda^2$$

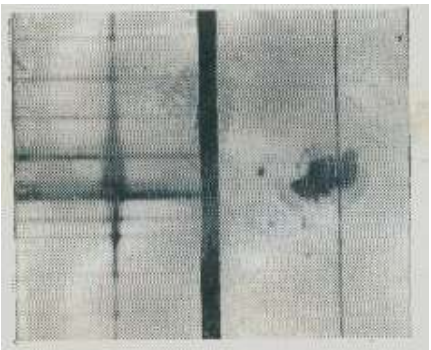


Рис. 89. Эффект Зеемана в солнечном пятне. Положение щели спектрографа показано черной линией на правом снимке.

Вертикальная полоса на левом снимке — солнечная линия поглощения, расширенная в центральной части магнитным полем пятна.

57– rasm.Quyosh dog‘larida Zeeman effektining kuzatilishi (spektrograf tirqishining Quyosh dog‘iga nisbatan joylashishi o‘ng tomonda qora chiziq bilan ko‘rsatilgan).

13-dars.
Astrofizik instrumentlar. Optik va radioteleskoplar. Ularning xarakteristikalari. Teleskoplarning o‘rnatilishi. Dunyoning yirik astronomik observatoriyalari. Ulug‘bek rasadxonasi

*Darsning maqsadi:*Astrofizik kuzatish asboblari va ularning ishlash prinsiplari va asosiy xarakteristikalari to‘g‘risida o‘quvchilarga tushunchalar berish. Teleskoplarning o‘rnatilishi va ularni kuzatishlarni qulaylashtirishdagi roli haqida ma’lumot berish.
ida ma’lumot berish.

Ko‘rsatma qurolar:

Optik teleskoplar, refraktorlar va reflektorlar. Turli dunyoning yirik optik va radioteleskoplari va observatoriyalarining fotgrafiyalari – ekran qo‘llanmalari, kompьyuter saytlarida.

O‘quv materiallarini bayon qilish:

1. Optik teleskoplar, ularning turlari va vazifalari.
2. Teleskoplarning asosiy xarakteristikalari.
3. Radioteleskoplar, ularning fizik xarakteristikalari.
4. teleskoplarning montirovkalari (azimutal va parallaktik qurilmalar).
5. Dunyoning yirik observatoriyalari.
6. O‘zbekiston Astronomiya instituti va uning filiallarida tadqiqotlar.

Uyga vazifa: [1], [2], [3], [4]

10-§. Astrofizik instrumentlar.
Teleskoplar va ularning vazifalari

Teleskoplar-astrofizik tadqiqotlar qilishda astronomlarning asosiy quroli bo‘lib xizmat qiladi. Birinchi teleskop 1609 yili italyan olimi Galiley tomonidan ishga tushirilib, olim o‘z instrumenti yordamida birdaniga bir nechta kashfiyot qildi. Xususan u Oyning relьefi Ernikiga o‘xshashligi, YUpiter atrofidagi 4 yo‘ldoshining mavjudligi,Veneraning fazalari, Quyoshning dog‘i va Somon yo‘lini yulduzlar tashkil qilganligini aniqladi. Bu kashfiyotlar, teleskopning osmon jismlarining tabiatini o‘rganishda, juda katta imkoniyatlari mavjudligini ma’lum qilib, astronomiyada yangi eraning ochilishidan darak berdi. Teleskopning ixtiro qilinishi, astrofizikada muhim voqea bo‘lib, u olam tuzilishi haqida ilmiy dunyoqarashning shakllanishida katta rolь o‘ynadi.

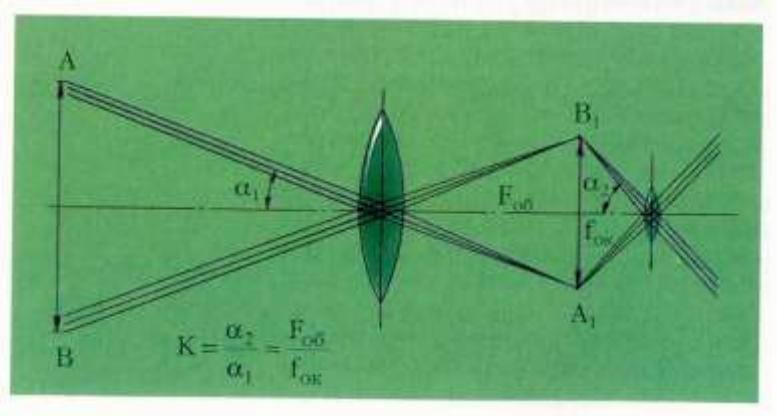
Teleskoplarning imkoniyatlari juda katta bo‘lib, quyidagi asosiy vazifalarini bajaraolishi mumkinligini ko‘rsatdi:

1) YOritgichdan kelayotgan nurlanishni qayd qilish (ko‘z, fotografik plastinka, fotoelektrik qayd qilgich, spektrograf va hokazolar yordamida);
2) ob’ektiivning fokal tekisligida, kuzatilayotgan yoritgichning yoki boshqa osmon ob’ektlarining tasvirini yasash;
3) qurollanmagan ko‘z bilan qaralganda ajratib ko‘rib bo‘lmaydigan, o‘zaro juda kichik yoy masofada joylashgan ob’ektlarni ajratib ko‘rsatish.

Teleskopning asosiy qismi *ob’ektiv* deyilib,u qavariq linzadan yoki botiq sferik ko‘zgudan yasaladi.Ob’ektiv, yoritgichdan turli yo‘nalishda kelayotgan nurlarni yig‘ib, fokal tekisligida, uning tasvirini yasaydi. Agar nurni qayd qilish ko‘z yordamida bajariladigan bo‘lsa, u holda ob’ektiv tomonidan yasalgan tasvirga qarash uchun okulyar zarur bo‘ladi.

Teleskoplar, ob’ektivining turiga ko‘ra, ikkiga – *refraktor* va *reflektor*ga bo‘linadi. Refraktorda ob’ektiv sifatida *qavariq linza*, reflektorda esa *botiq sferik ko‘zgu* ishlatiladi.

58–rasmda oddiy refraktorda nurning yo‘li tasvirlangan. Bunda teleskop ob’ektivi, yoritgichdan kelayotgan nurni uning fokusi *F* da yig‘adi va shu nuqtadan bosh optik o‘qqa tik o‘tuvchi tekislikda (fokal tekisligida) yoritgichning tasvirini yasaydi. YAsalgan tasvirga kattalashtiruvchi linza – okulyar yordamida qarab, quzatilayotgan osmon jismining (planeta, Oy yoki Quyosh) burchak o‘lchamining kattalashganini va ravshanlashganini ko‘ramiz.



58-rasm.Refraktor teleskopida nurning yuli.

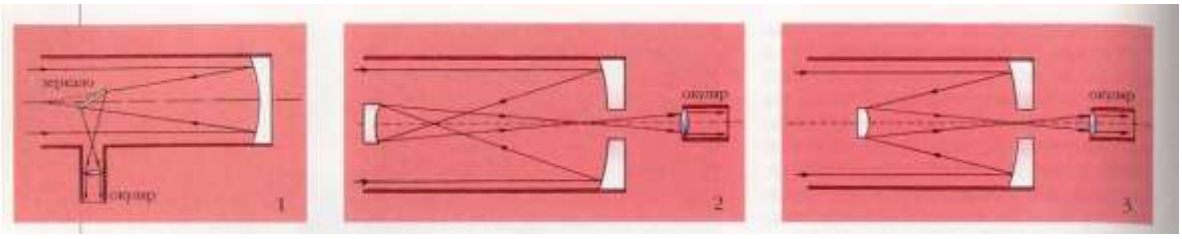
Binobarin teleskop bizga, qaralayotgan osmon jismini ham ravshanlashtirib, ham kattalashtirib berayotganiga guvoh bo‘lamiz. YAsalgan tasvirning ravshanlashishi, teleskop ob’ektivining diametriga va fokus masofasiga $\left(\frac{D}{F}\right)$ bog‘liq bo‘lgani holda, uning kattalashtirishi, ob’ektiv va okulyarning fokus masofalariga bog‘liq bo‘ladi. Tasvir fotoplastinkada yoxud fotoelektrik yo‘l bilan qayd qilinadigan bo‘lsa, okulyar kerak bo‘lmay, fotoplastinka yoki elektrofotometrning kiritish diafragmasi bevosita teleskopning fokal tekisligida joylashtiriladi.

Birinchi refraktor rusumli teleskop astronomik maqsadlarda G.Galiley tomonidan 1610 yilda ishga tushirildi.Refraktorning ob’ektividan nur sinib o‘tganligi tufayli, uning fokal tekisligida nuqtali ob’ektning tasviri nuqta o‘rniga, rangli konsentrik halqalar ko‘rinishida bo‘ladi. Bu hodisa *xromatik aberratsiya* deyilib, turli to‘lqin uzunlikdagi nurlar uchun, linza, turlicha nur sindirish koeffitsientiga ega ekanligidan sodir bo‘ladi. Bunday teleskoplarda xromatik aberratsiya, turli nur sindirish ko‘rsatgichiga ega bo‘lgan ikki xil shishadan tayyorlangan maxsus linza-ob’ektiv – *axromat* yordamida ma’lum darajada kamaytiriladi. Ma’lum nurning srtdan qaytish qonunlari uning to‘lqin uzunligiga bog‘liq bo‘lmaydi. SHuning uchun ham xromatik aberratsiyani kamaytirish maqsadida linzali ob’ektiv qaytaruvchi sferik ko‘zgu bilan almashtirildi. Sferik ko‘zguli birinchi teleskop–reflektor taniqli ingliz fizigi I.Nьyuton tomonidan ishga tushirildi.

Bu holdagi teleskoplarning ham o‘ziga yarasha kamchiligi bo‘lib, yoritgichdan sferik ko‘zguga parallel tushayotgan nurlar, odatda bir nuqtada (ob’ektiv fokusida) yig‘ilmay, chaplangan dog‘cha shaklidagi tasvirni hosil qiladi. Sferik ko‘zgudan qaytayotgan nurning nuqtaviy tasvir hosil qilmay bunday buzilishi, *sferik aberratsiya* deb yuritiladi. Agar ko‘zguga aylanma paraboloid sirt berilsa edi, u holda sferik aberratsiya yo‘qolib, tasvir nuqtaviy ko‘rinish olar edi. SHuning uchun ayni zamonning teleskoplarining ob’ektivlari paraboloidal formada yasaladi.

11-§. Reflektorning asosiy turlari

Reflektorlar, kuzatish maqsadlariga ko‘ra, bir necha turdagi sistemalarda ishlatilishi mumkin. Bevosita ob’ektivining fokusida kuzatish mo‘ljallangan teleskop — *to‘g‘ri fokusli reflektor* deyiladi.



59 – rasm.Teleskopik sistemalar.1.Nьyuton sistemasi.2.Gregori sistemasi.3.Kassegren sistemasi.

Ob’ektivining fokusidan oldin bosh optik o‘qqa burchak ostida qo‘yilgan yassi ko‘zgu yordamida fokusni trubadan yon tomonga, chiqarilgan teleskop *Nьyuton fokusli yoki sistemali* reflektor deyiladi (59 – rasm,1). Bunday teleskop fokusidan keyin o‘rnatilgan botiq sferik ko‘zgu yordamida teleskop bosh ko‘zgusining (ob’ektivining) markaziy teshigi orqali fokusi tashqariga chiqarilgan sistema-*Gregori sistemali* reflektor deyiladi (59– rasm, 2). Va nihoyat, bosh ko‘zgu fokusidan oldin o‘rnatilgan qavariq ko‘zgu yordamida, sistema fokusi ob’ektiv markazi teshigidan tashqariga chiqarilgan sistema–*Kossegren sistemali* reflektor deyiladi(59 – rasm, 3). Garchi bunday sistemalarda nurning qo‘shimcha ko‘zgulardan qaytishi hisobiga anchayin nur yo‘qolsada, teleskopning ba’zi predmetlarini (kattalashtirish, ajrata olish kuchi) maqsadga moslab o‘zgartirilishi va qo‘shimcha qayd qilgich asboblarni biriktirilishini qulaylashtirishi bilan katta ahamiyat kasb etadi.

Astrofizik tadqiqotlarda yoritgichdan kelayotgan nurdan maksimal foydalanish juda muhim. Biroq refraktorlar linzasining shisha materiali, nurni kuchli yutib, (ayniqsa ulьtrabinafsha sohasida) ko‘zgu, fotografik emulьsiya yoxud fotoelektrik qayd qilgichga tushayotgan nurni keskin chegaralaydi. SHuningdek, fotomateriallarning va fotoelektrik qayd qilgich asboblarning sezgirlik chegarasi, ko‘znikiga nisbatan keng bo‘lganidan ularda xromatik aberratsiyaning ta’siri ham katta bo‘ladi. SHuning uchun ham astrofizik maqsaddagi kuzatishlarda refraktorlar o‘rniga reflektor keng qo‘llanadi.

Astrometriyada, hozirga qadar ham refraktorlar qulay instrument hisoblanadi. Buning sababi, reflektorlarning uning aylanish o‘qlari atrofida kichik miqdorga bo‘lsada, burilishlarga juda sezgirligidandir. Agar reflektor ko‘zgusiga tushayotgan nur ma’lum $\Delta\alpha$ burchakka og‘sa, undan qaytayotgan nurning yo‘nalishi $2\Delta\alpha$ burchakka og‘adi va bu, fotoplastinkada ob’ekt tasvirining sezilarli siljishiga olib keladi. Refraktorda nurning bunday kattalikdagi burchakka ($\Delta\alpha$) beixtiyor burilishi, fotoplastinkada tasvirni nisbatan juda kichik miqdorgagina siljishiga sabab bo‘ladi. Bu esa, asosiy maqsadi, yoritgichlarning o‘rnini aniq o‘lchashdan iborat bo‘lgan astrometriya uchun juda muhimdir. SHuning uchun ham refraktorlar astrometriyaning asosiy instrumentlaridan hisoblanadi.

Ko‘zguli teleskoplarda tasvir, bosh ko‘zguning optik o‘qi yaqinidan qaytgan nurlarda juda tiniq chiqib, bosh optik o‘qdan uzoqdan qaytgan nurlarda buzila boshlaydi (o‘qdan tashqari aberratsiya tufayli). SHuning uchun ham reflektorlar yordamida osmonning taxminan $5^0 \times 5^0$ dan katta maydonini rasmga olish maqsadga muvofiq bo‘lmaydi. Buning uchun maxsus ko‘zguli-linzali teleskoplardan foydalanishga to‘g‘ri keladi.

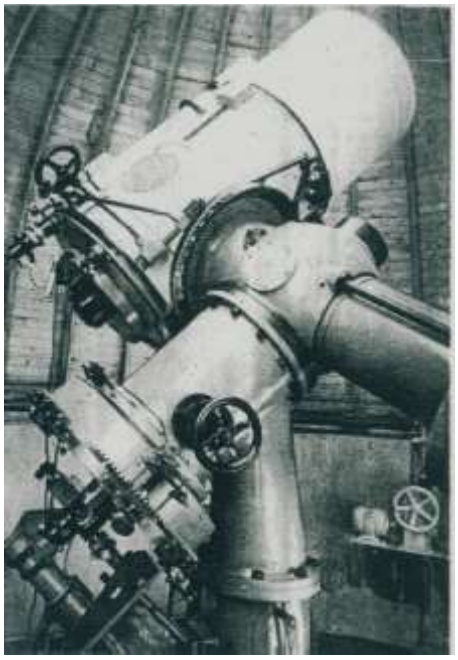
12-§. Ko‘zguli-linzali teleskoplar

1. Sferik aberratsiyadan xoli teleskoplarni yasash ustidagi izlanishlar ko‘zguli-linzali teleskoplarning yaratilishiga sabab bo‘ldi. Bunday turdagi birinchi teleskop 1930 yilda taklif qilingan bo‘lib, u *SHmidt sistemasi* deb yuritiladi. SHmidt sistemasi bosh ko‘zgudan va uning egrilik radiusi markaziga o‘rnatilgan shisha plastinkadan tashkil topgan bo‘lib, shisha plastinkaning bir tomoniga shunday egrilik berilganki, natijada uning markaziy qismi yig‘uvchi linza, gardishi esa sochuvchi linza kabi ishlaydi. Bunday sistema, tasvirni sferik aberratsiya, koma va astigmatizmdan xoli bo‘lishini ta’minlashi bilan muhim hisoblanadi. Odatda bunday sistemada buzilmagan (vinьetirovaniesiz) katta ko‘rish maydoniga erishish uchun plastinkaning diametri D_1 ni ko‘zguning diametri D_2 nikidan kichik qilinib, teleskopning o‘lchami $\frac{D_1}{D_2}$ nisbat ko‘rinishida beriladi.

Sobiq Ittifoqda SHmidt sistemasidagi birinchi teleskop Engelьgardt (Estoniya) observatoriyasida 1938 yilda ishga tushirildi.

2. Reflektorlarning *ko‘zguli–meniskli sistemasi*. U pulkovolik astronom D. D. Maksutov tomonidan 1941-1944 yillarda kashf etilgan bo‘lib, sferik bosh ko‘zgudan va uning fokal tekisligidan oldin o‘rnatilgan bo‘lib, optik kuchi taxminan nulga teng bo‘lgan sferik linzali meniskdan (botiq ko‘zgudan) tashkil topgan (60 –rasm). Bunday sistemada optik kamchiliklarning barcha turi (sferik va xromatik aberratsiya, koma, astigmatizm) yo‘qotilganligi bilan boshqa sistemalardan afzal hisoblanadi.

Minskli reflektorlar, axromatik ob’ektivlarga nisbatan qariyb ming marta kam xromatik aberratsiyaga ega bo‘lib, oddiy shisha-krodedan qilinganligi bilan qulay. Meniskli sistemadagi teleskoplar, uzun truba, hashamatli minora (kupol) talab qilmasligi, binobarin kam xarajatligi bilan ham katta ahamiyat kasb etadi. Meniskli teleskoplarning o‘lchami ham SHmidt sistemasiniki kabi $\frac{D_1}{D_2}$ ko‘rinishda yozilib, D_1–meniskning diametrini, D_2 -esa bosh ko‘zguning diametrini xarakterlaydi. Birinchi yirik meniskli teleskop 50/67 sm Olma-ota obsevatoriyasida, keyinroq, undan kattarog‘i 70/100 sm lisi Abastuman observatoriyasida ishga tushirildi. Kichik o‘lchamdagi meniskli teleskoplar ta’lim maktablari uchun chiqariladi.



60–rasm**.** Maksutovning ko‘zguli–meniskli sistemasi.

14-dars

Quyosh xaqida umumiy ma’lumot. Fotosfera va undagi ob’ektlar. Quyoshning dog‘li faoliyati. Xromosfera va uning ob’ektlari. Quyosh toji va uning radionurlanishi, fizik tabiati.

Darsning maqsadi:

Quyoshni yulduz sifatini o‘quvchi ko‘z o‘ngida gavdalantirish. Fotosferadagi ob’ektlar (granulyasiya, mash’allar, Quyosh dog‘lari) bilan o‘quvchilarni tanishtirish. Xromosfera qatlami va undagi aktiv ob’ektlar (protoberanetslar, flokulalar va xromosfera chaqnashlari) hamda quyosh toji fizik sharoitlari bilan o‘quvchilarni tanishtirish.

Kursatma qurollar:

Quyosh va uning fotosfera ob’ektlariga tegishli otomateriallar. Quyosh spektrining rasmi. Quyoshga oid plakatlar. Diapozitivlar va boshqa ekran qo‘llanmalari. Xromosfera va uning spektri hamda uning ob’ektlariga tegishli tanish materiallar. Quyosh toji (u to‘la tutilagnda olingan) fotomateriallar. Xromosfera va tojga oid ekran qo‘llanmalari.

O‘quv materiallari bayonning rejasi:

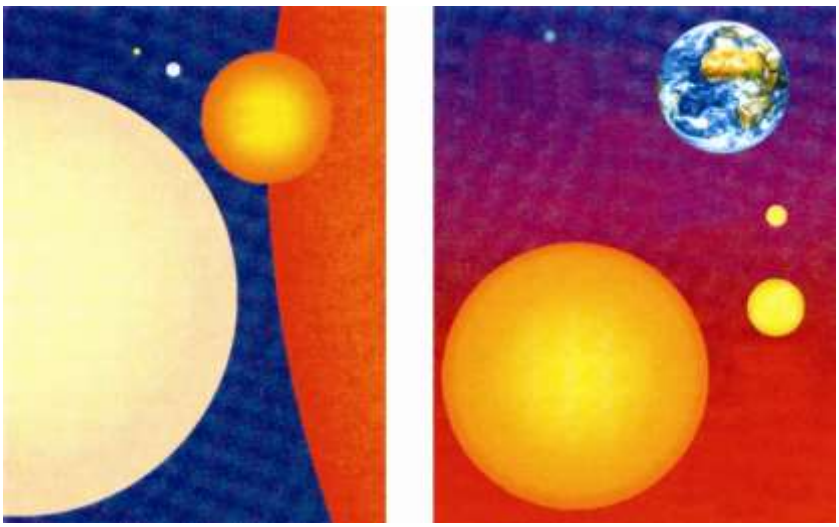
1. Quyosh xaqida umumiy ma’lumot.
2. Fotosfera, uning spektri granulyasion strukturasi.
3. Fotosferaning aktiv ob’ektlari (mash’allar, Quyosh dog‘lari)
4. Dog‘lar spektrining davriy o‘zgarishi. Volьf soni.
5. Quyosh aktivligi haqid tushuncha.
6. Xromosfera va uning spektri haqida umumiy ma’lumot.
7. Protoberanetslar va ularning sinflari.
8. Xromosfera chaqnashlari va chaqnash mexanizmi.
9. Quyosh toji va uning spektri.
10. Quyosh toji nurlanishining qutblanishi. Tojning radionurlanishi.
11. *uyga vazifa:* [1], [2], [3]

QUYOSH FIZIKASI

Quyosh haqida umumiy ma’lumotlar. Quyoshning kattaligi (diametri) uning ko‘rinma diametri va ungacha bo‘lgan masofa orqali aniqlanadi. Osmon jismlarining ko‘rinma diametri esa, qaralayotgan osmon jismining (jumladan Quyoshning) Erdan uzoqligiga bog‘liq bo‘ladi. Quyosh atrofida aylanayotgan planetamiz ham undan turlicha masofada bo‘ladi. Er Quyoshdan eng uzoq masofada (perigeliyda) bo‘lganida Quyoshning ko‘rinma diametri 32°35', eng yaqin masofada (afeliyda) bo‘lganda esa, uning ko‘rinma diametri 31°31' ga teng bo‘ladi. Quyida 61-rasmda Quyoshning o‘zidan ko‘p marta katta va ko‘p marta kichik yulduzlar bilan solishtirilgan.

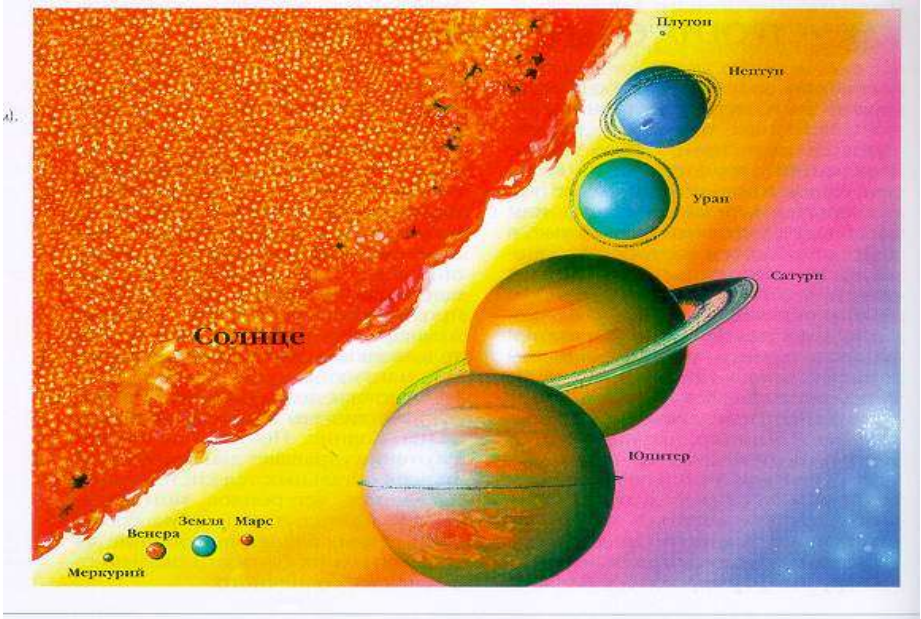
Er Quyoshdan o‘rtacha uzoqlikda (149600000 km) bo‘lganda Quyoshning ko‘rinma radiusi 16°02' ni, bu ma’lumotlar asosida aniqlangan uning chiziqli radiusi: R_o=696000 km ni, hajmi esa: $V_o=1{,}41\cdot10^{27}$ m^3 ni tashkil qiladi. Bunday katta hajmdagi shar ichiga Er kattaligidagi sharchalardan qariyb 1 million 304 mingtasi joylashib ketadi.

Quyoshning massasi: $M=2\cdot10^{33}$ kg bo‘lib, Erning massasidan 330 ming marta katta (62-rasm). Bu kattaliklar orqali aniqlangan o‘rtacha zichligi: $\rho=1{,}41$ g/sm^3 ni tashkil qiladi. Quyosh sirtida erkin tushish tezlanishi: g=247 m/s^2 ni tashkil qiladi. 63 – rasmda esa quyosh o‘z planetalari bilan solishtirilgan.



61– rasm.

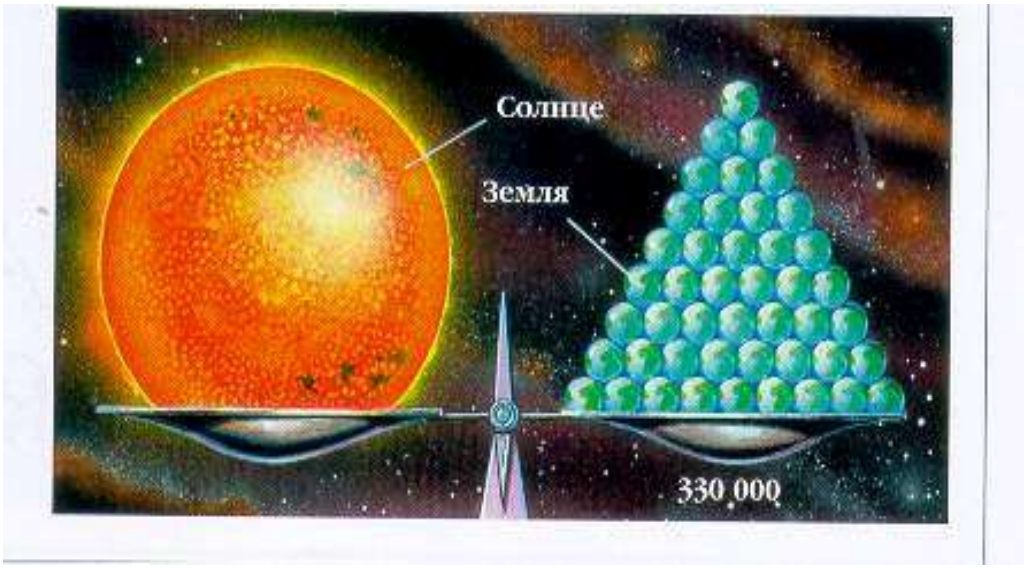
Quyoshning aylanishi. Quyosh dog‘larini uzluksiz kuzatish, ularni Quyosh gardishining sharq tomonidan chiqib, g‘arb tomoniga bir tekis siljib borishini ko‘rsatadi. SHuningdek, Quyoshning sharq va g‘arb tomonlarida gardish (limb) chetlari spektridagi chiziqlarning siljishini o‘rganish, Quyosh o‘z o‘qi atrofida aylanayotganini ma’lum qiladi.



62 – rasm.

Quyoshning aylanish o‘qi, ekliptika tekisligi bilan 7° li burchak hosil qiladi. Quyosh ham Er aylangani kabi g‘arbdan sharqqa tomon, ya’ni uning shimoliy qutbidan qaraganda, soat strelkasi aylanishi yo‘nalishiga teskari yo‘nalishda aylanishini ko‘rsatadi. Quyoshning aylanish davri ham barcha osmon jismlarining aylanish davrlari kabi ikki xil bo‘ladi. Birinchisi, haqiqiy yoki yulduz davri deyilib, ma’lum bir yulduzga nisbatan aniqlanadi va u siderik davr ham deb ataladi. Ikkinchisi-sinodik davr deyilib, bunda Erning Quyosh atrofidagi harakati ham hisobga olinadi. YAna shuni e’tiborga olish kerakki, Quyosh qattiq jism bo‘lmaganidan, uning hamma qismlari Erdagi kabi bir xil burchak tezlik bilan aylanolmaydi. Quyoshning ekvator qismi 25 sutkalik siderik davr bilan, geliografik kengligi 90° ga yaqin qutbiy zonalari esa 27,2 sutkalik davr bilan

aylanadi. Erga nisbatan olingan Quyosh aylanishining sinodik davri esa, uning ekvatori zonasida siderik aylanish davridan ikki kunga ortiq ya’ni 27 sutkani tashkil qiladi.



63 - rasm

Quyosh doimiysi. Quyoshning nurlanish quvvati, astrofizik va geofizik hodisalarni xarakterlashda muhim rolь o‘ynaydi. Xususan Quyosh sirtida va ichida kechadigan fizik jarayonlar haqidagi tasavvurlarning shakllanishida, Quyosh nurlanishi intensivligi eng muhim ma’lumotlardan hisoblanadi. Quyoshning nurlanish energiyasini aniq hisoblashlar yana shuning uchun ham zarurki, bu nurlanishning kattaligi, ko‘pgina boshqa osmon jismlarining nurlanishlarini hisoblashda birlik sifatida qabul qilinadi. Quyosh nurlanishi quvvatini, Quyosh doimiysi deb yuritish qabul qilingan. Quyosh doimiysi deb, bir minut davomida, Quyoshdan Ergacha bo‘lgan o‘rtacha masofada (Er atmosferasidan tashqarida) Quyoshdan kelayotgan nurlanish yo‘nalishiga tik yotgan 1 sm^2 yuzasidan o‘tayotgan Quyosh energiyasining to‘la miqdoriga aytiladi.

Quyosh doimiysini o‘lchash uchun ikki maxsus asbob yordamida yuzlab kuzatishlar va hisoblashlar qilishga to‘g‘ri keladi. Bu asboblardan biri pirgeliometr deyilib, uning yordamida ma’lum vaqtda (Quyoshning gorizontdagi ma’lum balandligida) aniq yuzaga tushayotgan to‘la energiyasi absolyut energetik birliklarda hisoblab chiqariladi. Biroq pirgeliometr yordamida olingan ma’lumotlar, Quyosh doimiysini hisoblash uchun etarli bo‘lmaydi, chunki Quyosh energiyasining ma’lum qismi Er atmosferasida yutilib qoladi. Quyoshning yutilgan energiyasi, maxsus asbob-spektrobolometr yordamida o‘lchanadi. Bu asbobning sezgirligi, turli to‘lqin uzunliklardagi nurlanishlar uchun bir xil bo‘lib, uning yordamida har bir monoxromatik to‘lqin uzunlikdagi nurlanish intensivligining havo massasiga bog‘lanishini xarakterlovchi grafik chiziladi. Havo massasi deb, ma’lum yo‘nalishdagi havo qatlami optik qalinligini uning zenit yo‘nalishdagi optik qalinligiga nisbati bilan o‘lchanadigan kattalikga aytiladi. Ekstropolyasiyalash yordamida havo massasi nolga teng bo‘lgandagi nurlanish intensivligi aniqlanadi. Bu kattalik nurning Er atmosferasida yutilmagandagi qiymatiga teng bo‘ladi. Bunday operatsiya spektrning barcha uchastkalari uchun bajarilib, Quyosh spektrida, spektrobolometr yordamida aniqlangan energiyaning taqsimlanishi, bu olingan ma’lumotlar yordamida tuzatiladi. SHuni aytish kerakki, spektrobolometrda intensivlikning miqdori, pirgeliometrdagidan farqli o‘laroq nisbiy birliklarda beriladi. Aniqlangan ma’lumotlarga, Quyoshning ulьtrabinafsha va infraqizil nurlarda chiqargan va Er atmosferasida to‘la yutilib qolgan nurlanish energiyalarini

ham hisoblab qo‘shilsa, u holda Quyoshning ma’lum yuzaga tushayotgan to‘la energiyasi topiladi. So‘ngra bu aniqlangan energiya miqdori asosida Quyosh doimiysi hisoblanadi.

Quyosh spektrining ulьtrabinafsha va infraqizil uchastkalaridagi nurlanish energiyasi maxsus raketalar, sun’iy yo‘ldoshlar va Er atmosferasidan tashqariga ballonlar yordamida chiqarilgan apparatlar yordamida aniqlanadi. YUqorida eslatilgan metod yordamida aniqlangan Quyosh doimiysi:

$$Q=1.95\ kal/sm^2\ min=1.36\ 10^6\ erg/sm^2\ s=0.136\ Vt/sm^2$$

tashkil etadi. Bu kattalikning to‘g‘riligi keyingi yillarda, raketa va havo sharlariga o‘rnatilib, Er atmosferasidan tashqariga chiqarilgan pirgeliometr yordamida aniqlangan Quyosh doimiysi qiymati bilan solishtirilib tasdiqlandi.

Quyosh doimiysining kattaligi radiusi R=1 a.b. ga teng shar sirtiga ko‘paytirilsa, Quyoshning to‘la energiyasi topiladi. SHu yo‘l bilan aniqlangan Quyoshning to‘la energiyasi

$$E=4\pi R^2Q=3{,}9\cdot 10^{33}\ erg/s$$

ga teng chiqdi.

Quyoshning ichki tuzilishi. Quyoshning temperaturasi 6000°S dan (sirtida) 15000000°S gacha (markaziy qismida) bo‘lgan plazma shardan iborat bo‘lib, uning ichki va tashqi qismlari fizik tabiatiga ko‘ra bir-biridan farqlanuvchi turli qatlamlarga bo‘linadi (64 – rasm).
U qatlamlar quyidagicha nomlanadi:

1. Quyoshning yadro reaksiyalari ro‘y beradigan markaziy qismi *yadroviy reaksiyasi zonasi* deb yuritiladi va Quyosh markazidan 0,3 R_o gacha o‘z ichiga oladi.

2. *Nurlanish energiyasini tashuvchi zona.* Bu zonada nurlanish muvozanati kuzatilib, energiyani tashish protsessi, nurlanishni yutish va so‘ngra qayta nurlanish bilan davom etadi. Bu zona taxminan 0,3 - 0,8 R_o oraligini o‘z ichiga oladi.

3. *Konvektiv zona.* Bu qatlam Quyosh radiusining taxminan 0,8-1,0 R_o qismini tashkil qiladi. Bu zonada energiya asosan konvektiv yo‘l bilan tashiladi.

Quyosh atmosferasi qatlamlari. Quyoshning tashqi uch qatlami - fotosfera, xromosfera va toj uning atmosferasini tashkil qiladi. Oddiy ko‘z bilan yoki teleskop orqali kuzatilganda, Quyosh atmosferasining eng pastki qatlami fotosferanigina ko‘rish mumkin. Xromosfera va Quyosh toji maxsus teleskoplardagina kuzatiladi.

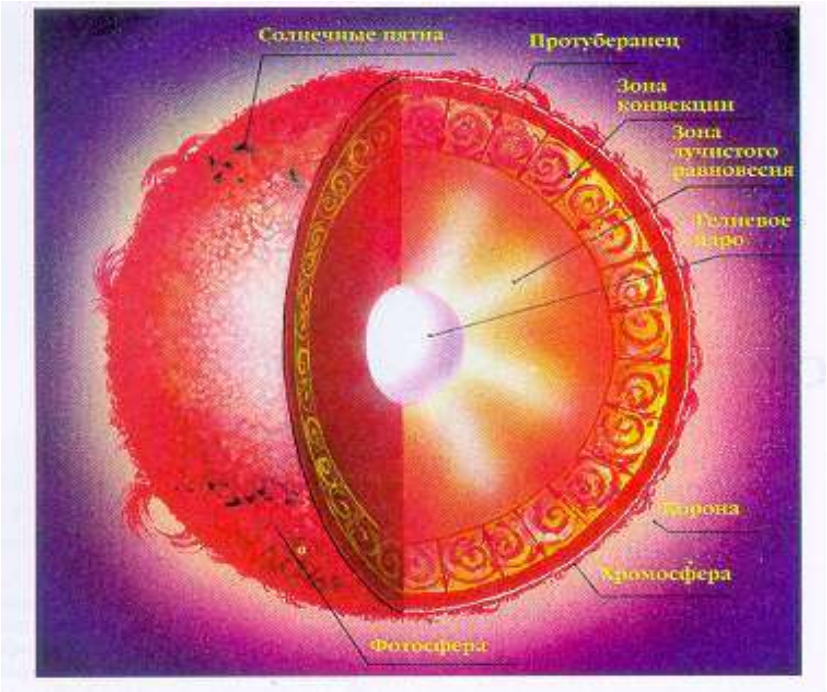
Fotosfera spektri. Uning ximiyaviy tarkibi

Fizika kursidan ma’lumki, nurlanayotgan jism va undan taralayotgan nurlanish o‘tayotgan muhitning tabiatiga ko‘ra, manbaning spektri: tutash, yutilish va nurlanish (emission) spektrlari ko‘rinishida bo‘ladi.

CHo‘g‘langan jismni prizma yoki diffraksion panjara yordamida xosil qilingan spektri tutash spektrni beradi. Agar cho‘g‘langan jismdan kelayotgan nurlar yo‘liga ma’lum bir gaz sham tutilsa, u holda tutash spektri fonida sham gazini tashkil qilgan atomlarning yutilish (fraungofer) chiziqlari paydo bo‘ladi. Birinchi marta 1814 yili bu chiziqlar tabiatini tushuntirgan fizik Fraungofer sharafi eslatilgan chiziqlar uning nomi bilan yuritiladi.

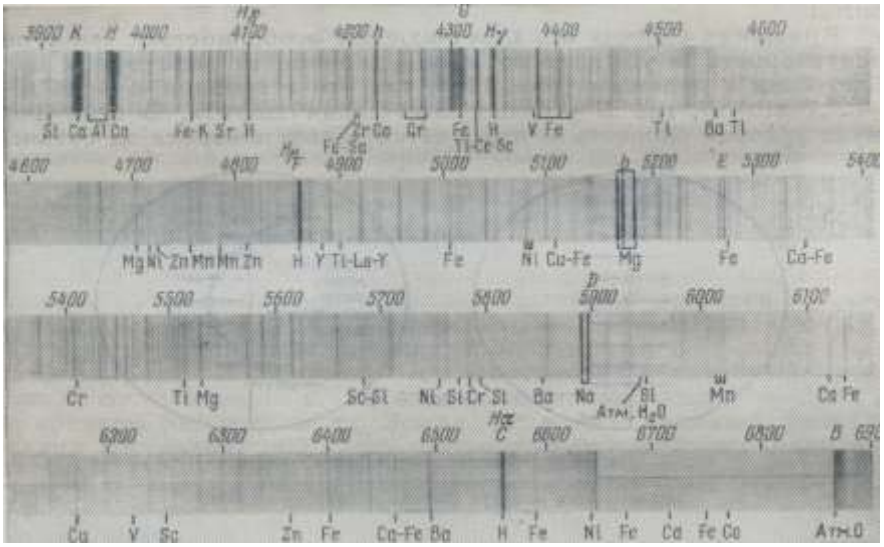
SHamning o‘zi alohida hosil qilgan spektri esa, tutash spektrdan xoli bo‘lib, birinchi holda yutilish spektri chiziqlari hosil bo‘lgan joylarda paydo bo‘lgan nurlanish (yorug‘) spektral chiziqlaridan tashkil topadi.

Fotosfera spektri-yutilish spektridan iborat bo‘lib, uning ko‘rinadigan zonasi $3900\ \mathring{A}$ (angestrem, $1\ \mathring{A} = 10^{-10}\ м$)dan $6900\ \mathring{A}$ gacha bo‘lgan intervalni o‘z ichiga oladi (65 va 66-rasmlar). Bu intervalda, vodorodning Balьmer seriyasidagi chiziqlari, ionlashgan va neytral kalьsiy, temir, marganets, magniy, titan va boshqa metall



64 - rasm

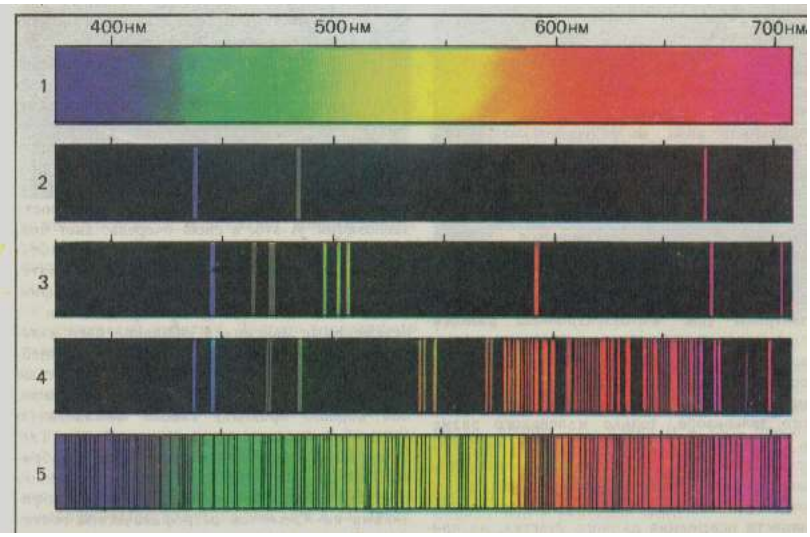
atomlarining chiziqlari keng tarqalgandir. Fotosfera spektrida ionlashgan kalьsiyning N va K deb nomlangan chiziqlari (to‘lqin uzunliklari $\lambda = 3900\,\mathring{A}$ va $\lambda = 3990\,\mathring{A}$), vodorodning N_α $(\lambda = 6563\,\mathring{A})$ va $N_\beta(\lambda = 4860\,\mathring{A})$ natriyning $D_1(\lambda = 5896\,\mathring{A})$ va $D_2(\lambda = 5890\,\mathring{A})$ chiziqlari eng intensiv hisoblanadi. Fotosfera spektrida Er atmosferasidagi gaz malekulalarining, xususan suv bug‘lari, azot va kislorod molekulalarining ham chiziqlari hosil bo‘ladi. Bu chiziqlarni beruvchi gaz malekulalari fotosferaga aloqador bo‘lmaganligi sababli, fotosferaning fizik tabiatini Quyoshning spektral chiziqlariga asosida o‘rganishda, Er atmosferasinig eslatilgan chiziqlariga tayaniladi.Fotosferaning tutash spektrining $4300 - 5000\,\mathring{A}$



65 – rasm.

li, ya’ni ko‘k-yashil rangli zonasida intensivligi eng yuqori bo‘ladi. Aslida Quyosh spektri uzoq ulьtrabinafsha va infraqizil soxalarga ham ega. Biroq nurlanishning bu sohalari,

ko‘zning ko‘rish chegarasidan tashqarida va bu soxalar Er atmosferasida kuchli yutilishi tufayli, dastlab ularni o‘rganish katta qiyinchilik bilan kechdi. Keyingi yillarda, Er sun’iy yo‘ldoshlaridan



66 – rasm.

foydalanib olingan Quyosh spektri, uning tabiatini 2000 Å to‘lqin uzunligidagi ulьtrabinafsha zonasiga qadar ko‘rinadigan uchastkasi bilan deyarli bir xilligini ko‘rsatdi. Undan qisqa to‘lqinli sohada esa, tutash spektrining intensivligi keskin kamayib, yutilish chiziqlari nuralnish chiziqlariga aylanadi.

Spektrning infraqizil sohasining nurlanishi, to‘lqin uzunligi 15 mk ga qadar, Er atmosferasida qisman yutiladi va natijada spektrning bu zonasi suv bug‘lari, kislorod va is gazi molekulalarining yutilish tasmalariga boy bo‘ladi. 15 mk dan to 1 sm gacha bo‘lgan sohaning nurlanishi esa, Er atmosferasi tomonidan kuchli yutiladi.

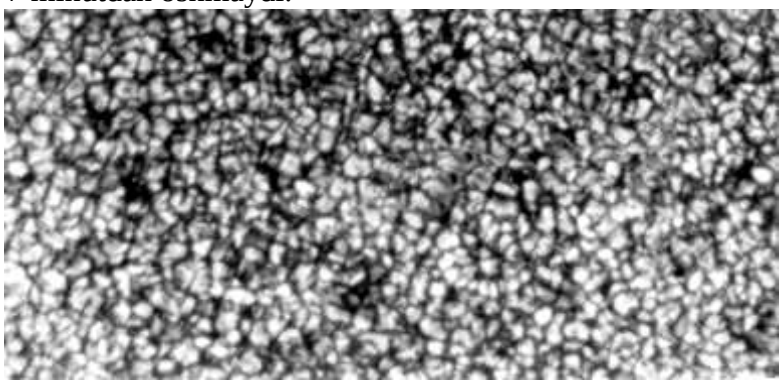
3-§. Fotosfera ob’ektlari

Fotosfera qalinligi 300 kilometrga yaqin bo‘lib, boshqa qatlamlarga nisbatan yaxshi o‘rganilgan fotosfera quyidagi ob’ektlarni kuzatish mumkin: granulyasiya (donadorlik), mash’allar va Quyosh dog‘lari.

Quyosh granulyasiyasi birinchi marta XIX asr oxirlarida Jansen (Medon) va A.P.Ganskiy (Pulkovo) tomonidan olingan fotografiyalarda ko‘rindi.

Fotosfera, oddiy ko‘z bilan kuzatilganda, ko‘rinadigandek bir tekis ravshanlikdagi sirtdan iborat bo‘lmay, asalari uyasini eslatuvchi donador strukturaga ega (67– rasm). Bu donadorlik-granulyasiya (“granul”-grekcha so‘z bo‘lib, donadorlik demakdir) deb yuritiladi. Granulyasiyani kuchli ajrata olish qobiliyatiga ega bo‘lgan yirik teleskoplarda, kuzatish uchun sharoit yaxshi bo‘lganda (er atmosferasi changlardan xoli, xavoning turli yo‘nalishlaridagi oqimi juda kamayganda) ko‘rish mumkin bo‘ladi. Keyingi yillarda granulyasiya haqidagi tasavvurlar er atmosferasidan tashqarida-strotosferada kuzatish natijalari bilan boyitildi. Quyoshni va boshqa osmon jismlarini o‘rganish maqsadida strotosferaga uchirilgan astronomik stansiyalar, granulyasiya donalarining kattaligi, fizik tabiati va ularda gaz massasi oqimining xarakteri bilan tanishtirdi. Bu uchishlar bilan sobiq SSSRda V.A.Krat raxbarligidagi gruppa, AQSHda esa M.SHvarsshilьd raxbarligidagi gruppa shug‘ullandi. 1970 yilda uchirilgan “Stratoskop - P” Quyosh stansiyasi yordamida olingan granulyasiyaning spektriga ko‘ra, granulyasiyadagi donadorlik- konvektiv yacheykalar bo‘lib, ularning markaziy qismida gaz oqimining ko‘tarilishi $(\upsilon = 0{,}2\ \ км/с)$ uning chegarasi bo‘ylab esa qayta tushishi kuzatiladi. YAcheykalarning kattaligi

300 kmdan 1000 km gacha, ba'zan undan kattaroq ham bo‘ladi. Granullarning formasi fotosferaning dog‘li sohalarida, dog‘ning radial yo‘nalishi bo‘yicha cho‘zinchoq bo‘lishi, granul bo‘ylab ko‘tarilayotgan plazma oqimi, quyosh dog‘ining magnit maydoni ta'siriga berilishidan darak beradi. Granulalar fotosferada yo‘qolib va yangidan paydo bo‘lib turadi. Ularning o‘rtacha "yashash davri" 6-7 minutdan oshmaydi.



67– rasm.

Fotosferada kuzatiladigan mash'allar, ravshanligi jihatdan ajralib turadigan zanjirsimon ob'ektlardir. Spektral analiz, mash'allarning ravshanligi fotosferanikidan 10-20 % ga ortiq ekanligini ko‘rsatadi. Mash'allarni faqat Quyosh ko‘rinma diskining chekkalari yaqinidagina kuzatish mumkin, disk markazi atrofida esa ular deyarli ko‘rinmaydi. Buning sababi, Quyosh diski markazida nurlanish, uning chuqurroq oblastlaridan chiqayotganligi tufayli chetlariga nisbatan kuchliligidadir. Mash'allar magnit maydonga ega bo‘lib, maydon kuchlanganligi 50-100 erstedni tashkil qiladi. Fotosferaning muammolarga boy ob'ektlaridan biri Quyosh dog‘laridir.

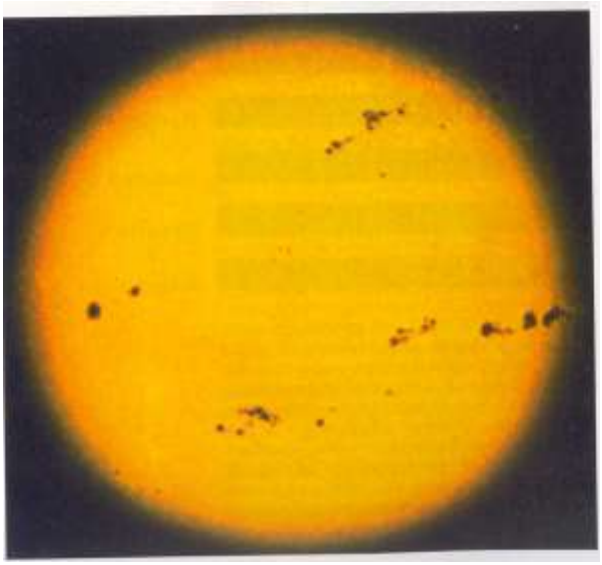
4-§. Quyosh dog‘lari

Quyosh dog‘lari, dastlab granulalar orasida kichik nuqta shaklida tug‘iladi. Dog‘ning bu tug‘ilish bosqichi-pora deb yuritiladi. Poralar-asosan mash'alli sohada joylashgan granulalar orasida vujudga keladi. So‘ngra poralar kattalashib yirik dog‘larga aylanadi. 8- rasmda quyosh sirtida dog‘larning joylashishi tasvirlangan. Quyosh dog‘lari aksariyat ikki qismdan iborat bo‘lib, uning markaziy timqora qismi *yadro* yoki *soya* deyiladi. YAdroni o‘rovchi qismi esa *yarim soya* deb yuritiladi (68 – rasm). Dog‘larda juda kuchli magnit maydoni mavjud bo‘lib, maydon kuchlanganligi ayrim dog‘larda 4000-4500 erstedgacha etadi.

Dog‘larning temperaturasi uni o‘rovchi fotosfera haroratidan 1000-1500°gacha past bo‘ladi, ya'ni 4500°K ga yaqin bo‘ladi. SHuning uchun Quyosh dog‘lari fotosferada qora ob'ekt sifatida namoyon bo‘ladi. Quyosh dog‘larida magnit maydoning mavjudligi, Xeylning spektral kuzatishlaridan 1908 yilda ma'lum bo‘ldi.

Dog‘larning diametri 40000 kilometrdan ortiq bo‘lsa, uni oddiy ko‘z bilan ko‘rish mumkin bo‘ladi. SHuning uchun xam dog‘larni juda qadimda xam kurishgan. Eramizdan bir necha yuz yil oldingi Xitoy qo‘lyozmalarida Quyosh dog‘larining kuzatilganligi qayd etilgan. Biroq qadimda, kuzatilgan dog‘lar, Quyosh gardishi oldidan o‘tayotgan birorta planetaning (Merkuriy yoki Veneraning) unda proeksiyalanishi deb noto‘g‘ri talqin qilinar edi. Birinchi bo‘lib G.Galiley 1609 yilda, o‘zi yasagan teleskopda dog‘larni kuzatib, ular bevosita Quyosh sirtida tegishli ob'ektlar ekanligini ko‘rsatdi.

Quyosh dog‘lari yakka xolda kam uchraydigan ob'ektlar bo‘lib, asosan guruh-gurux holda uchraydi. Dog‘ guruhlarida bir yoki ikki yirik dog‘ bo‘lib, u yana bir nechta tartibsiz joylashgan mayda dog‘chalar va poralardan iborat bo‘ladi (69 – rasm). Qizig‘i shundaki, guruhdagi ikki yirik dog‘dan biri shimoliy magnit qutbiga, ikkinchisi esa janubiy magnit qutbiga ega bo‘ladi. Guruhdagi bu ikki yirik dog‘dan g‘arbdagisi lider,



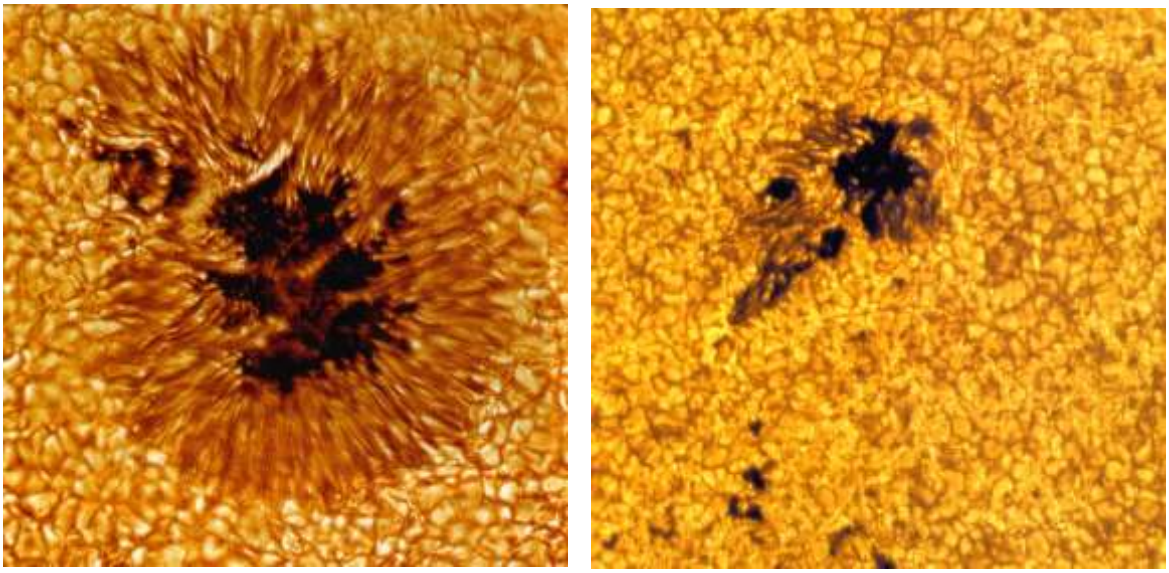
68– rasm.

sharqdagisi esa dumdagi dog‘ deb yuritiladi (70 – rasm). Guruh dog‘lari strukturasiga ko‘ra, sinflarga bo‘linadi. Agar guruhda bir xil qutbga ega bo‘lgan dog‘lar yoki birgina dog‘ bo‘lsa u unipolyar, qarama-qarshi qutblangan ikki dog‘ yoki dog‘lar guruhidan tashkil topganda esa bipolyar deyiladi. Guruhdagi dog‘lar qutblanishi jixatidan aniq bir qonuniyatga ega bo‘lmaydi.

Quyosh dog‘larining yashash vaqti turlicha bo‘ladi. Poralarni e’tiborga olmaganda, dog‘lar bir necha oygacha yashaydi. Bir necha oy yashaydigan dog‘lar juda kam uchraydi. Poralar esa bir necha soatdan bir necha sutkagacha yashaydi yoki davr ichida dog‘ga aylanadi.

Quyoshda dog‘larning soni vaqt o‘tishi bilan o‘zgarib turadi. Dog‘lar sonining o‘zgarib turishi, ma’lum davriylik asosida kechishi, 1775 yili kopengagenlik P.Gorribov va keyinroq nemis astronomiya ishqibozi G.SHvabe tomonidan ko‘p yillik kuzatishlar natijasida aniqlandi. SHvetsariyalik astronom R.Volьf kundalik dog‘lar sonini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalandi:

$$W=k(10g+f),$$



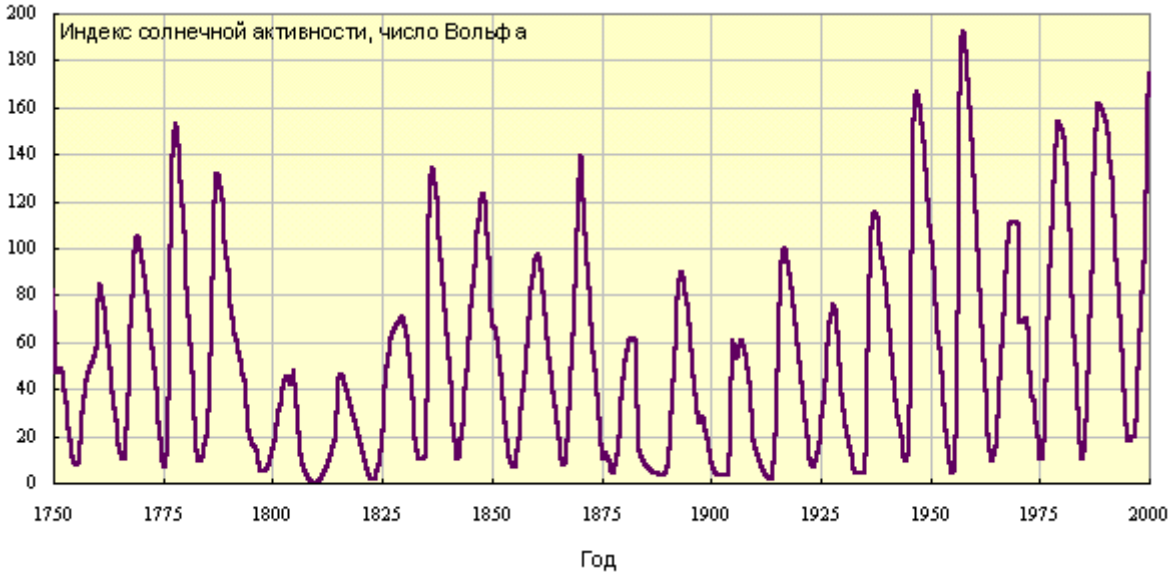
a) b)

69 – rasm.

bu erda k-teleskopning quvvatini ifodalovchi koeffitsient bo‘lib, R.Volьf foydalangan teleskop uchun k=1; *f*–Quyoshdagi umumiy dog‘larning umumiy sonini, g esa-dog‘ guruhlar sonini ifodalaydi.

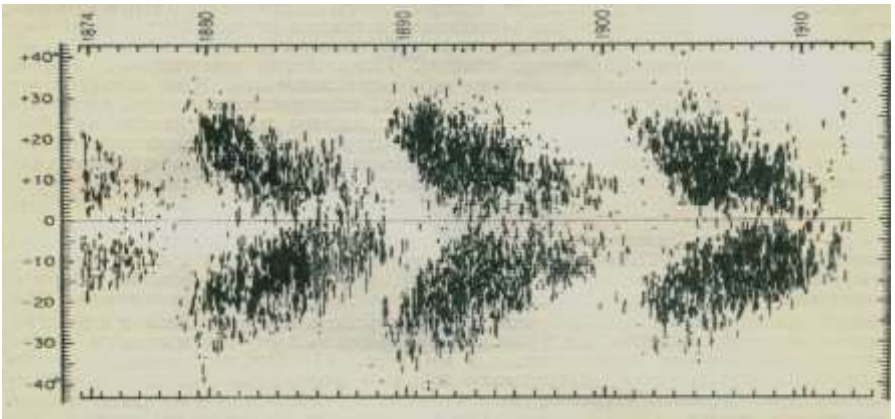
70 – rasm.

Volьf o‘z observatoriyasida, bir necha yil davomida kuzatilgan Quyosh dog‘lari sonining o‘zgarishi va, Galiley zamonasidan buyon kuzatilgan dog‘lar soniga tayangan holda, Quyosh dog‘lari soni 11,1 yillik davr bilan o‘zgaradi degan xulosaga keldi. Bu davr, Quyosh aktivligining davri deb yuritiladi (71- rasm.).



11-rasm.

Dog‘lar, asosan Quyosh ekvatori atrofida ±40° li kenglik zonasida chegarasida uchrab, undan katta kengliklarda deyarli kuzatilmaydi. Quyosh aktivligining minimumi davrida dog‘lar, ±45°li geliografik kengliklarda vujudga kelib, keyin uning ko‘payishi davomida, ularning paydo bo‘lishi zonasi ekvator tomon yaqinlashib keladi. Bu hodisa Kerington tomonidan aniqlanib, G.SHpyorer tomonidan o‘rganilgan va shu boisdan SHpyorer qonuni, yoki ba’zan ko‘rinishiga ko‘ra, «Maunder kapalagi» ham deb yuritiladi (72 - rasm).



72– rasm.

Dog‘larning o‘lchami xilma-xil bo‘lib, ularning diametri bir necha ming kilometrdan bir necha yuz ming kilometrgacha boradi. 1858 yilda kuzatilgan yirik dog‘ning diametri 230 ming kilometrni tashkil qilib, Er diametridan 28 martacha katta bo‘lgan.

Quyosh dog‘larining yarim soyasi qismida gaz massasining uzluksiz tashqariga tomon oqib chiqishi kuzatiladi. Oqimning o‘rtacha tezligi sekundiga 2 kilometrni tashkil qiladi. YArim soyadagi bu hodisa, Dopler effekti asosida Kodaykanal (Hindiston) observatoriyasining astronomi J.Evershed tomonidan aniqlandi va bu hodisa olim sharafiga, Evershed effekti deb yuritildi. YArim soyaning tuzilishini o‘rganish, u, dog‘ radiusi yo‘nalishida yotuvchi qora va yorug‘ tolalardan tashkil topganligini ko‘rsatadi. YArim soya bo‘ylab gaz oqimi qora tolalar bo‘ylab kuzatilib, yorug‘ tolalar bu harakatda ishtirok etmasligi, spektral tahlil asosida ma’lum bo‘ldi.

Dog‘larning paydo bo‘lish nazariyalari. Quyosh dog‘larining kelib chiqishi haqidagi dastlabki nazariyalar, nuriy muvozanat sohasida kuzatilayotgan gazning adiabatik sovushiga asoslangan. Bu nazariyalar biri 1921 yilda Ressel tomonidan, boshqa biri esa 1926 yilda Rosseland va Вьerknis tomonidan ilgari surildi. Biroq, Quyoshning sirtqi qatlamida vodorodli konvektiv zonaning aniqlanishi, adiabatik sovish nazariyasi uchun hal qilish qiyin bo‘lgan qiyinchiliklarni tug‘dirdi.

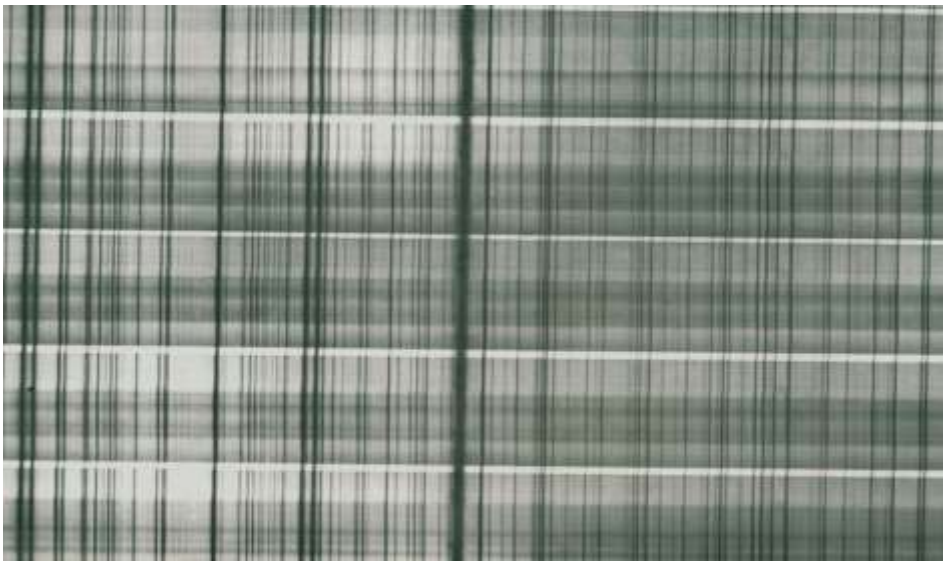
Quyosh dog‘larining sovishini, magnit maydonning ta’siri orqali tushuntiradigan gipoteza 1941 yili Birman tomonidan va keyinroq Xeyl tomonidan taklif qilindi. Birman nazariyasiga ko‘ra, dog‘larda magnit maydon konveksiyasi mavjud bo‘lib, u dog‘ o‘rniga yo‘nalgan energiya oqimini susaytiradi va natijada bu jarayon, dog‘ sohasida temperaturani pasayishini vujudga keltiradi. Bu esa, o‘z navbatida, dog‘ni fotosfera fonida qora bo‘lib ko‘rinishiga sabab bo‘ladi. Biroq, keyingi yillarda, dog‘larning soya qismida ham donodorlik yacheykalarning kuzatilishi, bu nazariya obro‘siga putur etkazdi. SHuni aytish kerakki, kuzatilgan yadrodagi granulyasion yacheykalar, fotosfera granulalari bilan solishtirilganda, magnit maydonning konvektiv oqimga bevosita ta’siri borligi ma’lum bo‘ldi. Natijada konveksiya, dog‘da butunlay bo‘g‘ilmasada, harqalay tormozlanishiga shubha qolmadi.

Xeyl nazariyasiga ko‘ra, konveksiya tufayli Quyosh sirtiga ko‘tarilgan issiqlik energiyasi, uning katta sirt maydoni bo‘ylab taqsimlanishi natijasida sovib, qora dog‘ni hosil qiladi. Bu gipoteza tug‘ilishida, konveksiya oqimi faqat magnit maydon kuch chiziqlari bo‘ylab ko‘tariladi va dog‘larda, magnit maydoni haqidagi klassik tasavvurga binoan, uning kuch chiziqlari quyosh sirti bo‘ylab yoyiladi.

Garchi Birman va Xeyl gipotezalari hozirgi zamon kuzatishlari natijalariga ko‘ra o‘zlarini to‘la oqlay olmasalarda, dog‘larda plazmaning sovishi, energiyani Quyosh sirtiga tashuvchi konveksiyaning magnit maydoni tufayli qisman tormozlanishidan ekanligiga bugun etarlicha dalillar mavjud.

Quyosh dog‘larining spektri. Quyosh dog‘larining spektri, fotosfera spektri bilan bir xil ya’ni yutilish spektri bo‘lib, unda uygonish potensiali kichik bo‘lgan spektral chiziqlar,

fotosferanikiga nisbatan kuchaygani holda, uyg‘onish potensiali katta bo‘lganlarining intensivligi, aksincha, kamaygan holda bo‘ladi. Quyosh dog‘lari spektridagi dog‘ga tegishli fizik parametrlarni (harakat tezligi, magnit maydon kuchlanganligi va hokazo) aniqlash maqsadida, dog‘ spektrini olishda, spektrograf tirqishining balandligi shunday tanlanadiki, bunda spektr dog‘ning ikki tomonidan fotosferani ham o‘z ichiga oladi (73-rasm).



73 – rasm.

Dog‘ spektrida spektral chiziqlar, sokin fotosferanikidan farqli o‘laroq, harakat borligidan darak berib, asosan dog‘ning yarim soya qismida spektrning qizil yoki binafsha tomoniga siljiydi. Ma’lum λ to‘lqin uzunligining siljishi $\pm\Delta\lambda$ ni tashkil qilsa, u holda nuriy tezlik (tezlikning qarash chizig‘i bo‘yicha tashkil etuvchisi) Dopler effektiga ko‘ra

$$\upsilon = \frac{\pm\,\Delta\lambda}{\lambda}\,c$$

formulalardan topiladi. Bu erda *s*-yorug‘lik tezligini ifodalab, tezlikning musbat ishorasi spektral chiziqni beruvchi atomlardan iborat plazma massasini kuzatuvchiga nisbatan υ tezlik bilan uzoqlashishidan, minus ishora esa, shunday tezlik bilan yaqinlashishidan darak beradi.

SHuningdek, nurlanayotgan plazma atomlari dog‘ning dog‘ning magnit maydonida bo‘lganda, spektral chiziqlarning bo‘laklarga bo‘linishi kuzatiladi (ayniqsa dog‘ning yadroga tegishli qismida). Bu xodisa Zeeman effekti deb yuritiladi. Zeeman effektiga ko‘ra, kuzatiladigan dog‘ sohasida magnit maydon kuchlanganligi vektorining qarash chizig‘i yo‘nalishiga nisbatan joylashganligiga qarab, spektral chiziq ikkita yoki uchta tashkil etuvchiga bo‘linadi. Agar maydon kuchlanganligi vektori (N) qarash chizig‘i bilan bir xil yo‘nalgan bo‘lsa, u holda spektral chiziq ikkita komponentaga ($+\sigma,-\sigma$) ajralib, ular aylanma qutblangan bo‘ladi. Agar N vektorning yo‘nalishi, qarash chizig‘i yo‘nalishi bilan 90° li burchak tashkil qilsa, u holda spektral chiziq 3 ta komponentaga ($+\sigma$, π, $-\sigma$) bo‘linib, ular chiziqli qutblangan bo‘ladi. Komponentalarning intensivligi birinchi holda o‘zaro $I_{-\sigma}=I_{+\sigma}$ nisbatda bo‘lib, ikkinchi holda $I_{-\sigma}=I_{+\sigma}=I_{\pi}/2$ nisbat ko‘rinishida bo‘ladi.

Magnit maydoni kuchlanganligining kattaligi (N), hosil bo‘lgan komponentalar to‘lqin uzunliklarining ayirmasiga proporsional bo‘ladi. ya’ni

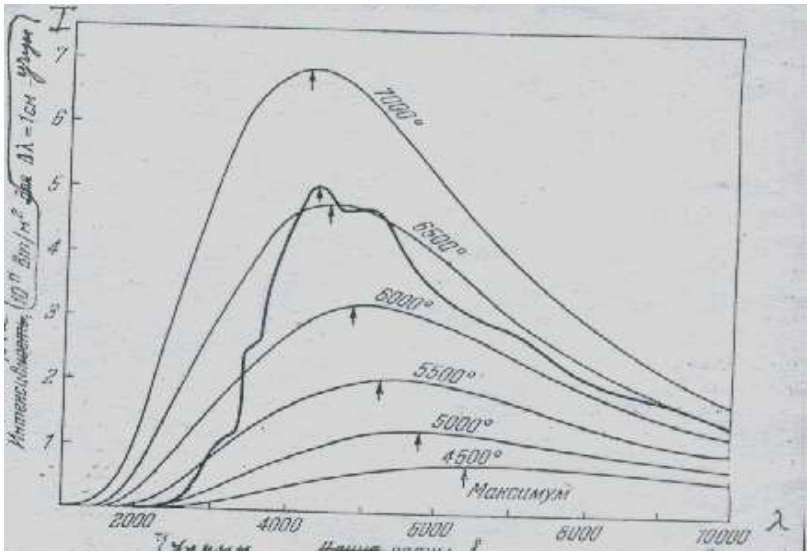
$$H = k\Delta\lambda_H,$$

bu erda

$$\Delta\lambda_H = \frac{\lambda_{+\sigma} - \lambda_{-\sigma}}{2} = \lambda_\pi - \lambda_{-\sigma} = \lambda_{+\sigma} - \lambda_\pi.$$

5-§. Quyoshning temperaturasi

Astrofizikaning murakkab masalalaridan biri-osmon jismlarining temperaturasini aniqlashdir. Ma'lumki, temperatura modda holatini xarakterlaydigan asosiy kattalik bo'lib, uning fizik xususiyatlari ko'p jihatdan temperaturasiga bog'liq bo'ladi. Astronomlar uchun bu masalaning qiyinchiligi shundaki, ular, birinchidan, Erdagi tajribalardagi kabi tekshirilayotgan jismga bevosita o'rnatilgan maxsus priborlar yordamida temperaturani o'lchash imkoniyatiga ega emaslar va, ikkinchidan, osmon jismlarining temperaturasini aniqlashda, ko'p hollarda, osmon yoritgichlari nurlanishlarini absolyut qora jism nurlanishi deb qarab va uning qonunlarini qo'llab temperaturani aniqlaydilar. Biroq haqiqatda bu qonunlarni qo'llash yoritgichlar uchun har doim ham o'rinli bo'lmaydi, chunki eslatilgan qonuniyatlar termodinamik muvozanatda bo'lgan nurlanadigan muhit uchungina o'rinlidir. SHu tufayli topilgan kattaliklar ma'lum xatoliklarni o'z ichiga oladi. SHunga qaramay, yulduzlar va xususan Quyosh temperaturasini aniqlashda, ma'lum shartlar bilan Plank, Stefan-Bolьsman va Vinning siljish qonunlaridan fodalaniladi. Quyosh spektrida, energiyaning to'lqin uzunligi bo'yicha taqsimlanish egriligida, maksimum nurlanish $\lambda = 4300\,\mathring{A}$ to'lqin uzunligiga to'g'ri keladi. Bu kattalik orqali aniqlangan temperatura: $\lambda_{MAX}T = 2{,}9 \cdot 10^{-3} K \cdot м$ formulaga ko'ra aniqlangan temperatura $T = 6744K$ chiqadi.



74 – rasm.

Quyoshning 1 m^2 yuzasida 1 s da chiqadigan energiya mikdori:

$$6{,}26 \cdot 10^7 Ж/(с \cdot м^2)$$

u holda Stefan-Bolьsman qonuni orqali aniqlangan effektiv temperatura $\varepsilon_0 = \sigma T^4_{eff}$ formuladan

T=5760 °K

bu erda $\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8} Ж/(c \cdot м^2 \cdot K^4)$.

Jismning effektiv temperaturasi deb, shunday absolyut qora jismning temperaturasiga aytiladiki, uning 1 sm^2 yuzasining butun spektr bo‘yicha chiqargan energiyasi, berilgan jismning 1 sm^2 yuzasidan chiqadigan energiyaga teng bo‘ladi.

Ravshanlik temperaturasi deyiluvchi temperatura esa, ma’lum to‘lqin uzunligi (λ, λ+Δλ) intervalida Plank formulasi:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

dan foydalanib topiladi. Plank formulasi absolyut qora jism uchun o‘rinli ekanligi e’tiborga olinsa, ravshanlik temperaturasi quyidagicha ta’riflanadi. Jismning ravshanlik temperaturasi deb, uning ma’lum to‘lqin uzunligidagi, 1 sm^2 yuzasi chiqaradigan energiyasi, shu to‘lqin uzunligida 1sm^2 yuzasidan chiqadigan energiyaga teng bo‘lgan absolyut qora jismning temperaturasiga aytiladi, Quyosh spektrining $5500\,\mathring{A}$ to‘lqin uzunligi uchun aniqlangan ravshanlik temperaturasi 6400 K atrofida bo‘ladi.

Siyrak plazmada temperatura, bu plazmani tashkil qiluvchi zarralarning kinetik energiyasi bo‘yicha aniqlanadigan temperatura bilan o‘lchanadi va u plazmaning kinetik temperaturasi deb yuritiladi. Plazmada zarralarning kinetik energiyasi $\frac{m\upsilon^2}{2} = kT_k$, bu erda υ- ma’lum atomning eng katta ehtimoliy tezligi, $k = \frac{m}{\mu}R$, *m*-atomning massasini, *μ*-molekulyar og‘irligini, *R*-Ridberg doimiysini xarakterlaydi. U holda

$$T_k = \frac{\mu\upsilon^2}{2R}$$

bo‘ladi.

Agar λ-atomning nurlanish to‘lqin uzunligini va Δλ-spektral chiziqning doplercha siljishini belgilasa, unda tezlik *υ* quyidagi munosabatdan topiladi: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\upsilon}{c}$, bu erda *s*-yorug‘lik tezligi. Natijada oldingi formulaga muvofiq kinetik temperatura quyidagi ifodadan topiladi:

$$T_k = \frac{mc^2}{2k}\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)^2$$

15-dars.

Quyoshning ichki tuzilishi. Uning yadroviy energiya manbai. Quyosh aktivligi va uning Erga ta’siri.

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarda Quyoshning energiya manbai (jumadan yulduzlar uchun ham) termoyadro sintezi ekanligi haqida ma’lumot berish. SHuningdek, ularda Quyosh aktivligining Er atmosferasi va biosferasiga ta’siri haqida ishonchli dalillarda ma’lumot berish.

Ko‘rsatma qurollar:

Quyoshning ichki tuzilishining modeli. Quyosh markazida kechadigan proton-protonssiklssikli termoyadro reaksiyasini plakat yoki chizma. «Quyosh tomoni»ning Er magnitosferasiga te’sirini, Quyosh aktivligi egriligi bilan turli kasalliklarning kechishini orasidagi bog‘lanishni ko‘rsatuvchi va tablitsalar.

O‘quv materiallari bayoni rejasi:

1. termoyadro reaksiyasi va uning kechishi uchun zaruriy sharoitlar.
2. quyoshning ichki tuzilishi (matematik hisob-kitob asosida aniqlangan model).
3. quyoshnin yadroviy qismida kechadigan proton-protonssikli reaksiya.
4. defekt massa hisobiga ajraladigan energiyasining quyoshning nurlanishi energiyasiga mosligini chiqarish.
5. quyosh aktivligining Er atrofidagi va biosferasiga ta’sir etish mexanizmi. Misollar (grafik va jadvallarda).

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

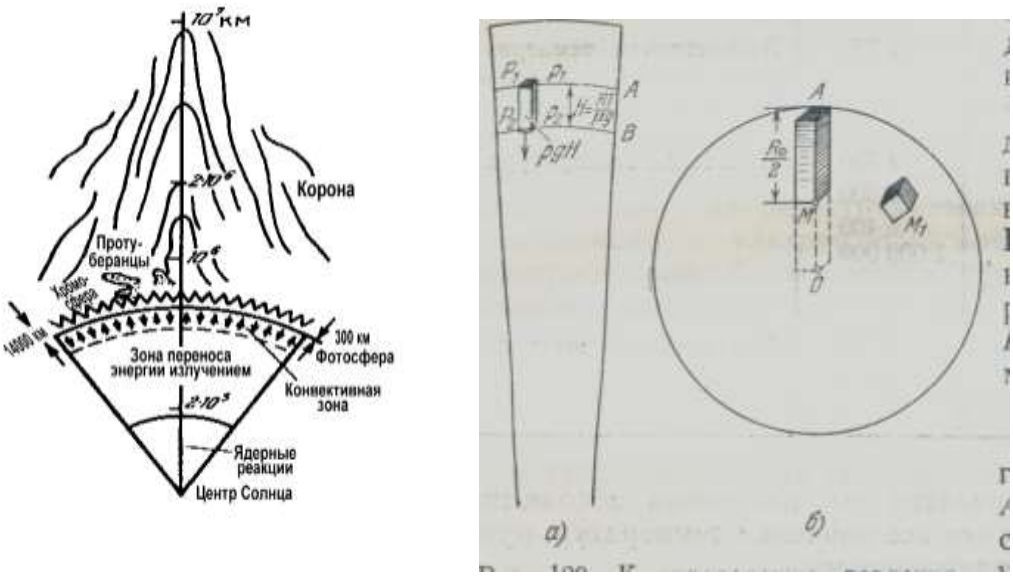
6-§. Quyoshning ichki qatlamlarining tuzilishi

Quyosh markaziga tomon temperatura ortishi bilan bosim ham ortib boradi. Ma’lum qatlamdagi bosim uning ustki qismidagi qatlamlar og‘irligi bilan belgilanadi.

Bosimning Quyosh markaziga tomon ortib borishi o‘z navbatida, zichlikning ortib borishiga olib keladi. Quyoshning ichidagi bunday N balandlikdagi qatlamning ustki va quyi qismidagi bosimlar farqi bu qatlamning o‘rtacha zichligi orqali quyidagicha topiladi:

$$P_2 - P_1 = \rho gH \qquad (1)$$

bu erda zichlik qatlam chegarasida ρ_1 va ρ_2 zichliklarga ko‘ra



75– rasm

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

dan topiladi. Bu qatlam uchun Mendeleev-Klapeyron tenglamasini qo‘llasak:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \qquad (3)$$

dan

$$\frac{m}{V} = \frac{\mu}{RT} P \qquad (3')$$

bo‘ladi.

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2} \qquad (4)$$

ligidan ρ uchun

$$\rho = \frac{\mu}{RT} \cdot \frac{P_1 + P_2}{2} \qquad (5)$$

ni topamiz. Endi (5) ni (1) ga qo‘ysak:

$$P_2 - P_1 = \frac{\mu g}{2RT} H(P_1 + P_2) \qquad (6)$$

Bu erda $\frac{RT}{\mu g}$ - uzunlik o‘lchami bo‘lib, muhim fizik ma’noga ega kattalikdir, aniqroq qilib aytganda,

$$H = \frac{RT}{\mu g} \qquad (7)$$

kalinlikdagi qatlamning temperaturasi o‘zgarmas bo‘lsa, bu qatlamning quyi va yuqori chegaralarida bosim va zichlik bir-biridan qariiyb uch marta farq qiladi. Darvoqe (7) ni (6) ga qo‘ysak:

$$R_2 = 3R_1 \qquad (8)$$

bo‘lishini ko‘ramiz. N balanlik shkalasi deyilib, T=10 000 ^{0}S, μ=1/2 (ionlashgan vodorod uchun), $g = 2{,}7 \cdot 10^2\ м/с$ bo‘lganda $H = 6 \cdot 10^5\ м$ ni tashkil etadi. Binobarin Quyoshda 600 km qalinlikdagi qatlamning quyi chegarasida zichlik, uning yuqori chegarasidagidan uch marta ortiq bo‘lar ekan.

SHuningdek agar Quyosh bir jinsli, ya’ni uning qa’rida modda bir tekis taqsimlangan deb qaralsa, u holda Quyoshning ichki qismining tuzilishi va fizik parametrlari haqida bir qancha ma’lumotlarni qo‘lga kiritish mumkin. Ma’lumki bir jinsli deb qaralayotgan Quyoshning ichki xossasi, real Quyoshning o‘rta qismiga to‘g‘ri keladigan sharoitga yaqin bo‘ladi. Quyoshning o‘rtacha zichligi ρ=1,41 g/sm^3 ligidan uning o‘rta qismida bosim, ko‘ndalang kesimi 1 sm^2 va balandligi R/2 bo‘lgan ustunchaning og‘irligiga teng bo‘ladi, ya’ni:

$$P = \bar{\rho} \frac{R}{2} g \qquad (9)$$

Bu joyda *g*-erkin tushish kattaligi

$$g = G \frac{\frac{1}{8} m}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = \frac{1}{2} \frac{Gm}{R^2} = \frac{1}{2} g = 1{,}37 \cdot 10^2 \frac{м}{c^2} \qquad (10)$$

bo‘ladi. CHunki zichlik bir xil bo‘lib, *R/2* radius bilan chegaralangan sferaning ichida Quyoshning 1/8 massasi mujassamlangan bo‘ladi. U holda Quyoshning o‘rta qismida bosim:

$$P = \frac{G}{4} \bar{\rho} \frac{m}{R} = 6{,}6 \cdot 10^{13}\ H/м \qquad (11)$$

Bosim va zichlikka ko‘ra Quyoshning o‘rta qismining temperaturasi Gaz-holat tenglamasidan quyidagicha topiladi:

$$T = \frac{\mu P}{R\bar{\rho}} \frac{\mu}{4} \frac{GM}{R_{\odot} R} = 2{,}8 \cdot 10^{6} K \qquad (12)$$

Quyoshning temperaturasi uni bir jisli emasligini e’tiborga olib hisoblaganda bu qiymatdan biroz farq qilib $3{,}4 \cdot 10^{6} K$ ni tashkil etadi. Turli metodlarni qo‘llab, Quyoshning turli qatlamlarida va markazida aniqlangan bosim, zichlik va temperaturaning qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Markazdan uzoqlik	Temperatura	Bosim	Zichlik
R/R_0	T (K)	P (N/m^2)	ρ kg/m^3
0	$1{,}5 \cdot 10^{7}$	$2{,}2\ 10^{16}$	$1{,}5\ 10^{5}$
0.20	10^{7}	$4{,}6\ 10^{15}$	$3{,}6\ 10^{4}$
0.50	$3{,}4\ 10^{6}$	$6{,}1\ 10^{13}$	$1{,}3\ 10^{3}$
0.80	$1{,}3\ 10^{6}$	$6{,}2\ 10^{11}$	35,0
0.98	10^{5}	10^{9}	1,0

Jadvaldan ko‘rinishicha, markazda temperatura 15 million gradusgacha, bosim yuz milliard atmosferagacha (1 atm.=10^5 N/m^2) boradi. Bunday sharoitda atomlarning tezligi juda katta bo‘lib, xususan vodorod atomi uchun sekundigi yuzlab kilometrga etadi. Bosim yuqori bo‘lganidan keyin bunday tezlikda atomlar tez-tez to‘qnashib turadi. To‘qnashuvchi atomlarning ayrimlari yadrolari juda yaqin kelib yadro reaksiyalari (yadroviy sintezni) vujudga keltiradi. Bunday yadroviy reaksiyalar yuqori temperatura va juda katta bosim sharoitidagina ro‘y berganidan termoyadro reaksiyalari deb yuritiladi. Quyosh energiyasining asosiy manbai ana shunday reaksiyalar bo‘lib, ular haqida alohida to‘xtalamiz.

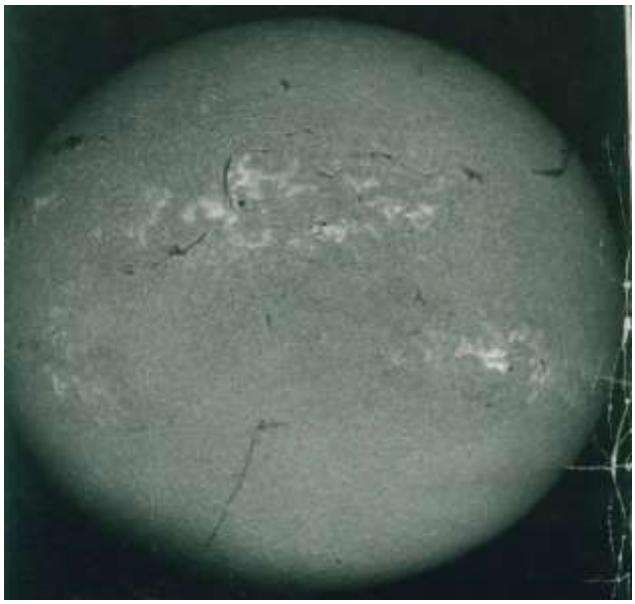
7-§. Xromosfera va uning ob’ektlari

Xromosfera Quyosh atmosferasining o‘rta qatlami bo‘lib, qalinligi 12÷15 ming km ga yaqin. Xromosfera (″xromos″-grekcha rangli demakdir) nurlanishi fotosferaga nisbatan juda kuchsiz bo‘lib, asosiy nurlanish bir necha spektral chiziqlarning to‘lqin uzunliklaridagina kuzatiladi (76 – rasm). Bu spektral chiziqlar vodorod, geliy, ionlashgan kalьsiy atomlarining chiziqlari bo‘lib, xromosferani o‘rganish, bu chiziqlarning to‘lqin uzunliklarida kuzatish va rasmga tushirish imkoniyatini beradigan teleskoplarda olib boriladi. Bunday teleskoplar xromosfera – fotosfera teleskoplari deb ataladi.

Oddiy refraktor teleskopda Quyoshning tasviri yasalgach, xromosfera qaysi nurda tekshirilmoqchi bo‘lsa, shu to‘lqin uzunligidagi nurnigina (ko‘pincha N_{α} -λ 6562 A° eki Sa II ning N va K -λλ 3968 A°, 3934 A°) o‘tkaziladigan interferension – polyarizatsion filьtr (IPF) o‘rnatiladi.

76 – rasm.

Filьtrdan so‘ng xromosferani tanlangan spektral chiziq to‘lqin uzunligidagi nurda ko‘rish yoki kinokamerada rasmga tushirish mumkin. Xromosferaning biror spektral chiziq to‘lqin uzunligidagi nurda olingan rasmi spektrogeliogramma deb yuritiladi (77 – rasm).



77 – rasm.

Spektrogeliogrammadan ko‘rinishicha, xromosferaning strukturasi bir jinsli bo‘lmay, tolali xarakterga ega. Xromosferada Quyosh dog‘lari ham kuzatilsada, biroq unda dog‘ëar, fotosferadagi aniqligini yo‘qotgan holda ancha xiralashib ko‘rinadi. Xromosferaning yuqori sifatli spektri Quyoshning to‘la tutilishi paytida olinadi. Oy diski bilan Quyosh gardishining to‘la to‘silishida (tutilishning ikkinchi kontakti momentida) Quyoshning sharq tomonida faqat xromosferaning “o‘rog‘i” yorqin shu’lalanadi. SHundan so‘ng biroz o‘tmay, xromosfera “o‘ðîg‘i” Quyoshning g‘arb tomonida (tutilishning uchinchi kontakti momentida) shu’lalanadi. Xromosferaning spektri sharqiy va g‘arbiy “o‘ðîq” øóúëàëàíãàí ìîìåíòëàðàà îëèíèá o‘rganiladi. Undagi ravshan spektral chiziqlar-geliy, vodorod va ionlashgan kalьsiy atomlariga tegishlidir. Spektrda oson uyg‘onuvchi (uyg‘onish potensiali nisbati kam bo‘lgan) atomlarning emission chiziqlari xiralashib, ularning yuqori uyg‘onish potensialiga ega bo‘lgan chiziqlari ravshanlashadi.

Xromosferada tabiati jihatidan bir-biridan farqlanadigan qo‘yidagi ob’ektlar kuzatiladi: *spikulalar, flokkulalar, protuberanetslar va chaqnashlar.*

Spikulalar–xromosferadagi o‘lchamlari nisbatan kichik ob’ektlardir. Ular o‘òkir uchli konus ko‘rinishida bo‘lib, ularning o‘qi Quyosh radiusi bo‘ylab yo‘naladi. Spikulalar Quyosh diski chetida arrani eslatuvchi tishli aylana ko‘rinishida uni chegaralaydi. Spikulaning balandligi bir necha ming kilometrgacha, asosining diametri esa ming kilometrgacha bo‘ladi. Spikulalar uzoq vaqt yashamaydi va hayotining so‘ngida sekundiga 20-40 kilometr tezlik bilan Quyosh atmosferasining tashqi toj zonasigacha ko‘tarilib, ko‘pchiligi u erda yo‘qoladi va qisman

xromosferaga qaytadi. Binobarin, xromosferaning Quyosh toji bilan modda almashinuvi, asosan spikulalar vositasida amalga oshadi. Spikulalarning yashash davri 2-5 minutdan oshmaydi.

Ma'lum bo'lishicha, aktiv zonalarda (magnit maydonli) spikulalar aniq bir yo'nalish bo'yicha yotib, ularning dinamikasi ham bir xil kechadi. Spikulalar xromosfera panjarasi deyiluvchi yirik strukturani hosil qiladi. Mazkur struktura, fotosfera ostidagi to'lqin harakati tomonidan vujudga keltiriladi deb taxmin qilinadi.

Flokkulalar–xromosferasining fotosfera mash'allari ustidagi sohalari bo'lib, ular ham mash'allar kabi ravshanligi bilan atrofdan ajralib turadi. Faqat ionlashgan kalьsiy (K va N) va N_α chiziqlariga mos to'lqin uzunliklaridagi nurlarni o'tkaza oladigan filьtrlar orqali olingan spektrogrammalar, balandlik ortgan sayin, xromosfera flokkulalari ravshanliklarining borishini ko'rsatadi.

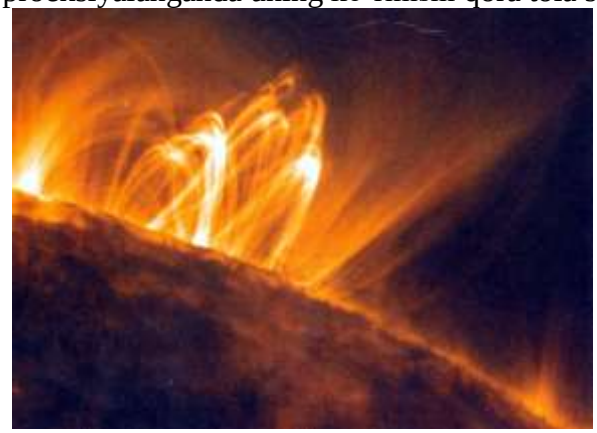
Kalьsiyli va vodorodli flokkulalarning ravshan ko'rinishining sababi, flokkulalar egallagan maydonning temperaturasi, atrof xromosferaga nisbatan yuqori beradi.

Ma'lumki, xromosfera granulalardan kelayotgan to'lqin oqimi bilan qizdiriladi. Mash'allar ustiga to'g'ri keladigan xromosferaning qizdirilgan bu qismlari fotosferaning aktiv sohasidan ko'tarilayotgan quvvatli oqimning natijasidir. Flokkulalarda temperaturaning balandlik bo'ylab ortishi, eslatilgan quvvatli oqim bilan birga, balandlik bo'ylab atmosferaning siyraklashishi bilan ham tushuntiriladi. Mash'allar va flokkulalar tabiatining bir-biriga yaqinligi, ularni vujudga kelishida aniq bir mexanizm sabab bo'ladi degan fikrning tug'ilishiga asos bo'ldi. Flokkulali sohalarda Quyosh dog'lari bo'lsa, uning ravshanligi va maydoni dog'ning aktivligiga bog'liq bo'ladi. Agar Quyoshdagi dog' murakkab dog'lardan bo'lsa, u holda flokkula maydonining ayrim sohalarida ravshanlik o'zgarib turadi. Bu, flokkulalar ham, fotosfera mash'allari kabi, Quyosh dog'lari bilan genetik bog'lanishda ekanligidan xabar beruvchi dallilardan biridir.

Protuberanetslar–xromosfera gardishining chekka qismlarida limb chegarasidan bir necha yuz ming kilometrgacha ko'tarila oladigan "olovli tillardir (78 - rasm). Ular turli formalarda, xususan pichan g'arami, halqasimron shakllarda bo'lib, ko'pincha Quyosh sirtiga perpendikulyar bo'ladi.

. Protuberanslarning asosi xromosferada yotib, uch qismi Quyosh atmosferasining toj qismigacha boradi. Protuberanetslar xromosfera va Quyosh tojida modda almashinuvida asosiy "tomirlardan" hisoblanadi. Protuberanetslarning harorati 20000 K ga yaqin.

Protuberanets diskka proeksiyalanganda uning ko'rinishi qora tola shaklida



78- rasm.

bo'ladi. Protuberanetslar Quyoshning eng yirik ob'ektlaridan bo'lib, ularning uzunligi va balandligi bir necha 100 ming kilometrgacha, asosining qalinligi esa bir necha km gacha etadi.

8-§. Protuberanetslarning sinflari. Xromosfera chaqnashlari

Protuberanetslar fizik tabiatiga ko'ra, uch guruhga bo'linadi: sokin, aktiv va eruptiv.

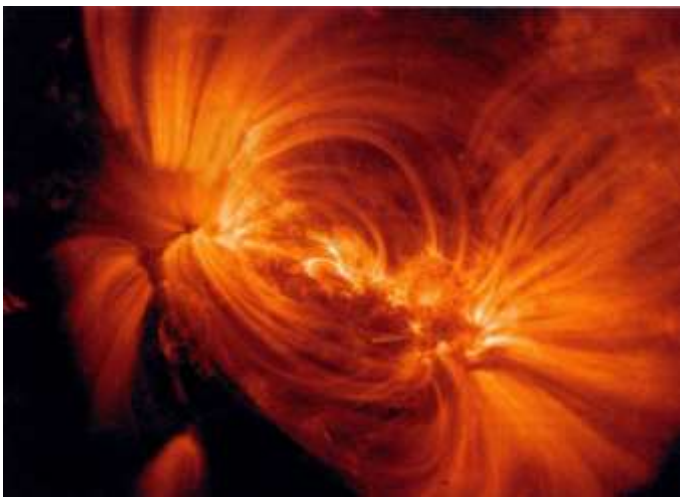
Sokin protuberanetslar, vaqt o‘tishi bilan shaklini deyarli o‘zgartirmadi va uzoq vaqt yashay olishi bilan boshqalardan farq qiladi. Bunday protuberanetslar vaqt davomida o‘z ravshanligini ayrim uchastkalaridagina o‘zgartirib, ichki harakat bilan chegaralanadi. Ular ko‘pincha muqim Quyosh dog‘lar bilan bog‘langan bo‘ladi. Protuberanets gardish chetida bo‘lganda, yo‘nalishi Quyosh meridiani bilan 40° atrofida burchak hosil qilib, so‘ngra vaqt o‘tishi bilan sharq-g‘arb yo‘nalishi yotishga intiladi.

Sokin protuberanets paydo bo‘lishi va Quyoshning bir necha bor aylanishi davomida, uni ushlab turuvchi kuch mexanizmi hàqida turli nazariyalar mavjud. Ularning birida, Quyoshning toj qismida joylashgan protuberanetsning toj tomonidan qizdirilib, oqibatda unga butunlay singib (dissipatsiya) ketmasligiga sabab, bu soha magnit maydonining strukturasi va uning energiyasining roli alohida qayd qilinadi.

Aktiv protuberanetslar asosan Quyosh dog‘lari bilan bog‘langan bo‘lib, uzluksiz turli harakatlarda ishtirok etadi. Ba’zan ular ma’lum kanal bo‘ylab xromosferadagi “tortishish markazi” deb yuritiladigan nuqtalarga tomon harakatlanadi. Ba’zida esa qo‘shaloq protuberanets harakatida ularning o‘zaro ta’sirlashayotgani yaqqol sezilib turadi. Bunda ta’sirlanuvchi protuberanetslar orasi bir necha yuz ming km gacha etadi. Aktiv protuberanetslarning toji deb yuritilgan qismi Quyosh toji zonasida hosil bo‘ladi va xromosferaning aktiv zonalari tomon oqadi. Ba’zan aktiv protuberanetslardagi harakat, parma tig‘i yo‘nalishini eslatuvchi traektoriya ko‘rinishida bo‘ladi. Protuberanetsning bunday xillari torpedo deb yuritiladi. Aktiv protuberanetslar, asosan tartibli harakatda bo‘lib, yashashi uzoq davom etmaydi. Ular ko‘pincha sokin protuberanetslar evolyusiyasining ma’lum bir bosqichi ko‘rinishida namoyon bo‘ladi. Dog‘li sohadagi protuberanetslar, o‘z faoliyati davomida bir necha marta aktivlashishi mumkin. Aktivlashgan protuberanets spektrida ionlashgan atomlarning chiziqlari ravshanlashadi va ko‘pgina metall chiziqlari emission chiziqlarga aylanadi.

Eruptiv protuberanetslarga xos xususiyatlardan biri – ular kutilmaganda va katta tezlik bilan tartibsiz harakatda bo‘lishlaridadir. Bunday protuberanetslarning harakat tezligi sekundiga 500 dan 1000 km gacha bo‘ladi. Aktiv protuberanetslarning aksariyati murakkab Quyosh dog‘lari bilan bog‘langan bo‘ladi. Dog‘ strukturasining o‘zgarishi yoki yangi yirik dog‘ning paydo bo‘lishi, ayrim sokin protuberanetslarni ham eruptiv bosqichga o‘tishiga imkon beradi. Eruptiv protuberanetslar uzoq yashamaydi. YAshash davri ko‘pi bilan, bir necha minutdan oshmaydi. Eruptiv protuberanets portlagach, uning bir qismi tojga bir necha ming kilometr balandlikkacha ko‘tarilib, boshqa bir qismi katta tezlik bilan Quyosh sirtiga qaytib tushadi.

Xromosfera chaqnashlari. Xromosfera kuzatilayotgan eng qiziq ob’ektlrdan biri chaqnashlardir. CHaqnashlar asosan aktiv sohalarda, aniqrog‘i, dog‘li zonalarda kuzatiladi. Bu ob’ektlar juda murakkab bo‘lib, chaqnash jarayoni quvvati jihatdan minglab vodorod bombasi portlaganda ajraladigan energiyasiga teng (79va 80-rasmlar). CHaqnash davomida Quyoshdan yulduzlararo bo‘shliqqa millionlab tonna korpuskulyar zarrachalar oqimi sekundiga 500÷1000 km tezlik bilan otildi. CHaqnash kuzatiladigan joyda ulьtrabinafsha, rentgen va radiodiapazonda nurlanish bir necha martaga ortadi. CHaqnashlarning eng quvvatlilari kuzatilganda, u asosan protondan iborat kosmik nurlar bilan nurlanadi. Protonli chaqnash deb yuritiladigan bu chaqnashlarning nuri, Er atrofida ochiq fazodagi kosmonavtlar hayoti uchun ayniqsa xavflidir. Garchi chaqnashlar xarakterli quvvati jihatdan turli xilda bo‘lsada, aslida ular tabiatiga ko‘ra bir-biriga o‘zaro yaqin. CHaqnashlar protuberanetslardan farq qilib, toj qismiga ko‘tarilmaydi va Quyosh gardishida ham ravshan ko‘rinadi. CHaqnashning boshida dog‘ atrofidagi flokkulali sohada joylashgan ravshanroq nuqta, qisqa vaqt ichida, ravshanligini keskin orttirib, uning egallagan maydoni ham shunga proporsional ravishda tez ortadi. Ayrim quvvatli chaqnashlarni e’tiborga olmaganda, chaqnashlarning o‘rtacha yashash vaqti bir necha minutdan oshmaydi.



79 – rasm.

Dog‘li sohalarda chaqnashni qayta-qayta hosil bo‘lishi, ko‘pincha ma’lum bir joylarda qaytarilishi bilan e’tiborli. SHuni aytish kerakki, dog‘li guruhda turli qutbli magnit maydoniga ega bo‘lgan dog‘lar orasida magnit maydon kuchlanganligi nolga teng bo‘lgan chiziq (“nolinchi chiziq” deb yuritiladi) chaqnashlar kuzatiladigan asosiy zonalardan hisoblanadi.

80 – rasm.

CHaqnashlarni Quyosh sirtida geliografik koordinatalr bo‘yicha taqsimlanishi, dog‘larning taqsimlanishi bilan deyarli bir xil bo‘ladi. Ular egallagan maydoni va ravshanliklariga ko‘ra, besh balli sistemada (-1, 1, 2, 3,+3) xarakterlanadi.

-1 balli chaqnash 20 minutcha davom etgani holda, +3 balli quvvatli chaqnashlar jarayoni qariyb uch soatcha davom etadi. Quyosh chaqnashlari asosan vodorodning N_α (λ=6562A$^\circ$) chizig‘ida kuzatilib, eng quvvatlilarinigina oq nurda ko‘rish imkoni tug‘iladi. Rasmda bir guruhga tegishli turli qutbli ikki dog‘ orasida tug‘ilgan xromosfera chaqnashi tasvirlangan.

CHaqnash vaqtida xromosfera strukturasini tashkil qilgan detallarning ravshanligi keskin ortib, chaqnash egallagan maydon milliardlab kvadrat kilometrgacha etadi.

CHaqnashlarning spektri, Quyosh diski chekkasida olingan xromosferaning spektridan keskin farq qilmaydi va asosan vodorod, geliy, hamda ionlashgan kalьsiyning emission chiziqlaridan iborat bo‘ladi.

9-§. Quyosh toji

Toj, Quyosh atmosferasining sirtki qismi bo‘lib, balandligi-turli radial yo‘nalishlarda turlicha bo‘ladi. Ayrim radial yo‘nalishlarda Quyosh tojining balandligi 10 million km gacha etadi. Tojning ravshanligi, Oyning to‘linoy fazasidagi ravshanligiga ham etmasligi tufayli, uni oddiy ko‘z bilan ko‘rishning iloji yo‘q. Asrlar davomida, Quyosh tojini faqat Quyosh to‘la tutilgandagina kuzatishgan (81 – rasm). Faqat XX asrning o‘rtalariga kelib, Lio (Fransiya) yaratgan koronagraf yordamida Quyosh tojini tutilishlarsiz ham kuzatish imkoni paydo bo‘ldi.

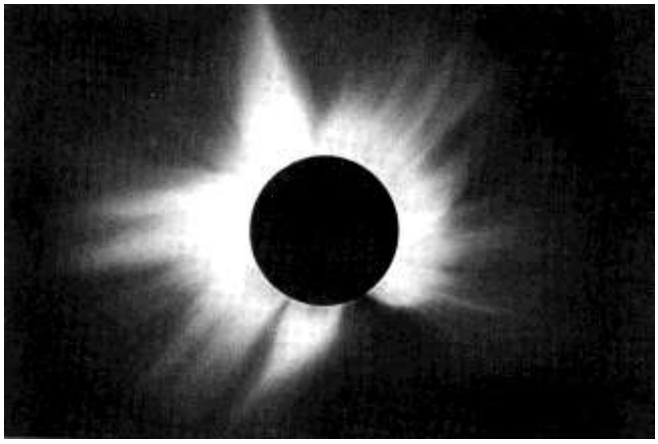
Koronografning tuzilishi, oddiy refraktordan “sun’iy oy” konus sirti asosining diametri refraktor yasagan Quyosh tasvirining diametriga teng bo‘lib, ko‘zgu yordamida Quyosh tasvirni chegarasida nurlar teleskop trubasidan tashqariga chiqarilib yuboriladi. Quyosh diski atrofidagi tojning tasviri IPF ga tushadi. Bu filьtr-toj spektridagi ravshan spektral chiziqlardan birining (ko‘pincha Fe ÕIV λ=5303 A$^{\circ}$ chizig‘i) to‘lqin uzunligiga mos (ya’ni faqat o‘sha to‘lqinlarini o‘tkazadigan) qilib yasaladi.

Agar tojning spektrni olish zaruriyati tug‘ilsa, IPF o‘rniga spektrograf o‘rnatiladi. Toj ravshanligiga ko‘ra, ikki qismga bo‘linadi: Quyosh diski chegarasidan 0,5÷1 R_o masofagacha cho‘zilgan ravshan qismli-ichki toj va bu chegaradan tashqarida yotgan tashqi toj. Ichki tojda yoysimon va bulutsimon ob’ektlar kuzatiladi.

Bu ob’ektlar xromosferaning aktiv sohalari, ayniqsa protuberanetslar bilan ta’sirlashadi va natijada o‘zgarib-harakatlanib hamda yo‘qolib turadi.

Tojning spektri, kuchsiz tutash spektiri fonidan va bu fonda joylashgan yorug‘ (emission) chiziqlardan tashkil topadi. Emission chiziqlarning ravshanligi, tojning balandligi ortgan sayin xiralashib boradi. Tojdan kelayotgan nur qutblangan bo‘lib, Quyosh sirtidan 0,5R_o (R_o-Quyosh radiusi) badandlikda qutblangan nurlar butun nurlanishning 50 foizidan tashkil qiladi. Qutblanish xarakteriga ko‘ra, tojda nurni sochayotgan zarrachalar tabiati hàqida fikr yuritish mumkin. Ma’lum bo‘lishicha, yorug‘likning bunday katta qutblanishi, faqat erkin elektronlarda sochiladigan nurgina berishi mumkin.

Ma’lumki, qarash chizig‘i bo‘ylab, tojning qismlariga fotosferadan tushayotgan nurni elektronlar faqat 90° burchak ostidagina emas, balki undan katta va kichik burchaklarda ham sochadi. SHuning uchun tojda qutblanish qisman kuzatiladi. Quyoshdan ancha uzoqdagi toj qismida sochilayotgan nurlar 90° yaqin burchak ostida bo‘ladi, binobarin bu zonada qutblanish maksimumga intiladi. Biroq, undan ham balandda, tashqi toj qismida, qutblanish kamayadi va bu qismdan kelayotgan nurlar fraungofer chiziqlarini berib, oddiy Quyosh spektriga o‘xshash, biroq juda kuchsiz (xira) spektrni beradi. Bu qismdagi nurlanish hàqiqiy nurlanish haqiqiy tojga teng bo‘lmay,sayyoralararo bushliqdagi chang zarrachalarida sochilayotgan Quyosh nurlarining sochilishdan vujudga keladi. Tojdagi erkin elektronlar va ionlarning konsentratsiyasi



81- rasm

o‘zaro teng bo‘lib, hisoblashlar har kub santimetrda ularning soni $2\cdot10^8$ ga tengligini ko‘rsatadi. Quyosh toji spektrdagi emission chiziqlar, atomlarning yuqori darajada ionlash chiziqlariga mos keladi. Ulardan eng intensivliklari Fe XIV (to‘lqin uzunligi 5303 A$^{\circ}$) ÿúíè 13 ýëåêòðîíèè éo‘qotgan temir atomining chizig‘i, FeX (to‘lqin uzunligi 6374 A$^{\circ}$) va boshqa kuchsiz chiziqlardir. Bundan yuqori uyg‘onish potensialiga ega bo‘lgan ionlashgan atomlar spektral chiziqlarining tojda hosil bo‘lishining sababi u erda atmosfera siyrak bo‘lganidan uzoq vaqt davomida elementar zarrachalar, xususan erkin elektronlarning ma’lum vaqt birligi ichida,

to‘qíàøishlar soni juda kam bo‘lganidan ular katta tezlikka erisha oladilar. Natijada katta energiyani bu zarrachalar, atomlarni yuqori darajada ionlashtirishga erishadilar.

10-§. Quyoshning radionurlanishi

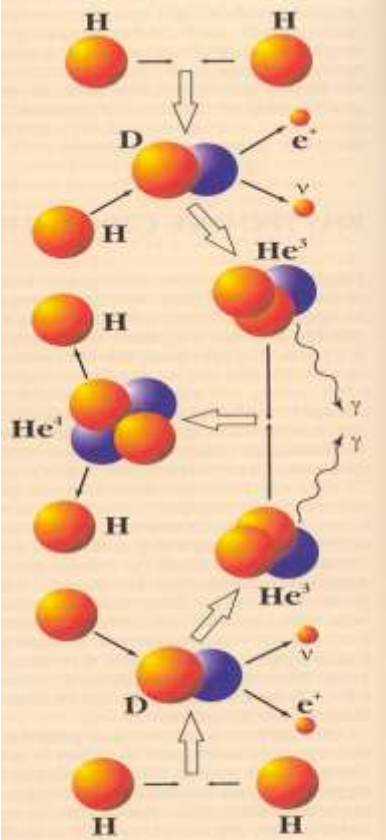
Quyoshning radionurlanishi ikki qismdan, doimiy va o‘zgaruvchan komponentlardan iborat bo‘ladi. Bulardan birinchisi sokin Quyoshga tegishli bo‘lib, ikkinchisi o‘zgaruvchan Quyoshga tegishlidir. Quyosh toji ko‘zni ko‘rish chegarasidagi Quyoshning chiqadigan nurlarni deyarli yutmaydi, biroq radionurlanishlarni kuchli yutadi, sindiradi va qaytaradi. Quyosh toji o‘zi millimetrdan to metrli to‘lqin uzunligigacha bo‘lgan nurlarni chiqaradi. Bunda millimetrli nurlar Quyosh tojining ostki qatlamlaridan, santimetrli va metrli to‘lqin uzunligiga ega bo‘lgan radionurlar esa atmosferaning sirtqi qatlamlaridan chiqariladi. Quyosh tojning radionurlanishiga ko‘ra aniqlangan ravshanlik temperaturasi toj balandligi ortishi bilan kamayib boradi.

SHuningdek, tojdan uzluksiz korpuskulyar zarralarning oqimi chiqib turishi aniqlangan. Bu oqim tezligi Quyoshdan uzoqlashgan sayin ortib borib, Er yaqinida 300-400 km/sek ga etadi. Quyosh tojining planetalararo bo‘shliqda bu xilda kengayishi “Quyosh shamoli” deb yuritiladi.

11-§. Quyosh yadro energiyasining manbalari

Hisoblashlardan ma’lumki, Quyoshning markaziy qismidagi temperatura 15 million gradusdan ortiq bo‘lib, yuz milliardlab atmosferaga teng. Bunday sharoitda atomlar juda harakatchan bo‘lib, ularning tezliklari bir necha yuz kilometrga teng bo‘ladi. Zichlikning katta bo‘lishi esa, atom va ionlarning tez-tez to‘qnashuviga sabab bo‘ladi. Natijada ayrim katta tezlikli to‘qnashuvlar, yadro reaksiyasining vujudga kelishiga olib keladi.

Quyoshda ikki termoyadroviy reaksiya asosiy rolь o‘ynaydi. Bulardan biri proton-protonlissiklli reaksiya deyilib, bu reaksiya natijasida to‘rtta vodorod atomi hisobiga geliy hosil bo‘ladi (82 - rasm). Reaksiya borishida og‘ir vodorod (deyteriy) va geliyning izotopi hosil bo‘ladi. Umuman reaksiyaning borishi quyidagicha davom etadi:



Протон-протонная ядерная реакция.
Красный шарик — протон,
синий шарик — нейтрон,
H — ядро водорода,
D — ядро дейтерия,
He³, He⁴ — ядра изотопов гелия,
e⁺ — позитрон,
ν — нейтрино,
γ — квант излучения.

- rasm

$$H^1+H^1 \rightarrow D^2+e^++\nu$$

$$D^2+H^1 \rightarrow He^3+\gamma$$

$$He^3+He^3=He^4+2H^1$$

Bunday sharoitda 11 mingdan 16 ming gradusgacha bo‘lgan plazmada ajralgan energiya miqdori quyidagi ifodadan topiladi:

$$\varepsilon=9.6\cdot10^6\cdot\rho\chi^2 T^4 \text{ erg/s},$$

bu erda ρ - zichlik (g/sm^3 larda), χ- vodorodning nisbiy miqdori.

Ikkinchi termoyadroviy reaksiya, Quyosh sharoitida kamroq rolь o‘ynaydi. Bu reaksiyada ham geliy, to‘rtta vodorod atomi hisobiga hosil bo‘lsada, bu protsess ancha murakkab kechib, uglerod mavjud bo‘lgandagina sodir bo‘ladi, shuning uchun ham bu reaksiya uglerodssiklli reaksiya deb nom olgan. U quyidagicha kechadi:

$$S^{12}+H^1 \rightarrow N^{13}+\gamma$$
$$N^{13} \rightarrow C^{13}+e^++\nu$$

Bu reaksiya tufayli temperaturasi 12 milliondan 16 million gradusgacha bo‘lgan plazmada ajraladigan energiyaning miqdori ushbu ifodadan topiladi:

$$\varepsilon=10^{-23}\rho\cdot\chi\cdot z\cdot T^{20} \text{ erg/sek}$$

bu erda $z=7\chi_{CN}$, χ_{CN} – uglerod va azotning nisbiy miqdorini bildiradi. So‘ngra reaksiya jarayoni quyidagicha davom etib, oxirida normal geliy ajraladi:

$$S^{13}+H^{1}\rightarrow N^{14}+\gamma$$
$$N^{14}+H^{1}\rightarrow O^{15}+\gamma$$
$$O^{15}\rightarrow N^{15}+e^{+}+\nu$$
$$N^{15}+H^{1}\rightarrow C^{12}+He^{4}$$

Bu reaksiyalar tufayli hosil bo‘lgan geliy yadrosining massasi to‘rtta proton massasidan 1 foizga yaqin kam bo‘lib chiqadi. Bu “yo‘qolgan” massa – massa defekti deb yuritiladi va ajralayotgan energiyaning asosiy sababchisi bo‘ladi. Eynshteynning mashhur formulasiga ko‘ra “yo‘qolgan” massaga ekvivalent ajralayotgan energiyaning miqdori:

$E=\Delta mc^2$

ifodadan topiladi; bu erda Δm-massa defektini, c- esa yorug‘lik tezligini ifodalaydi.

Mazkur yadro reaksiyalar asosan Quyosh markazida kuzatilib, uning yadrosidan uzoqlashgan sayin tezda so‘na boshlaydi. Markazdan 0,2-0,3 R_o masofa orasida faqat proton-protonssiklli reaksiya hukmron bo‘ladi. Markazdan 0,3 R_o masofada temperatura 5 million gradus atrofida bo‘lib, yadro reaksiyalarining kechishi uchun sharoit butunlay yo‘qoladi.

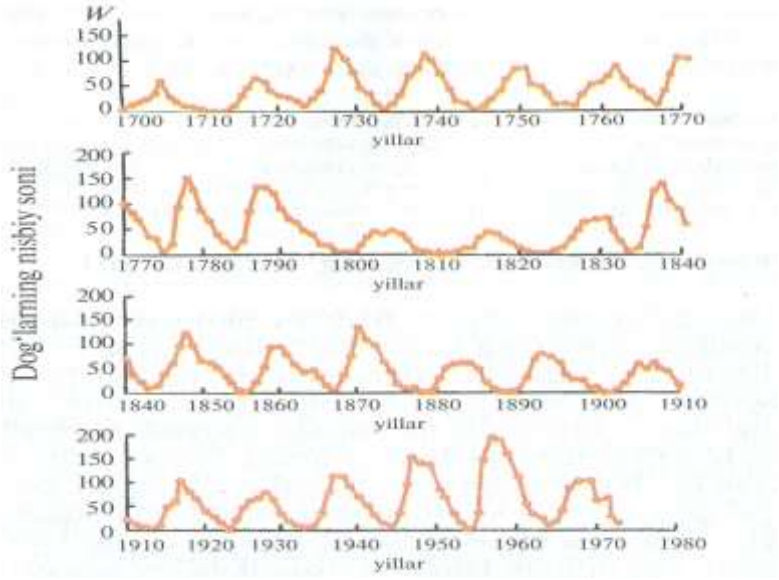
3-§. **Quyosh aktivligi va uning Er atmosferasi va biosferasiga ta’siri**

Erda kuzatiladigan ko‘plab fizik va biologik hodisalarning kechishi, xususan, iqlimning o‘zgarishi, xilma-xil kasalliklarining davriy ravishda takrorlanishi, ionosferadagi hodisalari, Er magnit maydoni “bo‘ronlari” va kosmonavtlar uchun radiatsiya xavfining tutilishi - bularning hammasiga Quyoshda ro‘y beradigan turli aktiv jarayonlar sababchi ekanligi fanga anchadan beri ma’lum. Quyoshdagi barcha aktiv hodisalar bevosita Quyosh dog‘lariga bog‘liq bo‘lganligi tufayli, Quyosh dog‘larining soni Quyosh aktivligining indeksi sifatida qabul qilingan. Quyosh dog‘larining soni esa, davriy xarakter kasb etib, o‘rtacha 11,2 yillik davr bilan o‘zgarib turadi(23- rasm). Garchi bu problema to‘la hal qilinmagan bo‘lsa-da, Quyosh aktivligining Erda kuzatiladigan, eslatilgan hodisalar bilan aloqadorligini o‘rganish borasida ko‘p yutuqlar qo‘lga kiritilgan.

Bir - biridan 150 million kilometr uzoqliklari joylashgan bu ikki osmon qismi (aniqrogi yulduz va uning yo‘ldoshi) orasidagi bog‘lanish qanday tushuntiriladi? Bu katta masofada vositachi rolni nima o‘ynaydi?- degan savol tug‘iladi.

Erda hayotning manbai Quyosh ekanligi va bunda Quyosh nurlari yorituvchi va issiqliq baxsh etuvchi asosiy vosita ekanligi qadimdan ma’lum. Biroq keyingi yillarda Quyoshning elektromagnit to‘lqinlarining o‘zga o‘rinmaydigan qisqa to‘lqinli diapozonlarida ham etarlicha intensiv nurlanishi aniqlandi. Bu nurlar ulьtrabinafsha, rentgen va gamma nurlari bo‘lib Quyoshdagi aktiv hodisalar bu nurlar intensivligining ortishida asosiy manba bo‘lib xizmat qiladi. Quyosh chaqnashlari va eruptiv protuberanetslardagi portlash tufayli, bu nurlar oqimiga katta energiyali elementlar zarrachalar oqimi ham qo‘shiladi. Quyosh shamoli deyiluvchi bu oqimning intensivligi Quyosh aktivligining fazasiga mos ravshida o‘zcharib boradi. Quyoshdan kelayotgan korpuskulyar zarrachalar, radiatsion nurlar intensivligining bu xilda o‘zgarib turishi Quyoshning aktivlik darajasiga bog‘liq bo‘lib dog‘lar sonining o‘zgarib turishi bilan bir xilda kechadi. SHubhasiz “Quyosh shamoli” Erga etib kelgach, turli geofizik hodisalarning kelib chiqishiga sabab bo‘ladi. Geofizik hodisalar esa, o‘z navbatida, planetamizning biologik sferaga

ta’sir etadi. Natijada ko‘plab biologik hodisalarning kechishida Quyosh aktivligining o‘zgarishi o‘z aksini topadi. Quyosh aktivligining past yoki yuqori darajada kuzatilishi birinchi navbatda, Er Er atmosferasining yuqori qatlamlarida “aks sado” beradi. Xususan, Quyosh radiatsiyasi tufayli ionosferantng ionlanish darajasi ortadi. Bu esa, o‘z navbatida, atmosferaning bu qatlamlarining elektr o‘tkazuvchanligint, elektromagnit nurlarni qaytara olish qobiliyatini o‘zgartiradi. Ba’zan Quyoshdan kelayotgan kuchli korpuskulyakulyar oqim ionosferada qisqa uzunliidagi elektromagnit to‘lqinlarining yutiilish darajasini shu qadar orttiradiki, natijada atomlar yuqori ionlanishi tufayli, uzoq masofaga qisqa radio to‘lqinlari uzatilishida bir necha daqiqali uzilish kuzatiladi. 1959 yili 9 may kuni Quyoshda kuchli xrososfera chaqnashi kuzatildi. 10 va 12 mayda ham Quyoshda bir necha chaqnashlar kuzatildi. 11 mayda AQSH da radio, telegraf, telefon aloqalari ancha muddatga ishda chiqli. 12 mayda eslatilgan chaqnashlardan otilgan korpuskulyar oqim Erga etgach, osmonda qutb yog‘dusi kuzatildi. Quyosh aktivligi va epidemik kasalliklar orasidagi bog‘lanishni o‘rganishda rus olimi professor A.L. CHijevskiyning hissasi katta. U keng tarqaladigan o‘lat, vabo, qaytarma tif, bo‘g‘ma kabi epidemik kasalliklarni o‘rganib, ularning boshlanishi, rivojlanishi va tugashi Quyosh aktivligiga mos kelishini aniqladi. R.P. Bogacheva va V.M. Boykolar esa oxirgi bir necha o‘n yillik davrida poleomelit kasalliklari dinamikasini Riga va O‘zbekiston



83- rasm.

hududida o‘rganib, bu kasalliklarning avji Quyosh aktivligiga juda mos kelishini anikladilar.Olimlar Quyosh chaqnashining yurak-tomir kasalligiga ta’sirini o‘rganib, miokard infarkti kasalligi bilan Quyosh chaqnashi orasida kuchli bog‘lanish mavjudligini aniqlashdi.

Quyosh aktivligi bilan inson aslab sistemasi o‘rtasidagi bog‘lanishni o‘rganish ham ijobiy natija berdi. Kuyosh chaknashi kishi asab sistemasi normal faoliyatining vaqtincha buzilishiga sabab bo‘lar ekan. Bu sohada SHira Masamuro tomonidan YAponiyaning o‘nta eng yirik shaharlarida o‘tkazilgan eksperiment kishi diqqatini o‘ziga jalb etadi. Olim o‘z eksperimentini Kuyosh aktivligi va avtomobilь avariyalari, kucha tasolifiy hodisalari orasida bog‘lanish borligini aniqlashdek antiqa masalaga bag‘ishladi. Eksperiment natijasi, bu hodisalar orasida kishini hayratga solarli darajada keskin bog‘lanish borligini ma’lum qildi. Tekshirish natijasini o‘zida aks ettirgan quyidagi jadval bu hodisalar orasidagi bog‘lanishni har qanday sharhlashdan ham a’lo darajada ko‘rsatadi (2 - jadval).

2-jadval

Yillar	1000 avtomobilga to‘g‘ri keladigan baxtsiz hodisalar soni	Yillar	1000 avtomobilga to‘g‘ri keladigan baxtsiz hodisalar soni

	Volьf soni	Tokioda	butun YAponiyada		Volьf soni	Tokioda	butun YAponiyada
1943	16	109	93	1955	38	67	64
1944	10	74	70	1956	142	68	71
1945	33	35	60	1957	190	66	73
1946	92	144	144	1958	185	272	124
1947	152	140	96	1959	159	314	134
1948	136	142	92	1960	112	248	130
1949	135	105	80	1961	54	192	115
1950	84	95	96	1962	38	111	92
1951	69	101	82	1963	28	95	89
1952	31	92	82	1964	10	30	72
1953	14	83	74	1965	15	66	63
1954	4	73					

Biz Quyosh aktivligining Er iqlimi sharoti, o‘simliklar biologiyasi va bashqa jarayonlarga ta’siri muammolariga to‘xtalmadik. Biroq ilk tekshirishlar. Quyosh aktivligi bu jarayonlarda ham o‘z aksini topishini ko‘rsatmoqda.

16-dars

Er tipidagi sayyoralar. (Merkuriy. Venera va Mars)ning fizik tabiati. Marsning yo‘ldoshlari. Marsning yo‘ldoshlari. Marsning o‘zlashtirish muammolari. Gigant planetalarning fizik tabiati. Ularning xalqalari va yo‘ldoshlari.

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarda Er tizimidagi planetalarning fizik tabiatlari va ularning o‘zlashtirish istiqbollari haqida tasavvur va tushunchalarni shakllantirish. O‘quvchilarda gigant planetalar (YUpiter, Saturn, Uran va Neptun) haqida ilmiy tasavvurlarni rivojlantirish.

Ko‘rsatma qurollar:

Kosmik apparatlar yordamida qo‘lga kiritilgan Er tipidagi planetalarning, ularning relьeflari va yo‘ldoshlarining (Mars uchun) fotorasmlari. Internet saytidan olingan eng so‘ngi ma’lumotlar jadvali. Kosmik apparatlar va planetalraro avtomatik stansiyalar yordamida (Ayniqsa, «Pioner – X, XI» va «Voyajer – 1,2») erishilgan fotomateriallar, jadval ko‘rinishga keltirilgan umumiy ma’lumotlar.

O‘quv materiallari bayoni rejasi:

1. Er tipidagi planetalarning umumiy tomonlari.
2. Mrekuriy: relьfi, kosmik tadqiqotlardan olingan so‘nggi ma’lumotlar
3. Venera: relьfi, kosmik tadqiqotlardan olingan so‘nggi ma’lumotlar
4. Mars: fizik tabiati: relьfi, unda suv va hayot masalasi to‘g‘risida oxirgi erishilgan natijalar. Marsni o‘zlashtirish tadqiq etilishi.
5. Gigant planetalarga xos umumiy tomonlari haqida.
6. YUpiter va uningyo‘ldoshlari
7. Saturn, uning xalqasi va yo‘ldoshlari
8. Uran, uning xalqasi va yo‘ldoshlari
9. Neputan va uning yo‘ldoshlari («Voljir» erishgan ma’lumotlar)

Uyga vazifa: [1], [2], [3], [4]

PLANETALARNING FIZIK TABIATI

1- §. Merkuriy

Bu sayyora, Quyosh sistemasidagi to‘qqizta planeta ichida Quyoshga eng yaqini bo‘lib, qadimda rimliklar uni sayohatchilarning panohi, savdo-sotiq xudosi nomi bilan Merkuriy, arablar esa uni Utorud deb atashgan. Utorudning orbitasi boshqa sayyoralarnikidan farq qilib, ellips shaklidadir. SHuning uchun ham bu sayyoraning Quyoshdan uzoqligi 0,31 dan to 0,47 astronomik birlikkacha o‘zgarib turadi, o‘rtacha uzoqlikligi esa 58 million kilometrni tashkil qiladi. Merkuriyning diametri 4880 kilometr bo‘lib, uning sirtida tortish kuchi Ernikidan 2,6 marta kam. Boshqacha aytganda, og‘irligi Erda 80 kilogramm bo‘lgan odam Merkuriyda atiga 30 kilogramm chiqadi.

Utorud o‘z orbitasi bo‘ylab sekundiga o‘rtacha 48 kilometrli tezlik bilan harakatlanib, Kuyosh atrofini 88 kunda to‘la aylanib chiqadi. Qizig‘i shundaki, Quyosh oilasi «kenja»sining bir kuni uning ikki yiliga teng, boshqacha aytganda planetaning bir kecha – kunduzi Erning 176 kuniga tengdir.

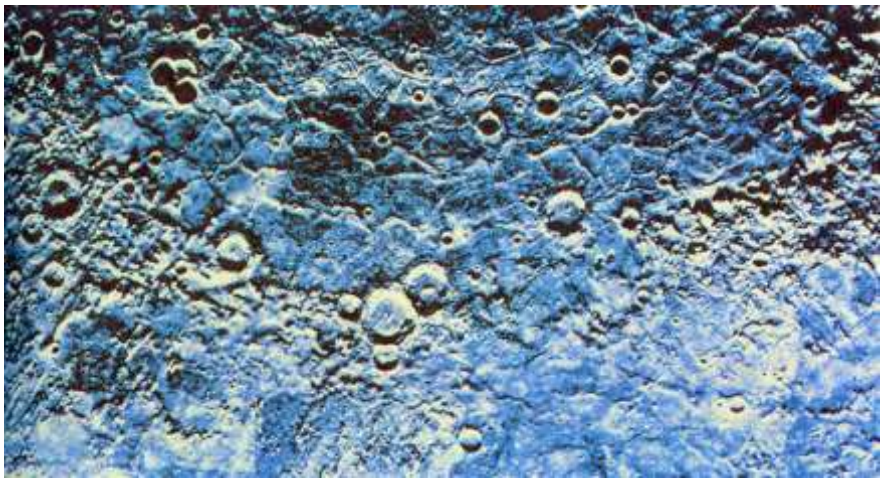
Merkuriy sirtining kunduzgi o‘rtacha harorati +345 gradusgacha (Selьsiy shkalasida) ko‘tarilgani holda, kechasi – 180 gradusgacha pasayadi. Biroq shuni aytish kerakki, planeta sirtining mayda tuprog‘i issiqlikni yomon o‘tkazganligi tufayli bir

a) b)

84- rasm

necha o‘n santimetr chuqurlikda harorat sirt haroratidan keskin farq qilib, 70 - 90 gradusni tashkil qiladi va juda kam o‘zgaradi.

Merkuriyning relьefi va fizik tabiatiga tegishli ma’lumotlarni «qo‘lga kiritish»ning murakkabligi shundaki bu sayyoraning harakat yo‘li doimo Quyoshdan kichik burchak masofada bo‘ladi. Hatto planeta Quyoshdan eng katta burchakka (29 gradusga yaqin) uzoqlashganda ham Quyoshning yorqin nurlari uni kuzatishga xalaqit qiladi.



85- rasm

1973 yilning oxirlarida sayyora tomon yo‘lga chiqqan «Mariner-10» avtomatik stansiyasi, 1974 yilning 21 sentyabrida Merkuriydan 47 ming 981 kilometrlik masofada o‘tayotib, planeta sirtining 500 ga yaqin sifatli rasmini oldi. Bu rasmlar kenja sayyora «yuz tuzilishi», jihatidan Oyga juda o‘xshashligini ko‘rsatdi. Oy sirtidagi kabi Merkuriy yuzasi ham meteoritlar zarbidan «momataloq» bo‘lib, turli kattaliklardagi kraterlar bilan qoplanganni «Mariner-10» olgan planeta «portretlari» dan shundoqqina ko‘rinib turibdi.

Qizig‘i shundaki, garchi ko‘pchilik kraterlarning diametri bir necha o‘nlab kilometrni tashkil qilsa-da, chuqurliklariga ko‘ra ular Oydagi kraterlardan qolishadilar. Biroq kuzatilgan planeta kraterlari, ularni o‘rovchi tepalik marzalari va markaziy tog‘chalariga ko‘ra, Oy kraterlarini eslatadi. Sayyora yuzidagi bu cho‘tirlik uning hayotida o‘ziga xos «kundalik» bo‘lib, Merkuriy sirtining shakllanish tarixidan hikoya qiladi. SHuningdek, planeta kraterlarining ayrimlari, Oydagi ba’zi kraterlar kabi radial yo‘nalishda cho‘zilgan yorug‘ nur sistemalari bilan o‘ralgan.

Biroq Merkuriyda kuzatilgan ayrim ob’ektlar, na Oyda va na qo‘shni sayyoralarda kuzatilmasligi bilan kishi diqqatini o‘ziga tortadi. Bulardan biri-eskarplar deb yuritiluvchi o‘pirilishlar bo‘lib, ularning balandligi 2-3 kilometrgacha etadi. O‘pirilishidan hosil bo‘lgan bunday jarliklarning uzunligi esa bir necha yuz kilometrgacha boradi.

Merkuriy sirt jinslarining zichligi, Oynikiga yaqin (3,0-3,3 g/sm^3) bo‘lib, o‘rtacha 5,44 g/sm^3 ekanligi, uning markaziy qismida temir yadrosi borligini ko‘rsatadi. Eng kamida bu, Merkuriy markazida silikat jinslar katta bosim ostida metallik holatga o‘tayotganidan darak beradi.

«Mariner-10» planetaning siyrak atmosferasi borligini ma’lum qildi. Ma’lum bir planetada atmosferaning bo‘lish-bo‘lmasligi, odatda, talay faktorlar bilan aniqlanadi. Biroq bularning ichida planetaning sirtida tortish kuchining kattaligi va harorat eng muhim rolni o‘ynaydi. Haroratning ortishi tufayli atmosferani tashkil etgan molekula va atomlarning tartibsiz issiqlik harakatlar ortadi. Oqibatda ma’lum tezlikka erishgan havo molekulalari planetani butunlay tark etadi. Xuddi shu sababdan Er ham har kunda 100 tonnacha vodorodidan «judo» bo‘ladi.

Kichik massali Merkuriy (Er massasining 5,5 foiziga teng) sirtida bu qadar yuqori haroratgacha (+ 420°S) qizish, planeta atmosferasinnng asosiy qismining yuqolishiga sabab bo‘lgan deb qaraladi.

Planeta atmosferasi asosan geliydan tashkil topgan bo‘lib, bosimi bu gazning Er sirtidagn bosimidan 200 milliard marta kamlik qiladi. Sayyora sirtidagi barcha gazlar bosimi esa, Ernikidan yarim million martacha kam. Biroq, olimlar Merkuriy sirtida kutgan boshqa bir gaz — karbonat angidrid «Mariner-10» olgan rasmlarda o‘zining «qorasini ham ko‘rsatmay», astronomlarni hayron qoldirdi.

1975 yil 16 martda «Mariner-10»ning Merkuriy yakinidan uchinchi marta o‘tishi, sayyoraning magnit maydonini aniqlashga imkon berdi. Bunda avtomatik stansiya sayyora sirtidan atigi 320 kilometrgina keladigan balandlikdan o‘tdi va uning ekvator sohasida kuchlanganligini 3,5 erstedli, qutbida esa 7 erstedli maydon qayd qildi. SHuningdeq sayyoraning magnit dipoli, Merkuriyning aylanish o‘qi bilan 7 gradusli burchak hosil qilishi aniqlandi.

Merkuriyning aniqlangan magnit maydoni, planetalarning magnit maydonlarini vujudga kelishlari haqidagi mavjud gipotezani shubha ostiga qoldirdi.

Gap shundaki, keyingi yillarda Er magnit maydonining paydo bo‘lishi, uning aylanishi natijasida metall yadrosida vujudga keladigan uyurmaviy tokning oqibatidan deb qaralardi. SHuning uchun ham sayyora qancha massiv bo‘lsa va qancha tez aylansa, unda magnit maydonining kuchlanganligi shuncha katta bo‘ladi, degan xulosa ma’lum darajada, fanda hukmronlik qilardi. SHu boisdan kichik massali va o‘ta sekin aylanuvchi (boshqa sayyoralarga nisbatan) Merkuriyda Mars va Erdagidan katta kuchlanishli maydonning mavjudligi qiziq.

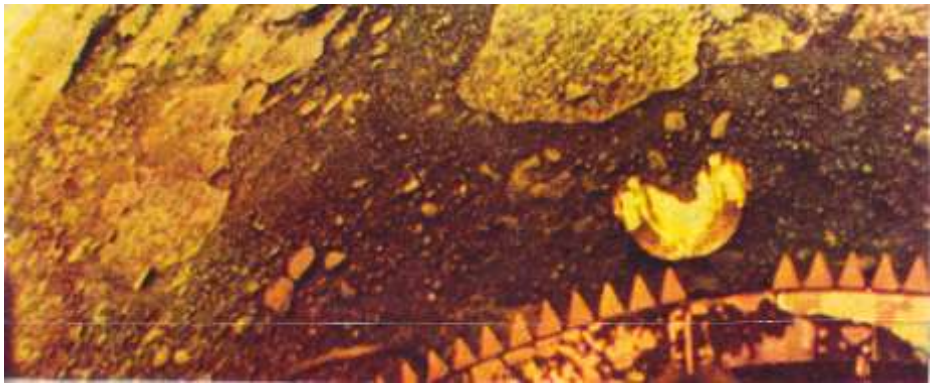
Merkuriyga yaqin «qarindosh» Oy tuprog‘ida mikroorganizmlarning yo‘qligi, iqlim sharoitiga ko‘ra Oynikidan ham keskinligi bilan farq qiluvchi Utorudda hayot bo‘lishi uchun sharoit yo‘q, deb dadil aytishga to‘la imkon beradi.

Merkuriyning yuldoshi yo‘q.

2-§. Venera (Zuhro)

Qadim rim mifologiyasida sevgi xudosining nomi «Venera» deb yuritiladigan bu planetaning Quyoshdan o‘rtacha uzoqligi 108 million kilometrdir. Venera (SHarqda Zuhra nomi bilan tanilgan) orbitasi bo‘ylab sekundiga 35 kilometrli tezlik bilan harakatlanib, 225 kunda Quyosh atrofida bir marta to‘la aylanib chiqadi.

Ravshanligi jihatidan Quyosh va Oydan keyin turadigan bu sayyora, juda qadimdan kishilar diqqatini o‘ziga tortib, «qo‘zg‘almas» yulduzlar fonida harakatlanishi birinchi bo‘lib sezilgan «adashgan» yoritkichdir.



86- rasm

1610 yildayoq G. Galiley o‘zi yasagan teleskopda bu planetani kuzatib, Oy kabi turli fazalarda bo‘lishini ko‘rdi. Bu hodisa, Zuhra xam Oy kabi sferik shakldagi osmon jismi ekanligining dastlabki isboti edi. Zuhraning kattaligi salkam Ernikicha bo‘lib, diametri 12 ming 100 kilometrni tashkil qiladi.

1761 yil 6 iyunda astronomlar «tong yulduzi» bilan bog‘liq qiziq bir hodisaning guvohi bo‘ldilar: sayyoraning harakati Quyosh diskida proeksiyalandi. Bunday g‘aroyib xodisa taniqli rus olimi M. V. Lomonosov tomonidan sinchiklab kuzatildi. Olim Veneraning Quyosh diskidan o‘tishini kuzatayotib, sayyora qalin atmosfera bilan qoplanganligini aniqladi. Uzoq yillar davomida ana shu qalin atmosfera «paranji» misol Zuhraning sirt tuzilishini bizdan yashirib kelardi.

Kezi kelganda shuni aytish kerakki, Veneraning Quyosh diskiga proeksiyalanib o‘tishi, juda kam uchraydigan hodisa bo‘lib, Lomonosovning XVIII asrdagi eslatilgan kuzatishidan so‘ng atigi 3 martagina kuzatildi, uning navbatdagi o‘tishi esa 2004 yilning 8 iyunida bo‘ladi. Sayyoraning sirtini spektral o‘rganishlar, uning atmosferasi, asosan karbonat angidriddan iboratligini ko‘rsatdi.

Sayyorani tekshirishning 60-yillardan boshlangan yangi metodi «tong yulduzi»ga tegishli ko‘p jumboqlarni hal qilishga imkon berdi. Natijada Veneraning o‘z o‘qi atrofida va Quyosh atrofida haqiqiy aylanish davrlari birinchi marta to‘g‘ri aniqlandi.

Ma’lum bo‘lishicha, planetaning aylanish o‘qi uning orbita tekisligiga deyarli tik joylashib (anig‘i 87 gradus) unda Erdagidek yil fasllari kuzatilmaydi. SHuningdek radiolokatsion kuzatishlar Zuhraning o‘z o‘qi atrofida aylanish davri 243 kunga tsngligini hamda u, Quyosh sistemasining sharqdan g‘arbga aylanuvchi yagona sayyorasi ekanligiii ma’lum qildi (boshqa sayyoralar o‘z o‘qlari atrofida g‘arbdan sharqqa aylanadi).

«Tong yulduzi»ning bir kuni, ya’ni Quyoshga nisbatan o‘z o‘qi atrofida aylanish davri 117 kunga teng bo‘lib, bir yili uning salkam ikki kuniga teng.

Planeta atmosferasining ximiyaviy tarkibi, bosimi va haroratiga tegishli aniq ma’lumotlar, bu sayyoraga «sayohat» qilgan sobiq Sovet va AQSH planetalararo avtomatik stansiyalari yordamida olindi. Birnnchi bo‘lib, 1961 yili 12 fevralda Zuhraga sobiq Ittifoqning «Venera-1» avtomatik stansiyasi yo‘l olib, 97-kuni u sayyoradan 100 ming kilometr naridan o‘tdi. Zuhraning Erga yaqin kelgan holatlarida, ungacha masofa 40 million kilometrdan kam bo‘lmasligini e’tiborga olsak, «Venera-1» planetamiz «qo‘shnisi»ga qanchalik yaqin borganini tasavvur etish qiyin bo‘lmaydi.

1967 yilda uchirilgan «Venera-4» stansiyasida esa birinchi marta sayyoraga qo‘ndiriluvchi apparat ishga tushirildi. Bu apparat, sayyora atmosferaning 25 kilometrli qalin qatlamini o‘tish paytida, «tong yulduzi» atmosferasiga tegishli ma’lumotlarni Erga uzatib turdi.

SHuningdek, bu apparatga o‘rnatilgan magnitometr yordamidagi o‘tkazilgan o‘lchashlar, Venerada, deyarli magnit maydon yo‘qligini yoki, eng ko‘pi bilan u Er magnit maydoni kuchlanganligidan 5000 marta kuchsiz maydonga ega ekanligini ma’lum qildi.

1970 yilda uchirilgan «Venera-7»ning qo‘ndiriluvchi apparati Zuhra sirtiga muvaffaqiyat bilan ohista qo‘ndirildi va 23 minut davomida atmosferaning bosimi, harorati va tarkibiga tegishli ma’lumotlarni o‘lchab turdi.

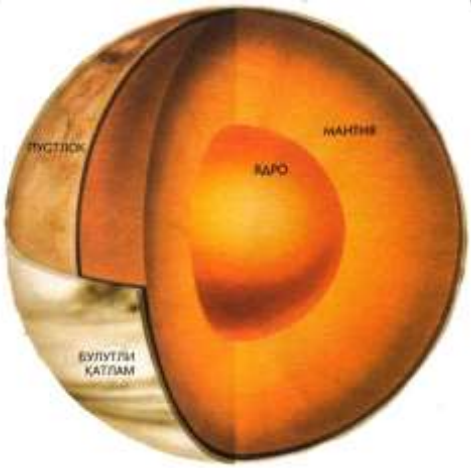
Ayniqsa, 1975 yil oktyabrida Veneraga sayohatga yo‘l olgan «Venera-9» va «Venera-10», Er «qo‘shnisi»ni o‘rganish tarixida muhim o‘rin tutadi. Bu ikkala stansiya sayyoraning birinchi sun’iy yo‘ldoshlari orbitalariga chiqarilib, ularning qo‘ndiriluvchi apparatlari, sayyora sirtining birinchi tasvirlarini Erga uzatdi (86-rasm). SHuningdek, bu apparatlar, sayyoraning sirt tuprog‘ida tabiiy radioaktiv elementlarning miqdorini, shamolning tezligini, bug‘larining atmosferadagi miqdorini, harorati, bosimi va yoritilganliklarini o‘lchadilar.

1978 yili esa «tong yulduzi» tomon «mehmonga» to‘rtta avtomatik stansiya yo‘lga chiqdi. Bulardan ikkitasi sobiq Ittifoqning «Venera-11», «Venera-12» bo‘lsa, qolgan ikkitasi AQSHning «Pioner-Venera-1» va «Pioner—Venera-2» stansiyalaridir.

«Venera-11 va 12» va «Pioner—Venera-2» stansiyalarining qo‘ndiruvchi apparatlariga o‘rnatilgan kompleks apparatlar, planeta atmosferasining gaz va bulutli qismlarining ximiyaviy tarkibini yana ham aniqroq o‘lchashga, bulutli qatlam strukturasi va zarrachalari konsentratsiyasi, harorati, bosimi va zichligini hamda uning bir necha rayonlariga tegishli shamolning tezligini o‘lchashga imkon berdi. Veneraning sun’iy yo‘ldoshi bo‘lib qolgan «Pioner — Venera-1» bularga qo‘shimcha kilib, sayyora atmosferaning dinamikasi,ssirkulyasiyasi, turbulentligi va issiqlik balansiga tegishli ma’lumotlar olindi.

Xulosa qilib aytganda, Veneraga uchirilgan kosmik apparatlar yordamida uning atmosferasi va sirtiga tegishli quyidagi yangi ma’lumotlar qo‘lga kiritildi: sayyora atmosferasining bosimi juda yuqori bo‘lib, u 90 atmosferani ko‘rsatdi. Uning 97 foizini karbonat angidrid, suv bug‘lari, kislorod esa atigi 1,5 foizni tashkil qilishi ma’lum bo‘ldi. Sayyora sirti yaqinida o‘lchangan harorat +470 gradusgacha (Selьsiy shkalasida) etdi. Zuhra atmosferasida ham Erdagi kabi ionosfera qatlami borligi aniqlandi, u taxminan 140 kilometrcha balandlikda bo‘lib, elektronlarnnng konsentratsiyasi bir kub santimetrda yarim milliondan ortadi. «Tong

yulduzi»ning Erga yaia bir «qarindosh»ligi shundaki, uning osmonida ham qalin bulutlar kuzatilib, ularning «tizgini» shamolning qo‘lida bo‘ladi.



87- rasm

Qizig‘i shundaki, sayyora atmosferasida bulutlar bir necha qavatga ega. Asosiy bulutlar qatlamiiing yuqori chegarasi taxminan 65 kilometr, pastki chegarasi esa 48-49 kilometrli balandlikda yotadi. 65 kilometrdan to 85 kilometrgacha oraliqda siyrak tutunsimon qatlam joylashib, ulьtrabinafsha diapazonda yaxshi ko‘rinadi.

Zuhraiing bulutlari, tuzilishiga ko‘ra, bir necha kilometrgacha ko‘rish mumkin bo‘lgan Erdagi siyrak tumanga juda o‘xshab ketadi.

Maxsus metodlar yordamida bulutlarda nurning sochilishini o‘rganish, ularni tashkil qilgan tomchilar, asosan sulьfat kislotaning 75—85 foizli suvdagi eritmasi degan xulosaga olib keldi. Planeta sirtidan 40 kilometrga balandlikda shamolning tezligi sekundiga 100—140 metr bo‘lgani holda, 10 kilometrga yaqin balandlikda keskin kamayib 3—4 m/s ga tushib qoladi.

AQSHning «Mariner-10» apparati, 1974 yili Zuhra yonidan o‘tayotib olgan rasmlarining tahlili, sayyora atmosferasining yuqori qatlami to‘rt kunlik davr bilanssirkulyasiya qilishini aniqladi.

SHuningdek «Venera-8...9...10» avtomatik stansiyalari tegishli qo‘ndiriluvchi apparatlarning gamma-spektrometrlari, uran, toriy va kaliyiing izotopi kabi radioaktiv elementlarni planeta tuprog‘idan aniqlashga imkon berdi. Ma’lum bo‘lishicha, Zuhra tuprog‘i radioaktiv elementlarining miqdoriga ko‘ra, Erdagi bazalьtni eslatadi.

«Pioner—Venera-2»ga tegishli qo‘ndiriluvchi apparat bergan ma’lumotlarning tahlili, Venera sirti o‘zaro kuchsiz bog‘langan mayda tuproqdan tashkil topganini ma’lum qildi. Dielektrik singdiruvchanlik metodi bilan aniqlangan uning zichligi, bir kub santimetrda 1 grammdan (sirtida) 4 grammgacha (taxminan 3 metr chuqurlikda) borishini ma’lum qildi.

Planetaning o‘rtacha zichligi haqida kosmik apparatlari yordamida olingan ma’lumotlar asosida «tong yulduzi»ning zichligi, Mars va Merkuriynikidan ancha ortiqligi aniqlandi.

Uzoq yillar davomida olimlar «boshini qotirgan» planetaning asosiy «tilsimi» uning sirtiga tegishli yuqori harorati bo‘ldi. Darhaqiqat, Erga nisbatan Kuyoshga juda ham yaqin bo‘lmagan va qalin atmosfera bilan qoplangan Zuhra sirtida haroratining bu qadar yuqori +470°S bo‘lishining sababi nimada? — degan tabiiy savol tug‘iladi.

Gap shundaki, garchi planetaning qalin «to‘ni» - atmosferasi ichidan Quyosh nurlanishining juda kam miqdorga uning sirtiga o‘tsa-da, biroq bu «to‘n» sirtidan ajralib, kosmik bo‘shliqni «ko‘zlagan» issiqlik nurlanishiga deyarli yo‘l bermaydi. Natijada, «parnik effekti» deyiluvchi bu effekt sayyora sirtining qattiq qizishiga sabab bo‘lgan.

Garchi Veneraning ichki tuzilishiga doir tadqiqotlar hali etarlicha bo‘lmasada yaratilgan ko‘p metodlarga tayangan holda, hozirdayoq uning ichki tuzilishi haqida bir qancha asosli fikrlarni berish mumkin.

Planetaning massasi, o‘lchamlari, o‘rtacha zichligi, orbital tezligi hamda xususiy aylanish tezligi va uning yuqori qatlamining harorati rejimi asosida Rossiya olimi Kozlovskaya S. V. «tong yulduzi»ning modelini ishlab chiqdi. Bu modelga ko‘ra sayyora 16 kilometrgacha qalinlikdagi po‘stloqdan, silikat mantiyadan va temir yadrodan tashkil topgan. Silikat mantiya va temirdan iborat yadroning chegarasi taxminan 3224 kilometrli chuqurlikda joylashgan deyiladi (87 - rasm).

SHubhasiz, Zuhra to‘g‘risidagn bu modelni tugallangan deyishga hali erta. Bunday modelь haqiqatga yaqinlashsin uchun planeta sirtida kuzatiladigan tektonik yorilishlar va vulqonlarning izlariga aniq javob topish talab etiladi.

Zuhrada hayot masalasi, uzoq yillar tortishuvlarga sabab bo‘lgan planetamiz «yon qo‘shnisi»ning muammolaridan biridir. Bir vaqtlar amerikalik planetolog olim K. Sagan (planetaga kosmik apparatlar «qadam ranjida» qilishlaridan ilgari) Zuhrani yashash mumkin bo‘lgan osmon jismiga aylantirish maqsadida, uning atmosferasini kislorod bilan boyitishning loyihasini tuzdi. U taklif etgan loyihaga ko‘ra, sayyora sirtida bir necha o‘n yillar davomida yashil maydonlarni ko‘paytirish zarur edi. Biroq kosmik apparatlar yordamida olingan sayyoraning fizik tabiatiga tegishli ma’lumotlar, bu masalani hal etish, olim o‘ylaganchalik oson emasligini ma’lum qildi. Gap shundaki, sayyoraning sirtida harorat eslatilganidekssel‿siy shkalasida +470° gradusgacha etadi. Bu esa har qanday bizga ma’lum organik molekulalarning mustahkamlik chegarasini buzish uchun etarlidir. SHuning uchun ham Venera sirtida Erdagiga o‘xshash mikroorganizmlarning bo‘lishi, haqiqatdan juda uzoq bo‘lib, ilmiy asoslanmagan.

SHunga qaramay, yaqinda K.Sagan «Sevgi xudosi» sirtidan taxminan 55 kilometrcha balandlikda bosim va harorat, Erdagi normal sharoitnikiga mosligiga ishora qilib, bunday balandliklarda hayot bo‘lishi ehtimol, degan fikrni berdi. Agar sayyora atmosferasining bunday balandliklarida uchraydigan oltingugurtli bulutlar, juda kam miqdori suv bug‘i va kisloroddan iborat bo‘lib, asosiy qismi is gazidan tashkil topganligini eslasak, olimning bu fikriga qo‘shilish qiyin**.**

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, garchi oxirgi yillarda «tong yulduzi»ga tegishli talay kashfiyotlar qilingan bo‘lsa-da, biroq hali u bilan bog‘liq ko‘p jumboqlar hal qilinishlariga navbat kutadi. Planetaga aloqador ko‘plab «tilsim»larning echilishi xususida tug‘ilgan gipotezalarning jiddiy qiyinchiliklar botqog‘idan chiqarish uchun ancha izlanishlar kilish talab etiladi.

Zuhraning tabiiy yo‘ldoshlari topilmagan.

17-dars.
Er - Oy tizimi. Erning fizik tabiati. Oyning fizik tabiati. Er Bilan bog‘liq ekologik muammolar.

Darsning maqsadi:

Er o‘z biologik sferasi bilan koinotda eng noyob osmon jismi ekanligini o‘quvchilarga anglatish. Erning fizii tabiati, ichki tuzilishi. Quyosh atrofida egallagan ajoyib o‘rni – unda hayotni vujudga keltirganini ularga sezdirish. Oyning fizik tabiati haqida, kelajakda insoniyatni uni o‘zlashtirish rejalarining real hal ekanligi to‘g‘risida ma’lumotlar berish.

Ko‘rsatma qurollar:

Er globusi va har – xil xaritalar. (Erning iqtisodiy, jonivorlari, tuzilish, florasi va boshq.). Oyning turli fazalarida olingan fotorasmlari. Ayrim ekologik muammolarni (birinchi navbatda global harakterdagi) o‘zida aks qilgan fotografik, statistik hujjatlar (tablitsa, grafik ko‘rinishda).

O‘quv materiallari bayon qilish rejasi:

1. Er xaqida umumiy ma’lumot
2. erda hayotning paydo bo‘lishi va evolyusiyasi
3. erda ongli mavjudotning paydo bo‘lishi
4. XX asrda inson faoliyati tufayli ro‘y bergan ekologik muammolar (energetik, demografik, atmosfera va suv xavzalarining bulg‘anishi).
5. oyning fizik tabiati. Oyni o‘zlashtirish muammolari.
6. biosferaning noosferaga aylanish jarayoni.

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

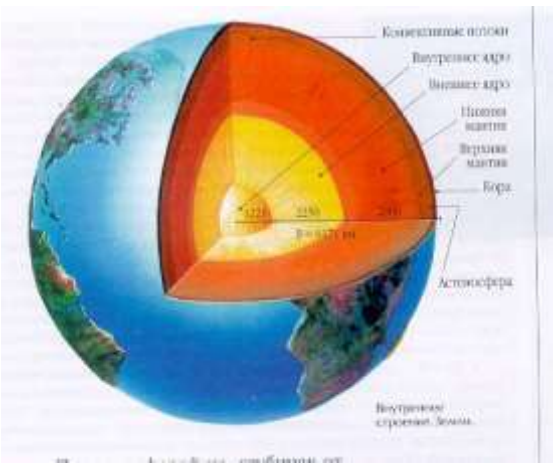
3- §. Er - sayyora

Biz ustida yashayotgan osmon jismi, Quyoshdan uzoqligi bo‘yicha uchinchi o‘rinda turuvchi planeta bo‘lib, Quyoshdan o‘rtacha uzoqligi 149,6 million kilometrni tashkil etadi.

Planetamizning ekvatorial radiusi 6378 kilometr, ya’ni qutb radiusidan taxminan 21 kilometrga ortiqlik qiladi. Er, Quyosh atrofida sekundiga 30 kilometr tezlik bilan harakatlanib, 365,24 kunda bir marta to‘la aylanib chiqadi. Bir yilda to‘rt faslning planetamizda kuzatilishining sababi, Er o‘qining orbita tekisligiga 66,5 daraja og‘maligi bilan tushuntiriladi.

Er o‘zi o‘qi atrofida 23 soatu 56 minutu 4 sekundda to‘la aylanib chiqadi. Biroq uning Quyoshga nisbatan aylanish davri bir oz uzunroq bo‘lib, 24 soatni tashkil qiladi. Sayyoramizning Quyoshga nisbatan aylanish davrining uzunligiga sabab, Quyoshning yulduzlar oralig‘ida yillik ko‘rinma siljishidir (bunday siljish, Erning Quyosh atrofida haqiqiy harakatlanishi tufayli sodir bo‘ladi).

Erning o‘rtacha zichligi 5,5 g/sm3 ga teng bo‘lib, massasi taxminan $6\text{-}10^{24}$ kilogrammni tashkil etadi. Planetamizning atmosferasi minglab kilometrli balandlikkacha cho‘zilib, og‘irligi qariyb 5 ming 160 trillion tonna keladi! Bunday «to‘n» Erda hayotning paydo bo‘lishi va rivojlanishida muhim rolь o‘ynagan. Xususan, 20—30 kilometr chamasi balandlikda joylashgan ozon qatlami, Quyoshning qisqa to‘lqinli ulьtrabinafsha nurlarini kuchli yutib, barcha tirik jonivorlarni, jumladan odamzotni, bunday nurlar-ning xavfli ta’siridan asraydi. Atmosferaning 21 fonzga yaqinini kislorod, taxminan 78 protsentini azot, qolgan qismini esa boshka gazlar: argon, karbonat angidrid va suv bug‘lari tashkil qiladi.



a) b)

88- rasm

Er gidrosfsrasiga (Er yuzidagi qattiq, suyuq va gaz holatidagi suvlarning majmuasi) ko‘ra boshqa planetalardan keskin farq qiladi. Unda faqat suyuq holatdagi suvning hajmi 1 million 370 ming trillion kub metr bo‘lib, umumiy maydoni 3 ming 610 milliard kvadrat metrga teng. Boshqacha aytganda, u Er sirtining qariyb 71 foizini tashkil qiladi. Quruqlikning o‘rtacha balandligi, dengiz sathidan 875 metr bo‘lgani holda, dunyo okeanining o‘rtacha chuqurligi 3800 metrgacha boradi. Suv o‘zining ajoyib xususiyatlariga ko‘ra, Erda optimal issiqlik rejimining vujudga kelishida muhim rolь o‘ynaydi. Suvsiz, organik hayot Erda vujudga kela olmasdi.

Suvning qattiq bo‘lagi — muz ham planetamizning ancha qismini egallab, asosiy qismi Antarktida va Grenlandiya quruqligini koplaydn. Uning umumiy massasi 24 ming 200 trillion tonnaga tengdir! Bordiyu, bunday mikdordagi muz erisa edi, dunyo okeanining sathi 60 metrga ko‘tarilib, quruqlikning yana 10 foizi suv ostida qolgan bo‘lardi.

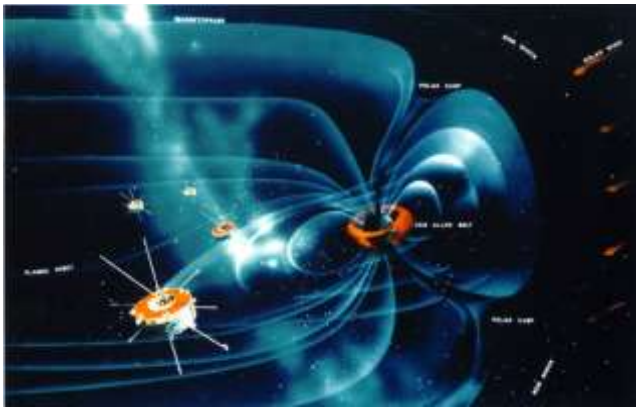
Erning qattiq qatlami litosfera deyilib, bu qismda planetamizning asosiy qatlami mujassamlashgan bo‘ladi. Garchi bir qarashda litosfera sirtida turib, uning ichki tuzilishi haqida ma’lumotga ega bo‘lish mumkin emasdek tuyulsa-da, aslida sayyoramizning inersiya momenti va er qimirlashlari asosida uning ichki tuzilishi haqida etarlicha aniq ma’lumotlar olish mumkin.

Gap shundaki, seysmik to‘lqinlar bo‘ylama va ko‘ndalang bo‘lib, bo‘ylama to‘lqinda zarrachalar to‘lkinning tarqalish yo‘nalishi buyicha siljigani holda, ko‘ndalang to‘lqinda ularning harakati tarqalish yo‘nalishi bilan to‘g‘rn burchak tashkil qiladi. Ko‘ndalang to‘lqinlarning tarqalish tezligi, bo‘ylama to‘lqinlarnikidan katta bo‘ladi. SHuningdek, seysmik to‘lqinlar, turli zichlikdagi qatlamlar chegarasidan qaytish va sinish xususiya-tiga ham egadir. Bunday ma’lumotlar asos kilib olingan metodlarga tayangan holda, litosferaning ichki tuzilishi haqida etarli darajada ishonchli ma’lumotlar olingan.

Xususan, suyuqlik zarrachalarning ko‘ndalang to‘lqin siljishiga qarshilik qilmasligi tufayli ko‘ndalang to‘lqinlar suyuqlikda tarqala olmaydi. SHu asosda litosferaning quyi chegarasida suyuq yadrosi borligi asrimizning boshidayoq aniqlangan edi. Keyingi tadqiqotlar bu yadro asosan ikki — radiusi 1300 kilometrgacha boradigan qattiq va uning ustida 2100 kilometrni qalinlikdagi suyuq qismlardan iboratligini ma’lum qildi.

Bu usullar yordamida tekshirishlar, litosferaning qattiq qatlami xam bir jinsli bo‘lmay, taxminan 40 kilometr chuqurlikda keskin chegara borligini bildirdi. Bu chegaraviy sirt uning kashfiyotchisi nomi bilan Moxorovichich sirti deb ataladi. Bu sirtdan yuqori qatlam litosfera po‘stlog‘i osti-esa mantiya deb yuritiladi. Mantiyaning zichligi 3,3 g/sm^3 dan (Moxorovichich

sirtida) 5,5 g/sm^3 gacha (yadro chegarasida) ortadi. YAdro chegarasida zichlik keskin ortib 9,4 g/sm^3 ni tashkil qiladi. Er markazida zichlik 14,5—18 g/sm^3 gacha tartibda bo‘lib, mantiyaning quyi chegarasida bosim 1 million 300 ming atmosferaga boradi. Temperatura markazga tomon ortib borib, mantiyaning quyi chegarasida Kelьvin shkalasida 5000 gradusgacha markazda esa taxmiian 10000 gradusgacha boradi.



89- rasm

Er-gigant magnit bo‘lib, uni kompas strelkasining planetamiz magnit maydoni kuch chiziqlariga parallel turish uchun harakatlanishidan bilish mumkin. Qizig‘i shundaki, geomagnit qutblar Er qutblari bilan ustma-ust tushmaydi. SHimoliy geomagnit qutbning geografik kengligi 78°,5, uzunlamasi esa 290° (sharqiy uzunlama)ni tashkil qiladi. Boshqacha aytganda, geomagnit o‘q Er o‘qiga 11,5° li burchakka og‘ishgan. Geomagnnt maydonning kuchlanganligi ekvatordan qutbga tomon 0,25—0,35 dan 0,6—0,7 erstedga qadar ortadi.

Er atrofi fazosinnng geomagnit maydon kuchlanganligining planetalararo doimiy magnit maydoni kuchlanganligidan (5—10 gammadan) ortiq bo‘lagini Er magnitosferasi deyiladi. Bu sfera Er o‘qiga nisbatan simmetrik bo‘lmaydi. Magnitosfera Erning kunduzgi tomonida «siqilgan» bo‘lib, 8—14 Er radiusicha masofaga cho‘zilgani holda, tungi tomonida planetamizni «magnit dumi»ni vujudga keltirib, bir nscha o‘nlab Er radiusi masofasigacha cho‘ziladi.

Oxirgi yillarda planetamiz — osmon jismlarining ajralmas qismi sifatida aktiv o‘rganilayotganiga qaramay, xali unga tegishli muammolar qo‘shnn planetalarnikidan juda kam emas. Ayniqsa, uning bag‘ri haqidagi ma’lumotimiz hali juda «kambagal» .hisoblanadi. Birok Er «o‘z qo‘limizda» bo‘lib, boshqa osmon jismlarini o‘rganishga nisbatan uni tadqiq qilishga katta nmkoniyatlarimiz borligini hisobga olsak planetamiz sirlarini qo‘shni planetalardan ancha ilgari «fosh» qilishga katta umid bilan qarashga asoslarimiz bor. Erning yagona tabiiy yo‘ldoshi – Oy bor.

4- §. Oy – Er yo‘ldoshi

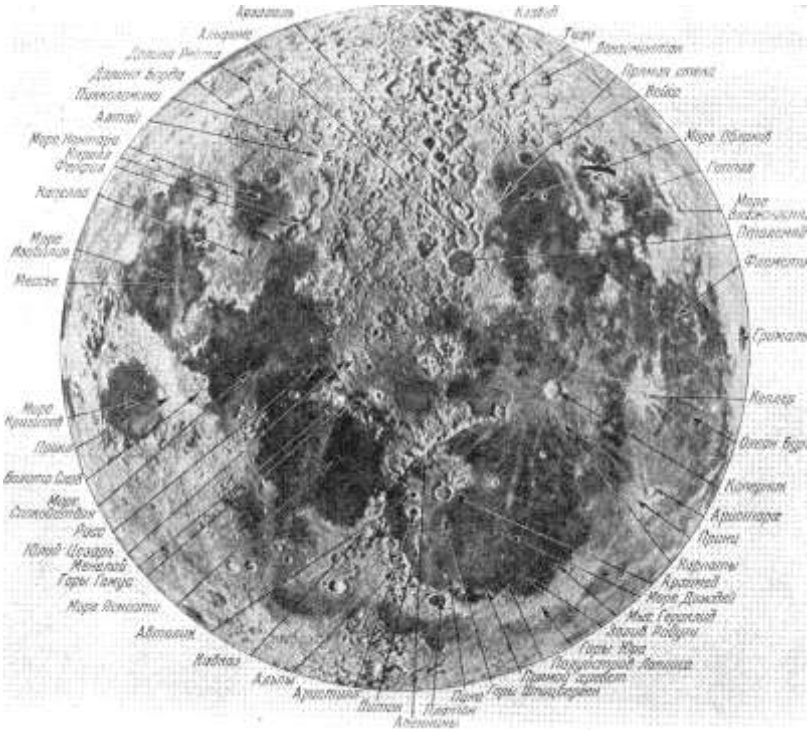
Oy Erga eng yaqin osmon jismi bo‘lib u planetamizning yo‘ldoshidir. Oyninng Er atrofidagi orbitasi barcha planetalarning Quyosh atrofida aylanish orbitasi kabi ellips shaklidadir. SHu tufayli Oyning Erdan uzoqligi biroz o‘zgarib turadi. U Erga eng yaqin kelganda (orbitaning perigeyida) 363400 kilometr, eng uzoqlashganda (apogeyda) esa 405400 kilometrli masofada

bo‘ladi. Oyning diametri 3476 kilometr bo‘lib, uning hajmi Er hajmining ellikdan bir qismini tashkil qiladi. Oy sirtida tortishish kuchi Erdagidan 6 marta kam. Oy osmonida g‘arbdan sharqqa tomon siljib, 27 kun 8 soatda Er atrofini bir marta to‘la aylanib chiqadi. Oy o‘z o‘qi atrofida ham xuddi shuncha vaqtda bir marta aylanib chiqadi. SHuning uchun ham u bizga (ya’ni Erga) doimo bir tomoni bilan ko‘rinadi. Oy o‘zidan nur chiqarmaydi. Quyoshdan tushayotgan nurlarni qaytarishi hisobiga bizga ko‘rinadi.

Oy sirtining yarmi Quyosh bilan yoritilgan bo‘ladi. Biroq Erdan qaraganda doimo Oyning Quyosh bilan yoritilgan yarim sferasining hammasini ko‘rishning iloji bo‘lmaydi. Oyning Quyosh va Erga nisbatan turishiga ko‘ra, uning Quyosh bilan yoritilgan yuzasidan ko‘proq yoki kamrog‘ini ko‘rish mumkin. Agar Oy Quyosh tomonga o‘tsa «yangioy», Kuyoshga qarama-qarshi (Erga nisbatan) tomonga o‘tsa, «to‘linoy» bo‘lib kuzatiladi. Oyda atmosfera deyarli yo‘q. Oyning massasi Erning massasidan 80 marta kichikdir.

Oyda olam qutbi, Erdan qaraganda, atrofida yulduzlar aylanma harakat qiladigan Qutb yulduziga mos kelmaydi. Erda, Olamning SHimoliy qutbi Kichiq Ayiq yulduz turkumining alьfa yulduziga to‘g‘ri kelsa, Oy uchun qutb – Ajdaho yulduz turkumining omega yulduziga to‘g‘ri keladi va shu yulduz atrofida boshqa yulduzlar aylanma harakatlanayotgandek tuyuladi (Oy o‘z o‘qi atrofida aylanganligi tufayli).

Oy relьefida Ernikiga o‘xshash ob’ektlar ko‘plab topiladi. Oyda ham past tekisliklar, tepaliklar va tog‘lar bor. Bu ob’ektlarni birinchi marta italьyan olimi G.Galiley 1610 yilda o‘zi yasagan teleskopdan Oyni kuzatib topgan edi. U past tekisliklarga «dengizlar» deb nom bergan.



90- rasm

«Dengizlar» degan nom shartli ravishda hozirgacha qo‘llanilsada, aslida u erlarda suvdan asar ham yo‘q.

Oy sirtida ham Erdagi kabi vulqon hodisalar bo‘lib turishini 1958 yili sobiq Ittifoq Fanlar akademiyasi bosh astronomik observatoriyasining (Pulkovo) professori N.A.Kazirov aniqladi. O‘sha yili olim Alьfons krateridan gaz otilishini teleskopdan kuzatdi.

Oydagi tog‘lardan eng yiriklari Alьp, Apenina va Kavkaz tog‘lari deb nomlangan. Tog‘larning balandligi ba’zan 9 kilometrgacha etadi. SHuningdek, Oyda halqali tog‘lar ko‘plab uchraydi.ssirk deb ataluvchi yirik halqali tog‘lardan Klaviy va SHikkardlarning diametrlari 200 kilometrgacha etadi. Erdagi tog‘lardan farqli o‘laroq, Oy tog‘lari ko‘proq tik chiqqan bo‘ladi. Oy orqa tomonining relьefi, birinchi marta Sobiq Ittifoqining 1959 yili uchirgan «Luna-3» avtomatik stansiyasi olgan rasmlaridan ma’lum bo‘ldi va Oyning to‘la globusini yasashga imkon berdi. Oy orqa tomonining relьefi bizga ko‘rinadigan old tomoni relьefidan biroz farq qilib, «dengizlar» deyiluvchi past tekisliklar kamroq kuzatiladi.

Keyingi 15 yil davomida Oyni kosmik apparatlar yordamida o‘rganish, Oy haqida ko‘p yangi ma’lumotlar berdi. 1959 yili yanvarida uchirilgan «Luna-1»dan so‘ng hozirga qadar shu tipdagi 24 ta «Zond» tipidagi 9 ta avtomatik stansiya Er-Oy «trassa»sida safar qilishdi. Keyingi navbatda, Oy avtomatik yoki kosmonavtlar yordamida boshqariladigan kosmik kemalarni Erga qaytib kela oladigan qilib uchirish maqsad qilindi. Sobiq Ittifoq bu rejada avtomatik boshqariladigan, AQSH esa, kosmonavtlar bilan boshqariladigan kosmik kemalarni ma’qul topishdi. «Zond-7» va «Zond-8» kosmik stansiyalar birinchi katta yutuqlarni qo‘lga kiritib Oyga qilingan sayohat davomida talay fotografik va eksperimental materiallar bilan qaytdilar. «Luna-16» avtomatik stansiyasi Erdan berilgan «buyruq» bo‘yicha ishlar, kosmonavt «qo‘lidan keladigan ishni» o‘z zimmasiga oldi, avtomat zimmasiga yuklangan barcha vazifani a’lo bahoga bajardi. «Luna-16», «Luna-20», «Luna-24» Oy tuprog‘i va minerallaridan namunalar keltirdilar.

«Luna-17» va «Luna-21» Oyga eksperimsntal laboratoriyalar («Lunoxod-1» va «Lunoxod-2»)ni eltdi. Bu laboratoriyalar Oyda bir necha o‘n kilometrlik masofani o‘tib, uning relьefi, tuprog‘ining tarkibi, seysmik va vulqonli hodisalarni, kosmik nurlar hamda shu kabi ko‘plab hodisalarni uzoq vaqt davomida o‘rgandi.

Oydan keltirilgan tuproq namunalarining analizi, Oy tuprog‘i asosan to‘rt xil jinslardan: mayda donador g‘ovak, yirik donador jinslardan, brekchiya deyiluvchi minerallar siniqlaridan va regolit (mayda zarrachalar va changlar)dan tashkil topganligini ko‘rsatdi. Bulardan birinchi uch hili kimyoviy jihatidan bir hil bo‘lib, regolit esa, meteor moddalar aralashmasidan ibratligi aniqlandi va u Oy materiklari uchun harakterli jins degan xulosaga kelindi.

91- rasm

1969 yilning iyunida AQSHning «Apollon -11» kosmik apparatida ikki astronavt-Armstrong va Oldringlar Oyga qo‘ndilar. Oy ustida ular uzoq sayr qilib, Erga Oy sirti toshlari, tuprog‘i, kristallarini olib qaytdilar. «Apollon»lar Oyga 12 astronavtni muvaffaqiyatli qo‘ndirib, Oyning rel’efi, fizik tabiatiga tegishli qimmatli ma’lumotlarni qo‘lga kiritdilar.

Osoyishtalik «dengizi»dan olingan namunaning («Apollon-11») tarkibi 40-45% alyuminiy, 4-6% titan va magniyga ega bo‘lib chiqdi. Bo‘ronlar «okeani»dan olingan namuna («Apollon -12») esa biroz boshqacha bo‘lib, unda titan 2-3 marta kam, magniy, kobal’t, vanadiy va skandiy esa aksincha ko‘p bo‘lib chiqdi. Agar Er va Oy jismlarining kimyoviy tarkibi to‘g‘risida gapirilsa, bu jinslarda anchagina farq topiladi. Bu masalada, ayniqsa, Oy changi deb nomlangan Oy sirti qatlami, tabiati jihatidan diqqatga sazovordir. Uning tarkibi kristall

siniqlaridan, temir-nikelь aralashmali shisha donachalaridan, bir jinsli tiniq shisha parchalaridan tashkil topgan bo‘lib, yuqori vakuum sharoitida joylashganidan juda yopishqoqligi ma’lum bo‘ldi.

Oyni o‘rganishning tabiat fanlari uchun muhimligi, Oyning atmosferasidan holiligidandir. Oyga o‘rnatilgan kichik teleskop, Erdagi katta teleskoplar yordamida Erdan olingan osmon jismlari rasmlaridan bir necha marta sifatli materiallar olishga imkon beradi. Oyda o‘rnatilgan o‘rtacha kattalikdagi observatoriya, Erdagi o‘nlab observatoriyalar xizmatini a’lo darajada o‘tay olishi mumkin. SHuningdek, ma’lum Er atmosferasi elektromagnit nurlarining juda kam qisminigina o‘tkazib, qolgan qismlari uchun «tiniq» emas. Oyda esa barcha to‘lqin uzunliklarida Koinotni o‘rganishning imkoniyati mavjud. Kosmosdan planetamiz tomon turli to‘lqin uzunligidagi nurlardan tashqari, elementar zarrachalarning oqimi ham uzluksiz kelib turadi. Bu zarrachalarning manbalari portlovchi yulduzlar, tumanliklar va asosan Quyoshdagi aktiv hodisalardir. Kosmik nurlar deb, yuritiluvchi bu oqim zarrachalari turli miqdorli energiyaga ega bo‘ladi. Kosmik nurlarning Er atmosferasida ko‘plab yutilib qolishi, ularni to‘la o‘rganishga imkon bermaydi. Oy sirtida turib bu nurlarni o‘rganish, fiziklar uchun ko‘p yangilik beradi.

SHuningdek, Oyda qazilma boyliklar, qimmatbaho mineral va rudalar koni bo‘lishi mumkinligi, uning tuproq namunalarini o‘rganishdan ma’lum bo‘ldi.

YAqin yillarga qadar Oyning kelib chiqishi haqida hukmronlik qilgan gepotezani biolog CHarlz Darvinning o‘g‘li-matematik va astronomik Djoris Davrin taklif qilgan edi. Bu gepotezaga muvofiq, Oy Erdan uning evolyusiyasining dastlabki stadiyasidan ajralib chiqqan deb tushuntiriladi. Planetalarning Quyoshdan ajralganligi haqidagi kosmogonik gepoteza, hisoblashlar natijasida o‘zini oqlamagach, Davrinning shu gepotezasining asosiga ham putur etdi.

Hozirgi davrda Oyning kelib chiqishi haqida ikkita gepoteza mavjud, bulardan biriga ko‘ra (YUri, Derbiger va Alьven) Oy, Quyosh atrofida Erga yaqin masofada aylanuvchi kichik planeta bo‘lgan va vaqt o‘tishi bilan Erga yaqinlashib, u bilan «ushlanib» qolgan. Natijada Erning tabiiy yo‘ldoshiga aylangan.

Ikkinchi gepotezaga ko‘ra (B.YU. Levin boshchiligidagi gruppa) Oy, Er atrofida yig‘ilgan chang zarrachalaridan Erning massasi hozirgi massasining qariyib 0.3-0.5 qismini tashkil qilgan davrlarda hosil bo‘lgan. Bu gepotezaga ko‘ra, Oyning «yoshi», Erdan 100-200 million yilga kamroq bo‘lishi, hozirgi zamonda olingan ma’lumotlarga mos kelishi bilan diqqatga sazovordir. Bu ikki gepotezadan qay biriga ko‘proq yon berish hozircha qiyin bo‘lsada, Oyning ichki strukturasini va yoshini aniq o‘rganish, yaqin kelajakda bu kosmogonik muammoni hal qilishga to‘la imkon beradi.

5-§. Mars (Mirrix)

Urush xudosi nomi bilan yuritiladigan Er tipidagi to‘rtinchi planeta Mirrixning orbitasi, Ernikidan tashqarida yotadi. Uning Quyoshdan o‘rtacha uzoqligi 228 million kilometr. Mars Quyosh atrofida aylanayotib, har 780 kunda Erga yaqinlashib turadi. Bunday yaqinlashish qarama-qarshi turish deyiladi. Mars orbitasi ellips shaklida bo‘lganligidan, qarama-qarshi to‘rish paytida uning uzoqligi 55 dan 102 million kilometrgacha o‘zgarib to‘radi. Mars Erga yaqin kelgan hol buyuk qarama-qarshi turish deyiladi. Planetaning buyuk qarama-qarshi turshi har 15-17 yilda kuzatilib, oxirgisi 1988 yilda bo‘lgan.

Mars nisbatan kichik sayyora, uning diametri 6775 kilometr, massasi esa $6{,}44 \cdot 10^{23}$ kg (Er massasining 0,107 qismini tashkil qiladi. ¡rtacha zichligi ham Ernikidan ancha kam 3,94 g/sm^3. Erkin tushish tezlanishi 3,72 m/s^2.

«Urush xudosi» o‘zining fizik tabiati jihatidan Quyosh sistemasining planetalar ichida Erga «qarindosh»ligi bilan ajralib turadi. Mars sutkasi Ernikidan kam farq qilib-24 soatu 37,5

minutga teng. SHuningdek, planetada yil fasllari bo‘lishini ta’minlovchi aylanish o‘qining orbita tekisligi og‘maligi ham Ernikidan oz farq qiladi-64°,4. Biroq «qizil sayyora» yilining uzunligi biznikidan ancha ortiq bo‘lib, 687 Er sutkasiga (669 Mars sutkasiga) tengdir. Mars Quyoshdan Erga nisbatan o‘rtacha 1,5 marta uzoqligidan uning yuza birligiga tushadigan Quyosh energiyasi, Erning shunday yuza birligiga tushadigan energiyaning 43% inigina tashkil qiladi. SHuning uchun planetaning o‘rtacha yillik temperaturasisselьsiy shkalasida -60° ni tashkil qilib, sutka davomida keskin o‘zgaradi. 35 gradusli kenglikda, kuz faslida, tush paytiga yaqin harorat -20° kechqurun -40°, kechasi esa -70° ga boradi. Qish paytida 40° li kenglikda harorat -50° dan, 60° li kenglamada esa - 80°-90° dan ortmaydi. Mars sirtining minimal temperaturasi –125° dan pastga tushmaydi.

Mirrixning atmosferasi juda siyrak bo‘lib, sirtida o‘rtacha bosim 6.1 millibar (1 bar taxminan 1 atmosfera), ya’ni dengiz sathidagi Erning atmosfera bosmidan qariyb 160 marta siyrak. Biroq planetaga tegishli aniq ma’lumotlar «Mars» va «Mariner», «Viking» (AQSH) tipidagi planetalararo avtomatik stansiyalar yordamida qo‘lga kiritildi. Ma’lum bo‘lishicha, Mars atmosferasining 95% karbonat angidriddan, 2,5% azot, 1,5÷2% argon va juda kam miqdordagi kislorod (0,2%) va suv bug‘idan (0,1%) tashkil topgan ekan.

Teleskop yordamida Marsning qutblarida juda qadimdan kuzatiladigan oq «qalpoq»lari, yaqin yillarga qadar «urush xudosi»ning asosiy jumboqlaridan hisoblanar edi. Qizig‘i shundaki, bu «qalpoq»lar, Erning shimoliy va janubiy qutblarida kuzatiladigan shimoliy muz okeani va Antraktidaga juda o‘xshab ketadi. SHuningdek, Mirrixning bu «qalpoq»lari sayyora qaysi faslni «boshidan kechirayotgani»ga ko‘ra o‘zgarib turadi.

Qishda ularning egallagan maydoni ortib, shimoliy yarim sharda 62 graduslik kenglikgacha, janubiy yarim sharda esa – 55 gradusgacha bostirib keladi. SHuni unutmaslik kerakki, qish har ikkala yarim sharda bir vaqtda bo‘lmaydi, Erdagidek bir biridan yarim yilga (Mars yili bilan) farq qiladi.

So‘ngra bahor boshlanishi bilan, «qalpoq» larning keskin erishi boshlanadi va yozda ulardan aytarli iz qolmaydi.

Maxsus metodlar yordamida «qutb qalpoqlari»ni o‘rganish, ular muz holatidagi karbonat angidrit ekanini ma’lum qildi. Keyinchalik kosmik apparatlar, Mars qutblarida temperatura, karbonat angidridning 6,1 bar bosimida (planetaning sirtida atmosfera bosimi) kondensatsiyalanish temperaturasiga (-125°S) yaqin ekanligini aniqlash bilan yuqoridagi fikrni tasdiqladi.

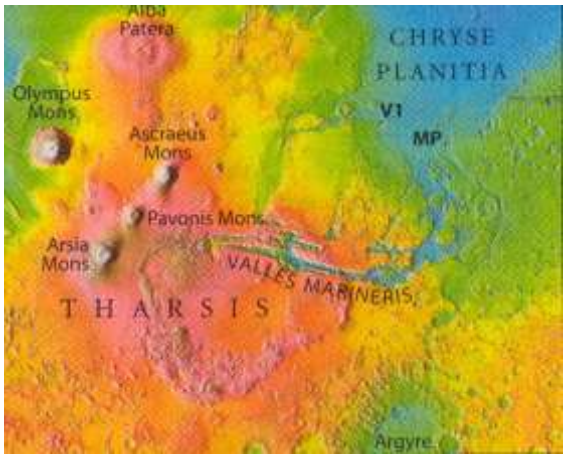
Planeta atmosferasining tarkibi aniqlangach, «qutb qalpoqlari» ning sayora atmosferasining fizikasida roli katta ekanligi ma’lum bo‘ldi. CHunonchi bahorda «qutb qalpoq»larining kuchli erishi va buHlanishi xisobiga, qutb teppasida atmosferaga juda ko‘p miqdorda karbonat angidrit uloqtirilib, bosimni keskin ortishiga sabab bo‘ladi. Oqibitda kuchli shamol vujudga kelib, u juda katta gaz massasini janubiy yarim sharga olib o‘tadi. Garchi bunda shamolning tezligi sekundiga taxminan 10 metrni tashkil etsada, fasliy o‘zgarishlar bilan boHliq jara±nlar tezligi ayrim xollarda sekundiga 70-100 metrgacha boradigan kuchli shamolni vujudga keltiradi. Bunday shamol ta’sirida 100 milionlab tonna chang atmosferaga ko‘tariladi. 1971 yili huddi shu xildagi bo‘ron ko‘tarilib sayyora sirtini paranji misol bizdan to‘sadi. Bu davrda ko‘tarilgan va butun planeta diskini qoplagan qizg‘ish chang bulutlari hatto «qutb qalpoqlari»ni ham ko‘rishga imkon bermadi. 1971 yil dekabrida Sobiq Ittifoqning «Mars - 3» va AQSH ning «Mariner-9» kosmik apparatlari bo‘ron ayni «quturgan» paytda sayyoraning ko‘rinishlarini aks qiluvchi rasmlarini oldi.

Marsning relьefi bir biridan keskin farqlanuvchi rayonlardan iborat bo‘lib, bular ichida juda katta maydonni kraterlar egallaydi. Kraterlar sohasi, shimolda ekvatordan 40 graduslik kenglikgacha borgani holda, janubda, ekvatordan 80 graduslik kengliklargacha yastanadi.

Mars relьefiga tegishli ob’ektlar ichida o‘tgan asrda kuzatilgan «Mars kanallari» uzoq tortishuvlarga sabab bo‘ldi. 1877 yili planetaning qarama-qarshi turishi (Erga yaqin kelishi) paytida italiyalik olim Skiaparelli «qizil planeta» sirtida turli yo‘nalishlarga ega, bir-birini kesib o‘tuvchi ingichka qora «yo‘l»lar zanjirini kuzatdi va ularga kanallar deb nom berdi. Ko‘p o‘tmay, Marsni kuzatish uchun maxsus observatoriya qurgan Amerikalik astronom Louell, kuzatish materiallariga tayanib, «Mars kanallari» sun’iy qurilmalar degan gipotezani o‘rtaga tashladi.

«Mars» va AQSH ning «Mariner» avtomatik stansiyalari yordamida olingan dastlabki rasmlaroq, «Mars kanallari» haqiqiy kanallar bilan hech qanday umumiylikga ega emasligini ko‘rsatdi. Aslida kanallar o‘rnida tog‘lar va kraterlar zanjiri joylashgan bo‘lib, teleskopik kuzatishlarda ular qo‘shilib kanallar ko‘rinishini olar ekan. «Urush xudosi» o‘z bag‘rida yastangan pasttekisliklari va tog‘lari bilan planetamiz – Erga juda o‘xshab ketadi.

Marsning 20 dan 55 gradusgacha SHimoliy kengliklari orasidan joy olgan va qariyb 2000 kilometrgacha cho‘zilgan Ellada pasttekisliklarining «Viking» dan olingan rasmlaridan ko‘rinishicha, bu kraterlardan xoli va atrofga nisbattan ancha cho‘kkan pasttekisliklar ekanligi aniqlandi. Janubiy yarim shardagi boshqa bir yirik maydonlik pasttekisliklar Argir deb yuritiladi. Argirdan shimoliy – g‘arb tomonda ulkan vulkanik tog‘ Tarsis yastanadi. Uning ortida shimoliy yarim sharda mashhur Amazoniya va Utopiya pasttekisliklari joylashgan. 50 paralleldan to 70 graduslik parallelgacha Katta Sahro yastanib, u shimoliy qutbni o‘rovchi tog‘ halqasi bilan chegaralanadi.



92- rasm

Mars relьefining asosiy ajoyibotlaridan biri – planeta tog‘laridir. Planetaning Tarsis rayonida to‘rtta konus shaklidagi tog‘ ko‘kka bo‘y cho‘zadi. Bu tog‘lar, vulqonli jarayon ta’sirida vujudga kelgan tog‘lar bo‘lib, ulardan eng janubda joylashgan Arsiya tog‘i asosining diametri 130 kilometrni tashkil qiladi. Bu tog‘lar ichida eng yirigi Olimp tog‘i bo‘lib, u Erdagi vulqonlik tog‘lardan bir necha marta ustunlik qiladi. Olimp tog‘i konus asosining diametri 600 kilometrga, balandligi esa 27 kilometrga boradi (Erdagi eng yirik tog‘ning balandligi 9 kilometr, eng yirik vulqon asosining diametri esa 250 kilometrdan ortmaydi).

Qolgan vulqonik tog‘lar Olimp balandligidan qolishsa-da, biroq ularni 15 kilometrli balandlikdagi chang bulutlaridan o‘zib ko‘rinishi (1871 yil olingan rasmlarda), bu tog‘larning balandliklari ham 15-20 kilometrdan kam emasligini ko‘rsatadi.

Har to‘rttala tog‘da ham vulqonning to‘xtaganiga yuzlab million yil o‘tgan deb taxmin qilindi. Olimp tog‘ cho‘qqisidagi kraterning diametri 70 kilometrgacha borib, baland marza bilan chegaralangan. Bir vaqtlar bu vulqondan otilgan lava suyuq bo‘lib, juda uzoqlargacha oqib borgan.

Mars relьefining eng qiziq ob’ektlaridan biri, uzunligi bir necha yuz kilometrgacha cho‘zilgan jarliklardir. Arsiya tog‘idan 20 gradus sharqda bunday jarliklardan biri joylashib,

uning uzunligi 400 kilometrgacha, kengligi ayrim joylarida 30 kilometrgacha, chuqurligi esa 2 kilometrgacha boradi. Bunday jarlik janubdagi 10 parallel bo‘ylab yo‘nalgan yana ham «bahaybat» kanьon deyiluvchi vodiy bilan tutashib ketadi. Mariner vodiysi deb nom olgan bu kanьon 3600 kilometrgacha cho‘zilib, chuqurligi 5-7 kilometrgacha etadi. «Mariner-9», «Mars-4-5» va «Viking»lar olgan rasmlardan ko‘rinishicha, kanьonlar atrofidagi jarliklar hozir ham emirilishda davom etib, qizig‘i, o‘pirilgan qismlar suyuq loy ko‘rinishida uning tubiga va atrofga oqadi. Mariner vodiysining kengligi ayrim joylarda 200 kilometrgacha etadi.

93- rasm

Mars sirtida kuzatiladigan boshqa bir «tilsim» daryo o‘zanlaridir. Bular ichida 30 graduslar chamasi janubiy kenglikda joylashgan Nirgal deb nomlangan daryo o‘zani 400 kilometrga cho‘zilgan Marsning qadimiy daryolaridan hisoblanadi. Nirgal juda katta havzaga quyilganligi «Mariner-9» olgan rasmlarda yaqqol ko‘rinadi.

SHuningdek, uzunligi 700 kilometrgacha boradigan boshqa bir daryo o‘zani - Maadimning ayrim joylarida kenglik 80 kilometrgacha etadi.

Bu daryo o‘zanlarida hozir hech qanday suyuqlik oqmasligi aniq. U holda, mazkur daryo o‘zanlarini nima vujudga keltirgan? -degan savol tug‘iladi. Ushbu savolga javob topish, bir necha yillar davomida uzoq tortishuvlarga sabab bo‘ldi. Marsning «qutb qalpoqlari»ning karbonat angidrid muzidan tashkil topganligi, kuzatilgan daryolarda bir vaqtlar suyuq holda SO_2 oqqan degan dastlabki gipotezaning tug‘ilishiga sabab bo‘ldi. Biroq keyinchalik, planeta atmosferasining tarkibi va fizik tabiati (temperaturasi, bosimi)ga tegishli aniq ma’lumotlar olingach, bunday sharoitda karbonat angidrid faqat qattiq yoki gaz holatda bo‘la olishi ma’lum bo‘ldi. Binobarin, millionlab yillar oldin Mirrix sirtida daryo o‘zanlari ko‘rinishida o‘z «avtografini» qoldirgan suyuqlik - karbonat angidrid emasligi aniq.

SHuningdek daryo o‘zanlarining «muallifi», bir vaqtlar aktiv vulqonlarning lavalari degan gipoteza ham «tug‘ilgan» vaqtlariyoq, unga tegishli nazariy hisoblashlarga dosh berolmay yo‘qqa chiqdi. CHunki bunday hisoblashlar, lava, sayyora sirtining mavjud sharoitida daryo o‘zanlarining boshidayoq qotib ulgurishini ma’lum qildi.

Mirrixning qurigan daryolari haqida tug‘ilib, yildan-yilga ko‘proq tasdig‘ini topayotgan gipoteza, qadimda bu daryo o‘zanlari bo‘ylab suv jo‘sh urgan degan nazariyani olg‘a suradi.

Marsda, hozirga qadar, muz holatida suv zapaslari borligining foydasiga «gapiruvchi» faktlar etarlichadir. Jumladan, planetaning ma’lum yarim sharida bahor boshlanishi bilan, u yarim sharga tegishli «qutb qalpog‘i» maydonining keskin kamayishi kuzatiladi. Biroq yoz chillasi tugagach, «qalpoq»ning keskin qisqarishi to‘xtaydi va uning qutb atrofidagi yorug‘ spiral tasmalar ko‘rinishidagi qismi, yoz butunlay o‘tguncha ham saqlanib qoladi. Buning sababi, qutb

zonasida bir necha o‘nlab metr qalinlikda, asrlar davomida yig‘ilgan chang bilan ko‘milgan suv muzi qatlamining joylashganidandir deb tushuntiriladi. SHuningdek, kanьonlar «qirg‘og‘i»dagi o‘pirilishlarning yoyilishi tabiati ham planetaning sirtosti muz qatlamlari borligidan dalolat beradi.

Bu dalillarni e’tiborga olgan holda, mashhur plantologlar V.Moroz va K.Saganlar Marsdagi daryo o‘zanlari, bir vaqtlar bu o‘zanlar bo‘ylab oqqan suvning «muruvvati»dan boshqa narsa emas, degan xulosaga keldilar.

Erning «yoy qo‘shnisi»da hayotning bor yoki yo‘qligi masalasi uzoq yillardan buyon olimlarni qiziqtirib keladi.

1975 yili, asosiy maqsadi Marsda xayotning bor yoki yo‘qligini aniqlashga qaratilgan va har birining massasi uch yarim tonnadan keladigan AQSHning «Viking-1» va «Viking-2» kosmik apparatlari sayyora tomon yo‘lga chiqdi. «Viking-1» 350 million kilometr chamasi ortda qoldirib, 1976 yilning 20 iyulida Xris tekisligiga, «Viking-2» esa 4 sentyabrda bu joydan 6400 kilometr shimoliy sharq tomonda joylashgan Utopiya tekisligiga qo‘ndirildi. «Viking-1» qo‘ngan kuniyoq, «qizil planeta» sirti yumshoqligidan Erdagilarni ogoh qilib, atrof tasvirini Erga uzatdi. Tasvirlarda har xil kattalikdagi harsang toshlar va tuproq barxanlari yaqqol ko‘zga tashlanadi. Bunday barxanlari paydo bo‘lishida bo‘ronning qo‘li borligi shundoq ko‘rinib turibdi (94-rasm). «Viking-1» qo‘ngandan so‘ng ko‘p o‘tmay, Erga quyidagi meteorologik ma’lumotni yubordi: kechqurun sharq tomondan esgan kuchsiz shamol, yarim kechadan so‘ng, janubiy g‘arb tomondan esa boshlagan shamol bilan almashgan, uning maksimal tezligi sekundiga 6,7 metrgacha etgan, bosim 7,7 millibarga teng bo‘lib, erta tongda temperaturasselьsiy shkalasida minus 85,5 gradusni, kunduzi esa minus 30 gradusni tashkil qilgan. Erga uzatilgan tasvirlar ayrim kraterlar tubidan va yoriqlardan tuman buluti ko‘tarilayotganini ma’lum qildi. Bunday tuman, asosan suv bug‘idan tashkil topganining aniqlanishi, «qizil planeta» bag‘rida etarlicha suv zapaslari (muz holatda) borligi haqidagi gipotezaning isboti uchun yana bir dalil bo‘ladi. Mars tuprog‘ini analiz qilish maqsadida, kosmik stansiyaning maxsus apparati o‘z «hovuchi» bilan ariqcha yasadi. Bu sun’iy ariqchaning ta’sviridan uning chekkalari ho‘l qum qazilgandagidek o‘pirilib tushgani ham yuqoridagi unda suvning mavjudligi xaqidagi, fikr foydasiga «gapiradi».

Mirrixning sirt tuprog‘i namunasining analizi, uning tarkibida temir (12-15% gacha), kremniy (20% gacha), alyuminiy (2-4% gacha), kalьsiy (3-5% gacha), mangniy (5% gacha), oltingugurt (3% gacha), hamda kammiqdorda fosfor, rubidiy va stronsiylar borligini ma’lum qildi.

Ko‘pchilik olimlar kutganidek, har ikkala stansiya telekameralarining ko‘rish maydonlarida, na o‘simlik va na tirik jonivorlarning «oqi ham ko‘rinmaydi».

Marsda hayotning bor yoki yo‘qligi, tadqiqotlar programmasida o‘z aksini topgan quyidagi biologik eksperimentlar yordamida aniqlanishi zarur edi:

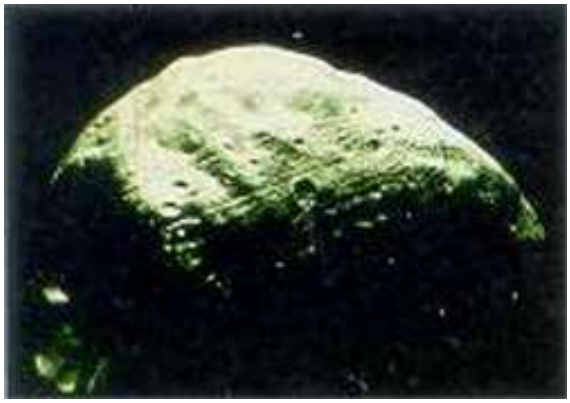
1) Mikroorganizmlar tomonidan, radioaktiv izotop bilan oldindan nishonlangan substratni iste’mol qilinishi jarayonida chiqariladigan radioaktiv karbonat angidridni o‘lchashga asoslangan; 2) $S^{14}O$ va $S^{14}O_2$ assimilyasiyasiga asoslangan va, nihoyat; 3) inkubatsiya (etiltirish) kamerasida mikroorganizmlarning rivojlanish jarayonida gaz tarkibining o‘zgarishiga asoslangan eksperimentlar.

1976 yili 28 iyulь kuni «Viking-1» Mars tuprog‘idan namuna olib, biologik tadqiq qilish boshlandi. Birinchi eksperiment uchun ajratilgan kameradagi Mars tuprog‘iga, iste’mol moddalar namligini oshirish uchun glitserin va glyukoza kiritiladi. So‘ngra ko‘payish jarayonida, iste’mol

substraktlar karbonat angidrid gazini hosil qilish bilan bo‘linadi. Bu gazning radioaktivligi esa maxsus schyotchik yordamida qayd qilinadi.

Dastlabki biologik eksperiment, Marsda mikro- organizmlar borligini tasdiqlovchi karbonat angidridni intensiv ajralayotganini qayd qildi. Biroq ko‘p o‘tmay, ajralayotgan gaz miqdori keskin kamaya boshladi. Uch kun o‘tgach, bu tajriba qaytarilganda xuddi shunday hol qaytarildi. Garchi ikkinchi eksperiment uchun mo‘ljallangan asbobda, assimilyasiyaga asoslangan tajriba ham planeta tuprog‘ida mikroorganizmlar mavjud degan xulosaga dalil bo‘lsa-da, biroq uchinchi eksperiment natijasi bu masalada olimlar fikrini chalkashtirishga olib keldi. Boshqacha aytganda, uchinchi, gaz almashinuviga asoslangan eksperimentda ham 1-eksperimentdagi kabi, dastlab, kislorodning ajralishi juda intensiv bo‘ldi (kutilganidan 15-20 marta intensiv). Biroq ko‘p o‘tmay, gaz almashinuvining intensivligi nolgacha pasaydi. Natijada olimlar «urish xudosi»da hayotning eng sodda ko‘rinishlari - mikroorganizmlar bor, degan kat’iy qarorga kelish uchun etarli ilmiy asosga ega bo‘lolmadilar.

Marsning ikkita tabiiy yo‘ldoshi bor. Ulardan biri Fobos («Qo‘rqinch»), ikkinchisi esa Deymos («Dahshat») deb ataladi. Har ikkala yo‘ldosh ham 1877 yili avgust oyida amerikalik A. Xoll tomonidan topilgan. Qizig‘i shundaki, bu ikkala yo‘ldosh ham shar shaklida bo‘lmay, kartoshka shaklini eslatadi. Fobosning ikki o‘zaro perpendikulyar o‘lchamlari, mos ravishda 18 va 22 kilometr bo‘lib, Deymosning shunday o‘lchamlari 10 va 16 kilometrni tashkil etadi. Fobos, Mirrixdan o‘rtacha 6 ming kilometr narida uning atrofida 7 soatu 30 minutda aylanib chiqqani holda, Deymos 30 soatu 18 minutda aylanib chiqadi. Er atrofida aylanadigan Oydan farq qilib, Marsning unga yaqin «oyi»-Fobos g‘arbdan chiqib sharqqa botadi. Qizig‘i yana shundaki, bir sutkada Fobos kun botish tomonidan 3 marta chiqib, kun chiqish tomonda 3 marta botadi.



94- rasm

Fobosning o‘rtacha zichligi 1,8 g/sm^3 bo‘lib, massasi 8-10^{12} (8 trillion) tonna keladi. Erda 60 kg li odam, u erda atigi 30 gramm chiqardi. Biroq shunga qaramay Fobosda yurish oson ish bo‘lmasdi: Erda 2,5 m balandlikka sakray oladigan sportchi bir sakrab Fobosni tashlab keta oladi!

Qo‘rqinch va Dahshat sayyoraning o‘zi bilan birga “tug‘ilgan” deyishga hech asos yo‘q. Planetaning bu ikki “oyi” Marsdan ko‘p uzoq bo‘lmagan mayda planetalar orbitasidan “adashib” chiqib, bir necha o‘nlab million yillar ilgari “urush xudosi”ning domiga duch kelgan va u bilan “ipsiz bog‘langan” osmon jismlaridandir. Eng kamida, bu ikki tabiiy yo‘ldoshning -“qizil planeta” atrofida ushlanib qolishini gipoteza shunday tushuntiradi.

6- §. YUpiter (Mushtariy)

Quyosh sistemasining planetalari ichida eng yirik hisoblangan YUpiter, tabiati va tuzilishiga ko‘ra, jumboqlarga boyligi bilan astronomlar diqqatini o‘ziga jalb etadi. YUpiterning o‘rtacha radiusi, Er radiusidan qariyb 11 marta katta bo‘lib, 69 ming 150 kilometrni tashkil qiladi. Bu gigant planeta 778 million kilometr masofada Quyosh atrofida aylanadi. Planetaning Quyosh atrofida aylanish tezligi sekundiga 13 kilometr bo‘lib, 12 yilda bir marta to‘la aylanib chiqadi. Boshqacha aytganda, Erdagi 60 yoshli odam YUpiter yili bilan endi 5 yoshga to‘lgan bo‘lur edi. Qizig‘i shundaki, YUpiterning o‘z o‘qi atrofida aylanishi, Er tipidagi planeta aylanishlaridan farq qilib, ekvator qismi tezroq-9 soatu 50,5 minutli, o‘rta kenglamalari esa sekinroq-9 soatu 56 minutli davr bilan aylanadi. Planetaning turli kenglamalari turlicha burchak tezlik bilan aylanishlariga sabab, u tuzilishiga ko‘ra qattiq bo‘lmay, gaz-suyuq holatidagi osmon jismi ekanligidadir. Buning ustiga, uning ko‘ringan sirti atmosferasida “suzib yuruvchi” bulutlardan tashkil topgan.

a) b)

95- rasm

Planetaning tez aylanishi tufayli vujudga kelgan markazdan qochma kuch ta’sirida, YUpiterning kutblari bo‘ylab sezilarli siqilish kuzatiladi. Natijada uning ekvatoril diametri, qutbiy diametridan 9 ming 300 kilometrga katta bo‘lib qolgan.

YUpiterning hajmi Ernikidan 1314 marta ortiq. Garchi bu sayyoraning zichligi Ernikidan 3,5 marta kam (1,3 g/sm^3) bo‘lsa-da, kattaligi tufayli uning massasi Er massasidan 318 marta ortiqdir. SHuning uchun ham YUpiterning tortish kuchi, Erdagidan ikki yarim marta ko‘p, ya’ni 60 kilogrammli odamning og‘irligi YUpiterda 150 kilogrammdan ortadi. Gigant planetaga teleskop orqali qaralganda, uning sirtida turli xil ob’ektlar kuzatiladi. Bu ob’ektlar ichida tabiati haligacha jumboqligicha saqlanayotgan, ekvatorga parallel qora-qizg‘ish tasmalar kishi diqqatini o‘ziga jalb etadi (95 -rasm).

Bu tasmalar, oxirgi yillar materiallari asosida, planeta atmosferasining qalin bulutlari deb tushuntiriladi. Ular planetaning parallellari bo‘ylab yo‘nalgan bo‘lib, ekvatorga nisbatan simmetrik ko‘rinish hosil qiladi. Sayyora bulutlarining bunday zanjirli strukturasi ±40 gradusli kenglikkacha borib, ayrim hollarda, diametri 1 ming kilometrgacha boradigan qo‘ng‘ir yoki ko‘kish dog‘larni hosil qiladi.

Mushtariyning qadimiy “tilsim”laridan boshqa biri - 1878 yili topilgan uzunligi 30 ming, eni 13 ming kilometrga cho‘zilgan katta Qizil Dog‘dir. Qizig‘i shundaki, bu Dog‘ planetaning sirt detallari qatori uning sutkalik aylanishida ishtirok qilishi bilan birga goh u yoniga, goh bu yoniga bir necha gradusgacha siljiydi. Bunday hol, Katta Qizil Dog‘ planeta sirti bilan bog‘lanmagan degan xulosaga olib keldi. G.Golitsin taklif etgan joyaga ko‘ra, Katta Qizil Dog‘ planeta atmosferasining uzoq davom etadigan gigant uyurmasidir. O‘xshashlik prinsipi asosida

ishlab chiqqan uning bu nazariyasi, keyingi yillarda bir necha faktorlar bilan tasdiqlanishi bilan e'tiborga sazovor gipoteza hisoblanadi. AQSHning "Pioner X" va "Pioner XI" kosmik apparatlari yordamida Katta Qizil Dog'ning olingan rasmlarida uning detallari, strukturasi anchayin tiniq ko'rinsa-da, hali bu yirik Dog'ga tegishli muammolar etarlicha ko'p, jumladan uning qizil rangi ham hozirgacha sir hisoblanadi.

YUpiter atmosferasi Ernikidan keskin farq qilib, vodorod, geliy, metan va ammiak gazlaridan tashkil topgan. Atmosferaning asosiy qismini vodorod va geliy tashkil qiladi. Planeta spektrida geliy o'z "avtograf"ini qoldirmasligi, olimlarni uzoq vaqt ajablantirdi, chunki nazariy hisoblashlar geliy uning atmosferasida keng tarqalganligini inkor etmasdi. Bu masala 1973 yili hal bo'ldi. YUpiter yaqinida o'tayotgan avtomatik stansiya "Pioner X" Erga yuborgan "radiogrammasi"da planeta atmosferasida geliy borligini ma'lum qilganda, astronomlar "engil nafas" olishdi. Bu olingan ma'lumotlar geliy miqdori planeta atmosferasining taxminan 13% ini tashkil qiladi.

SHuningdek, planetaga tegishli spektrogrammalarning analizi uning atmosferasida Metan (SN_4) va ammiak (NN_3) dan tashqari sezilarli miqdorda atsetilen (S_3N_2) va etan (S_2N_6) borligini ma'lum qildi. Bu birikmalar Quyoshning ulьtrabinafsha nurlari ta'sirida atmosferada ro'y beradigan fotoximik reaksiya tufayli metanning parchalanishidan vujudga keladi deb taxmin qilinadi. YUpiter atmosferasida SO va SO_2 kabi molekulyar birikmalarning topilishi astronomlar uchun «syurpriz» bo'ladi, chunki vodorodli atmosferada karbonat angidrid tez parchalanishi kuzatiladi va shuning uchun ham olimlar mushtariyning atmosferasida uni kutmagan edilar. Kam miqdorda bo'lsa-da, Mushtariy o'z «to'pi»da zaharli-sianli vodorod (NSN) va vodorodli germaniy (GeN_4) kabi birikmalarning zapasini asraydi.

Gigant sayyora atmosferasida suv bug'larining topilishi ham katta voqea bo'ldi, chunki Erdan kuzatiladigan planetaning bulutli qatlamlaridagi minus 120-130 gradusdan past temperaturada suv bug'lari doimo muz holatidagina bo'lishi mumkin deb taxmin qilinar edi.

Planetaga tegishli sirlarni «fosh» qilishda 1973 yilning 4 dekabrida YUpiterdan 130 ming kilometrli masofadan o'tishda u bilan «salom-alik» qilgan «Pioner-X» (AQSH) avtomatik stansiyasining xizmati katta bo'ldi. Bu kosmik apparat Erdan uchirilgach, qariyb ikki yillik sayohatdan so'ng YUpiterga 6,5 million kilometr yaqinlashgandayoq, planeta magnitosferasi YUpiterga «peshvoz» chiqdi. Mushtariyning magnitosferasi asosan uch qismdan iborat bo'lib, 20 sayyora radiusi masofagacha cho'zilgan ichki qismida dipolli (ikki qutbli) magnit maydon hukmronlik qiladi. 60 radius cho'zilgan o'rta qismida esa, sayyoraning magnitosferasi, markazdan qochma kuch ta'sirida kuchli deformatsiyalanishi oqibatida, sfera ko'rinishini yo'qotib, disk ko'rinishi oladi va nihoyat 90 radiusgacha boradigan tashqi qism esa, «quyosh shamoli» (Quyoshdan kelayotgan plazma oqimi) ta'sirida kuchli deformatsiyalanadi.

Magnitosferani tashqi tomonidan zarbiy to'lqin chegaralaydi. Bunday zarbaviy to'lqin Quyoshdan kelayotgan plazmaning tormozlanishidan paydo bo'ladi. YUpiterning tungi tomonida magnit moydoni Erniki kabi, uzun dum hosil qilib, bir necha yuz million kilometrgacha cho'ziladi.

Ma'lumki, elektronlar magnit maydonda harakatlanganda ikki xil nurlanadi. Bu nurlanishlardan birissiklotron nurlanish deyilib, nisbatan kam kuvvatli elektronlarning (0,5 MeV gacha energiyali) harakatlanishidan, ikkinchisi esa sinxrotron nurlanish deyilib, relyativistik elektronlarning (tezligi-yorug'lik tezligi kattaligiga yaqin elektronlarning) harakatlanishidan vujudga keladi va dekametrli radionurlanishlarning manbai hisoblanadi.

Gigant planetaning magnit maydoni zaryadli kosmik zarrachalar bilan ta'sirlashib, ularni o'z sferasida «qafas»ga tushiradi va natijada bunday holat, planeta atrofida, Ernikiga o'xshash

kuchli radiatsiya kamaralarining paydo bo‘lishlariga olib keladi. Toroidal shaklidagi (teshikkulcha ko‘rinishli) radiatsion kamar, sayyoraning ekvator tekisligiga bir oz osayyoraning ekvator tekisligiga bir oz og‘gan holda bo‘lib, 1,5 dan to 6 planeta radiusigacha masofaga cho‘ziladi. Bu poyasda magnit maydoni «asir olgan» elektronlarning energiyasi 3 dan 30 MeV gacha oraliqda bo‘ladi. Planetaning magnitosferasi va radiatsiya kameralari, zaryadli zarrachalar uchun ulkan tabiiy tezlatgich (uskoritelь) bo‘lib xizmat qiladi. Erda qayd qilinadigan kichik energiyani elektronlar, YUpiterning bu tabiiy tezlatgichlarining mahsuli ekanligi, ular uchun xarakterli-10 soatlik davrning sayyoraning aylanish davri bilan bir xilligidan aniqlanadi.

SHuningdek, Mushtariyning metrli radiodiapazonda kuchli nurlanishining manbai ham elektronlarning magnitosferada sinxrotron nurlanish bilan aloqadorligi ma’lum bo‘ldi. Ulkan planetaning metrli diapazonda ishlaydigan bir necha «radiostansiyalari» 11 metrdan 30 metrgacha oraliqdagi kichik diapazonni o‘z ichiga oladi. Bulardan «radiobo‘ron» deb nom olgan planeta radionurlanishining chaqnashlari ham sayyoradan ahyon-ahyonda qayd qilinadi. Hisob-kitoblarning ko‘rsatishicha, bu radiochaqnashlarning manbai, quvvati jihatidan, Erda momoqaldiroq paytida chaqnagan yashin-quvvatidan milliardlab marta ortiq quvvatga ega bo‘lgan sayyora atmosferasidagi «chaqmoq» bo‘lishi lozim.

YUpiter, Quyoshdan Erga nisbatan 5 marta ortiq masofada bo‘lganidan unga tegishli ma’lum yuza birligining Quyoshdan oladigan energiyasi Ernikidan 27 marta kamlik qiladi. Biroq shunga qaramay, bu sayyoraning ma’lum yuzasi Quyoshdan olgan energiyasidan qariyb 2,5 marta ko‘p energiya bilan, asosan radio va infraqizil diapazonlarda nurlanadi. Bu-Mushtariyning qa’rida noma’lum mexanizmli energiya manbai, yulduzlarniki kabi termoyadro sintezi bo‘la olmasligidan darak beradi. Binobarin, planeta nurlanishida energiyaning birdan-bir manbai gravitatsion siqilish bo‘lishi mumkin. Xuddi shunday nazariya, ayni paytda, haqiqatga eng yaqin gipoteza deb tan olingan. Infraqizil spektrometr yordamida, sayyoraning bu diapazondagi nurlanishi asosida aniqlangan. YUpiter sirtining harorati, uning kunduzgi va tungi qismlarida temperatura bir xil bo‘lib,sselьsiy shkalasida minus 133 gradus ekanligini qayd qildi.

Mushtariyning sirtidan markazga tomon temperatura tez ortib borishi va oqibatda juda katta chuqurlikka, uning moddasi faqat gaz-suyuq holatda bo‘la olishi ham oxirgi yillar hisob-kitobidan ma’lum bo‘ldi. Planeta haqida qo‘lga kiritilgan eng so‘nggi ma’lumotlar asosida bu ulkan sayyoraning ichki tuzilishi matematik modellashtirildi. Ushbu modelga ko‘ra, YUpiter atmosferasining balandligi 2 mingdan 6,5 ming kilometrgacha cho‘zilgan. Agar o‘rtacha balandlik (4,2 ming km) asosida atmosfera qatlamining tubidagi bosim hisoblansa, uning miqdori 200 ming atmosferaga, temperatura esa 2000 gradusga teng chiqadi. Sayyora sirti suyuq vodorodning geliyli aralashmasidan iborat g‘ovak okean ko‘rinishida bo‘lib, taxminan 0,91 planeta radiusi sathidan ostida bosim va temperatura, moddalardan elektronlarni ajrata oladigan miqdorga erishadi. Aftidan ularning harakati Mushtariyning magnit maydonini vujudga keltiradi. Hisoblashlar taxminan 0,74 planeta radiusi chuqurligidan so‘ng 1 million atmosferali bosimda vodorod suyuq metall holatiga o‘tishini ko‘rsatadi. Nihoyat bu modelga ko‘ra, markaziy qism, metall silikatlar, magnit oksidi, temir va nikelь metallari aralashmasidan iborat qaynoq suyuq yadrodan tashkil topgan (-rasm). Bu qismida bosim 20-100 mln atmosferaga etgani holda, temperatura 15-25 ming gradusga etadi.

YUpiter o‘z yo‘ldoshlari bilan katta bir «oilani» tashkil qiladi, uning atrofida 16 ta yo‘ldosh aylanadi. Bu «Oy» lardan to‘rtta eng yirik 1610 yilda G.Galiley tomonidan topilgan bo‘lib, oxirgi ikkitasi 1974 va 1975 yillarda topildi.

Mushtariy yo‘ldoshlarini 3 gruppaga bo‘lish mumkin. Birinchi gruppaga to‘rtta Galiley yo‘ldoshlari (Io, Evropa, Ganimed va Kallisto) va uning sirtidan atigi 110 ming kilometr

masofada aylanuvchi Amalьteya kiradi. Bu gruppaning eng uzoq yo‘ldoshi Kallisto planetadan 1,8 mln kilometr narida uning atrofida 16,7 er sutkasiga teng davr bilan aylanadi. Bu gruppada eng kichik yo‘ldosh Amalьteya bo‘lib, diametri 150 km, eng yirigi Kallistoniki esa 5300 kilometrdir. Galiley yo‘ldoshlarining o‘rtacha zichligi, planetadan uzoqlashgan sayin kamayadi. 3,2-3,6 g/sm^3 dan (Io uchun) 1,6 g/sm^3 gacha (Kolisto uchun). «Pioner-10»ning ma’lum qilishicha, Ganimed va Io ning atrofida atmosfera mavjud. Ganimed sirtida haroratsselьsiy shkalasida minus 115 gradusga boradi. Galiley yo‘ldoshlarining alьbedosini (Quyosh nurlarini qaytara olish qobiliyatlarini) o‘rganish, ularning sirti qalin muz bilan qoplangan degan taxminni beradi.

600 metrli radioteleskop (RATAN-600) yordamida Galiley yo‘ldoshlarini o‘rganish, ularning radiodiapazonida aniqlangan ravshanlik temperaturalari hayratga solarli darajada yuqoriligini ko‘rsatadi. (Kallisto uchun-90^{0}S, Ganimed uchun-105^{0}S). Bu

96- rasm

sayyoralar uchun hisoblangan muvozanat temperaturadan ancha yuqori bo‘lib, uning manbai ko‘p kilometrli muz qatlami ostida «yashiringan» deyishga asos beradi. Eng yuqori ravshanlik temperaturasi Io da kuzatilib u shu qadar kattaki, olimlar, bu yo‘ldosh kuchligina magnit maydoniga va atrofida, radiatsion kamariga ega degan gipotezani o‘rtaga tashlashi ikinchi guruh yo‘ldoshlar, taxminan 12 mln kilometrli masofada sayyora atrofida 250 er sutkasiga yaqin davr bilan aylanadilar. Bu guruhga kiruvchi yuldoshlar nisbatan kichik bo‘lib, ular haqida hozircha juda kam narsa ma’lum. Ikkinchi gruppa a’zolarining soni ham 5 ta bo‘lib, bulardan ikkitasi yangi-1974 va 1975 yilda topilgan.

97- rasm

Uchinchi guruh yo‘ldoshlarining soni 4 ta bo‘lib, ular planetadan o‘rtacha 23 mln kilometr masofada, taxminan 2 yillik davr bilan aylanadi. 1979 yili mart oyida YUpiterdan 278 ming kilometr naridan o‘tgan AQSH ning «Voyajer-1» avtomatik stansiyasi Mushtariy va uning yo‘ldoshlariga tegishli talay yangiliklarni ochdi. «Voyajer» olgan rasmlarda, planetaning 30 ming kilometrga cho‘zilgan qutb yog‘dusi va atmosferasida 17 marta yashinni eslatuvchi chaqnash kuzatildi.

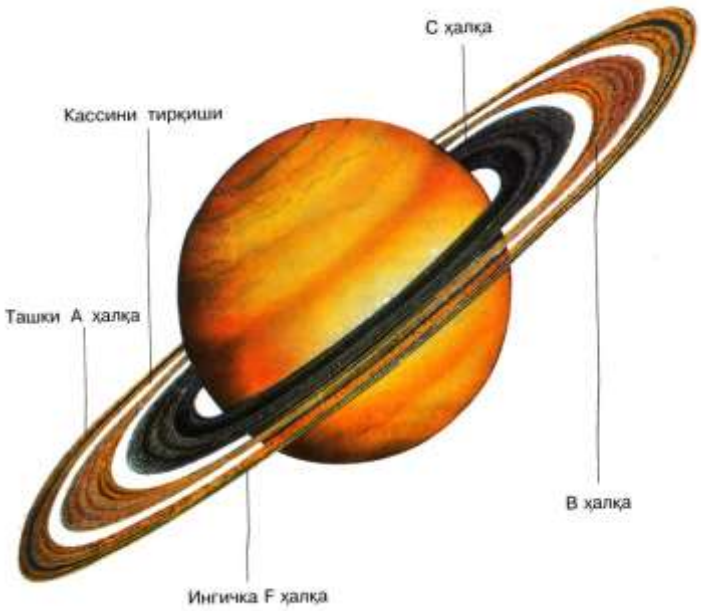
Planeta sirtidan 57 ming kilometr balandlikda, kengligi 8 ming 700 kilometr, qalinligi 30 kilometrdan katta bo‘lmagan, Saturnnikiga o‘xshash halqasi borligi ma’lum bo‘ldi. Olimlarning aniqlashicha, bu halqa asosan chang va kattaligi bir necha o‘n metrgacha boruvchi qoya toshlar va muz parchalaridan tashkil topgan.

Avtomatik stansiya sayyoraning yo‘ldoshi Iodan eng yaqin (19 ming km) masofadan o‘tib, uning sirtida ayni paytda «ishlayotgan» vulqonni (balandligi 160 km), birnecha yuz kilometrga cho‘zilgan tog‘lar va jarliklarni kuzatdi. Ganimed va Kallisto sirtida ko‘ringan o‘nlab yorug‘ dog‘lar esa, aftidan, kraterlar bo‘lsa kerak deb taxmin qilindi. Kallistodagi kraterlardan biri-bir necha konsentrik tog‘ halqalari bilan o‘ralgan bo‘lib, ayrim joylarda bu tizmalarning oralig‘i 1 ming 600 kilometrgacha etadi.

Garchi oxirgi yillarda ulkan sayyora Mushtariy va uning yo‘ldoshlariga tegishli anchayin asriy sirlar «fosh» bo‘lgan bo‘lsa-da, hali yana bir necha o‘n yilga yashiringan muammolar unda mavjud. Olimlar, kelajakda, bu ulkan sayyora sistemasiga kiruvchi osmon jismlari bilan yaqindan tanishish maqsadida, navbatdagi avtomatik stansiyalarni uning «oy»laridan biriga qo‘ndirishni mo‘ljallamoqdalar.

7- §. Saturn (Zuhal)

Planeta qadimgi rimning vaqt va taqdir xudosi - Saturn nomi atalgan. Bu planeta arablarda Zuhal, greklarda Kronos nomi bilan yuritilgan bo‘lib, Quyosh sistemasining qurollanmagan ko‘z bilan ko‘rish mumkin bo‘lgan oxirgi planetasidir. SHuning uchun ham, qadimda uzoq yillar Zuhalning orbitasi Quyosh sistemasining chegarasi deb ta’kidlangan.



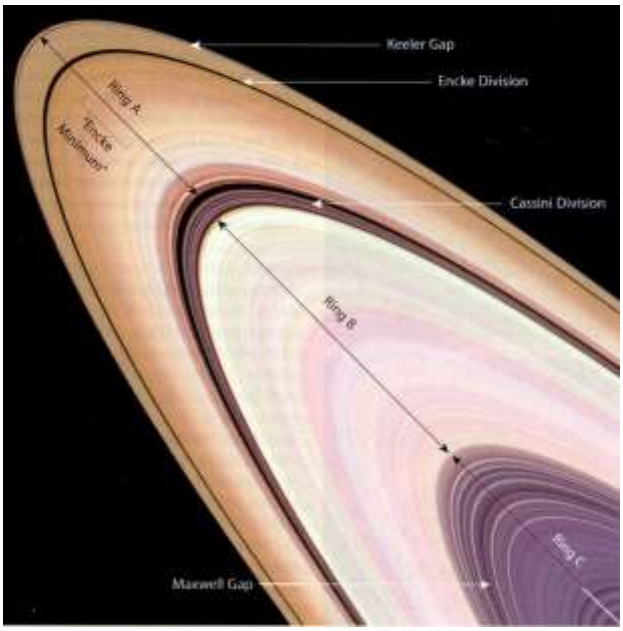
98- rasm

Saturn kattaligi jihatidan faqat YUpiterdan keyin turadi, uning diametri 120 ming 800 kilometr. Quyoshdan o‘rtacha uzoqligi 9,5 astronomik birlik, ya’ni Quyoshdan 1 milliard 427 million kilometr narida yotadi. Massasi Ernikidan 95 marta ortiq. Zichligi 0,7 g/sm^3. Uning sirtida erkin tushuv tezlanishi 11 m/s^{2}ga teng.

Orbitasi bo‘ylab halqali bu sayyora sekundiga 9,6 kilometrli tezlik bilan uchib, 29 yilu 5 oy 16 kun deganda Quyosh atrofini bir marta to‘la aylanib chiqadi. Saturnning o‘z o‘qi atrofida aylanishi, YUpiterniki kabi turli kengliklarda turlichadir. Ekvator zonasining aylanish davri 10 soatu 14 minut bo‘lgani holda, qutbga yaqin rayonlari 10 soatu 28 minutli davr bilan aylanadi.

Planetaning ekvator tekisligi, uning orbita tekisligiga 26 gradus 45 minutli burchakka og‘ishgan. Saturn, atrofida eni 60 ming kilometrgacha, qalinligi 10-15 kilometrgacha etadigan halqasi borligi bilan boshqa planetalardan keskin farq qiladi. Garchi bu halqa, dastlab 1610 yili Paduya (Italiya) universitetining professori G.Galiley tomonidan kuzatilgan bo‘lsa-da, olim halqaning haqiqiy shaklini belgilab bera olmadi. Buning sabablaridan biri, Galileyning «qo‘lbola» teleskopida yasalgan tasvirning sifatsizligi bo‘lsa, ikkinchisi-o‘sha davrda planeta Erga «yonbosh» turgani tufayli uning halqasi kuzatuvchiga qirrasi bilan ko‘rilganligida edi. Saturining bu xilda «yonbosh» turishi, Quyosh atrofini bir marta to‘la aylanib chiqishi davomida Erda ikki marta kuzatiladi.

Galileyning bu muvaffaqiyatsiz urinishidan so‘ng yarim asrcha vaqt davomida Zuhal haqida hech qanday yangilik tug‘ilmadi. 1657 yilda yosh astronom Xristian Gyuygens o‘zi yasagan teleskopini Saturnga qaratib, uning atrofida chiroyli halqani ko‘rdi.



99- rasm

Saturn atrofida halqaning kuzatilishi juda ko‘pchilik olimlarning e’tiborini o‘ziga tortdi. Gap shundaki, to bunga qadar bironta ham sayyoraning atrofida halqa kuzatilmagan edi. SHu sababdan Zuhal halqasining tabiatini o‘rganish uchun talay astronomlar birdaniga kirishdilar. Italiyalik Djovani Kassini, ingliz Robert Guk, nemis Iogani Enke, amerikalik Djorj Bond va rus Sofьya Kovalevskayalar shular jumlasidan edi.

1750 yilda Saturnning halqasi haqida Tomas Rayt shunday yozgan edi. «Agar biz Saturnni etarli darajada quvvatli teleskopda kuzatsak edi, u holda halqa, biz yo‘ldoshlar deb ataydigan jismlardan ancha pastda yotuvchi cheksiz ko‘p mayda sayyoralardan iboratligini ko‘rar edik». Keyingi tadqiqotlar halqa haqidagi Tomas, raytning bu bashorati haq ekanligini tasdiqladi. 1857 yili mashhur ingliz fizigi Djeyms Klerk Maksvell Zuhalning halqasi monolit

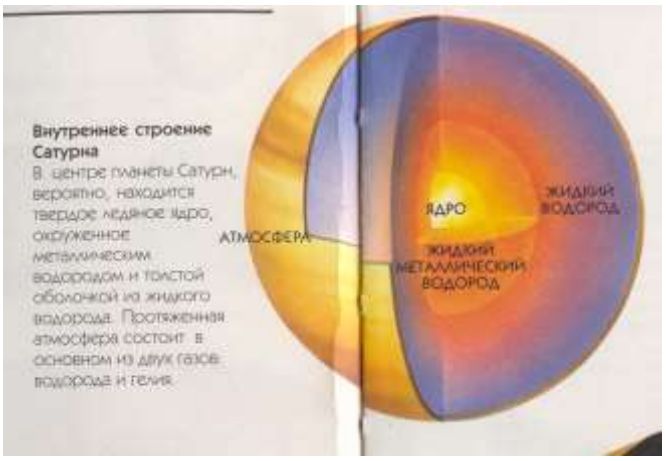
bulmay, qattiq zarrachalarning tangasimon uyushmasi ekanligini nazariy yo‘l bilan isbotladi. Ko‘p o‘tmay, Maksvellning aytganlari, mashhur rus astrofizigi A.A.Belopolьskiy va amerikalik Dj.E.Klerk tomonidan o‘tkazilgan eksperimentlar asosida quvvatlandi. Biroq, 1934 yilda G.A.SHayn o‘zining Semeiz observatoriyasidagi (Qrim) qator nozik kuzatishlari asosida sayyora halqasi changdan tashkil topgan degan fikrga qarshi chiqdi.

Astronom I.S.Bobrov Saturn xalqasini o‘rganishga bag‘ishlangan bir necha yillik tadqiqotlari natijasida halqa-kesimi 10 santimetr chamasi kattalikdagi tipik qattiq jinslardan tashkil topgan bo‘lib, ba’zan ular ichida diametri bir necha metrgacha boradiganlari uchraydi.

Keyingi yillarga tegishli tadqiqotlar, planeta halqasi haqida ma’lumotlarni keskin boyitdi. Saturini o‘rganishda yirik qadam 1979 yilning 1 sentyabrida 6 yillik planetalararo «sayr»dan so‘ng Zuhaldan 21 ming 400 kilometr naridan o‘tgan Amerikaning «Pioner XI» avtomatik stansiyasi M.S.Bobrovning natijalarini ma’lum darajada tasdiqlab, halqa zarralarining kattaliklari bir necha santimetrgacha borib, o‘rtacha bir santimetr atrofida ekanligini ma’lum qildi. Avtomatik stansiya, diametri 400 kilometrcha keladigan sayyoraning yangi yo‘ldoshini topdi. Spektroskopik va radiometrik kuzatishlarga tayanib aniqlangan xalqa harorati esa, minus 200 gradusga yaqin chiqdi.1980 yilning kuzida Saturn yaqinidan AQSH ning boshqa bir stansiyasi- «Voyajer-1» o‘tdi. Og‘irligi 825 kilogrammli bu stansiya 1977 yilning 5 sentyabrida «Titan-Kentavr» uchiruvchi raketa yordamida Erdan Zuhalga tomon yo‘l olgan edi. Stansiyaning sayyora yaqinidan turib olgan rasmlari, halqa o‘nlab, hatto yuzlab mustaqil halqachalardan tuzilganini va uning tekisligida kattaligi 80 kilometrgacha bo‘lgan mayda-mitti yo‘ldoshlar ham aylanishini ma’lum qildi. (99 -rasm).

Spektroskopik va radiometrik metodlar yordamida kuzatishlar, sayyora sirtida harorat,sselьsiy shkalasida, minus 180^0 atrofida ekanligini ma’lum qiladi.

Saturn sirtida ekvatorga parallel holda kuzatiladigan yo‘l-yo‘l tasmalar va undagi detallardan kam kontrastliligi bilan ajralib turadi. Umuman olganda ham Saturn turli kattalikdagi detallarga YUpiterga nisbatan ancha «kambag‘alligi» bilan farq qiladi.



100- rasm

Planeta atmosferasida YUpiternikidagi kabi metan gazi bilan birgalikda ammiak uchraydi. 1974 yili sayyora atmosferasida etan (S_2N_6) topildi. Zuhalning element tarkibi Quyoshnikidan farq qilmay, vodorod va geliy 99% ni tashkil etadi deb qaraladi. Planeta atmosferasi Markazga tomon zichlasha borib, bosim va temperatura kritik qiymatdan ortishi bilan (vodorod) uchun (3 atm va 33^0K) keskin chegarasiz suyuq holatga (suyuq vodorod) o‘ta boshlaydi.

Saturining atrofida sezilarli magnit maydonining mavjudligi «Pioner XI» tomonidan aniqlandi. Er va YUpiterning mangnit maydonlaridan farqli o‘laroq bu sayyoraning magnit o‘qi uning aylanish o‘qi bilan ustma-ust tushadi.

1655 yil halqali sayyoraning birinchi yo‘ldoshini ham Gyuygens topdi. Planeta yo‘ldoshlarini topishda, ayniqsa, J.Kassinining izlanishlari sermahsul bo‘ladi. Gyuygensdan so‘ng ko‘p o‘tmay u, orqama-orqa Saturnning to‘rtta yo‘ldoshini topdi.

«Halqali gigant» atrofida topilgan ja’mi yo‘ldoshlarining soni o‘n sakkiztaga etdi. Uning o‘ninchi yo‘ldoshini Parij astronomik observaterining xodimi Oduen Dolfus 1966 yili topdi. Sayyoraning o‘ninchi yuldoshiga qadimgi Rim afsonalarining ikki yuzlama xudosi YAnus nomi berildi.

Saturn yo‘ldoshlaridan eng yirigi - Titan bo‘lib, Quyosh sistemasidagi planetalarning «oy»laridan kattaligi jihatidan ikkinchi o‘rinda, ya’ni Ganimeddan (YUpiterning yo‘ldoshi) keyin turadi. Diametri 4850 kilometr. 1949 yildayoq J.Koyper Titanning spektrida metanning «iz»larini ko‘rib, planetaning bu yo‘ldoshi qalin atmosferaga ega ekanligini birinchi bo‘lib aniqladi. Keyinchalik Titan atmosferasida etarlicha ko‘p miqdorda vodorod kuzatildi. Zuhalning bu yirik yo‘ldoshi haqida olingan ma’lumotlar. 1979 yil 9 sentyabrda Titandan 356 ming kilometrgina naridan o‘tgan «Pioner XI» avtomatik stansiyasining tadqiqotlari bilan to‘la tasdiqlandi. SHuningdek bu kosmik apparat yordamida saturining yana bir yo‘ldoshi topildi va kosmik stansiya sharafiga «Pioner qoyasi» degan nom oldi.

101- rasm

Saturn yo‘ldoshlaridan yana biri-YApet (diametri 425 kilometr) sirt tuzilishi jihatidan juda «rang-barang»ligi bilan kishi diqqatini o‘ziga tortadi. Bu yo‘ldoshning ravshanligi, Saturn atrofida aylanish davri davomida karib olti martagacha o‘zgaradi. Buning ikkita sababi bo‘lishi mumkin: birinchisiga ko‘ra YApet sferik formaga ega emas deb tushuntirilsa, ikkinchisi-Saturnning bu yo‘ldoshining yorug‘ va qorong‘i yarim sharlari Quyosh nurlarini ikki xil qaytarishining natijasi deb uqtiradi. 1980 yili «Voyadjer-1» Saturn yaqinidan o‘tayotib, uning 6 ta yangi yo‘ldoshini topdi.

Vaqt va taqdir xudosiga tegishli asosiy jumboq, uning atrofida bunday yirik halqaning paydo bo‘lish tarixidir. SHuningdek, nima uchun planeta sirtida o‘rtacha ellik ming kilometrcha narida aylanuvchi bu tosh, chang va muz bo‘lakchalari vaqt o‘tishi bilan qo‘shilishi buning yo‘ldoshiga aylana olmaydi, degan savol ham astronomlarni «uyqusini olgan» muammolardan hisoblanadi.

Planetaning paydo bo‘lishi, tushuntirishga qaratilgan gipotezalar ichida fransuz astronomi Roshning nazariyasi diqqatga sazovordir. Bu nazariyaga ko‘ra, planetalarning yo‘ldoshlari markaziy sayyoradan ma’lum kritik masofada kichik oraliqda mustaqil yashay olmas ekanlar. Saturn uchun hisoblangan bu kritik masofa, uning ikki yarim radiusiga (150 ming kilometrga) teng bo‘lib chiqdi. Agar planeta yo‘ldoshlaridan biri unga, aniqlangan bu masofadan yaqin kelsa, sayyoraning tortish maydoni vujudga keltirgan ko‘tarish kuchi ta’sirida yo‘ldosh halokatga yuz

tutib, parchalanib ketadi. Hisobi joyida bo‘lgan bu nazariyaga ko‘ra, Saturnning halqasi, planetaning yo‘ldoshlaridan birining qadimda «ehtiyotsizlik» qilib unga yaqin kelgani tufayli bo‘lsa kerak, degan gumonning tug‘ilishiga sabab bo‘ldi.

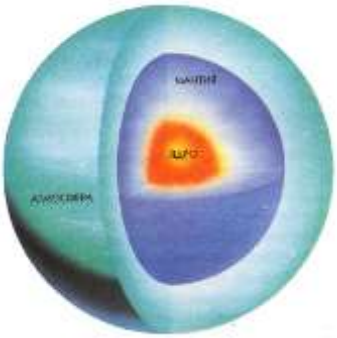
Keyinchalik, planetalar atrofidagi ikki yarim sayyora radiusiga teng kritik masofa hamma planetalar uchun ham o‘rinli bo‘lgan umumiy qonun ekanligi tasdiqlandi va bu kritik masofa chegarasi-gipoteza avtori sharafiga, Rosh chegarasi deb yuritiladigan bo‘ldi. Darvoqe, yana shuni aytish joizki, Zuhalning uchunchi topilgan yo‘ldoshi YAnus ham bu kritik chegaraga juda yaqin bo‘lib, kelajakda bu yo‘ldoshning ham halok bulishining ehtimoli kam emas.

8- §. **Uran**

Uran planetasi, aslida muzikachi, keyinchalik mashhur astronom darajasiga ko‘tarilgan V.Gershelь tomonidan 1781 yili tasodifan topildi. Ma’lum bo‘lishicha, planeta ochilgunga qadar, qariyb yuz yilcha ilgaridan kuzatilib kelingan ekan. Biroq astronom unga har doim xira bir yulduz deb qarab, ortiqcha e’tibor bermagan ekanlar. Planeta orbitasini birinchi bo‘lib Peterburg akademigi A.I.Lekselь hisobladi.

Uranning diametri 51 ming 200 kilometr. Massasi Ernikidan 14,6 marta kattalik qiladi, o‘rtacha zichligi 1,27 g/sm^3. Bu sayyora Quyoshdan o‘rtacha 19,2 astronomik birlik masofada uning atrofida aylanadi. Planeta diski (gardishi)ni ko‘rish uchun, uni kam deganda, 100 martacha kattalashtiruvchi teleskopda kuzatish zarur bo‘ladi.

Uranning orbital tezligi sekundiga 0,8 kilometrni tashkil qiladi va Quyosh atrofida 84 yilda bir marta aylanib chiqadi. Biroq, u o‘z o‘qi atrofida nisbatan tez aylanadi. Sutkasining uzunligi 16 soatu 24 minutni tashkil etadi.



102- rasm

Garchi planeta sirti detallarini ko‘rib bo‘lmasa-da, davriy ravishda bu sayyora sirti ravshanligining o‘zgarib turishi yaqqol seziladi.

1977 yilning 10 martida Uranning «hayoti»ga tegishli qiziq bir yangilik ochildi: uning atrofida ham, Saturn atrofidagi kabi, halqa topildi. Bu kun amerikalik yosh astronom-olimlardan J.Elliot, E.Danxem va D.Minklar «uchar observatoriya» deb nom olgan maxsus samolyotga o‘rnatilgan teleskop orqali Uranni SAO 158687 deb nomlangan yulduzni bekitib o‘tishini kuzatdilar. Kutilmaganda, yulduzning Uran bilan tutilishiga 40 minut qolganda, uning ravshanligi keskin kamayib, bir necha sekunddan so‘ng dastlabki holatiga kelgan. SHundan so‘ng planeta yulduzni to‘sgunga qadar bunday hol yana to‘rt marta qaytarilgan. Va nihoyat, yulduzning planeta diski bilan to‘silishi 25 minutcha davom etgach, yana navbat bilan yulduzning ravshanligi besh marta kamayib oldingi holatiga kelgan. Kuzatuvchilar bunday hodisaning sababchisi, Uran atrofida birin-ketin beshta halqa joylashganligidan deb to‘g‘ri aniqladilar.

Keyinchalik Uran halqalarini o‘rganishlar, ular planeta markazida 42 mingdan 51 ming kilometrgacha masofalar orasida joylashganini va ularning kengligi o‘rtacha 4-8 kilometr atrofida bo‘lib, eng chekkadagisiniki esa 50 kilometrga borishini aniqladilar (-rasm).

Hozircha Uran atrofida halqa kanday paydo bo‘lganiga olimlar javob topa olganlaricha yo‘q.

Planetaning ekvatori, orbitasi tekisligiga $97^0$55' burchak ostida yotib, uning aylanish yo‘nalishi, Veneraniki kabi, barcha boshqa planetalarning aylanish yo‘nalishiga qarama-qarshi bo‘ladi. Bu, o‘z navbatida, planetada yil fasllarining va kecha-kunduzning almashinuvlariga qiziq bir tus beradi. Jumladan Uranning qutblarida 21 yil davomida Quyosh doimo gorizontdan ko‘tarilib boradi. So‘ngra shuncha vaqt tushadi. Binobarin, qutblarda bir kecha-kunduz 84 yil, 30^0 li kenglamasida 28 yil, 60^0 li kenglamasida esa 56 yil davom etadi. Sayyoraning ma’lum bir yarim sharida yoz ham bir necha yil davom etadi, biroq Quyoshning tafti ungacha yaxshi etib bormaydi, chunki Uran osmonida Quyosh gardishi, atigi 2' yaqin burchak ostida ko‘rinadi xolos. Uran sirtini radio nurlar asosida o‘lchashlar, uning o‘rtacha temperaturasi,sselьsiy shkalasida, minus 200 gradus ekanligini ma’lum qildi.

Uran asosan vodorod va geliydan tashkil topgan bo‘lib, unda qisman metan ham borligi aniqlangan.

Bu planetaning topilgan yo‘ldoshlarining soni beshta. SHulardan ikkita eng yirigi Gershelь tomonidan topilib, Titaniya, va Oberon deb nomlangan. Birinchi marta bu nomlar fransuz eposida XII asrdan so‘ng uchraydi. Keyinroq bu nomlar bilan V.SHekspirning «YOzgi tundagi tush» komediyasining qahramonlari yuritilgandan so‘ng, ular ayniqsa, ommabop bo‘ldi.

Uranning bu yo‘ldoshlari topilgandan so‘ng, 64 yil o‘tgach, astronom Lasselь sayyoraning yana ikki yo‘ldosh ham SHekspir asari qahramonlarining nomlari bilan Umbriel va Ariel deb ataldi. Va nihoyat, 48 yili J.Koyper Uranning beshinchi yo‘ldoshini topdi va an’anaga ko‘ra, SHekspirning «Bo‘ron» ertak-pьesasining kahramoni-Miranda nomi bilan atadi.

103- rasm

Sayyoraning dastlabki topilgan beshta yo‘ldoshi ham uning atrofida, planetaning aylanish yo‘nalishi bilan bir xil yo‘nalishda aylanadi. Aylanish tekisliklari, Uranning ekvator tekisligiga juda yaqin.

Bir «Uran yili» davomida uning yo‘ldoshlarini ikki marta yon tomondan va ikki marta qutblari tomonidan ko‘rish mumkin.

1986 yilning 24 yanvarida AQSH ning «Voyadjer-2» planetalararo avtomatik stansiyasi esa, Erdan jo‘naganidan 8 yarim yil keyin Uran sayyorasidan 81 ming 200 kilometr naridan o‘tayotib, 12 foizga yaqin geliydan va taxminan 3 foiz metandan tashkil topganini aniqladi

Olingan ma’lumotlar uning markazida radiusi 0,3 planeta radiusiga teng og‘ir elementlar –silikatlar, metallar va metan, ammiak hamda suvning birikmasidan vujudga kelgan muzdan tashkil topgan yadrosi borligini ma’lui qiladi. YAdro esa, taxminan 0,7 planeta radiusigacha boruvchi vodorod va geliyning qalin po‘stloq bilan o‘ralganligini ma’lum qiladi.

Uranning kuchsiz magnit maydoni bo‘lib, u planetadan 0,6 million kilometrgacha cho‘zilgan va Erning radiatsion poyaslari kabi, plazma bilan to‘latilgan. Ko‘rinma bulutlar bilan qoplangan balandlikda (bosim 0,5 bar ga teng) dipolь maydonining kuchlangshanligi 0,23 Ersted atrofida. Magnit dipolning o‘qi, planetaning aylanish o‘qi bilan 60° li burchak tashkil etadi.

Oxirgi yillarda Uranni Erdan turib o‘rganishlar, uning atrofida dastlab 5 ta keyinroq esa 9 ta halqasi borligini topgan edi. «Voyadjer-2» Uran markazidan 50 ming kilometrli masofada uning o‘ninchi halqasini ochdi. Dastlabki ma’lumotlar ushbu halqa «toshlari»ning o‘lchamlari, ayrim hollarda bir metrgacha borishini ma’lum qildi. Sayyoralararo bu stansiya Uranning Miranda deb nomlangan yo‘ldoshdan 29 ming kilometrli masofadan o‘tib sayyoraga tegishli bu «oy»ning relьefi-kraterlar, vodiylar, tog‘ tizimlari va jarliklardan iborat ekanligini bildiradi. Avtomatik stansiya sayyoraning Oberon deb ataladigan yo‘ldoshida balandligi 6 kilometrga teng tog‘ni «topdi». «Voyadjer-2» Uranning shu paytgacha bizga noma’lum bo‘lgan 10 ta yangi yo‘ldoshini ochdi, ulardan eng kattasining diametri 160 kilometr bo‘lib, sayyora atrofida 18 soatlik davr bilan aylanadi.

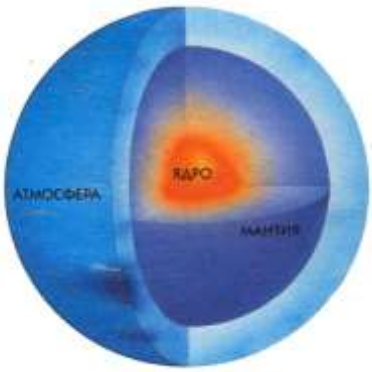
9- §. Neptun

1820 yilga qadar Quyosh oilasi asosan quyidagi ettita sayyora Merkuriy, Venera, Er, Mars, YUpiter, Saturn va Uran hamda ularning yo‘ldoshlaridan tashkil topgan deb qaralardi.

1820 yili parijlik astronom A.Buvar, YUpiter, Saturn va Uranlarning koordinatalari jadvalini juda katta aniqlik bilan hisobladi. Biroq o‘n yil o‘tgach, Uran oldindan hisoblangan o‘z o‘rnidan 200 sekundli yoyga ilgarilab ketdi. YAna o‘n yil o‘tgach, ilgarilash 90 sekundga, 1846 yilga kelib esa, 128 sekundga etdi. Astronomlar, Uranning harakatidagi bu chetlashish, uning orbitasidan tashqaridagi boshqa planetaning ta’siri tufayli degan qarorga keldilar.

Bunday murakkab matematik masalani hal qilish uchun bir vaqtda, bir-birlaridan bexabar holda, ikki astronom «belbog‘ladi». Bulardan biri fransuz matematigi U.Leverье, ikkinchisi esa yosh ingliz astronomi Dj.Adams edi. 1846 yili matematik hisobdan planetaning o‘rni aniqlangach, U.Leverье teleskopik yulduzlarning to‘la xaritasi bor bo‘lgan Berlin observatoriyasiga murojaat qiladi. 1846 yil 23 sentyabrida bu observatoriyaning astronomi-professor M.Galle planetani Leverье aytgan joydan atigi bir gradus naridan topdi. Planeta, dengiz va okeanlar xudosi Neptunning nomi bilan ataldi.

Bu planeta osmonda «qurollanmagan» ko‘z bilan ko‘rish mumkin bo‘lgan yulduzdan olti martacha xira ko‘rinadi, biroq shunga qaramay uni anchayin kuchsiz teleskop bilan ham ko‘rsa bo‘ladi.



104 - rasm

Qizig‘i shundaki, Neptunning ochilishidan ancha ilgari 1795 yili 8 va 10 mayda-ikki uni marta astronom Laland kuzatdi. Biroq o‘shanda u planetani xira bir yulduz deb o‘ylab, bu ikki kunda olingan foto plastinkalarda kuzatilgan sayyora siljishini o‘lchashning xatoligidan deb tushundi. Agar o‘shanda Laland xulosa qilishga shoshilmay, bir-ikki kun bu «xira yulduzcha» ni e’tibor bilan kuzatganda edi, u Neptunni Leverье va Galledan yarim asr oldin topgan bo‘lardi.

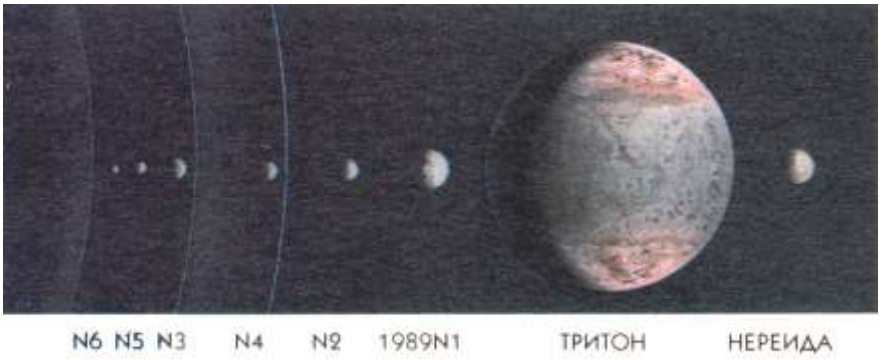
Neptun Urandan birozgina kichik bo‘lib, uning diametri 50 ming kilometrdir. Zichligi 1 kub santimetrida 1,6 gramm. Quyoshdan o‘rtacha uzoqligi 30,1 astronomik birlik. Massasi Ernikidan 17,2 marta katta. Planetaning orbital tezligi sekundiga 5,5 kilometr bo‘lib, Quyosh atrofida aylanish davri 164 yil-u 280 kun. O‘z o‘qi atrofida Neptun 15,8 soatda bir marta aylanib chiqadi.

Spektroskopik kuzatishlar, Neptunda vodorod va metan borligini ma’lum qildi. Planeta zichligini YUpiter va Saturn zichligidan ortiqligi, uning tarkibida og‘irroq elementlar ko‘proq degan xulosa olib keladi.

1846 yili astronom Lasselь Neptunning katta yo‘ldoshini topdi va unga dengiz xudosi Poseydonning o‘g‘li Triton nomini berdi. Triton juda massiv bo‘lib, diametri 2700 kilometrgacha keladi. Triton Neptundan o‘rtacha 355 ming kilometr masofada teskari orbital harakat bilan planeta atrofida aylanadi. SHuningdek, Sayyoraning bu yirik yo‘ldosh anchayin qalin atmosfera bilan ham qoplangan deb faraz qilinadi.

1949 yil planetaning yana bir yo‘ldoshini Koyper topdi va unga qadimgi greklarning sevimli xudosi Nerey qizining nomi-Nereida berildi. Uning diametri atigi 300 kilometr bo‘lib, Neptundan 5,5 mln kilometr narida 360,2 kunda aylanib chiqadi.

AQSHning «Voyadjer-2» avtomatik stansiyasi 1989 yilning 25 avgustida Neptundan atigi 4825 kilometr naridan o‘tdi. Bunda u orbitasining mo‘ljallangan nuqtasidan bor-yo‘g‘i 30 kilometr naridan chiqib, ja’mi bo‘lib, 1,4 sekundgagina kechikdi



105- rasm

Bu davrda neptunning Erdan uzoqligi 4,5 milliard kilometrni tashkil qildi. SHundan so‘ng salkam 5 soat o‘tgach, avtomatik stansiya Neptunning eng yirik yo‘ldoshi Tritondan 36,5 ming kilometr naridan tib, u haqda ham Erga ma’lumotlar uzatdi. Kelayotgan singnalning quvvati elektron qo‘l soatlari batareyachasining quvvatidan 20 milliard marta kamligiga qaramay, bu singnallar kuchaytirilgach, Neptun va uning yo‘ldoshlarining chiroyli tasvirlarini teleekranda namoyish qiloldilar. Natijada «dengizlar xudosi»ning atrofida ham 5 ta halqa topildi. Neptun sirtining temperaturasi minus 213^0S, o‘z o‘qi atrofida aylanish davri esa, 16 soatu 3 minut ekanligi aniqlandi. Planeta sirtida shamolning tezligi sekundiga 300 metrgacha kuzatildi. Diametri 640 kilometrli Neptunning yo‘ldoshi-Triton 800 kilometr qalinlikdagi gaz qobiqqa ega ekanligi ochildi. «Voyadjer-2» Neptunga «tashrif» buyurgunga qadar, sayyoraning atigi 2 ta yo‘ldoshi topilgan edi. Avtomatik stansiya uning yana 6 ta yo‘ldoshini ochdi.

18-darsMayda planetalar. Kometalar va ularning dumlari. Meteorlar, bolidlar. Meteor «yomg‘irlari» va parchalangan kometalar orbitalari. Metereorlar.

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarda mayda planetalar, mayda planetalar poyasi va ularning Er bilan to‘qnashish ehtimolligi to‘g‘risida, shuningdek, «dumli yulduzlar» haqida tasavvurlarni shakllantirish. O‘quvchilarning meteor jismlar, meteoritlar, meteor «yomg‘irlari» va ularning manbalari hamda bolidlar haqida ilmiy tasavvurlarni rivojlantirish.

Ko‘rsatma qurollar:

Mayda planetalarning orbitalari poyasi aks qilgan plakat.

Kometalarning fotografiyalari. Meteor oqimlari, bolid, meteoritlarning fitografiyalari. Tunguns meteoriti tushgan tayga qismi rasmi.

O‘quv materiaalari bayoni rejasi:

1. Titsius – Bode qonuni
2. Mayda planetalarning ochilishi (Piatssi, Olьbers ishlari)
3. Erga yaqinlashuvchi mayda planetalar
4. Neuyman tomonidan Kitob observatoriyasi mayda planetalarni izlanishi. «O‘zbekiston» nomli mayda planetalar
5. Kometalar: tuzilishi, fizik tabiati
6. Kometalar turlari, emirilishi. Goliley kometasi.
7. meteorlar – «uchar yulduzlar»
8. meteor «yomg‘irlari» parchalangan kometa qoldiqlari
9. bolidlar va meteoritlar
10. Mahxur meteoritlar. Tungus meteoriti.

Uyga vazifa: [1], [2]

MAYDA PLANETALAR (ASTEROIDLAR)

1772 yili Vittenberglik (Germaniya) astronomiya professori Iogann Titsius planetalarning Quyoshdan o‘rtacha uzokliklarini aniklaydigan konuniyatni kashf etdi. U ochgan konunga ko‘ra, Quyoshdan taxminan 3 astronomik birlik (450 million kilometr) masofada ham bir planeta Quyosh atrofida eylanishi lozim edi. Bunday masofa, Mars bilan YUpiter oraligiga to‘gri kelib, olimlar bu oralikda planetani kidirishga kirishib ketdilar. Nihoyat Italiyalik astronom J.Piatssi 1801 yilning 1 yanvarь kechasi bu planetani Savr yulduz turkumi chegarasida topdi. Ungasserera deb nom berishdi. Uning diametri 780 kilometr keladi. 1802 yili bahorda berlinlik astronom Olьbert,ssererani kuzatayotib uning yakinida harakatlanayotgan yana bir planetaga “ko‘zi tushdi”. Uni Pallada (diametri 200 kilometr) deb atashdi. SHundan so‘ng ko‘p o‘tmay – 1804 yilning kuzida Quyoshdan taxminan ushancha (3 a.b.) masofada yana ikki mayda planeta (YUnona va Vesta) topildi.

Mars va YUpiter orbitalari oraligida to‘rtta mayda polanetaning topilishi, bir vaktlar bu oralikda Quyosh atrofida aylangan yirik planeta halakatga uchrab, uning parchalari, turli orbitalarda Quyosh atrofida aylanib kolgan degan gipotezaning tugilishiga sabab bo‘ldi. Bu fikr. o‘z navbatida, hali Mars va YUpiter oraligida topilmagan planetalar ko‘p degan xulosaga olib keldi. Natijada ko‘plab astronomlar va astronomiya ishkibozlari mitti sayyoralarni kidirishda davom kildilar. 1890 yilda yangi topilgan mayda planetalarning (ularni asteroidlar ham deyishadi) soni 302 taga etdi.

Ayni paytda ruyxatga olingan ja’mi mayda planetalarning soni 2000 dan ortik. Aslida esa, astronomlar, Mars va YUpiter oraligida 20 mingga yakin mayda planeta aylanadi deb taxmin kiladilar.

KOMETALAR

“Dumli yulduzlar” deb yuritiladigan kometalar, Quyosh sistemasidagi eng kizik ob’ektlardan hisoblanadi. Ularning kadimda osmonda ko‘rinishi, juda vahimali hodisalardan hisoblanib, kometalarning osmon jismiga hech kanday alokasi yo‘k deb bilishgan. Ilm ahli, ularni atmosferaga tegishli hodisalardan deb talkin kilgan.

1577 yilda kuzatilgan “dumli yulduz” Erning turli nuktalardan karaganda ham yulduzlarga nisbatan bir xil vaziyatga ega bo‘lishiga ko‘ra, mashxur daniyalik astronom Tixo Brage kometalar – Oydan narida yotuvchi osmon jismlari ekanligini isbot kildi. “Dumli yulduzlar”, kisman, Quyosh atrofida aylanuvchi osmon jismlari ekanligi esa, birinchi marta E. Galley tomonidan aniklandi. Galley 24ta eng yorug kometalarning orbitalarini aniklab, bular ichida 1531, 1607 va 1682 yillarda kuzatilgan kometalarning orbitalarining juda o‘xshashligini anikladi. Natijada olim bu kometalar, aslida, Quyosh atrofida 76 yillik davr bilan aylanuvchi bitta kometaning o‘zi degan xulosaga keladi Galley, bu kometa kelajanda 1758 yilda Quyosh yakinida o‘tayoganda ko‘rinishini bashorat kildi. Mashhur olimning o‘zi bu davrga kadar yashamadi, birok kometa hakikatan ham 1758 yili dekabrida bo‘tun guzalligini “ko‘z – ko‘z” kilib osmonda porladi. Olim sharafi uchun bu kometaga Galley deb nom berildi. Oxirgi marta Galley 1986 yilda ko‘rindi. Navbatdagi Quyoshga yakinlashishida, kometa “Vega”, “Jotto” va “Planeta” kosmik apparatlari yordamida o‘rganildi.

Kometalarning orbitlari juda chuzinchok ellipslardan yoki paraboladan iborat bo‘ladi. Quyosh yakinidan parabolik orbita bo‘ylab o‘tgan kometa, Quyosh sistemasini butunlay tashlab ketadi va unga kaytmaydi.

Kometalar asosdan ikki – bosh va dum deyiluvchi kismlardan iborat bo‘ladi. Bosh kismining o‘zi – yadro va uni urovchi siyrak gaz – komadan tashkil topadi. Kometaning asosiy kismi hisoblangan yadroning kattaligi bir necha yuz metrdan bir necha kilometrgacha etuvchi muzlagan, tez eruvchi moddalardan hamda turli kattalikdagi tosh va kattik jismlardan tashkil topadi. Natijada kometa Quyoshga yakinlashgach. YAdrodagi gazlar buglani uning atrofida koma va dum hosil kiladi. Kometaning bosh va dum kismlari Quyoshga yakinlashish davomida kattalasha borib, har sutkada uning dumi kariyb million kilometrcha “o‘sadi” va 10^8 kmgacha uzunlikka etadi. Dumning nalishi doimo Quyoshga karama - karshi tomonga bo‘ladi, buning sababi, Quyosh nurlarining bosimi va “Quyosh shamoli” (aktiv hodisalar tufayli Quyoshdan planetalararo bo‘shlikka otiladigan zarrachalar okimi) ta’siri hisoblanadi.

Kometa yadrosining tarkibi – asosdan matan, ammiak, karbonat angidrid gazlarining muzidan va kisman suv muzidan tashkil topganlik, uni spektrlar o‘rganishlardan ma’lum bo‘ldi. Kometaning koma va dum kismidagi gazlar, yadrodagi muzga Quyoshning ulьtrabinafsha nurlari ta’sirida ajralgan molekulalarning dissotsiyalanishi va ionlanishi tufayli sodir bo‘lgan molekulyarbirikmalar va ionlardan tashkil topishi aniklandi.

Ba’zi kometalar butunlay parchalanib, orbitasi buylab yoyilib ketadi.Agar bunday orbitaning Er orbitasiga ko‘shni bo‘lgan kismlari bo‘lsa. Er bu kismlarga yakinlashganda, kometa parchalari bilan “toshburon” kilinadi. Bu hodisa osmonda “uchar yulduzlar” ko‘rinishida namoyon buladi.

Ko‘zga ko‘rinadigan yirik kometalar kam uchrasa-da, birok teleskopik kometalardan har yili bir nechasi ko‘rish mumkin.

METEORLAR VA METEORITLAR

“Uchar yulduzlar”deb nom olgan va tunda chiroyli iz koldirib ko‘zdan yo‘koladigan bu osmon jismlari, aslida, yulduzlar bilan hechkanday umumiylikka ega bo‘lmagan samoning “daydi” zarrachalaridir. Turli kattalikka ega bo‘lgan samoning “daydi” zarrachalardir. Turli kattalikka ega bo‘lgan bunday zarrachalar osmonda ming – minglab topiladi va planetalar misol Quyosh atrofida aylanadi. Qz orbitasi buylab aylanayotgan bunday zarrachalar Er yakinidan o‘tayotib, uning kuchli ta’siriga beriladi va, natijada, ular planetamiz tomon yo‘nalishga majbur bo‘ladilar. Bunday “bebosh” zarrachaning tezligi sekundiga 45 kilometrgacha boradi va Erning orka yoki old tomonidan (harakat yo‘nalishi bo‘yicha) uning atmosferasiga kirishiga ko‘ra, Erga nisbatan tezliklari sekundiga 15 kilometrdan 75 kilometrgacha boradi. Er atmosferasida bunday katta tezlik bilan harakatlanayotgan osmon “mehmoni” ishkalanish tufayli kattik kizib chuglanadi va sirti havo molekulalariga o‘rilishi tufayli, juda tez emiriladi. Binobarin, ko‘plab bunday zarrachalar er sirtiga tushmayok emirilib tugaydi. Havoda CHuGlanib, emirilishi davomida yorug iz koldirib so‘nadigan bu toshlar meteorlar yoki “uchar yulduzlar” deyiladi.

Agar yirikrok osmon toshi Er atmosferasidan o‘tishida yonib ulgurmay, “omon - eson” ersirtiga etib kelsa, u meteorit deb yuritiladi. Meteoriatlar toshdan, temirdan va ba’zan… muzdan ham tashkil topadi.

Meteorit Erga urilganda, uning tezligi va zaminning kattik - yumshokligiga boglik ravishda turli kattalikdagi o‘yilma – varonkalar hosil bo‘ladi. 1971 yil Indoneziyaning Bandung shahri yakinida sholi maydoniga tushgan meteoritning ogirligi 8 kilogramm bo‘lib, Erga bir metrgacha kirib ketgan. 1948 yil AQSHning Nortok shahri yakinida makkajuxori maydoniga tushgan osmon jismlari vakilining ogirligi esa bir tonnaga yakin edi, u hosil kilgan o‘yilmaning chukurligi uch metrgacha etgan. Makkadagi tosh ham aslida osmondan tushgan bo‘lib, Muxammad paygambar tomonidan Ka’baga o‘rnatilgan. Kattaligi kaftga jo bo‘ladigan bu tosh Qur’ondan olingan suralar bitilgan kumush kolipga joylangan, kumush kolip esa, o‘z navbatida, Makkadagi “Ka’ba” devoriga mustahkamlangan.

1947 yil 12 fevralya Sixote – Alinga tushgan tosh bo‘laklari erda – diametri 60 santimetrdan 28 metrgacha kattalikdagi o‘yilmalarni hosil kilgan bo‘lib, topilgan meteoritlarning ogirligi I kilogrammdan 700 Kilogrammgachadir. Er yuzida topilgan yaxlit meteoritlar ichida eng yirigi Janubiy - Garoiy Afrikada topilgan meteorit bo‘lib, bu temir meteoritning ogirligi 60 tonna. Meteorit hosil kilgan eng yirik kraterlardan biri AQSHning Arizona shtatida topilgan. Uning diametri 1200 metr, chukurligi 185 metrdan ortik. Bu meteoritning “yoshi” 6000 yildan kam emasligi aniklangan. Meteritlarning manbai – asteroidlar poyasida harakatlanuvchi jismlardir.

19-dars

Yillik parallaks. YUlduzlargacha masofalarni hisoblashning trigonometrik usuli. Absolyut yulduz kattaligi. Spektral parallaks haqida tushuncha. YUlduzlarning spektral sinflari. YUlduzlarning tempraturasi va yorqinligi. Spektr – yorqinlik diagrammasi. YUlduzlarning radiuslarini hisoblash.

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarni yulduzlargacha masofalarni o‘lchash usullari bilan tanishtirish, absolyut yulduz kattaligi haqida tushuncha berish. O‘quvchilarni yulduzlarning spektral sinflari tushunchasi bilan tanishtirish. YUlduzlarning tempraturasi, yorqinligi va bular asosida ularning radiusini hisoblash haqida tushuncha berish.

Ko‘rsatma qo‘rollar:

Yillik paralliks burchagi ifodalangan chizma yoxud plakat.

O‘quv materiallari bayoni rejasi:

1. YOritgichlarning yillik parallaks burchagi
2. Bu burchak asosida yulduzlargacha masofani hisoblash
3. Absolyut yulduz kattaligi haqida tushuncha
4. ko‘rinma va absolyut yulduz kattaligi orasidagi bog‘lanish
5. spektral Parallaks yordamida yulduzlargacha masofani aniqlash
6. yulduzlarning spektral sinflari
7. yulduzlarning tempraturasini aniqlash usullari
8. yulduzlarning absolyut yulduz kattaligiga ko‘ra, ularning yorqinligini aniqlash.
9. kolorimetriya xaqida tushuncha
10. spektr – yorkinlik diagrammasi
11. yulduzlarning radiuslarini hisoblash

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

YULDUZLAR

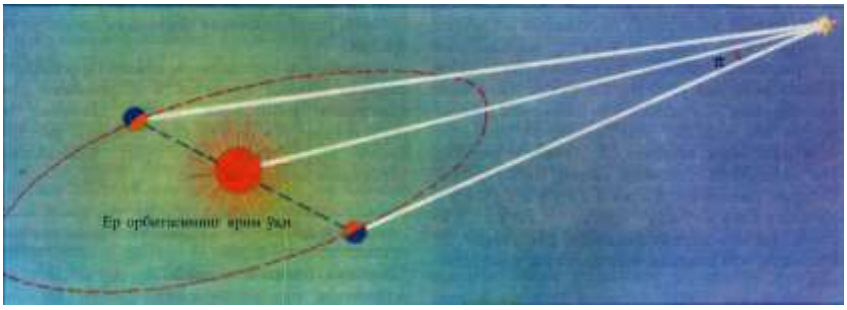
1-§. YUlduzlarning asosiy xarakteristikasi

YUlduzlar-koinotda eng keng tarqalgan ob’ektlar bo‘lib, barcha kosmik ob’ektlarning qariyb 98% ga yaqin moddasini o‘zlarida mujassamlashttiradi. Garchi yulduzlar, bir qarashda, bir biriga juda o‘xshashdek tuyuladi, aslida fizik tabiatlariga (temperaturasi, rangi, massasi, zichligi va boshqa parametrlari bilan) ko‘ra bir birlaridan keskin farq qiladi. SHuning uchun tabiatlari jihatidan bir-biriga o‘xshash yulduzlarni topib, sinflarga ajratgan holda o‘rganish yaxshi natajalar beradi. Bu masalada ayniqsa fizik o‘zgaruvchi, chaqnovchi yulduzlarni alohida o‘rganish quvvatli va juda keng masshtabdagi fizik jarayonlar haqida qiziqarli ma’lumotlarni qo‘lga kiritishga imkon beradi.

Ma’lum yulduzning evolyusiyasi davomida asosiy xarakterlovchi fizik parametrlari, uning massasi, yorqinligi va radiusi bo‘lib, bu kattaliklarni aniqlash, yulduzlar fizikasining asosiy va yulduzlarning atmosferasining fizik tabiatiga tegishli ma’lumotlarni asosan kuzatish metodlari asosida qo‘lga kiritilib, ularning ichki qismlariga tegishli ma’lumotlarga esa, asosan nuriy astrofizikaning ma’lum modeliga tayangan metodlar yordamida erishiladi.

2-§. Yillik parallaks va yulduzlargacha masofani aniqlash

YUlduzlargacha masofani aniqlash, ularning yillik parallaktik siljishlariga asoslanadi. Quyosh atrofida radiusi qariyb 150 million kilometrli aylana bo‘ylab harakatlanayotgan kuzatuvchi, yaqindagi yulduzlarning uzoqdagi yulduzlar fonida siljib, bir yilda aylana yulduz Er orbita tekisligiga tik yo‘nalishda joylashganda, ellips (yulduz Er orbita tekisligiga burchak ostida joylashganda) yoki to‘g‘ri chiziq kesmasini (Er orbita tekisligida yotgan yulduz uchun) chizishini kuzatadi (106-rasm).



106- rasm/

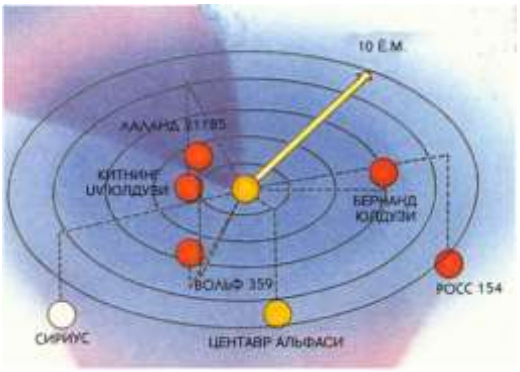
YOritgichning parallaktik siljishi deb yuritiluvchi bunday chizmalarning yoy o‘lchami, yuluzning uzoqligiga ko‘ra turlicha kattalikda bo‘lib, u mazkur yoritgichdan qaraganda, qarash chizig‘i tik bo‘lgan Er orbitasi radiusining ko‘rinish burchagi π ni o‘lchashga imkon beradi. YOritgichning yillik parallaksi deyiluvchi π - burchak esa, o‘z navbatida, shu yoritgichning

Quyosh sistemasidan (demak Erdan) uzoqligini o‘lchashga imkon beradi. Darxaqiqat to‘g‘ri burchakli uchburchak KEM dan (106-rasm)

$$\sin\pi = \frac{r}{\ell} \qquad \text{yoki} \qquad \ell = \frac{r}{\sin\pi}$$

bu erda r –Er orbitasining radiusini, ℓ esa yoritgichgacha masofani xarakterlaydi. YUlduzlar uchun π-yoy sekundining ulushlarida o‘lchanganidan, yoritgichgacha masofa (r =1 a.b) $\ell = \frac{r}{\pi'' \cdot \sin 1''} = \frac{1 \cdot 206265''}{\pi''}$ a.b formula yordamida hisoblanadi. Agar masofa parseklarda o‘lchansa $\ell = \frac{1}{\pi}$ bo‘ladi.

Birinchi marta 1886 yilda Vega (Liraning alьfasi) ning yillik parallaksi o‘lchanib, bu yulduzgacha masofani Pulkova (Rossiya) observatoriyasining asoschisi V.YA. Struve aniqladi.

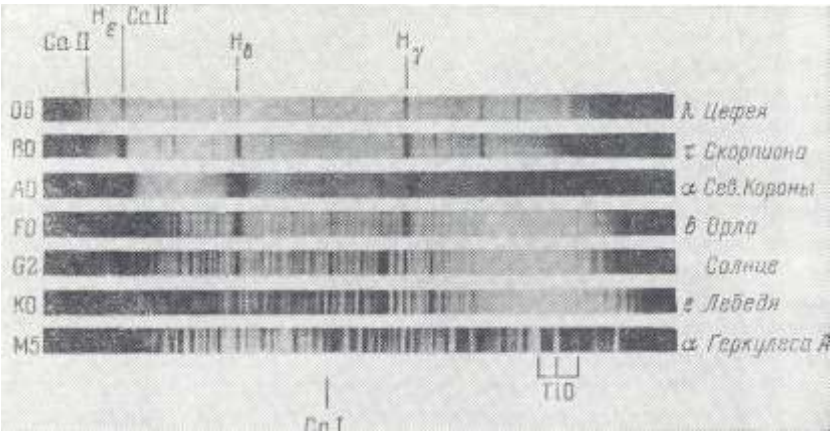


107- rasm

3-§. YUlduzlarning spektri va spektral sinflari

Ma’lumki, yulduzlarning spektri, asosan yutilish spektri bo‘lib, faqat ayrimlarining spektridagina nurlanish (emission) chiziqlar kuzataladi. YUlduzlarning spektrini solishtirish, ularning spektrlari bo‘yicha sinflarga bo‘lishga asos beradi. YUlduzlarning spektridagi asosiy farq, asosan spektral chiziqlarning qanday elementlarga tegishliligi, ularning soni va intensivligi hamda mazkur spektrda energiyaning taqsimlanishi bilan belgilanadi.

Spektrlarda energiyaning taqsimlanishi va ma’lum atomlarning spektral chiziqlarining soni hamda intensivligi bilan bir-biriga o‘xshash yulduzlarni ayrim sinflarga bo‘lish, asrimizning boshlarida Garvard observatoriyasi xodimlari tomonidan boshlanib, hozirgi spektral sinflashtirishning asosini tashkil etadi. Onkirin yo‘l bilan yulduzlarning spektral sinflarda ma’lum ximik elementlarni chiziqlari ravshanligini bilgan holda, boshqa biriniki xiralashib borishi ma’lum ketma-ketlikda joylashtirish imkoni tug‘iladi. Bu esa, o‘z navbatida, bir biriga o‘xshash spektrlarni ma’lum spektral sinflarga birlashtirish imkonini beradi.



108- rasm.

YUlduzlarning spektral sinflari lotin alfaviti harflarida quyidagi ketma-ketlik ko‘rinishida beriladi: O, B, A, F, G, K va M. Ma’lum spektral sinfga kiruvchi yulduzlar spektrlari bir-biridan nozik farqlanishlariga ko‘ra 0 dan 9 gacha davom etuvchi sinfchalarga bo‘linadi. Masalan: 00, 01, 02, …,09 yoki A0, A1, A2, …,A9 va hokazo.

O sinf. Temperaturasi 25-50 ming gradusgacha boruvchi ko‘k yulduzlar spektrlari ulьtrabinafsha oblastning inrensivligi juda yuqori bo‘lib, geliy, karbon, kremniy, azot va kislorod atomlarining ko‘p marta ionlashgan chiziqlari juda intensiv spektrda, normal geliy, vodorod atomlarining xira chiziqlari uchraydi.

V sinf. Ko‘kish-ok rangli yulduzlar, temperaturasi 15-25 ming gradus atrofida bo‘ladi. Neytral geliy chiziqlari eng intensiv, vodorod chiziqlari spektrda aniq ko‘rinib, ayrim ionlashgan atomlarning xira chiziqlari ko‘zga tashlanadi. Sunbulaning α si shu sinfga kiradi.

A sinf. Rangi oq. Sirt temperaturasi 14 ming gradusgacha boradi. Vodorodning chiziqlari maksimal intensivlikka erishadi. Ionlashgan kaliyning N va L chiziqlari ko‘rinadi. Vega, (Liraning alьfasi) va Sirius (Katta ayiqning alьfasi) shu tipga kiruvchi yulduzlardir.

F sinf. Sarg‘ish-oq rangli yulduzlar temperaturasi taxminan 7,5 ming gradus. Vodorod chiziqlarining intensivligi kamaya boshlagan. Kalьsiyning ionlashgan (N va K) va neytral chiziqlari hamda metallarning (temir, titan) chiziqlarining intensivligi orta boshlaydi. Tipik yulduz – Protsion (Kichik ayiqning alьfasi).

G sinf. Rangi sariq, temperaturasi 6000°K. Vodorodning chiziqlari xiralashgan. Metal chiziqlari yaqqol ko‘rinadi. Ionlashgan kalьsiyning N va K chiziqlari intensivligi maksimumga erishadi. Quyosh shu sinfga kiradi.

K sinf. Rangi qizg‘ish (oranjeviy), temperaturasi 5000° atrofida. Bu sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida metal chiziqlarining intensivligi maksimumga erishadi. Spektrning ulьtrabinafsha qismiga tegishli nurlanishning intensivligi sezilarli kamayadi. Bu sinfga kiruvchi tipik yulduzlarga Arktur (Ho‘kizboqarning alьfasi) va Alьdebaran (Sarvning alьfasi) lar kiradi.

M sinf. Rangi qizil, temperaturasi $2000\text{-}1500^{o}$K. Spektrida metall chiziqlari juda kuchsiz bo‘lib, asosan molekulyar polosalar bilan qoplangan. Ayniqsa titan oksidiga tegishli polosalar kuchli. Bu sinfning tipik yulduzi Betelьgeyze (Orionning alьfasi) hisoblanadi.

YUqorida keltirilgan yulduz sinflari asosiy sinflar hisoblanib, bo‘lardan tashqari G va K sinflardan tarmoklanuvchi qo‘shimcha sinflar ham mavjud. Bulardan birinchisi G‘ sinfdan tarmoqlanib, uglerodli yulduzlar deyiladi va sinfi S bilan belgilanadi. Bu sinfga kiruvchi yulduzlarning spektri K va M sinfga kiruvchi yulduzlarning spektridan atomlarga tegishli yutilish chiziqlari va uglerod molekulalarining yutilish polosalarining borligi bilan farqlanadi. Ikkinchisi esa, K sinfdan tarmoqlanib, sinfi S bilan belgilanadi. Bu sinfga kiruvchi yulduzlar M sinfdan titan oksidi (TiO) polosalari o‘rnidassirkoniy oksidi (ZrO) polosalarining borligi bilan farqlanadi.

Agar ma’lum spektral sinfga kiruvchi yulduz qo‘shimcha ba’zi xossalarga ega bo‘lsa, u holda uning bu xossasi biror harfiy ifoda bilan belgilanadi. Xususan, agar yulduz spektrida emission chiziqlar kuzatilsa, uning sinfini ifodalovchi harf yoniga e harfi quyidagicha qo‘shib qo‘yiladi: 06e. Bu spekrida emission chiziqlar bo‘lgan 06 sinfga kiruvchi yulduzni ifodalaydi. O‘tagigant yulduzlar spektrida uchraydigan ingichka timqora chiziqlarda esa spektral sinfi oldiga s harfi qo‘shib qo‘yiladi: sF0. Ma’lum spektral sinf uchun tiniq harakatda bo‘lmagan yulduzning boshqa xossalari r harfi belgilanadi va u, odatda, yulduzning spektral sinfidan keyin, masalan A3r va hokazo.

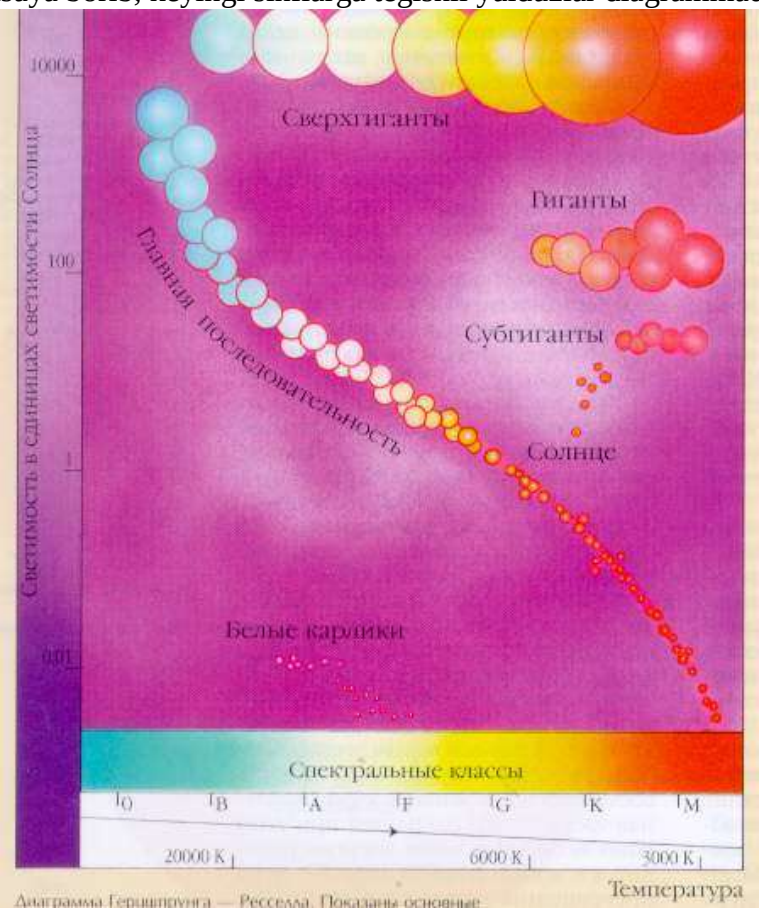
4-§. Spektr-yorqinlik diagrammasi

YUlduzlarning bir-biri bilan o‘zaro bog‘langan fizik xarakteristikalarini ikki gruppaga ajratish mumkin bo‘lib, birinchi gruppa yulduzning temperaturasi, rang ko‘rsatgichi va spektral sinfi, ikkinchi gruppaga esa massasi va yorqinligini kiritish mumkin. Har bir gruppadagi ma’lum biror parametr, shu guruhga kiruvchi boshqa parametrlarni aniqlashga imkon beradi. Garchi bir qarashda bu ikki guruhga parametrlar orasida bog‘lanish yo‘qdek tuyulsada, aslida ular orasida

ham bog‘lanish borligi ma’lum bo‘ladi. Bunday bog‘lanishni birinchi bo‘lib asrimizning boshida daniyalik astronom Gersщprung va amerikalik astrofizik Ressellar aniqlashdi. Ular bir biridan bexabar holda yulduzlarning yorqinliklari va spektral sinflari orasidagi bog‘lanishni xarakterlovchi grafikni oldilar. Ma’lum bo‘lishicha agar koordinata o‘qlaridan biri yulduzlarning spektral sinflari, ikkinchisi bo‘yicha esa absolyut yulduz kattaliklari qo‘yilganda, yulduzlar diagrammani bir tekis to‘ldirmay, bir necha gruppaga ajralgan holdagi grafik ko‘rinishda namoyon bo‘ladi. Bunday diagramma *spektr-yorqinlik* yoki *Gersщprung-Ressel diagrammasi* deb nomlanadi. Spektr-yorqinlik diagrammasida yulduzlarning absolyut yulduz kattaliklari o‘rnida, logarifmik shkalada yorqinliklarini, spektral sinflari o‘rnida esa, rang ko‘rsatgichlarini yoki effektiv temperaturalarini olish mumkin.

Gersshprung-Ressel diagrammasi umumiy fizik tabiatga ega bo‘lgan yulduzlar gruppasini ajratishga, ularning temperaturasi, yorqinligi, spektral sinfi, absolyut kattaliklari kabi parametrlari orasidagi bog‘lanishlarni aniqlashga imkon beradi.

Bu diagrammada yulduzlarning asosiy qismi bosh ketma-ketlik deyiluvchi egrilik bo‘ylab joylashib, uning chap qismida ravshanligi yuqori bo‘lgan boshlang‘ich spektrga tegishli yulduzlar joylashadi va o‘ng tomonga borgan sayin yulduzlarning yorqinliklari (binobarin temperaturalari) pasaya borib, keyingi sinflarga tegishli yulduzlar diagrammadan joy oladi.



109- rasm

Bosh ketma-ketlik egriligidan yuqorida nisbatan past temperaturali biroq diametri juda katta va shuning uchun ham katta yorqinlikka ega bo‘lgan absolyut yulduz kattaliklari -4^m, -5^m o‘tagigant va gigant (absolyut yulduz kattaliklari 0^m atrofida) yulduzlar joylashadi. Diagrammaning quyi qismda, boshlang‘ich spektral sinflariga ega bo‘lgan nisbatan kam yorqinlikka ega bo‘lgan mitti yulduzlar joylashadi.

Diagrammada yulduzlarning bir tekis taqsimlanmasligi, ularning yorqinliklari va temperaturalari orasida sezilarli bog‘lanish borligidan darak beradi. Bu bog‘lanish, ayniqsa, bosh kattalikka tegishli yulduzlarda yaxshi aks qiladi. Biroq yulduzlarning yorqinliklari va spektral sinflari orasidagi bog‘lanishni e’tibor bilan o‘rganish diagrammada bosh ketma-ketlikdan boshqa

yana bir necha ketma-ketliklarinng ochilishiga olib keladi. Mazkur ketma-ketliklar yorqinlik sinflari deb yuritiladi va I dan VII gacha rim raqamlari bilan belgilanadi (110 -rasm). Bu raqamlar esa, o‘z navbatida, yulduzning spektral sinfidan keyin qo‘yiladi.

YUlduzlarning qabul qilingan bu klassifikatsiyasi MKK (Morgan, Kinan, Kelьman) deb yuritiladi.

YOrqinlik sinflari bo‘yicha yulduzlar quyidagicha taqsimlanadi:

I sinf – o‘tagigantlar. Bu yulduzlar Gersщprung-Ressel diagrammasining tepa qismidan joy olib, bir necha ketma-ketliklarga (I_{ao}, I, I_{ab} va I_b) bo‘linadi.

II sinf – ravshan gigantlar;

III sinf – gigantlar;

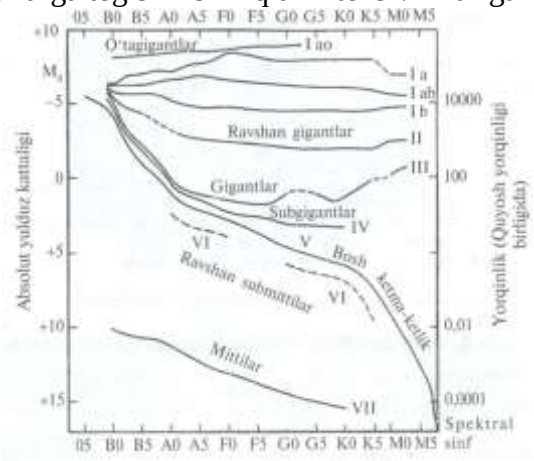
IV sinf – subgigantlar;

V sinf – bosh ketma-ketlikning yulduzlari;

VI sinf – ravshan subkarliklar. Bosh ketma-ketlikdan taxminan bir bir yulduz kattaligiga farq qilib, uning ostidan o‘tadigan ketma-ketlikdir.

VII sinf – ok mitti yulduzlar. Diagrammaning quyi qismidan joy oluvchi yulduzlardir.

Biror yulduzni ma’lum yorqinlik sinfiga tegishliligi, spektral sinfning maxsus belgilari orqali aniqlanadi. Masalan o‘tagigantlarning spektri, spektrida keng chiziqlari bo‘lgan ok mitti yulduzlarnikidan farq qilib, ingichka hamda konturi juda chuqur spektral chiziqlarga ega bo‘ladi. Ma’lum spektral sinfga tegishli mitti yulduzlarning shunday spektral sinfdagi gigantlardan farqi shunday mitti yulduzlarning spektrida ayrim metal chiziqlari gigantlarnikiga nisbatan kuchsiz bo‘lgani holda, boshqa metallarga tegishli chiziqlar intensivliklariga ko‘ra juda kam farq qiladi.



110- rasm

YUlduzlarning spektral sinflari, yorqinlik sinflari bilan qo‘shib o‘rganilganda, yulduzlarning absolyut kattaliklarini aniqlashga imkon beradi. YUlduzlarning aniqlangan absolyut yulduz kattaliklari esa, o‘z navbatida, yulduzlargacha masofani aniqlashga imkon beradi.

YUlduzlar yorqinligini ularning spektridagi ayrim chiziqlarning ravshanligiga empirik bog‘liqligiga asoslangan yulduzlargacha masofalarini aniqlash metodi spektral parallaks metodi deb yuritiladi.

Spektral parallaks metodining trigonometrik metodlardan afzalligi shundaki, spektral parallaks juda uzoqdagi spektrlarini olish mumkin bo‘lgan yoritgichlarni ham uzoqligini aniqlashga imkon bera oladi.

5-§. YUlduzlarning o‘lchamlarini (radiuslarini) aniqlash usullari

Elementar matematika kursidan ma’lumki, kuzatuvchidan aniq masofada joylashgan jismning burchagiy o‘lchami ma’lum bo‘lsa, uning chiziqli o‘lchamini hisoblash ortikcha qiyinchilik tug‘dirmaydi. Binobarin, agarda yulduzning burchagiy diametri *d* ma’lum bo‘lsa, bu yulduzgacha masofa *r* aniq bo‘lganda uning *D* diametrini ham osongina hisoblash mumkin. Buning uchun ushbu formuladan foydalaniladi:

$$Д = \sin d'' \cdot r \quad \text{yoki} \quad Д = \frac{d'' \cdot r}{206265} nc = 74{,}8 \cdot 10^6 d \cdot r \text{ km} \qquad (1)$$

Biroq yulduzlar juda uzoq masofada joylashganliklaridan eng yirik teleskoplar bilan ham ularning burchagiy o‘lchamlarini aniqlab bo‘lmaydi. Faqat maxsus yulduzlar interferometr deb yuritiluvchi teleskoplar yordamidagina atigi bir necha o‘nlab yulduzlarning burchagiy o‘lchamlarini va bu asosda ularning chiziqli o‘lchamlarini aniqlash mumkin.

Ma’lum yulduz radiuslarini aniqlashning boshqa bir usuli uning bolometrik yorqinligi L_{bol} va effektiv temperaturasi T_{ef} ga tayanadi. Ma’lum yulduzning 1 kv.sm yuzasi hamma yo‘nalish bo‘yicha nurlanish energiyasi uning effektiv temperaturasi bilan quyidagicha bog‘lanishda bo‘ladi:

$$\varepsilon = \sigma T_{эф}^4 \qquad (2)$$

U holda yulduzning to‘la sferik sirtidan chiqayotgan nurlanish oqimi, yulduz sirti $S = 4\pi R_*^2$ bo‘lganidan:

$$L_* = 4\pi R_*^2 \cdot \sigma \cdot T_{*эф}^4 \qquad (3)$$

Bu ifodani Quyosh uchun tadbiq qilinsa

$$L_\Theta = 4\pi R_\Theta^2 \cdot \sigma T_{\Theta эф}^4 \qquad (4)$$

(3) va (4) tenglamalarning mos tomonlarini o‘zaro bo‘lsak

$$\frac{L_*}{L_\Theta} = \left(\frac{R_*^2}{R_\Theta^2}\right)^2 \left(\frac{T_{*эф}}{T_{\Theta эф}}\right)^4 \qquad (5)$$

yoki $$\frac{R_*}{R_\Theta} = \left(\frac{T_{\Theta эф}}{T_{*эф}}\right)^2 \sqrt{\frac{L_*}{L_\Theta}}$$

logarifmlasak $$\lg \frac{R_*}{R_\Theta} = 2 \lg \frac{T_{\Theta эф}}{T_{*эф}} + \frac{1}{2} \lg \frac{L_*}{L_\Theta}$$

Odatda yulduzlarning radiusi va yorqinliklari Quyosh radiusi va yorqinliklari birligida ($R=1_\Theta$, $L=1_\Theta$) ifodalanganidan

$$\lg R_* = 2 \lg \frac{T_{\Theta эф}}{T_{*эф}} + \frac{1}{2} \lg L_* \qquad (6)$$

ko‘rinishda yozish mumkin.

YUlduzlarning absolyut bolometrik kattaliklari M_b ma’lum bo‘lsa, yulduzlarning chiziqiy o‘lchamlari ularning effektiv temperaturalariga ko‘ra quyidagicha topiladi.

$$\lg R_* = 8{,}470 - 0{,}2 M_b - 2 \lg T_{эф} \qquad (7)$$

YUlduzlarning diametri Ernikidan yuzlab marta kichik (neytron yulduzlar) va Quyoshnikidan ming martagacha katta (o‘tagigant yulduzlar) bo‘lgan oraliqlarda uchratish mumkin. Bosh ketma-ketlik egriligida joylashgan ko‘pchilik yulduzlar uchun yulduzlarning yorqinliklari va radiuslari orasidagi ushbu bog‘lanish empirik yo‘l bilan aniqlanadi:

$$L_b \approx R^{5,2} \qquad (8)$$

6-§. YUlduzlarning massalarini aniqlash

Alohida yulduzning massasini bevosita aniqlash mumkin bo‘lmay, faqat qo‘shaloq yulduzlarning tashkil etuvchilarini birgallikda olingan massalarini ularning harakatlarini o‘rganish asosida hisoblash mumkin. Buning uchun Keplerning Nьyuton tomonidn aniqlashtirilgan uchinchi qonunidan foydalaniladi:

$$\frac{T_{ш}^{2}\left(M_{a}+M_{ш}\right)}{T_{\oplus}^{2}\left(M_{\Theta}+m_{\oplus}\right)}=\frac{a_{ш}^{3}}{a_{\oplus}^{3}} \qquad (9)$$

bu erda M_a, $M_ш$ – mos ravishda asosiy va yo‘ldosh yulduzlarning massalarini; M_Θ, $m_\oplus$ - esa Quyosh va Er massalarini xarakterlaydi.

$M_\Theta >> m_\oplus$, $T_\oplus$ =1 yil, $a_\oplus$ =1a.b. deb, Yo‘ldosh yulduzning aylanish davri yillarda, orbitaning katta yarim o‘qini astronomik birliklarda ifodalasak (1) ifoda quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$M_{a}+M_{ш}=\frac{a_{ш}^{3}}{T_{ш}^{2}} \qquad (10)$$

(2) ifoda bilan hisoblanganda, yulduzlar komponentalarining massasi Quyosh massasi birligida chiqadi.

Agar qo‘shaloq sistemaga kiruvchi yulduzlarning massa markaziga nisbatan holatini alohida belgilashni va natijada ularning katta yarim o‘qlarining burchagiy o‘lchamlarini alohida aniqlashning imkoni bo‘lsa, u holda ularning massalarining munosabatlarini ushbu ifoda yordamida aniqlash mumkin:

$$\frac{M_1}{M_2}=\frac{a_2''}{a_1''} \qquad (11)$$

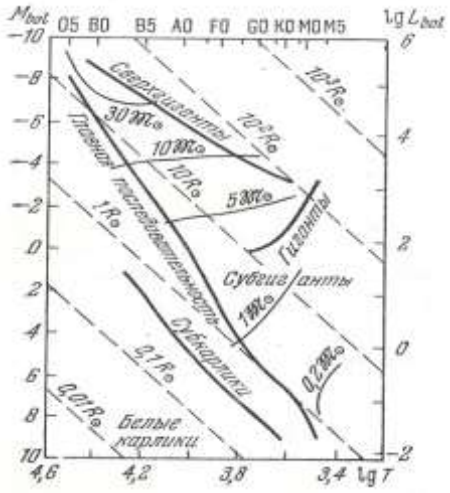
Garchi alohida olingan yulduzlarning massalarini aniqlash mumkin bo‘lmasada, biroq spektr–yorqinlik diagrammasidan alohida o‘rin olgan ayrim yulduzlar gruppasi uchun ularning yorqinliklari va massalari orasida bog‘lanish borligi empirik yo‘l bilan aniqlangan. Xususan, bosh ketma-ketlik egriligidan o‘rin olgan ko‘pchilik qo‘shaloq yulduzlarning komponentalari uchun quyidagi bog‘lanish o‘rinli bo‘ladi :

$$L_b = M_*^{3,9} \qquad (12)$$

Ushbu ifodadan ko‘rinishicha, bosh ketma-ketlikning tepa qismida eng massiv yulduzlar joylashib, pastga yo‘nalgan sayin yulduzlarning massasi kamayib boradi.

7-§. Radius-yorqinlik-massa diagrammasi

YUlduzlarning spektral sinfi (temperaturasi) va yorqinliklari orasidagi bog‘lanishdan tashqari ularga tegishli asosiy fizik kattaliklar – yorqinlik, effektiv temperatura va radius orasidagi bog‘lanish borligi (6) dan ham bizga ma’lum. Binobarin yulduzlarning radiusi va spektral sinfi (temperaturasi) orasidagi bog‘lanish mavjud. Bunday bog‘lanish diagrammada aks qilish uchun Gersщprung-Ressel diagrammasidagi vizual – absolyut yulduz kattaligi M_v o‘rniga logarifmik shkalada absolyut bolometrik yulduz kattaligi M_b, spektral sinflar o‘rniga unga mos logarifmik shkaladagi effektiv temperaturani kuyamiz. Bunday diagrammada bir xil radiusga ega bo‘lgan yulduzlar bir to‘g‘ri chiziq bo‘yicha joylashadi, chunki (6) ifodadan ko‘rinishicha $\lg L$ va $\lg T_{эф}$ o‘zaro chiziqli bog‘langandir.



111- rasm.

-rasmda shunday diagramma tasvirlangan bo‘lib, unda bir xil radiusli yulduzlar joylashadigan to‘g‘ri chiziqlar aks ettirilgan.

Bordiyu yulduzlarning yorqinliklari va massalari orasidagi bog‘lanishni ifodalovchi (12) formula, boshqa sinflarga kiruvchi yulduzlarning yorqinliklari uchun ham o‘rinli deb qaralsa, unda spektr-yorqinlik diagrammasida massalari ma’lum yulduzlarni joylab, ular asosida (12) ifodaga tayangan holda bir xil massali yulduzlarning ham o‘rinlarini belgilash mumkin bo‘ladi.

SHunday qilib 111 –rasmda ifodalangan diagramma spektr-yorqinlik diagrammasidan yana ham to‘laligi bilan farq qilib, yulduzlar holatining diagrammasi sifatida qaralishi mumkin.

Xususan bunday diagramma yulduzlarning evolyusiyasi haqida, hamda evoyusiya tufayli uning asosiy fizik parametrlarining o‘zgarish tendensiyasi haqida qimmatli ma’lumotlarni berishi mumkin.

8-§. YUlduzlarning ichki sharoiti va tuzilishi

Biror yulduzning radiusi va massasi berilgan bo‘lsa, uning ichidagi fizik sharoitlar haqida ma’lumotlarni aniqlashning usullari mavjud bo‘lib, ulardan Quyoshning ichki tuzilishini o‘rganishda foydalangan edik. YUlduzning ma’lum qatlamidagi temperaturasini aniqlash uchun, Quyosh uchun topilgan ushbu formulani qo‘llash mumkin:

$$T = k\frac{m}{R} \quad (1)$$

bu erda, k- gravitatsion va gaz doimiyliklari bilan bog‘liq kattalik. Agar tugun Quyosh massasi M_0 va R radiusi uchun R_0 Quyosh radiusi olinsa, $T_{\odot}$ temperatura 15 mln. gradusga teng chiqadi. Binobarin Quyoshga o‘xshash, bosh ketma-ketlikda yotgan yulduzlarning markazidagi temperatura

$$T = 1..5 \cdot 10^7 \frac{m_*}{R_*}$$

ifodadan topiladi. YUlduzlarning radiusi va massasi ularning bolometrik yorqinliklari L_{vol} bilan $L_{bol} = R^{3.9}$ va $L_{bol} = m^{5.2}$ ko‘rinishlarda bog‘langanidan

$$\frac{m}{R} = R^{1/3} \quad (3)$$

Binobarin bundan yulduzlar uchun:

$$T_0 = 1.5 \cdot 10^7 R^{1/3} \quad (4)$$

Radius-yorqinlik diagrammasida (109 -rasm) bosh ketma-ketlik bo‘ylab yuqoriga qarab yulduzlarning radiuslari ortib boradi. Binobarin bunday yulduzlarning temperaturalari ham yorqinliklarining ortishi bilan sekin-asta ortib borishi kuzatiladi. Bosh ketma-ketlikning quyi qismiga tegishli KO spektral sinfiga kiruvchi yulduzlarning markazida temperatura 10 million gradusga mos kelgani holda, yuqori qismiga kiruvchi Vo yulduzlarning markazida 30 million gradusni tashkil qiladi. -rasmda yulduzlarning temperaturaga bog‘liq ravishda proton-protonssiklli va uglerod-azotssiklli reaksiyalarda ajraladigan energiya mikdorining o‘zgarishi keltirilgan.

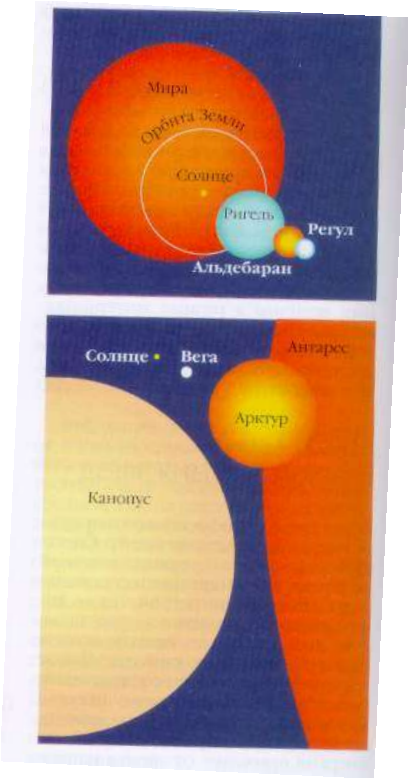
Rasmda Quyoshning egallagan o‘rnidan ko‘rinishicha, G‘ va undan keyingi KM sinflarga mansub yulduzlarning markazida energiya ajralishi, asosan proton-protonssiklli termoyadro sintezi asosida, boshlang‘ich sinflarga (O,V,A.,F) mansub yulduzlarning markazida uglerod-azotlissikl bilan ro‘y beradigan sintez asosida energiya ajralar ekan. Bundan ko‘rinishicha spektr-yorqinlik diagrammasining turli qismlariga to‘g‘ri kelgan yulduzlar ichki tuzilishi fizik parametrlari bilan farq kilishi oydin bo‘ladi. Endi fizik parametrlari, ichki tuzilishlari bilan o‘xshash yulduzlarni alohida-alohida qarab chiqaylik.

1.Bosh ketma-ketlikning yuqori qismida joylashgan yulduzlarning fizik xarakteristikasi. Bunday yulduzlarning massasi Quyoshnikidan bir necha marta bo‘lganidan ularning markazidagi temperaturasi va bosimi ham Quyoshnikidan ancha yuqori bo‘ladi. Bunday yulduzlarning markazida energiya ajralishi uglerod-azotlissikl asosida bo‘lganidan, yorqinliklari ham Quyoshnikidan bir necha marta yuqori bo‘lib, ularning evolyusiyasi ancha intensiv kechadi. Binobarin ular ancha yosh yulduzlar hisoblanadi.

Uglerod azotssiklli termoyadro sintezida ajralayotgan energiya E propotsional bo‘lib Stefan-Bolьsman qonuniga ko‘ra nurlanish energiyasi T^4 ga proporsional. Bu degani yulduz markazida termoyadro sintezi tufayli ajraladigan energiyani yulduz sirtiga faqat nurlanishning o‘zi olib chiqishiga qodir emas. Binobarin energiyaning katta qismini yulduz sirtiga tomon plazma massasi tashishga majbur bo‘ladi. Natijada yulduz markazida gaz massasining kuchli aralashuvi sodir bo‘lib, bosh ketma-ketlikning bunday yulduzlarning markazida markaziy konvektiv zona vujudga keladi. Taxminan 10 Quyosh massasiga ega yulduzlarning markaziy konvektiv zonasining radiusi yulduz radiusining 1/4 qismini tashkil qiladi. Konvektiv yadroni o‘rovchi yulduz qatlamida esa nuriy muvozanat ro‘y beradi.

9-§. Bosh ketma ketlikning kuyi qismidagi yulduzlarning fizik tabiati

Bunday yulduzlar yadrosida ro‘y beradiagn proton-protonssiklli termoyadro reaksiyasi tufayli ajraladigan energiyaning temperaturaga bog‘liqligi, nurlanish energiyasining temperaturaga bog‘liqligi kabi bo‘lib uning markazida konveksiya ro‘y bermaydi. Bunday yulduzlarda etarlicha katta qalinlikdagi konvektiv zona sirtiga yaqin qismida sodir bo‘ladi. YUlduzning temperaturasi qanchalik sovuq bo‘lsa, unda konveksiya zonasi shuncha ko‘p chuqurlikdan boshlanadi. Bunday yulduzlarning tipik vakili Quyosh bo‘lib, unda konvektiv zona fotosfera ostidagi 2 foizga yaqin qatlamda joylashadi. YAnayam sovuq yulduzlarda, xususan taxminan 0.6 M_0 massali yulduzlarda konveksiya qatlamida yulduz massasining kariyib 10 % ga yaqin qismi ishtirok etadi.



112- rasm

Qizil gigant yulduzlarning tabiati. Bunday yulduzlarning tarkibi bir jinsli bo‘lmay, ularning markazida uzoq davom etadigan termoyadro sintezi tufayli, geliyli yadro paydo bo‘ladi. Natijada energiya ajratuvchi ingichka yadrorviy reaksiya zonasi sekin asta yulduz cheti tomon siljiy boradi. Vodorodning sintez reaksiyasi ketayotgan bu zonadan tashqarida garchi vodorodning zaxirasi etarlicha bo‘lsada, biroq bosim va temperatura etarli bo‘lmaganligi tufayli yadroviy reaksiya ro‘y bermaydi. Dastlab yadro reaksiyasi kechayotgan ingichka qatlamda bosim, geliyli yadronikidan ham yuqori bo‘lib, natijada yadroni yanada siqilishiga olib keladi. Bunday siqilish to gaz bosimi temperaturaga bog‘liq bo‘lmagan holatga o‘tgunga qadar davom etadi. Siqilishni to‘xtatish uchun zarur bo‘lgan juda katta bosim, zichlikning keskin ortib ketganligi bilan ta’minlanadi. Hisob-kitobning ko‘rsatishicha $M=1,3M_0$ yulduzning markazida faqat geliydan tashkil topgan yadro vujudga keladi (bir qismida barcha vodorod geliyga aylanib bo‘ladi). Biroq geliyi yadroning temperaturasi hali past bo‘lib navbatdagi geliyning uglerodga aylanish reakstiyasi ro‘y bьerishi uchun etarli bo‘lmaydi. YAdroviy energiya manbaidan xoli bo‘lgan bunday yadro - yulduz massasining chorak qismini tashkil etib, uning markazida zichlik 3350 kg/sm^3 ni tashkil etadi. Undan so‘ng taxminan $0.1R_*$ qalinlikda nuriy qatlam joylashib, tashki, 0,9i yulduz radiusigacha keladigan qalinlik - qizil gigantning ulkan konvektiv zonasini (massasining deyarli 70 %i) tashkil qiladi.

Oq mitti yulduzlar. Qizil gigantlarga xos xususiyat - uning markazida Quyoshdek yoki yoki undan ancha kichik geliyli izotermik yadroning hosil bo‘lishini ko‘rdik. Agar bunday yulduzlar tashqi konvektiv qobiqsiz vujudga kelganda o‘lchamlarining kichikligi tufayli (garchi tepmperaturali juda yuqori bo‘lsa ham) spektr -yorqinlik diagrammasining ostki qismida chap tomondan urin oladi. Bunday yulduzlarning o‘lchami atigi $10^{-2}\div10^{-3}$ R_0 (Quyosh radiusi)ni tashkil qiladi., zichligi har kub santimetriga 10^5 tonnaga etadi ! Ular rangiga ko‘ra ok mitti yulduzlar deb ataladi. Ular qisilish tufayli erishgan katta energiyasini nurlanish yo‘li bilan juda sekinlik yo‘li bilan tarkatib sovuydi.

Bunday yulduzlar katta massasaga ega bo‘lsa, uning markazida gaz bosimi yanayam katta gravitatsiya kuchiga (siqilish paytida gravitatsiya kuchlari gaz bosim kuchidan tezroq o‘sadi)

duch keladi. SHuning uchun ham massiv ok mittilar kuchli siqilgan bo‘lib, uning radiusi va massasi orasida aniq bog‘lanish mavjud bo‘ladi.

Biroq massasining ma’lum qiymatlaridan boshlab, yadrodagi gaz (vыrojdennыy) bosimi gravitatsiya kuchlariga bas kelolmay uzluksiz siqilisha boshlaydi, boshqacha aytganda kollaps hodisasi ro‘y beradi. YUlduz massasi taxmimnan 2-3 Quyosh massasicha bo‘lganda, u kollapsdan kochib kutulolmaydi.

Agar yulduz siqilish tufayli neytron yulduzga aylanmaganda edi, kollaps hodisasi massasi m>1,2 M_0 bo‘lgan yulduzlardan boshlab sodir bo‘lgan bulur edi. Biroq bunday yulduzning neytron yulduzga aylanishi tufayli vujudga kelgan neytron “gaz” (vыrojdennыy) bosimi gravitatsiya kuchlariga bas kela olganligi tufayli, u siqilishdan to‘xtaydi, boshqacha aytganda, kollaps jarayoni ro‘y bermaydi. YAna shuni aytish jozki yulduzning koldik massasini siqilishi tufayli neytron yulduz o‘z-o‘zidan vujudga kelmay, u yadroviy portlashni (uta yangi yulduz ko‘rinishda) “boshdan kechirishi” lozim bo‘ladi. Bunday portlash tufayli modda neytronlar holatiga o‘tkazilib barcha mavjud yadroviy energiya undan ajralib chikadi.

Bordi-yu yulduzning massasi 2-3 Quyosh massasidan katta bo‘lsa u holda neytron “gaz”ning bosimi ham gravitatsiya kuchlariga bas kela olmayы, yulduz uzluksiz sikishda davom etadi. siqilayotgan bunday yulduzning radiusi $\frac{2GM}{c^2}$ dan (bu erda *s* — yorug‘lik tezligi) kichiklashganda parabolik tezlik yorug‘lik tezligidan katta bo‘ladi. Boshqacha aytganda, endi hech narsa, hatto nurlanish kvanti ham yulduzni tark eta olmaydi, binobarin yulduz endi ko‘rinmaydi. Nazariy jihatdan qaralganda, bo‘lishi mumkin bo‘lgan bunday faraziy yulduz “ko‘rinishi” — **qora o‘ra** deb ataladi.

20-dars

Vizual va tutiluvchi qo‘shaloq yulduzlar. Qo‘shaloqlarning massalarini hisoblash. Spektral qushaloq yulduzlar. Ularning nuriy tezliklarini egriligiga ko‘ra orbitalarini hisoblash haqida tushuncha

Darsning maqsadi:

Qo‘shaloq yulduzlarning turli rusumlari bilan o‘quvchilarni tanishtirish. O‘quvchilarga spektral qo‘shaloq yulduzlar haqida tushuncha berish.

Ko‘rsatma qurollar:

Vizual va tusiluvchi qo‘shaloq yulduzlarning ravshanlik egriliklari aks ettirgan plakatlar. Qo‘shaloq yulduzlarning xarakteristik jadvallari. Spektral qo‘shaloq yulduzlarning massa markazi (baritsentr) atrofidagi aylanayotganda ularning spektorida spektral chiziqlarning sijishlari (ularning kuzatuvchiga nisbatan o‘zaro holatlariga ko‘ra) aks qilgan plakat

O‘quv materiallari bayoni rejasi:

1. fizik va optik qo‘shaloq yulduzlar
2. vizual qo‘shaloq yulduzlar
3. tusiluvchi qo‘shaloq yulduzlar va ularning ravshanlik egriliklarini aniqlash
4. yulduzlarning ravshanlik egriliklariga ko‘ra orbita egriligini taxminiy aniqlash.
5. qo‘shaloq yulduzlarning massa markazi atrofidagi xususiy orbitalari katta yarim o‘qlari va massalarining munosabatlariga ko‘ra Keplerning 3-qonunidan ularning alohida olingan massalarini hisoblash
6. yulduzlarning massa va yorqinliklari orasidagi bog‘lanish asosida boshqa alohida olingan yulduzlarning massalarini baholash
7. yulduzlar uchun «massa yorqinlik diagrammasi»
8. spektral qo‘shaloq yulduzlar, ularning spektrlariga ko‘ra, nuriy tezliklarini egriligini olish

9. nuriy tezlik egriligining tahlili asosida, spektral qo‘shaloqlar tashkil etuvchilarining orbitalarini baholash

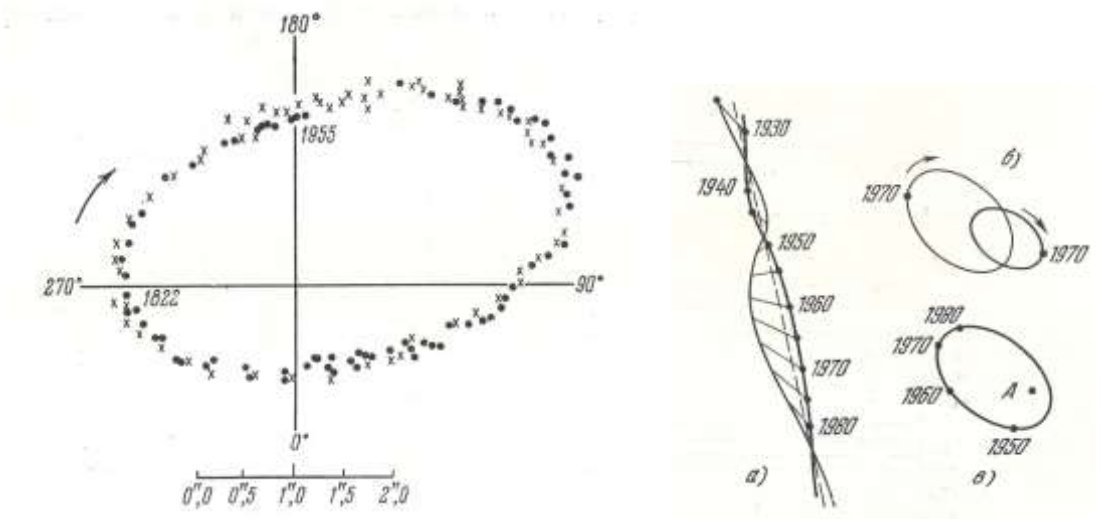
Uyga vazifa: [1], [2], [3]

10-§. Fizik qo‘shaloq yulduzlar

Osmonda ba’zan bir-biriga yaqin joylashgan ikkita va bir qancha yulduzlarni ko‘rish mumkin. Ularning ayrimlari aslida bir-biridan juda uzoqda bo‘lib, osmon sferasida bir-birlariga yaqin joyga proeksiyalanadilar. Ular optik qo‘shaloq yulduzlar deyiladi. Bordiyu ikki yulduz fazoda o‘zaro tortishi kuchi ta’sirida massalari markaziga atrofida harakatda bo‘lsalar, bunday o‘zaro dinamik bog‘langan sistemaga fizik qo‘shaloq yulduzlar deyiladi. Uchta yoki undan ortiq o‘zaro dinamik bog‘langan fizik qo‘shaloq yulduzlar sistemasiga karrali yulduzlar deyiladi. Fizik qo‘shaloqlar ularni qayd qilish usullariga ko‘ra, uch turga bo‘linib, ular vizual qo‘shaloqlar, tutiluvchi qo‘shaloqlar va spektral qo‘shaloq yulduzlar deyiladi.

1.Vizual qo‘shaloq yulduzlar. Agar qo‘shaloq yulduzlarning tashkil etuvchilari bir-birlaridan bevosita ajratib ko‘rish mumkin bo‘lgan masofada joylashgan bo‘lsa, ularni vizual qo‘shaloqlar deyiladi**.**

Vizual qo‘shaloqlarni ularga juda o‘xshash bo‘lgan optik qo‘shaloqlardan farqlash uchun uzoq yillar tinimsiz kuzatish lozim bo‘ladi.Ko‘pchilik kuzatiladigan qo‘shaloqlarning haqiqiy qo‘shaloqligi ularning xususiy harakatlarini bir necha o‘n yillar oralatib olingan fotorasmlarini o‘rganish orqali aniqlanadi. Haqiqiy qo‘shaloqlarning xususiy harakatlari deyarli bir xil ko‘rinishda bo‘ladi.



a) b)

113- rasm

Qo‘shaloq yulduz komponentlari fazoda osmon mexanikasi, xususan Kepler qonunlariga bo‘ysungan holda ularning umumiy massalari markazi atrofida teng davrlar bilan elliptik orbitalar bo‘ylab harakatlanib, o‘xshash ellipslar (bir xil ekssentrisitetli) chizadi. Agar *bosh yulduz*ni (asosiysini) qo‘zg‘almas deb qarab, *yo‘ldosh yulduz*ning bosh yulduz atrofidagi nisbiy orbitasi aniqlansa, mazkur orbitaning ekssentrisiteti, uning massa markazi atrofidagi haqiqiy orbitasining ekssentrisiteti bilan bir xil bo‘ladi. Qizig‘i shundaki, yo‘ldosh yulduzning bosh yulduz atrofidagi nisbiy harakat traektoriyasi ham aynan shunday eksatsentrisitetli ellipsdan iborat bo‘ladi. Hosil bo‘lgan bunday ellipsning katta yarim o‘qi, tashkil etuvchi yulduzlar haqiqiy elliptik orbitalarining katta yarim o‘klarining yig‘indisidan iborat bo‘ladi.

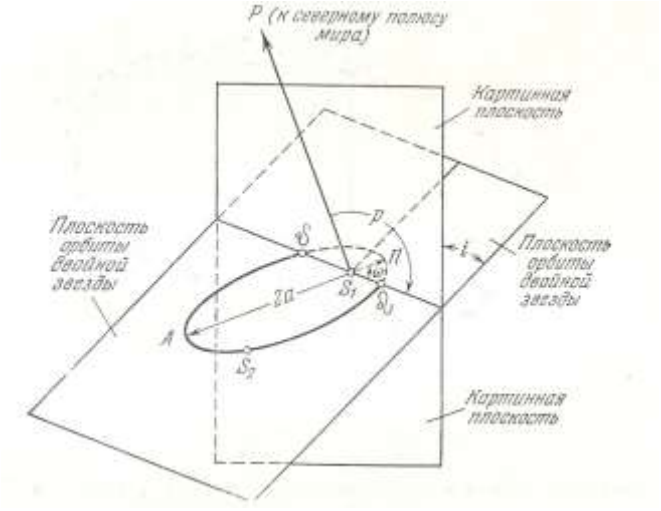
Vizual qo‘shaloq yulduzlarga misol qilib, Katta Ayiq yulduz turkumining ξ yulduzini keltirish mumkin. Bu qo‘shaloq komponentalar orasidagi masofa 12′ bo‘lib, ularni oddiy ko‘z bilan alohida-alohida ko‘rsa bo‘ladi (-rasm).

Agar qo‘shaloq yulduzlarning umumiy massa markaziga nisbatan haqiqiy orbitalari katta yarim o‘qlarining nisbati ma’lum bo‘lsa, shu asosda ularning massalarining nisbatini aniqlash mumkin. SHuningdek, yo‘ldosh yulduz orbitasining katta yarim o‘qi asosida, Keplerning umumlashgan uchinchi qonunidan foydalanib, yulduz massalarining yig‘indisini ham topish mumkin. Binobarin bu ikki tenglamadan foydalanib, qo‘shaloq yulduz komponentalarining massalarini alohida-alohida topish mumikn bo‘ladi. SHu sababdan qo‘shaloq yulduzlarni o‘rganish, yulduzlar evolyusiyasiga doir bilimlar uchun muhim ahamiyat kasb etadi. CHunki oxir-oqibatda yulduzlarning taqdirini ularning massalari belgilaydi.

Hozirga qadar turli metodlar yordamida topilgan zich qo‘shaloq yulduzlarning soni bir necha o‘n mingtani tashkil qiladi. Ulardan o‘n foizga yaqinining nisbiy harakat (bosh yulduzga nisbatan) orbitalari aniqlangan.

Qo‘shaloq yulduzlarning orbita elementlari 114 -rasmda qo‘shaloq yulduz orbitasining fazoda joylashishi tasvirlangan. Bu erda S_1 ni bosh yulduz deb, S_2 ni esa yo‘ldosh yulduz deb qaralsa, u holda yo‘ldosh yulduz nisbiy orbitasining bosh yulduzga eng yaqin nuqtasi P-*periastr*, qarama-qarshi nuqtasi A esa – *apoastr* deyiladi.

Nisbiy orbitaning holati va yo‘ldosh yulduzning undagi vaziyati, mazkur orbitaning quyidagi elementlari bilan xarakterlanadi: *R*-yo‘ldosh yulduzning bosh yulduz atrofida aylanish davri, *T*-yo‘ldosh yulduzning periastrdan o‘tish momenti, *e*-uning orbitasining ekssentrisiteti, *a*-orbitasining katta yarim o‘ki, *i*-orbita tekisligi bilan osmon sferasiga shu nuqtada o‘tkazilgan urinma tekislik (manzara tekisligi) orasidagi burchakdir.

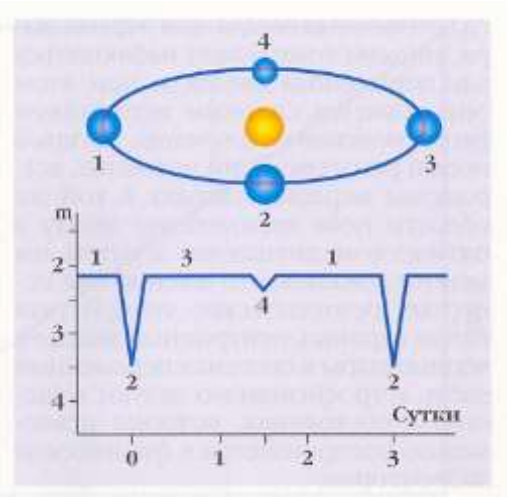


114- rasm

Bulardan tashqari orbita holatini belgilovchi yana ikkita element bo‘lib, ular – orbita tugunining pozitsion burchagi (r) va periastrning uzunlamasi (ω) deyiladi. Pozitsion burchak – r, olam qutbi va tugun yo‘nalishlari orasidagi burchak bo‘lib (u 180° dan kichik qilib olinadi; periastrning uzunlamasi - ω esa, tugundan to periastrgacha bo‘lgan yoyni xarakterlaydi. Tugunlar deb orbitaning manzara tekisligi bilan kesishgan nuqtalarga aytiladi. Vizual qo‘shaloq yulduzning ko‘rinma orbitasi, haqiqiy orbitaning manzara tekisligiga proeksiyasidan iborat bo‘lib, kuzatilgan nisbiy orbita yordamida uning haqiqiy orbitasining barcha elementlarini aniqlash mumkin. Bosh yulduz, yo‘ldosh yulduzning nisbiy orbitasining fokusida yotmasdan, undan qancha chetda joylashganligiga ko‘ra *i*-ning qiymati topiladi va shu asosda, geometrik

usuldan foydalanib, ω va e larni ham hisoblash mumkin bo‘ladi. R, T va r larning qiymatlari, bevosita kuzatishdan topiladi. Orbitaning katta yarim o‘ki a esa, ko‘rinma ellips katta yarim o‘qi a' yordamida $a = a \cdot \sec i$ formula bilan hisoblanadi.

2. Tutiluvchi qo‘shaloq yulduzlar. Bunda qo‘shaloq sistemani tashkil etuvchi ikkita yulduz, umumiy massa markazi atrofida aylanayotganda, Erdagi kuzatuvchi uchun ular bir-birlarini davriy ravishda to‘sib o‘tadilar. Lekin ularning oralari juda yaqin bo‘lganidan, bunday yulduzlarning komponentalarini teleskopda ayrim-ayrim holda ko‘rib bo‘lmaydi. Kuzatuvchi har ikkala komponenta ravshanliklarining yig‘indisini kuzatadi. Ravshanliklari davriy ravishda o‘zgarib turuvchi tutiluvchi qo‘shaloq yulduzlarga Perseyning β si va Liraning β si yorqin misol bo‘ladi (115 -rasm).



115- rasm

Bunday qo‘shaloqlar ko‘rinma ravshanligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishini ifodalovchi chiziqqa *ravshanlik egriligi* deyiladi. Egrilikning eng katta ravshanlikka ega bo‘lgan momenti, o‘zgarishning maksimal va eng kichik ravshanlikka ega bo‘lgan momenti esa, uning minimum davri deyiladi. Ketma-ket kelgan ikkita bir xil faza holatlari orasidagi vaqt - o‘zgaruvchanlik davri deyiladi. YUlduzning maksimum va minimum ravshanliklarining farqi uning amplitudasi deyiladi. –rasmda ba’zi tutiluvchi qo‘shaloq yulduzlar ravshanliklarining o‘zgarish egriliklari keltirilgan.

Turli tutiluvchi qo‘shaloq yulduzlar ravshanliklarining o‘zgarishi, turlicha xarakter kasb etib, ular, yo‘ldosh yulduz orbitasining kuzatuvchiga nisbatan qanday joylashishiga, yulduzlarning o‘lchamlariga, komponentalarining ravshanliklari va ranglariga va yana bir qator faktorlarga bog‘liq bo‘ladi. Tutiluvchi qo‘shaloq ravshanligining egriligini tahlil etib, bunday yulduz to‘g‘risida bir quyidagi ma’lumotlarga erishish mumkin. Komponentalarning biri ikkinchisini to‘la, qisman yoki markaziy to‘sib o‘tishi, orbitaning manzara tekisligi bilan hosil qilgan burchagiga bog‘liq. Agar i=90° bo‘lsa, markaziy tutilish ro‘y beradi. Markaziy tutilishda, turli radiusli yulduzlar uchun minimumlar keskin bo‘lmay, bu davrda sistemaning umumiy ravshanligi ma’lum vaqt o‘zgarmas bo‘ladi. Agar minimumda shu shartlar bajarilmasa, tutilish qisman bo‘lib, ravshanlikning minimum holatiga ko‘ra, orbitalarning manzara tekisligiga og‘maligini aniqlash mumkin. Minimumlarning davomiyligi, komponentalarning nisbiy radiuslari - R_1 va R_2 ni hisoblash imkonini beradi. Radiuslarning ma’lum qiymatlariga va minimumlarning chuqurligiga asoslanib, yulduzlar effektiv temperaturalarini ham aniqlash mumkin.

Ketma-ket minimumlar oralaridagi masofalar nisbati, orbita ekssentrisiteti e va periastr uzunlamasi ω ga bog‘liq. Ikkilamchi minimumning boshlanish fazasi $e \cdot \cos\omega$ ga teng. Agar bu

faza ikkita bosh minimumlar o‘rtasida bo‘lsa, nisbiy orbita qarash chizig‘i yo‘nalishiga simmetrik joylashadi yoki aylana ko‘rinishida bo‘ladi. Ikkilamchi minimumning o‘rtada bo‘lmasligi $e \cdot \cos\omega$ ning qiymatini hisoblashga imkon beradi.

Ba’zan minimumlar orasida umumiy ravshanlik, odatdagidan biroz ortiqroq bo‘lishi mumkin. Bu bizga, bir yulduz ikkinchisini yaqin masofadan qanday yoritayotganligi haqida ma’lumot beradi.

Xulosa qilib aytganda, tutiluvchi qo‘shaloq yulduz ravshanligining egriligiga ko‘ra, biz unga tegishli quyidagi muhim kattaliklarni aniqlashimiz mumkin; *i*-orbitaning manzara tekisligiga og‘maligi; R-yo‘ldosh yulduzning bosh yulduz atrofida aylanish davri; *T*-bosh minimum momenti; *e*-orbita ekssentrisiteti; ω-periastr uzunlamasi; R_1 va R_2 -qo‘shaloq yulduzlar komponentalarining radiuslari; L_1 / L_2 -ularning absolyut ravshanliklari nisbati yoki T_1 / T_2 -temperaturalarning nisbati.

Hozirgi paytda Galaktikamizda 3000 dan ortiq tutilma qo‘shaloq yulduzlar topilgan.

3. Spektral qo‘shaloq yulduzlar. Ko‘pchilik yulduzlarning qo‘shaloqligini fotometrik usul bilan aniqlashning iloji yo‘q. Buning sababi, ko‘pchilik qo‘shaloqlarning orbitasi, tutiluvchi qushaloqlarniki kabi manzara tekisligi bilan 90 burchak hosil qilmaydi. Bunday qo‘shaloqlarning haqiqiy qo‘shaloqligi ularning spektrlaridan ma’lum bo‘ladi. Teleskop orqali qaraganda yakka yulduz bo‘lib ko‘ringan ayrim yulduzlarning spektrida, bir necha spektral chiziqlar qo‘shaloq holda kuzatilib, uning ustiga vaqt o‘tishi bu chiziqlar bir-biriga qarama-qarshi yo‘nalishda siljib turadi. Aynan shu hol ularning qo‘shaloqligidan darak beradi. Spektrlarning bu xususiyatlaridan aniqlangan qo‘shaloq yulduzlar *spektral qo‘shaloq yulduzlar* deyiladi.

Spektral qo‘shaloq yulduzlarning orbita elementlari, yo‘ldosh yulduz spektral chiziqlarining bosh yulduz spektral chiziqlariga nisbatan siljishlari asosida topilgan nuriy tezliklarining egriliklari asosida topiladi. 116–rasmda keltirilgan chizmada bir necha spektral qo‘shaloqlarning nuriy tezliklarining egriliklari va shu asosda aniqlangan orbitalarining ko‘rinishi keltirilgan.CHizmadan ko‘rinishicha, (117 -rasm, a), yo‘ldosh yulduzning nuriy tezligining egriligi sinusoida ko‘rinishida bo‘lganda, uning orbitasi aylana ko‘rinishda bo‘ladi. Boshqa hollarda (118 -rasm, b, v) nisbiy orbitaning katta yarim o‘qi, mos ravishda, qarash chizig‘i bo‘ylab yoki unga perpendikulyar ekanligi chizmadan ko‘rinadi.

Hozirga qadar Galaktikamizda 1500 dan ortiq spektral qo‘shaloqlar ro‘yxatga olingan.

21-dars

Fizik o‘zgaruvchan yulduzlar. Pulьsatsiyalanuvchi o‘zgaruvchilar.ssefeidlar. Eruptiv o‘zgaruvchi yulduzlar. YAngi va o‘ta yangi yulduzlar

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarni galaktikamizdagi ko‘p ming sonli fizik o‘zgaruvchanlarning vakillari –ssefeidalar bilan tanishtirish. O‘quvchilarni o‘zgaruvchi yulduzlarning o‘zgarishi portlash bilan kechadigan vakillari (yangi va o‘ta yangi yulduzlar) bilan tanishtirish.

Ko‘rsatma qurollar:

Turli rusumdagi fizik o‘zgaruvchan yulduzlarning vakillarini ravshanlik egriliklari aks qilgan plakatlar. YAngi va o‘ta yangi yulduzlarning chaqnash egriliklari aks ettirilgan plakatlar. O‘ta yangi yulduzlarning portlash jarayoni qoldiqlaridan biri – qisqichbaqasimon tumanlikning fotografiyasi.

O‘quv materiallari bayoni rejasi:

1. fizik o‘zgaruvchan yulduzlar xaqida umumiy ma’lumot.
2. sssefeidalar (sefeyning b – rusumidagi o‘zgaruvchilar

3. Liraning RR rusumidagi qisqa davrli o‘zgaruvchilar
4. uzun davrli va noto‘g‘ri davrli o‘zgaruvchilar xaqida tushuncha
5. yangi yulduzlar xaqida umumiy ma’lumot
6. yangi yulduzlar chaqnash egriligini tahlili
7. o‘ta yangi yulduzlar ko‘rinishida chaqnovi yulduzlarning evolyusiyasi
8. o‘ta yangi yulduzlarning chaqnash egriligini tahlili
9. Neytron yulduzlar – o‘ta yangi yulduzlarning qoldig‘i, ulardagi fizik sharoit

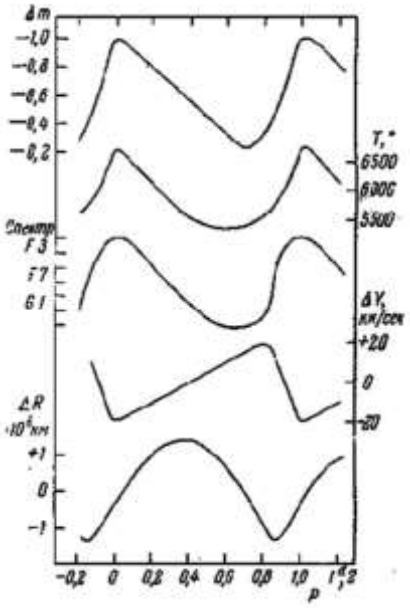
Uyga vazifa: [1], [2], [3]

11-§. Fizik o‘zgaruvchi yulduzlar

Fizik o‘zgaruvchan yulduzlar ravshanliklarning o‘zgarishi, shu yulduzlarning qa’rida kechadigan fizik jarayonlar hisobiga bo‘ladi. Fizik o‘zgaruvchan yulduzlar, ravshanliklarining o‘zgarishi xarakteriga ko‘ra, pulьsatsiyalanuvchi va eruptiv o‘zgaruvchan yulduzlarga bo‘linadi.

Pulьsatsiyalanuvchi o‘zgaruvchan yulduzlar - ravshanliklarining bir maromda (me’yorda) o‘zgarishi bilan xarakterlanadi. Bu xildagi o‘zgaruvchan yulduzlarning ravshanliklarining o‘zgarishi, asosan, ularning sirt qatlamlarining pulьsatsiyalanishi hisobiga bo‘lgani uchun ham ular shunday nomlanadi. Pulьsatsiyalanish tufayli bunday yulduzlarning radiuslari ortayotganda, ularning yorqinligi va temperaturasi maksimumga erishadi, aksincha kichrayayotganda (ya’ni yulduz siqilayotganda) esa, yorqinligi va harorati kamayadi. Pulьsatsiyalanuvchi o‘zgaruvchan yulduzlar, davrlarining uzunligi va ravshanliklarining o‘zgarish darajasiga ko‘ra quyidagi tiplarga bo‘linadi:

Sefeidlar - ravshanliklarining egriligi alohida shaklga ega bo‘lib, ularning asosiy kattaliklaridan hisoblangan yulduz kattaliklarining vaqt bo‘yicha o‘zgarish davrlari bir necha sutkadan bir necha unlab sutkagacha etadi. Ravshanligining egriligissefey yulduz turkumi δ sining o‘zgarishiga uxshashligi uchun ham bunday yulduzlarssefeidlar deb ataladi (119-rasm).ssefeidlar ravshanligining o‘zgarishi 0,1 dan 2,0 yulduz kattaligiga qadar bo‘ladi.



119- rasm

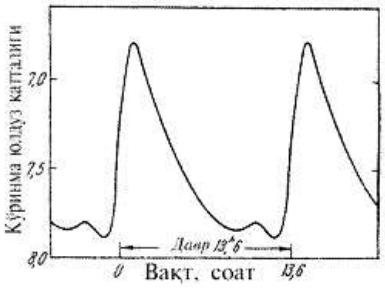
Sefeidlar ravshanligining maksimumida F spektral sinfga mansub yulduz ko‘rinishida bo‘lib, minimumida G‘, K sinflariga mansub yulduz ko‘rinishini oladi. Ravshanliklarining bunday o‘zgarishi, yulduz temperaturasining o‘rtacha 1500 gradusga o‘zgarishiga mos

keladi.ssefeidlar spektrida kuzatiladigan chiziqlar, ularning ravshanliklarining o‘zgarishiga mos ravishda qizil va binafsha tomonga siljib turadi. Bunday siljishlar ham davriy xarakterga ega bo‘lib, qizil siljishning maksimumi -ssefeid ravshanligining minimumiga, binafsha siljishning maksimumi esa – yulduz ravshanligining maksimumiga to‘g‘ri keladi.ssefeidlarning davrlari va ravshanliklari orasida bog‘lanish mavjud bo‘lib, ularning ravshanliklarining ortishi davrlarining ortishida o‘z aksini topadi.

Sefeidlar F va G sinflarga kiruvchi gigant va o‘tagigant yulduzlar bo‘lganidan ularni Galaktikamizdan tashqaridagi ob’ektlarda ham ko‘rishning imkoni bor (122-rasm) .

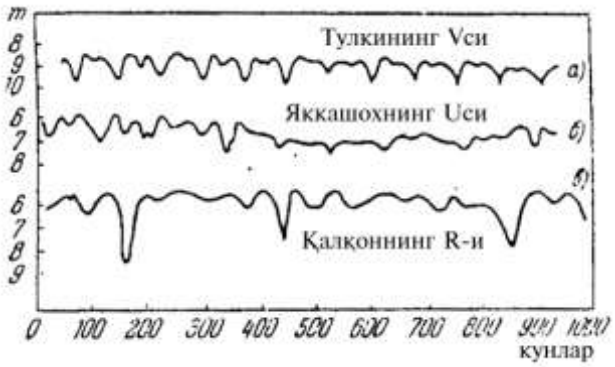
RR Lira tipidagi o‘zgaruvchan yulduzlar - A spektral sinfiga kiruvchi gigant yulduzlar bo‘lib, ravshanligining o‘zgarish intervali 1 dan 2 yulduz kattaligiga qadar bo‘ladi. Spektral sinflarining o‘zgarishi A va F sinflar bilan chegaralanadi. Bu tipdagi yulduzlarning ravshanliklarining o‘zgarish davri 0,05 sutkadan 1,2 sutkagacha bo‘lib, juda katta aniqlik bilan kuzatiladi (120-rasm).

Sefey yulduz turkumining β yoki Katta It yulduz turkumining β si tipidagi fizik o‘zgaruvchan yulduzlar - ravshanligining egriligi bo‘yicha RR tipidagi yulduzlarni eslatsada, yorqinligining juda kam o‘zgarishi (0,2 yulduz kattaligida) bilan ulardan farqlanadi. Bu tipdagi yulduzlarning o‘zgarish davri 3 soatdan 6 soatgacha borib,ssefeidlarniki kabi, ravshanliklarining o‘zgarishi davriga bog‘liq bo‘ladi.



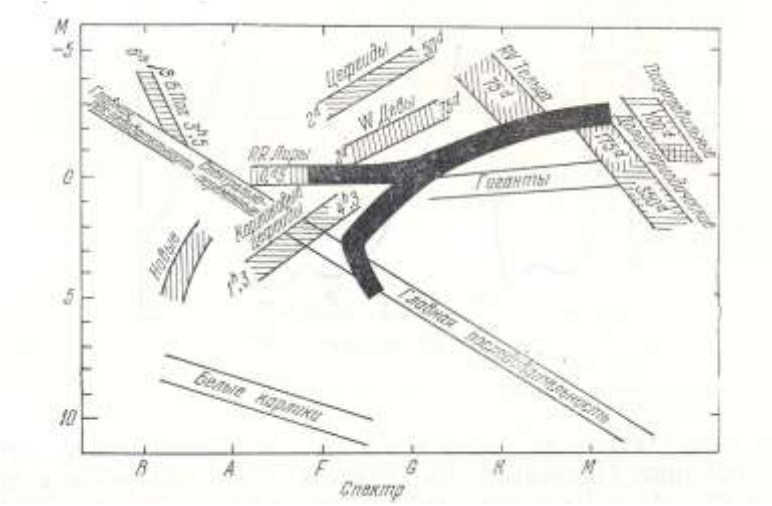
120- rasm

Savr yulduz turkumining RV tipidagi yulduzlar - ravshanligining o‘zgarish davri nisbatan doimiyligi bilan boshqa tipdagi fizik o‘zgaruvchan yulduzlardan farq qiladi. Ularning davri 30 sutkadan 150 sutkagacha borib, ravshanliklari 3 yulduz kattaligiga qadar o‘zgaradi. Bu tipdagi yulduzlarning spektral o‘zgarish chegarasi G‘ sinfdan K sinfgacha boradi.



121- rasm

Kit yulduz turkumidagi Mira tipidagi yulduzlar, uzun davrli o‘zgaruvchan yulduzlardan bo‘lib, ularning o‘zgarish davri 80 sutkadan 1000 va undan ortiq sutkagacha boradi. Ravshanligining o‘zgarish amplitudasi esa 2,5 yulduz kattaligigacha etadi. Bunday yulduzlar yorqinligining maksimumida uning spektrida ravshanligining minimumida kuzatilgan metall chiziqlari o‘rnini vodorodning emission chiziqlari oladi.



122- rasm.

22-dars

Pulьsarlar (neytron yulduzlar). Qora o‘ralar haqida tushuncha. YUlduzlarning ichki energiya manbalari, ularning evolyusiyasi va modellari (ichki tuzilish) xaqida tushuncha

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarda pulьsarlar (neytron yulduzlar) va qora o‘ralar haqida tushuncha berish. YUlduzlarning milliardlab yillab katta quvvat bilan nurlanishini to‘ldirib turuvchi jarayon – ularning ichki energiya manbai – termoyadro reaksiyalari xaqida tushuncha berish.

Ko‘rsatma qurollar:

O‘ta yangi yulduzlarning portlash jarayoni va neytronyulduz ko‘rinishdagi qoldig‘i (pulьsar nurlanish o‘qining yulduzning aylanish o‘qi atrofida qonun sirt chizishi bilan bog‘liq chizma aks qilgan plakatlar. «Spektr - yorqinlik» diagrammasidagi turli yorqinlik sinflarga mansub yulduzlarning nazariy yo‘li modellari ichki tuzilishi xaqida plakatlar

O‘quv materiallari bayoni rejasi:

1. yulduzlar evolyusiyasining uning evolyusiyasiga ko‘ra turlicha kechishi
2. pulьsarlarning ochilish tarixi va ularning o‘tayani blduzlar qoldig‘i bilan mos kelshi
3. neytron yulduzlarning tarkibi, magnt maydoni, aylanish va nurlanish mexanizmi
4. Ayni paytda turli diapazonlarda topilgan pulьsarlarning katologi va turli xossalari
5. qora o‘ralar va ularning ochilishi, xossalari
6. yulduzlar evolyusiyasi xaqida tushuncha
7. yulduzlarning ichki energiya manbaining ochilishi (Eddington, Bete, Veyszenerlarning ishlari)
8. Proton – proton va uglerod – azotssikli, termoyadro reaksiyalari
9. yulduzlarning ichki tuzilishlari modellari taxlili

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

12-§. Eruptiv o‘zgaruvchan yulduzlar

Eruptiv o‘zgaruvchan yulduzlar-asosan mitti yulduzlar bo‘lib, ularning o‘zgaruvchanligi, vaqti-vaqti bilan qaytalanuvchi chaqnash ko‘rinishida bo‘ladi. Bunday chaqnashlar, mazkur yulduzlardan uloqtirilgan plazmaning uloqtirilishi (erupsiyasi) bilan tushuntirilgani uchun ham ular eruptiv o‘zgaruvchan yulduzlar deb yuritiladi. Eruptiv o‘zgaruvchan yulduzlarning yarmidan ko‘pi Aravakash yulduz turkumining RW tipidagi yulduzlardir. Bunday tipdagi o‘zgaruvchan yulduzlarning ravshanligi shu qadar noto‘g‘ri o‘zgaradiki, natijada hech qanday qonuniyat bilan bu o‘zgarishni belgilab bo‘lmaydi. Aravakashning RW tipidagi ma’lum bir yulduz ravshanligi ba’zan juda tez (1 soatda 1 yulduz kattaligiga) o‘zgargani holda, ba’zan juda sekin (1 sutkada 0,1 yulduz kattaligiga) o‘zgaradi. Umuman bunday yulduzlarda ravshanlikning o‘zgarish amplitudasi 0,1 dan 3 yulduz kattaligigacha borishi mumkin. Bu xil fizik o‘zgaruvchan

yulduzlarning ko‘pchiligi G‘ spektral sinfidagi yulduzlar bo‘lib, faqat ayrimlarigina V sinfidan M sinfigacha uchraydi.

Egizaklar yulduz turkumidagi U tipidagi eruptiv o‘zgaruvchan yulduzlar V va A sinfiga kirib, yorqinliklari nisbatan kam o‘zgaradigan yulduzlardir. Biroq ba’zan bunday yulduzlarning ravshanligi 1-2 kun ichida 2 dan 6 yulduz kattaligigacha ortadi va bir necha kundan so‘ng o‘z holatiga qaytadi.

Kit yulduz turkumidagi UV tipidagi mitti yulduzlar M spektral sinfiga kiruvchi eruptiv o‘zgaruvchan yulduzlar bo‘lib, ba’zan juda qisqa davrli chaqnashlarni boshidan kechiradi. CHaqnash paytida ularning ravshanligi 1 -6 yulduz kattaligigacha o‘zgaradi. CHaqnash bir necha o‘n minutcha davom etgani holda minimal chaqnash boshlanishidan bir necha sekund keyin maksimumga etadi.

13-§. O‘tayangi yulduzlar

O‘tayangi yulduzlar - eruptiv o‘zgaruvchi yulduzlar bo‘lib, yorqinligi keskin o‘zgaruvchi (chaqnovchi) yulduzlardir. Ularning chaqnashlari portlash hisobiga bo‘ladi. Portlash tufayli bunday yulduzlarning ravshanligi bir necha kun davomida o‘nlab million marta ortadi ya’ni yulduz kattaligi o‘nlab yulduz kattaligiga ortadi. YUlduz o‘z ravshanligining maksimumiga erishganda, o‘zi joylashgan Galaktika ravshanligiga, undan ham bir necha marta ko‘p ravshanlikka ega bo‘ladi va ravshanligining maksimumida, uning absolyut yulduz kattaligi -18 dan to –19 yulduz kattaligigacha etadi. o‘tayangi yulduzlar o‘z yorqinligining maksimumiga, portlash yuz bergandan keyin 2-3 hafta o‘tgach erishadi va so‘ngra bir necha oy davomida uning yorqinligi 25-30 marta kamayadi. CHaqnash davomida, o‘tayangi yulduzlar umumiy nurlanish energiyasi 10^{48}-10^{49} erggacha etadi (123-rasm).

Ma’lum galaktikada o‘tayangi yulduzlarning chaqnashi, taxminan 100 yil ichida 1-2 martagina bo‘lishi mumkin. Tarixda bizning Galaktikamizda ham bir necha o‘tayangi yulduzlarning chaqnashi kuzatilgan. Bular ichida Savr yulduz turkumida 1054 yilda Xitoy astronomlari tomonidan kuzatilgani eng quvvatlilaridan hisoblanadi. Bu yulduzni, uning portlashdan so‘ng bir necha kun davomida kunduzi ham ko‘rishning iloji bo‘ldi. 1572 yili boshqa bir o‘tayangi yulduz Tixo Brage tomonidan Kassiopeya yulduz turkumida, 1604 yili esa, Kepler tomonidan Ilon Eltuvchi yulduz turkumida kuzatildi.

Garchi o‘tayangi yulduzlarning chaqnash mexanizmiga doir nazariya hali to‘la ishlab chiqilmagan bo‘lsa-da, hozircha yulduzlarning portlashi, ularni evolyusiyalarining oxirgi stadiyasida vujudga keladigan nomuvozanatlikning oqibati deb qaraladi. CHaqnash paytida bunday yulduzlar, 0,1 ÷ 1,0 Quyosh massasiga teng o‘z moddasini 6000 km/s tezlik bilan yulduzlararo bo‘shliqqa uloqtiradi.

O‘tayangi yulduzlar ravshanliklarining vaqt bo‘yicha o‘zgarish xarakteri va spektriga ko‘ra ikki tipga bo‘linadi. o‘tayangi yulduz- larning I tipi, II tipiga nisbatan 5-10 marta ravshan bo‘lib, ravshanligining maksimumiga tez erishadi va bu davrda uning spektri tutash spektrga aylanadi. So‘ngra ko‘p o‘tmay uning spektrida keng nurlanish polosalari paydo bo‘ladi. o‘tayangi yulduzlarning II tipiga tegishli yulduzlarning spektrida vodorod, geliy, azot va boshqa elementlarning yutilish va nurlanish chiziqlari paydo bo‘ladi.

123- rasm.

O‘tayangi yulduzlarning I tipi chaqnashdan so‘ng o‘z maksimumiga taxminan 15 sutkalarda erishib, bir necha kun maksimum holatda bo‘ladi, shundan so‘ng 20-30 kunda ravshanligi 2 - 3 yulduz kattaligiga kamayib, keyin ravshanligining kamayishi sekin-asta kechadi va sal kam bir yilda (300-350 kunda) dastlabki holatiga qaytadi. Ja’mi bo‘lib 60 dan ortiq o‘tayangi yulduzlar fotorasmga tushirilgan.

23-dars

YUlduzlarning fazoviy va xususiy harkatlari. Quyosh sistemasining harakati. Quyosh apeksi. YUlduzlarning galaktik konsentratsiyasi. Somon yo‘li. Bizning galaktikamiz. Tuzilish va tarkibi.

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarda «qo‘zg‘almas yulduzlar» aslida harakatda bo‘lib, ularning xususiy harakat tezliklari va fazoviy harakat tezliklarini qanday aniqlash mumkinligi xaqida tushunchalarni shakllantirish. Quyosh sistemasi (jumladan Erni) o‘z ichiga olgan ulkan yulduzlar to‘dasi – bizning galaktikamizning tuzili shva tarkibi xaqida tushunchalar bilan o‘quvchilarni qurollantirish

Ko‘rsatma qurollar:

YUlduzlarning fazoviy va xususiy harakatlarini quyoshning harakatini hisobga olgan holda aniqlashga imkon beradigan plakat. YUlduzlar xaritasi, Somon yo‘li, galaktikamizning yon va ust tomonidan ko‘rinishlari aks qilgan fotorasm, chizma va sxemalar.

O‘quv materiallari bayonining rejasi:

1. yulduzlarning xususiy harkatlarini ochilishi va uni o‘lchash usuli
2. yulduzlarning fazoviy harakat tezliklarini aniqlash usuli
3. quyoshning fazoviy harakatini aniqlash va uni hisobga olish
4. quyoshning Ayni paytdagi harakat yo‘nalishi. Quyosh apeksi.
5. galaktikamizning tuzilish. Somon yo‘li – uning ekvator tekisligi
6. galaktikamiznig yadrosi va spiral «eng»lari
7. galaktikamizning tekislikli va sferoidal tashkil etuvchilar
8. galaktikamizning blduzlardan boshqa tashkil etuvchilari (yulduz to‘dalari, diffuz tumanliklar, gaz va chang tumanliklar).

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

GALAKTIKAMIZ, UNING TUZILISHI VA TARKIBI

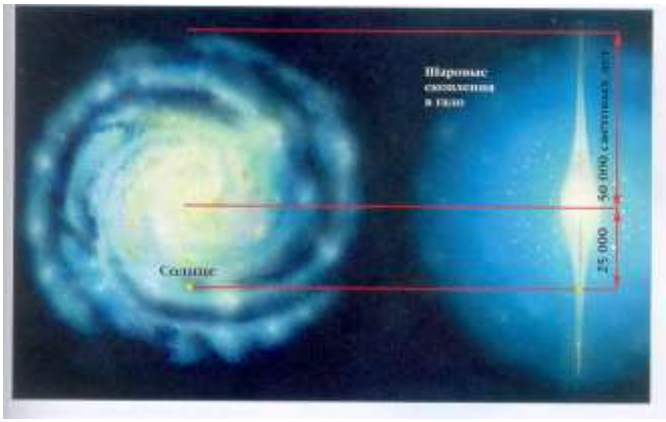
1-§. Bizning Galaktikamiz va uning ob’ektlari

Oysiz yulduzlar charaqlagan tunlarida butun osmon bo‘ylab cho‘zilgan Somon Yo‘lini ko‘rmaganlar bo‘lmasa kerak. Somon Yo‘liga teleskop bilan qaralsa, u g‘ij-g‘ij yulduzlardan tashkil topganini ko‘rish mumkin. (124 -rasm) Ana shu yulduzlarnig barchasi (ular 150 mlrd. ga yaqin) birgalikda Bizning Galaktikamizni tashkil qiladi.

124- rasm

Galaktikamizning shakli, qo‘polroq qilib aytganda, ikkita tarelkani og‘zini–og‘ziga qaratib bir-birini ustiga qo‘ygandagi ko‘rinishga juda o‘xshab ketadi. U asosan yulduzlardan, qisman gaz chang tumanliklar, kosmik nurlardan tashkil topgan. Galaktikamiz alohida yulduzlardan tashqari talay yulduzlarning to‘dalari ham mavjud. Bunday to‘dalar tarqoq va sharsimon ko‘rinishda bo‘lib, Hulkar va Giadlar deb ataluvchi mashhur tarqoq, Gerkules yulduz turkumida proeksiyalanuvchi sharsimon yulduz to‘dalari shular jumlasidandir. SHuningdek, Galaktikamizda katta miqdorda siyrak gazlar va chang zarralaridan tashkil topgan diffuz gaz–chang tumanliklar ham mavjud.

Bizning Galaktikamizning diametri 100 ming yorug‘lik yiliga teng bo‘lib, uning markazidan taxminan 30 000 yorug‘lik yili masofada Quyosh sistemasi joylashgan. Galaktikamizning bizga eng yaqin joylashgan yulduzigacha masofa 4,3 yorug‘lik yiliga teng bo‘lib, bizdan eng uzoq qismlarigacha masofa salkam 80 ming yorug‘lik yiligacha boradi.



125- rasm

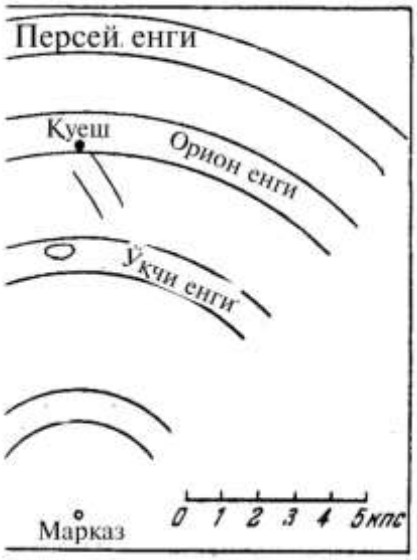
Galaktikamiz strukturasi elementlari bilan oldingi paragraflarda tanishgan ma’lumotlarimizni umumlashtirsak, u markaziy qurilmadan, spekral englardan yoki shoxobchalardan va disk kabi tashkiliy qismlardan iborat ekanligi ayon bo‘ladi. Galaktikamizning markaziy quyulmasi, Qavs yulduz turkumiga proeksiyalanib, u, bu yo‘nalishdagi mavjud qora–nur o‘tkazmaydigan gaz–chang moddadan tashkil topgan noshaffof materiya tufayli bizga ko‘rinmaydi. Infraqizil nurlarda uni kuzatish, markaziy quyilmaning burchak o‘lchami 28°×18° atrofida bo‘lib, taxminan 4,8×3,1 kpk chiziqli kattalikka mos keladi.

Galaktikamiz, sinfiga ko‘ra, spiral galaktika bo‘lib, u S6 ga mos keladi. Uning markazida o‘lchami 10 pk atrofidagi sharsimon to‘daga o‘xshash tez aylanuvchi ob’ekt kuzatiladi. Aftidan u, quyuq gaz–chang materiya bilan o‘ralgan hamda ulьtrabinafsha va ko‘zga ko‘rinadigan nurlarni kuchli yutadigan o‘ta zich yulduzlarning to‘dasidir. SHuningdek u, tabiati jihatidan

bizga hozircha butunlay noma’lum ob’ekt bo‘lishi ham ehtimoldan holi emas. Galaktika markazidan 3 kpk masofada, radio astronomik metod yordamida, markazdan chetga tomon 50 km/s tezlik bilan kengayayotgan vodorod engi topilgan.

Galaktikamizning Quyosh joy olgan qismi atrofida bir necha spiral eng topilgan bo‘lib, ular bo‘ylab yosh yulduzlarning to‘dalari, yulduzlararo gaz-chang materiya joylashgan.

Orion yulduz turkumida joylashgan qaynoq yulduzlar «Orion engi» deb ataluvchi engni hosil qilib, uning bir chetida Quyosh joylashadi. Bundan tashqari galaktikamizda yana ikki yirik eng–Qavs engi (Galaktika markazi tomonda) va Persey engi (Galaktika markazidan qarama-qarshi tomonda)ning mavjudligi aniqlandi (126 -rasm).



126- rasm

2–§. Galaktikada yulduzlarning taqsimlanishi

YUlduzlargacha masofalarni bilish, ularning fazodagi taqsimotini aniqlashga, binobarin Galaktikaning sktrukturasini o‘rganishga imkon beradi. Galaktikaning turli qismlarida yulduzlar sonini xarakterlash uchun yulduzlarning zichligi tushunchasi kiritiladi. YUlduzlar zichligi 1 kub parsek hajmdagi yulduzlarning sonini xarakterlaydi. Hisob- kitoblar Quyosh atrofidagi zonada yulduzlarning zichligi 0,12 ekanligini ma’lum qildi.

Osmonning turli qismlarida yulduzlarning zichligini aniqlash har bir kvadrat gradusdagi yulduzlar sonini hisoblash zarur bo‘ladi. Bunday hisoblashlar, Somon Yo‘liga yaqinlashgan sayin yulduzlarning konsentratsiyasi keskin ortib borishini ko‘rsatdi. Bu hol Galaktikamiz, o‘qi bo‘ylab siqilgan ko‘rinishda bo‘lib, Somon Yo‘li uning o‘qidan eng katta radiusli qismiga to‘g‘ri kelishini va Quyosh (aniqrog‘i Quyosh sistemasi) aynan shu simmetriya tekisligi yaqinida yotishini ma’lum qiladi.

Galaktikamiz strukturasiga tegishli, boshqa bir muhim xulosaga, uning ma’lum bir sohasida barcha yulduzlarning hisobini birdaniga emas, balki yulduzlar sonini har bir yulduz kattaligigacha alohida–alohida, ya’ni dastlab ko‘rinma yulduz kattaligini m_k yulduzgacha bo‘lgan N_k yulduzlar sonini, so‘ngra m_{k+1} kattalikkacha bo‘lgan N_{k+1} yulduzlar sonini va hokazo hisoblash orqali erishish mumkin.

Agar bunda yulduzlarning zichligi, masofani ortishi bilan o‘zgarmaydi va ularning barchasi bir xil yorqinlikka deb qaralsa, u holda, yulduzlar xiralashgan sayin (ya’ni ko‘rinma yulduz kattaliklari ortgan sayin) ularning sonining ortib borishi; kuzatish qamrayotgan masofa ortishi bilan osmonning aniq bir yuzasiga proeksiyalanayotgan hajm ham ortib borishi orqali

oson tushuntiriladi. Osmonning ma'lum bir sohasida m yulduz kattaligiga teng va undan kichik yulduzlar, ushbu radius bilan chegaralangan shar sektori ichida joylashadi.

$$lg\ r_m = 1+0,2(m-M)$$

barcha yulduzlarning yorqinliklari bir xil deb olganimizdan ularning yulduzlar absolyut yulduz kattaliklari ham bir xil M bo‘ladi deb qaraymiz. m+1 yulduz kattaligiga teng va undan kichik yulduzlar esa, r_{m+1} –radiusli shar sektori ichida yotib, u ushbu ifodadan topiladi:

$$lg\ r_{m+1}=1+0,2[(m+1)-M]$$

Bu tenglamadan keyingisidan oldingisi ayirsak

$$lg\ r_{m+1}-lg\ r_m=0,2$$

yoki $$\lg \frac{r_{m+1}}{r_m} = 0,2$$

qoladi. YUlduzlarning zichligi o‘zgarmaganda, ularning soni bu yulduzlar egallagan hajmning

(binobarin radiuslarining) kubiga proporsional bo‘lishini e'tiborga olsak

$$\frac{N_{m+1}}{N_m} = \left(\frac{r_{m+1}}{r_m}\right)^3 = \left(10^{0.2}\right)^3 = 10^{0.6}$$

yoki

$$\lg \frac{N_{m+1}}{N_m} = 0,6$$

yoki

$$\frac{N_{m+1}}{N_m} = 4$$

bo‘ladi. Biroq kuzatishlar, m ortishi bilan yulduzlar soni bu qadar tez ortmasligini ko‘rsatadi. Xususan m ning uncha katta bo‘lmagan qiymatlari uchun $\frac{N_{m+1}}{N_m} \approx 3$ ga yaqin, m=17 yulduzlar uchun esa $\frac{N_{m+1}}{N_m} \approx 2$ chiqadi. Agar barcha yulduzlarning yorqinliklari bir xil deb qaralsa, u holda kuzatiladigan $\frac{N_{m+1}}{N_m}$ ning qiymatlarini solishtirib, Quyoshdan uzoqlashayotgan barcha yo‘nalishlarda, yulduzlarning zichligi kamayib borishi ma'lum bo‘ladi. Agar yo‘nalish bo‘yicha, yulduzlararo bo‘shliqda nurning yutilish aytarli bo‘lmasa, bundan Galaktikamizning cheklanganligi haqida mulohaza kelib chiqadi.

Qilingan mulohazalar, aslida yanada murakkab masalani echish uchun yana bir asos bo‘ladi xolos. Bu masala, aslida, yulduzlar bir xil yorqinlikka ega emasligini va kuzatish

natijalari yulduzlararo muhit tomonidan sezilarli o‘zgartirilishini hisobga olishi tufayli juda murakkab masalalardan sanaladi. Bu masalani hal qilishda, turli yorqinlikdagi yulduzlar uchun fazoni ma’lum sohasida *M* dan *M+1* absolyut yulduz kattaligigacha bo‘lgan yulduzlar, umumiy yulduzlar sonining qancha miqdorini tashkil etishini hisobga oladigan *yorqinlik funksiyasi-* $\varphi(M)$ deb ataluvchi kattalik kiritiladi. Agar yorqinlik funksiyasi ma’lum bo‘lsa, u holda, turli masofalarda yulduzlarning zichligini hisoblash masalasi, ma’lum qiyinchiliklarga qaramay, hal qilsa bo‘ladigan masalalardan hisoblanadi.

Amalda bu masala turlicha hal qilingan bo‘lib, Galaktikamiz, Galaktika tekisligi deyiluvchi asosiy tekisligiga nisbatan simmetrik ko‘rinishdagi qutblari siqilgan ko‘rinishga ega. Somon Yo‘lining o‘rta chizig‘i bilan deyarli mos keladigan va osmon sferasi bilan kesishganda, hosil qiladigan katta aylanasi–galaktik ekvator deyiladi. Mazkur sistemaning markazi, Galaktika markazi deyilib, u Quyosh sistemasidan qaraganda, Qavs yulduz turkumiga proeksiyalanadi. Uning ekvatorial koordinatalari, mos ravishda $\alpha=17^h 40^m$, $\delta=-29^\circ$ ni tashkil qiladi.

Galaktika markaziga yaqinlashgan sayin yulduzlarning zichligi ortib boradi. SHunday qilib Galaktikada yulduzlarning zichligi, uning tekisligi va uning markaziga tomon ortib borish tendensiyasiga ega.

YUlduzlar zichligini, uning keskin kamayadigan masofalarini hamda Quyosh atrofi zonasida aniqlash, Galaktikamizning o‘lchamlari haqida ma’lumot beradi. Aniqlanishicha, Quyosh, Galaktika markazidan qarama-qarshi tomonda yotuvchi uning chegarasigacha masofa esa 5 ming pk bilan xarakterlanadi. Bundan Galaktikamizning diametri 30 kpk atrofida ekanligi ma’lum bo‘ladi. Quyoshning Galaktika tekisligidan uzoqligi esa 25 parsekni (shimoliy qutb tomonga) tashkil etadi.

Galaktikaning katta qismini tashkil etgan ob’ektlari - O va V sinfga kiruvchi yulduzlari,ssefeidlar, tarqoq yulduz to‘dalari, o‘tayangi yulduzlarning 2–rusumlilari va yulduz assotsiyalari, Galaktika tekisligida yotuvchi ingichka qalinlikdagi tekislik bilan chegaralangan fazoda joylashadi. (127 -rasm). Bu ob’ektlar haqida gap ketganda, ularning Galaktikamizning tekisligi sistemacha (podsistema)sining ob’ektlari deb eslanadi.

Biroq Galaktikamizning boshqa ob’ektlari, xususan Liraning RR, Sumbulaning W, o‘tayangilarning 1-rusumlilari, submittilar, sharsimon to‘dalar egallagan hajm, diametri-galaktik tekislikda yotuvchi ellipsoid bilan chegaralanadi.

127- rasm

SHuning uchun ham ular Galaktikamizning sferoidal (ba’zan sferik) sistemacha ob’ektlari deyiladi. Galaktikamiz kinematikasini o‘rganish u, Andromeda tumanligining strukturasiga o‘xshash (127 -rasm) spiral strukturaga ega ekanligini tasdiqlaydi.

24-dars

YUlduzlarning sharsimon va tarqoq to‘dalari. Diffuz gaz va chang tumanliklar. Planetar tumanliklar.

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarda galaktikamizning asosiy tarkibiy ob’ektlari – yulduzlarning sharsimon va tarqoq to‘dalari, diffuz, gaz va chang tumanliklarning fizik tabiati to‘g‘risida tasavvurlarni shakllantirish.

Ko‘rsatma qurollar:

SHarsimon va tarmoq yulduz to‘dalaridan Xulkar, M-13 larning fotografiyalari. Diffuz gaz va chang tumanliklaridan Orion, Rozetka, pelikan, Ot boshi, Kumirqoni kabi ob’ektlarning fotorasmlari.

O‘quv materiallari bayonining rejasi:

1. tarmoq yulduz to‘dalari – galaktikamizning tashkil etuvchilari
2. tarmoq yulduz to‘dalari: masofalari, o‘lchamlari. YUlduzlarining soni
3. sharsimon yulduz to‘dalari: masofalari, o‘lchamlari, yulduzlarining soni
4. diffuz tumanliklar, ularning nurlanish mexanizmi
5. chang tumanliklar, ularda nurlanish yutilishi
6. planetar tumanliklar

Uyga vazifa: [1], [2], [3], [4]

3-§. YUlduzlarning sharsimon va tarqoq to‘dalari

Koinotda yulduzlar faqat yakka holda uchramay, o‘zaro dinamik bog‘langan holda qo‘shaloq, uchtadan, to‘rttadan va nihoyat juda ko‘p sonli -yuzlab, minglab, to‘da shaklida ham uchraydi. Unlab yulduzlardan bir necha minggacha yulduzlarni o‘z ichiga olib, o‘zaro dinamik bog‘langan yulduzlarning sistemalari- yulduz to‘dalari yoki g‘ujlari deb yuritiladi.

Tashqi ko‘rinishiga ko‘ra yulduz to‘dalari ikki gruppaga - tarqoq va sharsimon to‘dalarga bo‘linadi. Tarqoq yulduz to‘dalari bir necha o‘n yulduzdan bir necha minggacha yulduzlarni o‘z ichiga olgani holda, sharsimon to‘dalar o‘n mingdan-yuz minggacha yulduzlarni o‘z ichiga oladi.

Galaktikamizda 800 ga yaqin tarqoq yulduz to‘dalari bo‘lib, ularning diametri 1,5 parsekdan 20 parsekkacha boradi. Tarqoq yulduz to‘dalarining yaxshi o‘rganilgan tipik vakillari - Savr yulduz turkumidagi Hulkar deb nomlangan to‘da bo‘lib, Quyosh sistemasidan 130 parsekli masofada joylashgan. Boshqa bir tarqoq yulduz to‘da – Giadlar esa bizdan 40 pk li masofada yotadi.

128- rasm

SHarsimon yulduz to‘dalari, tarqoq yulduz to‘dalaridan ximiyaviy tarkibi bilan farqlanadi. Xususan tarqoq yulduz to‘dalarining spektrida og‘ir elementlarning miqdori 1-4 protsentni tashkil qilgani holda, sharsimon to‘dalarda atigi 0,1-0,01 protsentni tashkil qiladi.

Bunday hol ma’lum galaktikada sharsimon va tarqoq yulduz to‘dalarining paydo bo‘lishida turlicha sharoit mavjud bo‘lganidan dalolat beradi. SHuningdek, bunday sharsimon to‘dalar hali og‘ir elementlarga boyib ulgurmagan sferik formadagi protogalaktik gaz tumanligidan paydo bo‘lgan degan ilmiy gepotezaning tug‘ilishiga olib kelgan.

SHarsimon to‘dalar, yulduzlarining ko‘pligi va aniq sferik formasiga ko‘ra, tarqoq yulduz to‘dasiga nisbatan yulduzlar fonida yaqqol ajralib ko‘rinadi. SHarsimon to‘dalarning o‘rtacha diametri 40 pk atrofida bo‘ladi. Galaktikamizda 100 ga yaqin sharsimon to‘dalar ko‘rinadi. Ravshanliklari tufayli sharsimon to‘dalarni qo‘shni galaktikalarda (Magellan Bulutlari va Andromedada) ham ko‘rish mumkin. SHarsimon to‘dalar, tarqoqlaridan farq qilib, Galaktikamizning markaziga qarab, konsentratsiyasi keskin ortib boradi.

129- rasm

SHarsimon to‘dalarning tipik vakili Gerkules yulduz turkumida joylashgan M – 13 bo‘lib, u 20 mingga yaqin yulduzni o‘z ichiga oladi (23- rasm). Uning bizdan uzoqligi – 24 ming yorug‘lik yiliga teng.

4-§. YUlduzlarning fazoviy harakati. Quyoshning hususiy harakati. Quyosh apeksi

Agar yulduzning xususiy harakati μ (″/yil) bo‘lib ungacha masofa parseklarda aniqlangan bo‘lsa, u holda yulduzning fazoviy tezligining manzara tekisligidagi proeksiyasini hisoblab topish qiyin emas.

Bu proeksiya yulduzning tangensial tezligi deyilib, ushbu formuladan topiladi:

$$\upsilon_t = \frac{\mu'' \cdot r}{206265} пк/йил = 4{,}74 \cdot r \ км/с$$

Endi yulduzning fazoviy tezligini υ_f topish uchun uning nuriy tezligi υ_r dan foydalanamiz. YUlduzlarning radial tezligi uning spektridagi ixtiyoriy λ uzunlikdagi chiziqning siljishi kattaligi -Δλ orqali Doppler prinsipiga ko‘ra:

$$\upsilon_r = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cdot c$$

orqali oson topiladi, bu erda s- yorug‘lik tezligi. U holda yulduzning fazoviy tezligi:

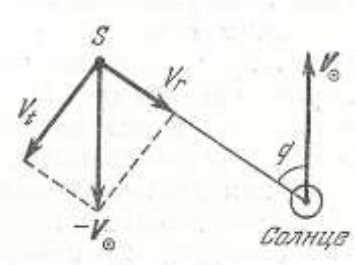
$$\upsilon_ф = \sqrt{\upsilon_t^2 + \upsilon_r^2}$$

ga teng bo‘ladi. Biroq yulduzning aniqlangan fazoviy bu tezligi aslida ikki tashkil etuvchidan iborat bo‘ladi. Bulardan biri - yulduzning haqiqiy fazoviy tezligi bo‘lsa, ikkinchisi kuzatuvchi joylashgan Erning Quyosh bilan birgalikdagi tezligidir. Binobarin, Quyoshning tezligini,

aniqrog‘i uning shu yulduzga tomon yo‘nalish bo‘yicha proeksiyasini, aniqlamay turib, yulduzning haqiqiy tezligini topishning iloji yo‘q ekan.

Quyoshning xususiy harakat tezligi. YUlduzlarning harakati haqida ma’lum bir xulosaga kelish uchun Quyoshning fazodagi harakat tezligini aniqlash va uni yulduzlarning kuzatiladigan tezligidan olib tashlash lozim bo‘ladi. Osmon sferasida Quyoshning tezlik vektori yo‘nalgan nuqta apeks deb, unga diametral qarama-qarshi nuqta esa antiapeks deb ataladi.

Agar yulduzlarni qo‘zg‘almas deb qarab, ularning spektrlaridagi qizilga yoki binafshaga siljishni - Quyoshning V_Θ tezlik bilan harakatlanadi deb qarasak, unda Quyoshning harakat yo‘nalishi bilan θ burchak hosil qilgan yo‘nalish bo‘ylab yotgan S yulduz, go‘yo Quyoshning tezligiga teng biroq, qarama-qarshi yo‘nalgan V_Θ tezlik bilan harakatlanayotgandek tuyuladi (130-rasm).



130- rasm.

YUlduzning tuyulma bu tezligi ikki tashkil etuvchidan iborat bo‘lib, ulardan biri - radial tashkil etuvchisi Quyosh tomonga, ikkinchisi esa unga perpendikulyar yo‘naladi. U holda yulduzning radial tezligi $V_r = V_\Theta \cos\theta$ ifodadan topiladi. Manzara tekisligida yotib, yulduzning xususiy tezligiga mos uning tangensial tezligi esa $V_t = -V_\Theta \cos\theta$ dan topiladi. Bu holda θ=0 yo‘nalishdagi (ya’ni ***Quyosh apeksi*** deyiluvchi, Quyoshning tezlik vektori yo‘nalgan tomondagi) yulduzlar nuriy tezligining haqiqiy qiymati, uning o‘lchangan tezligidan Quyosh tezligiga kam chiqadi. Bu yo‘nalishga qarama-qarshi tomondan (***antiapeks***) yotgan yulduzlarning o‘lchangan nuriy tezligi esa, aksincha, Quyosh tezligiga (V_Θ) ortadi. Quyoshning harakat yo‘nalishiga tik yo‘nalishda harakatlanayotgan yulduzlarning nuriy tezliklari esa o‘zgarmaydi. Biroq, bunda ularning antiapeksga yo‘nalgan xususiy harakatlari mavjud bo‘ladi. Quyosh apeksi va antiapeksiga yaqinlashgan sayin yulduzlarning xususiy harakati sinθ ga proporsional ravishda kamayib nolgacha boradi. Boshqacha aytganda, barcha yulduzlar go‘yo antiapeksga tomon uchayotgandek tuyuladi.

SHunday qilib turli yo‘nalishdagi yulduzlarning nuriy tezliklari o‘lchanganda, ma’lum yo‘nalishda ularning nuriy tezliklari (manfiy ishorali) maksimumga erishgani aniqlanadi, aynan shu yo‘nalish Quyoshning apeksini xarakterlaydi.

SHuningdek, yulduzlarning xususiy harakatlarini o‘rganib, osmon sferasida bu xususiy harakatlar yo‘nalgan umumiy nuqtani topish mumkin. Aynan shu nuqtaga diametral qarama-qarshi yotgan osmon sferasining nuqtasi ham Quyosh apeksini xarakterlaydi. Endi Quyoshning fazoviy harakat tezligini topish uchun, masofasi ma’lum bo‘lgan yulduzning burchak siljishini chiziqli tezlikda ifodalab so‘ngra,

$$V_t = -V_\Theta \sin\theta$$

formuladan Quyoshning tezligi V_Θ topiladi.

5-§. YUlduzlararo chang va gaz

YUlduzlararo fazoda gaz va chang moddalari mavvjudligi, qo‘shaloq yulduzlarning spektrida kuzatilgan ayrim chiziqlarning “fe’l-atvori” dan ma’lum bo‘ldi. Gap shundaki, bu chiziqlar, spektrdagi boshqa chiziqlar kabi davriy siljishlarda (mazkur yulduzlarning umumiy

massa markazi atrofida aylanishi tufayli) ishtirok etmaydi. Bu xol, Quyosh bilan bu qo‘shaloqlar orasida joylashib, Dopler prinsipiga buysinmaydigan, aynan shu spektral chiziqlarni vujudga keltirgan gaz-chang bulutlari borligidan dalolat beradi.

1. Qora chang tumanliklar. Nurni kuchli yutishi hisobiga, zich yulduzlar fonida qorayib ko‘ringan konturning shakliga ko‘ra (131-rasm), “Ot boshi” (Orion yulduz turkumida) ”Ko‘mir qopi”, (Janubiy krest yulduz turkumida) deb ataladigan mashhur chang tumanliklar mavjud.

131- rasm

“Ko‘mir qopi” qora tumanligi bizdan 150 pk masofada, o‘lchami 8 pk ga yaqin Somon yo‘lidagi tumanlik bo‘lib, uning burchak o‘lchami 3° ni tashkil etadi. Teleskop bilan kuzatilganda uning chegarasida kuzatiladigan xira yulduzlarning soni tumanlikdan tashqarida shunday maydonda kuzatiladigan yulduzlar sonidan taxminan 3 martacha kam chiqadi. Bundan “Ko‘mir qopi” undan narida joylashgan yulduzlarning nurlanishlarini yutib, ularning nurlanishlarini qariyb 3 marta kamaytiradi degan xulosa kelib chiqadi. Bunday yutishga mos muhitning optik qalinligi ushbu ifodadan topiladi:

$$\tau = ln3 = 1,1,$$

boshqacha aytganda, bu yutilish, yulduzlarning ko‘rinma kattaligini

$$\Delta m = 1,08\tau = 1,2^{m}$$

kattalikka o‘zgarishiga olib keladi.

Galaktikada bunday tumanliklar ko‘p bo‘lib, xususan Oqqush yulduz turkumidan boshlanib, Burgut, Ilon, Qavs va Aqrab yulduz turkumlarigacha cho‘zilgan chang tasmasi, Somon yo‘lining bu qismida yulduzlarning bizdan “yashirib”, unda qora ayrilikni vujudga keltirgan. Ayniqsa, Galaktika markaziga tomon yo‘nalishda (Qavs yulduz turkumi tomonida) qora tumanlik juda quyuq bo‘lib, biz uchun qiziq sanalgan Galaktikamizning markaziy quyulma qismini ko‘rishni qiyinlashtiradi. YUlduzlararo fazoda nurni yutuvchi bunday moddaning borligi, yana bir hodisa-nurning yulduzlararo qizarishi bilan tasdiqlangan. Bu hodisani miqdor jihatidan xarakterlash uchun, yulduzning kuzatilgan rang ko‘rsatgichi Cl_k bilan uning spektrgiga mos rang ko‘rsatkichi Sl_s orasidagi farq bilan belgilanadigan rang orttirmasi SE («color’s excess»)degan tushuncha kiritiladi: $SE = Cl_k + Sl_s$. aniq bir rangdagi yutilish kattaligi, yulduz kattaligining o‘zgarishi bilan quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta m = \gamma CE;$$

bu erda, γ-proporsionallik koeffitsenti, agar yutilish fotografik yulduz kattaliklarida ifodalansa 4 ga yaqin sonni, agar vizual yulduz kattaliklarida ifodalansa 3 ga yaqin sonni beradi.

YUlduzning haqiqiy yulduz kattaligi m, uning kuzatilgan yulduz kattaligi m_q orqali quyidagicha topiladi.

$$m=m_q-\Delta m=m_q-\gamma CE$$

Kuesh atrofida 1000 pk li masofada jo ylashgan yulduzlar uchun rang orttirmasi $0{,}5^m$ ga teng bo‘lib, unga mos Δm:

$$\Delta m=1{,}5^m,$$

boshqacha aytganda, bu yulduzlarni ko‘rinma nurlanishlari taxminan 4 martacha susaytirilgan bo‘lar ekan.

2. Gazsimon tumanliklar. Tim qorong‘u osmonda yulduzlararo gaz hatto qurollanmagan ko‘z bilan ham ko‘rish mumkin bo‘lgan eng mashhur gaz tumanlik – Orion yulduz turkumida joylashgan bo‘lib, uning eni 6 pk gacha cho‘zilgan (132 –rasm *a*). SHuningdek, Qavs yulduz turkumida Laguna, Omega va Uchtarmoqli, Oqqush yulduz turkumida SHimoliy Amerika va Pelikan, YAkkashox yulduz turkumida Rozetka kabi taniqli gaz tumanliklar mavjud. Bu xildagi ja’mi obektlarning soni 400 ga yaqin.

a) b)

132- rasm

Bu tumanliklarning spektri, vodorodning N_α va N_β, ikki kayta ionlashgan kislorodning OIII ta’qiqlangan chiziqlari (λ 5007 Å va λ 4950 Å), azot va boshqa elemenlarning emission chiziqlaridan tashkil topib, tutash spektri – juda xira fonda ko‘rinadigan. Aksariyat hollarda tumanlikning ichida yoki uning yon atrofida qaynoq O yoki V0 sinfiga tegishli yulduz uchraydi. Bunday yulduz quvvatli ulьtrabinafsha nurlnishning manbai bo‘lib, unig yaqinida joylashgan tumanlik gazining atomlari tomonidan yutilib, ularni ionlanishiga va nurlanishga majbur etadi. Bunda yulduzning quvvatli ulьtrabinafsha nurlanishining asosiy qismi gaz atomlarini ionlashtirishga sarf bo‘lib, kam qismi, oqibatda issiqlikka aylanadigan elektronlar kinetik energiyasini orttirishga ketadi.

Ionlashgan gazda, erkin elektronlarning atom bilan bog‘langan holatga o‘tishi bilan kechadigan rekombinatsiya hodisasi kuzatilib, bunda atomlar, dastlab yutilgan qattiq ulьtrabinafsha nurlarining kvantlari o‘rniga, ko‘zga ko‘rinadigan diapazonda, nisbatan kam energiyali bir necha kvantlarda nurlanadi, boshqacha aytganda, fluoressensiya hodisasi ro‘y beradi.

Tumanlikda bu jarayon tufayli qaror topgan 10 K ga teng temperatura, bu tumanlikning issiqlik radionurlanishi orqali tasdiqlanadi. Bunda elektronlarning o‘rtacha tezligi 500 km/s ga etib, elektronning berilgan n = 10 s ni tashkil etadi. Bu bir oydan ortiq bo‘lib, atomlarning ko‘pgina ta’qiqlangan o‘tish holatlariga mos, uyg‘ongan holatlarning yashash vaqtidan millionlab marta ko‘p. Bunday hol gaz spektrida, yuqorida eslatilgan, atomlarning ta’qiqlangan emissiya chiziqlarining kuzatilishiga sabab bo‘ladi.

6-§. Neytral vodorodning Galaktika bo‘ylab taqsimlanishi

Vodorodning yulduzlararo fazodan joy olgan sovuq gazlarda kuzatiladigan neytral chizig‘i, bu sohalarning fizik va tabiatlarini xossalarini qismangina o‘rganishga imkon beradi. Galaktikamizda neytral vodorodning taqsimlanishi to‘g‘risidagi to‘la ma’lumotni vodorodning

bevosita nurlanishini o‘rganish asosida qo‘lga kiritish mumkin. Bunga neytral vodorodning, radiodiapazonda, 21 sm to‘lqindagi nurlanishlarini o‘rganish orqali erishish mumkin.

21 sm to‘lqin uzunligida nurlanayotgan vodorod atomining umumiy soni shu qadar ko‘pki, natijada galaktika tekisligida etgan qalinligi 1kpk li muhit 21 sm li radionurlanishlar uchun butunlay tiniqmas holatda bo‘ladi. SHuning uchun ham Galaktika tekisligida yotgan neytral vodorod harakatsiz holda bo‘lganda, uni 1kpk li masofadan, ya’ni Galaktika radiusining 6 foizli qismidan narida ko‘rishning iloji yo‘q. Biroq, bu xol, faqat Galaktika markazi va unga qarama-qarshi yotgan yo‘nalishlar uchungina o‘rinli bo‘lib (chunki bu yo‘nalishlarda harakatlar qarash chizig‘iga perpendikulyar bo‘lib, uning radial tashkil etuvchisi nolga teng bo‘ladi) qolgan barcha yo‘nalishlarda, Galaktikaning aylanishi tufayli, turli ob’ektlarning nuriy tezliklarining farqi, masofa ortishi bilan ortib boradi. SHuning uchun ham Galaktikaning nuriy tezlikning ma’lum qiymati bilan xarakterlanadigan turli sohalari, o‘rganilayotgan to‘lqin uzunligining doplercha siljishi tufayli 21 sm li to‘lqin uzunligidan sal uzunroq va sal qisqaroq “xususiy” to‘lqin uzunligi bilan nurlanadi. har bir to‘lqin uzunligiga mos radiospektr chizig‘ining profili, Galaktikamiz differensial aylanish effektining kattaligiga mos masofada gaz zichligi haqida ma’lumot beradi. Aynan shu yo‘l bilan aniqlangan neytral vodorodning Galaktikamizda taqsimlanishi 133 – rasmda keltirilgan.

Rasmdan ko‘rinishicha neytral vodorodning Galaktikamizda taqsimlanishi bir tekis bo‘lmay, ma’lum darajada uning spiral strukturasini o‘zida aks qiladi. uzoq yulduzlardan kelayotgan nurlanishning qutblanishi haqidagi ma’lumotlar Galaktikamiz asosiy magnit maydonining kuch chiziqlari uning englari bo‘ylab yo‘nalganidan darak beradi.

133- rasm.

6-§. Galaktikada yulduzlarning taqsimlanishi

YUlduzlargacha masofalarni bilish, ularning fazodagi taqsimotini aniqlashga binobarin Galaktikaning strukturasini o‘rganishga imkon beradi. Galaktikaning turli qismlarida yulduzlar sonini xarakterlash uchun yulduzlarning zichligi tushunchasi kiritiladi. YUlduzlar zichligi 1 kub persek hajmdagi yulduzlarning sonini xarakterlaydi. Hisob-kitoblar Quyosh atrofidagi zonada yulduzlarning zichligi 0,12 ekanligini ma’lum qildi.

Osmonning turli qismlarida yulduzlarning zichligini aniqlash uchun har bir kvadrat gradusdagi yulduzlar sonini hisoblash zarur bo‘ladi. Bunday hisoblashlar Somon yo‘liga yaqinlashgan sayin yulduzlarning konsentratsiyasi keskin ortib borishini ko‘rsatadi. Bu hol

Galaktikamiz siqilgan shaklda bo‘lib, Somon yo‘li uning o‘qidan eng katta radiusli qismiga to‘g‘ri kelishini ma’lum qilib, Quyosh (aniqrog‘i Quyosh sistemasi) aynan shu simmetriya tekisligi yaqinida yotishini ma’lum qildi.

Boshqa bir muhim xulosaga ma’lum bir sohada barcha yulduzlarning hisobini birdaniga emas, balki har bir yulduz kattaligiga alohida-alohida ya’ni dastlab ko‘rinma yulduz kattaligi m≤ k yulduzgacha bo‘lgan yulduzlar sonini, so‘ngra m≤ k+1 kattalikkacha bo‘lgan yulduzlar sonini va hokozo hisoblash orqali erishish mumkin.

Agar bunda yulduzlarning zichligi, masofaning ortishi bilan o‘zgarmaydi va ularning barchasi bir xil yorqinlikka ega deb qaralsa, u holda yulduzlar xiralashgan sayin (ya’ni ko‘rinma yulduz kattaliklari ortgan sayin) ularning sonining ortib borishi, kuzatish qarayotgan masofa ortib borishi bilan osmonning aniq bir yuzasiga proeksiyalanayotgan hajm ham orta borishi orqali oson tushuntiriladi. Osmonning ma’lum bir sohasida m yulduz kattaligi teng va undan kichik yulduzlar, ushbu radius bilan chegaralangan shar singari ichida joylanadi:

$$\ln r_m = 1 + 0{,}2(m - M)$$

Barcha yulduzlarning yorqinliklari bir xil deb olganimizdan barcha yulduzlar absolyut yulduz kattaliklari ham bir xil M bo‘ladi. m+1 yulduz kattaligiga teng va undan undan kichik yulduzlar esa, r_{m+1} -radiusli shar sektori ichida yotib, u

$$\ln r_{m+1} = 1 + 0{,}2\,[(m+1) - M]$$

dan topiladi. Bu tenglamalardan keyingisidan oldingisini ayirsak,

$$\ln r_{m+1} - \ln r_m = 0{,}2 \text{ yoki } \ln \frac{r_{m+1}}{r_m} = 0{,}2$$

qoladi. YUlduzlarning zichligi o‘zgarmaganda, yulduzlarning soni ular egallagan hajmning (binobarin radiuslarining) kubiga proporsional bo‘lishini etiborga olsak,

$$\frac{N_{m+1}}{N_m} = \left(\frac{r_{m+1}}{r_m}\right)^3 = \left(10^{0,2}\right)^3 = 10^{0,6}$$

$$\lg \frac{N_{m+1}}{N_m} = 0{,}6$$

$$\frac{N_{m+1}}{N_m} \approx 4$$

bo‘ladi. Biroq kuzatishlar m ortishi bilan yulduzlar soni bu qadar tez ortmasligini ko‘rsatadi. Xususan m ning uncha katta bo‘lmagan qiymatlari uchun $\frac{N_{m+1}}{N_m}$ 3 ga yaqin, m=17 . yulduzlar uchun esa, $\frac{N_{m+1}}{N_m}$ ≈2 chiqadi. Agar barcha yulduzlarning yorqinliklari bir xil deb qaralsa, u holda kuzatiladigan $\frac{N_{m+1}}{N_m}$ nisbatga ko‘ra, Quyoshdan uzoqlashgan sayin yulduzlarning zichligi o‘zgarishini osongina payqash mumkin. $\frac{N_{m+1}}{N_m}$ ning kuzatilgan qiymatlarini solishtirib, Quyoshdan uzoqlashayotgan barcha yo‘nalishlarda yulduzlarning zichligi kamaya borishi aniqlangan. Agar tanlangan yo‘nalish bo‘yicha, yulduzlararo bo‘shliqda nurning yutilishi aytarli bo‘lmasa, bundan Galaktikamizning cheklanganligi haqida xulosa qilib chikadi. Qilingan

muloxazalar aslida yanada murakkab bir masalaning echilishi uchun bir asos bo‘ladi xolos. Bu masala yulduzlar bir xil yorqinlikka ega emasligini va kuzatish natijalari yulduzlararo muxit tomonidan sezilarli o‘zgartirilishini hisobga olishi hisobiga juda murakkab masalalardan sanaladi. Bu masalani hal kilishda turli yorqinlikdagi yulduzlarni xarakterlash uchun fazoning ma’lum sohasida M dan M+1 absolyut yulduz kattaligigacha bo‘lgan yulduzlar umumiy yulduzlar sonining qancha miqdorini tashkil etishini hisobga oladigan yorqinlik funksiyasi φ(M) deb ataluvchi kattalik kiritiladi. Agar yorqinlik funksisi ma’lum bo‘lsa u holda turli masofalarda yulduzlarning zichligini hisoblash masalasi ma’lum qiyinchiliklarga qaramay hal bo‘ladigan masalalardan hisoblanadi.

Amalada bu masala etarlicha hal qilingan bo‘lib, Galaktikamiz Galaktika tekisligi deyiluvchi asosiy tekisligiga nisbatan simmetrik ko‘rinishdagi qutblari siqilgan ko‘rinishga ega. Somon yo‘lining o‘rta chizig‘i bilan deyarli mos keladigan osmon sferasi bilan kesishganda hosil qiladigan katta aylanasi - Galaktik ekvator deyiladi. Mazkur sistemaning markazi, Galaktika markazi deyilib, u Quyosh sistemasida qaraganda Kavs yulduz turkumida proeksiyaalanadi. Uning ekvatorial koordinatalari $\alpha=17^h40^m$ va $\delta=-29^0$ ni tashkil etadi. Galaktika markaziga yaqinlashgan sayin yulduzlarning zichligi ortib boradi. SHunday qilib, Galaktikada yulduzlarning zichligi uning tekisligi va markaziga tomon ortib borish tendensiyalariga ega.

YUlduzlar zichligini, uning keskin kamayadigan masofalarini hamda Quyosh atrofi zonasida aniqlash, Galaktikamizning o‘lchamlari haqida ma’lumot beradi. aniqlanishicha, Quyosh, Galaktikamiz markazidan taxminan 10 kps masofada, Quyoshda Galaktika markazidan qarama qarshi tomonda yotuvchi uning chegarasigacha masofa esa 5 ming pk bilan xarakterlanadi. Bundan Galaktikamizning diametri 30 kpk atrofida ekanligi ma’lum bo‘ladi. Quyoshning Galaktika tekisligidan uzoqligi esa 25 ps ni (SHimoliy qutb tomonga) tashkil etadi.

Galaktikani katta qismini tashkil etgan ob’ektlari-O va V sinfga kiruvchi yulduzlarssefeidlar tarqoq yulduz to‘dalari, uta yangi yulduzlarning 2 rusumlilari va yulduz assotsiatsiyalari, Galaktika tekisligida yotuvchi ingichka qalinlikdagi tekislik bilan chegaralangan fazoda joylashadi. Bu ob’ektlar haqida gap ketganda ularning Galaktikamizning tekislikli podsistemasining obgektlari deb eslanadi.

Biroq Galaktikamizning boshqa ob’ektlari, xususan Lirani RR, Sumbulaning W, o‘tayangilarning birichi rusumlilari, submittilar, sharsimon to‘dalar egaallagan hajm, diametri Galaktik tekislik bilan xarakterlanadigan ellipsoid bilan chegaralanadi. SHuning uchun ham ular Galaktikamiznining sferoidal (ba’zan sferik) podsistemasi ob’ektlari deyiladi. Galaktikamiz kinematikasini o‘rganish u Andromeda tumaniligining strukturasiga o‘xshash spiral strukturasiga ega ekanligi tasdiqlaydi.

25-dars

Tashqi galaktikalar: ularning sinflari (spiral, elliptik va nito‘g‘ri). Radiogalaktikalar haqida tushuncha. Galaktikalar to‘dalari. Kvazorlar haqida tushuncha.

Darsning maqsadi:

Tashqi galaktikalarning turli sinflari (spiral, ellipk va nito‘g‘ri). Radiogalaktikalar haqida tushuncha. Galaktikalar to‘dalari. Kvazorlar haqida tasavvur hosil qilish.

Ko‘rsatma qurollar:

Turli sinflarga mansub galaktikalarning tuzilishi aks qilgan fotometriallar bu galaktikalarning – galaktikalarning evolyusiya bosqichidagi o‘rni va taxminiy yoshi haqida ma’lumotlar. Galaktikalar to‘dasining fotografiyasi.

O‘quv materiallarini bayonining rejasi:

1. galaktikalarning sinflari
2. spiral galaktikalar, ularning strukturasi, tarkibi va yoshi.
3. elliptik galaktikalar, ularning strukturasi, tarkibi va yoshi
4. notug‘ri galaktikalar, ularning strukturasi, tarkibi va yoshi.
5. aktiv yadroli galaktikalar. Radiogalaktikalar haqida tushuncha.
6. galaktikalar to‘dasi va dinamikasi.

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

GALAKTIKADAN TASHQI ASTRONOMIYA

1-§. Tashqi galaktikalar va ularning sinflari

Galaktikamizdan tashqi astoronomiya shakllanishi, XX asrning 20-yillarida, yulduz turkumlarida proeksiyalangan ayrim tumanliklarni, Galaktikamizdan (boshqacha aytganda Quyoshni o‘z ichiga olgan yulduzlar sistemasidan) tashqarida etuvchi, biznikiga o‘xshash tashqi galaktikalar ekanligi aniqlanishi bilan boshlandi.

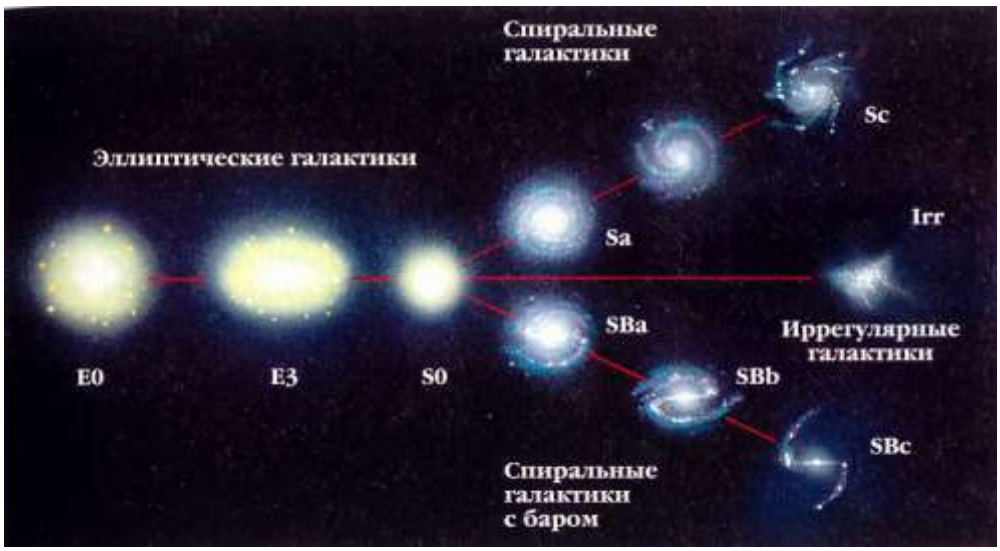
Ulkan galaktikalardan biri – Andromeda yulduz turkumida proeksiyalanib ko‘rinadi va shu yulduz turkumining nomi bilan Andromeda galaktikasi (ba’zan Andromeda tumanligi) deb yuritiladi. Andromeda tumanligi bizdan 2 million yorug‘lik yiliga teng masofada etadi. Havo tiniq bo‘lgan tog‘lik rayonlarda tunda uni oddiy ko‘z bilan ko‘rsa ham bo‘ladi. U Andromeda yulduz turkumida yorug‘ tuman dog‘ shaklida ko‘rinadi.

Spiral galaktikalar koinotda keng tarqalgan bo‘lib, bizga qo‘shni boshqa shunday galaktika M-51 nomi bilan mashhur (134-rasm). Ungacha masofa 1,8 million yorug‘lik yilini tashkil qiladi. Osmonning Janubiy yarim sharida joylashgan noto‘g‘ri formadagi bizga qo‘shni galaktikalar Katta va Kichik Magellan bulutlari deb nom olgan.

134- rasm

Tashqi Galaktikalar o‘z o‘lchamlariga ko‘ra, turlicha kattaliklarda uchrab eng yiriklari milliardlab, mittilari esa bir necha millionlab yulduzni o‘z ichiga oladi. Gigant galaktikalarning o‘lchamlari 50 ming parsekkacha (ya’ni diametri 150 ming yorug‘lik yiligacha) borgani holda, eng kichiklari bir necha 100 parsekdan ortmaydi.

Hozirgi zamonning quvvatli teleskoplari yordamida rasmga tushirilgan galaktikalarning soni bir necha milliardni tashkil etadi. Biroq ulardan bir qismigina kataloglardan joy olib, strukturalari o‘rganilgan va statistik tahlil etilgan holos. Galaktikalar haqidagi ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan kataloglardan biri B.A.Voronsov-Velьyaminov rahbarligida tuzilgan 4 tomlik “Galaktikalarning morfologik katalogi” bo‘lib, u yulduz kattaligi 10,1 dan ravshan 30000 ga yaqin galaktikani o‘z ichiga oladi. Galaktikalar tashqi ko‘rinishga ko‘ra, turli-tuman bo‘lsada, ko‘pchiligi, ba’zi o‘xshash tomonlarini inobatga olib, bir necha tipga ajratish mumkin. Birinchi bo‘lib 1925 yilda astronom E.Xabbl (AQSH), galaktikalarning tashqi ko‘rinishiga ko‘ra, quyidagi uchta sinfga bo‘lishni taklif etdi: elliptik (E), spiral (S) va noto‘g‘ri (Ir).



135- rasm

Elliptik galaktikalar, tashqi ko‘rinishi ellips yohud doira ko‘rinishga ega bo‘lgan galaktikalardir. Bunday galaktikalar uchun xarakterli xususiyatlardan biri ularning ravshanligi markazidan chetga tomon bir tekis pasayib boradi. Ularning ichida ajralgan biron bir struktura elementi kuzatilmaydi.

Spiral galaktikalar juda keng tarqalgan bo‘lib, kuzatiladigan galaktikalarning qariyb yarmi shu xildagi galaktakalardan hisoblanadi. Boshqa galaktikalardan farq qilib, ularning strukturasi aniq spiral englardan iborat bo‘ladi (134-rasm). Andromeda va Bizning Galaktikamiz spiral galaktikalarning tipik vakillaridan hisoblanadi. Spiral galaktikalar ham ikkiga bo‘linadi. Ularnig biri, bizning Galaktikamizga uxshashlari S (yoki SA) bilan belgilanib, spiral struktura markaziy quyulma-yadrodan boshlanadi. SV deb belgilanuvchi ikkinchi xilida esa spiral shahobchalar, yadro o‘rnida diametr bo‘ylab cho‘zilgan ko‘priksimon strukturaning uchlaridan boshlanadi (135-rasm). Spiral galaktikalar, englarining rivojlanish darajasiga ko‘ra, yana qo‘shimcha Sa, Sv, Ss, Sd (yoki S Va, S Vb, S Vs, S Vd) sinflarga bo‘linadi.

Spiral va elliptik galaktikalar oralig‘idagi (strukturaga ko‘ra) galaktikalar linzasimon galaktikalar (SO) tipini tashkil qiladi.

Noto‘g‘ri galaktikalarda yadro bor yo‘qligi bilinmaydi. SHuningdek ular aylanma simmetriyali strukturaga ega emas. Bunday galaktikalarga misol qilib, Katta Magellan bulutini (KMB), Kichik Magellan Bulutini (KichMB) (ular Somon yo‘li atrofida kuzatiladi) keltirish mumkin. Noto‘g‘ri galaktikalarga shuningdek, pekulyar galaktikalar ham kiradi. Bunday galaktikalar uchun umumiy ko‘rinish strukturasi mavjud bo‘lmay, ularning har biri o‘zicha noyob ko‘rinishga ega bo‘ladi.

Galaktikadan tashqi tumanliklarning spektri, yulduzlarning spektrini eslatib, yutilish chiziqlaridan tashkil topadi. Ular tarkibiga ko‘ra, A, F va G sinflarga kiruvchi yulduzlarnig spektridan faqat ayrim gaz tumanliklarining spektrlarida uchraydigan emission chiziqlari bilan farq qiladi. Bundan kuzatilgan tumanliklar, yulduzlar sistemasi va diffuz materiyadan tashkil topganligi ayon bo‘ladi.

Noto‘g‘ri galaktikalarning spektri A va F spektral sinflarga, spiral galaktikalarniki F va G sinflarga va nihoyat, elliptik galaktikalarniki G va K sinflarga kiruvchi yulduzlarning spektrini eslatadi. Bu spiral va noto‘g‘ri galaktikalarda boshlang‘ich spektral sinflarga kiruvchi qaynoq va yosh yulduzlarning ko‘pligidan, elliptik galaktikalar esa nisbatan yoshi o‘tgan keyingi spektral sinflarga mansub yulduzlarga boyligidan darak beradi. Galaktikalarning rangiga qarab ham, unda ko‘pchilikni tashkil etgan yulduzlarning spektral sinflari haqida xulosa qilish mumkin. Galaktikalar yoki ularning qismlarining rang ko‘rsatkichlari ham, yulduzlarning rang ko‘rsatkichlarini aniqlash metodi asosida aniqlanadi.

26-dars

Qizilga siljish. Tashqi galaktikalargacha masofalani hisoblash. Xabbl qonuni. Kosmogoniya asoslari. Quyosh, yulduzlar va planetalar sistemasining paydo bo‘lishi. V.Fesenkov va O.SHmidtlarning qarashlari.

Darsning maqsadi:

Tashqi galaktikalargacha masofalarni hisoblash usuli bilan o‘quvchilarni tanishtirish. Osmon jismlarining kelib chiqishi haqida ilmiy tasavvurlar bilan o‘quvchilarni qurollantirish.

Ko‘rsatma qurollar:

Birqancha tashqi galaktiklar uchun qizilga siljish kattaligi va ularga hisoblangan masofalar aks qilgan jadval. Quyosh sistemasi jismlarining paydo bo‘lishiga oid kosmogonik gepotezalar aks qilgan o‘quv plakatlari va shunga oid chizmalar.

O‘quv materiallarini bayonining rejasi:

1. tashqi galaktikalar spektrida «qizilga siljish»ning aniqlanishi
2. Xabbl qonunining ochilishi va galaktikalargacha masofalarni aniqlash
3. koinotning kengayotganligi xaqida tasavvur
4. yulduzlar va quyosh evolyusiyasining ularning yoshiga bog‘liqligi.
5. quyosh sistemasining paydo bo‘lishi haqida tug‘ilgan dastlabki gepotezalar (Kant, Laplas va boshq.), ularning kamchiliklari
6. bu haqda zamonaviy Fan yutuqlari hisobga olingan oxirgi yillarda dunyoga kelgan ilmiy gepotezalar (V.Fesenkov va O.SHmidt).

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

2-§. Galaktikalarning spektri

Galaktikadan tashqi tumanliklarning spektri, yulduzlarning spektrini eslatib, yutilish chiziqlaridan tashkil topadi. Ular tarkibiga ko‘ra A, F va G sinflariga kiruvchi yulduzlarning spektridan, faqat ayrim gaz–tumanliklarining spektrlarida uchraydigan emission chiziqlari bilan farq qiladi. Bundan kuzatilayotgan tumanliklar, yulduzlar sistemasi va diffuz materiyadan tashkil topganligi ayon bo‘ladi.

Noto‘g‘ri galaktikalarning spektri, A va F spektral sinflarga, spiral galaktikalarniki F va G sinflarga va, nihoyat, elliptik galaktikalarni G va K sinflarga kiruvchi yulduzlarning spektrini eslatadi. Bu, spiral va noto‘g‘ri galaktikalarda, boshlang‘ich spektral sinflarga kiruvchi qaynoq va yosh yulduzlarning ko‘pligidan, elliptik galaktikalar esa, nisbatan yoshi o‘tgan keyingi spektral sinflarga mansub yulduzlarga boyligidan darak beradi.

Galaktikaning rangiga qarab ham, unda ko‘pchilikni tashkil etgan yulduzlarning spektral sinflari haqida xulosa qilish mumkin. Galaktikalar yoki ularning qismlarining rang ko‘rsatkichlari ham, yulduzlarning rang ko‘rsatgichlarini aniqlash metodi asosida topiladi.

3-§. Galaktikalargacha masofalarni hisoblash

Galaktikalargacha masofalarni hisoblash, Galaktikadan tashqari astronomiya uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Tashqi galaktikalarning massasi, yoritilganligi, o‘lchamlari va boshqa parametrlarining aniqlik darajasi, ungacha bo‘lgan masofaning qay darajada aniq topilganiga bog‘liq. Galaktikalargacha masofalarni o‘lchashning bir necha usullari mavjud. Ularning ayrimlari bilan tanishamiz:

1.ssefei dlar metodiga ko‘ra tashqi galaktikada kuzatilgan ravshanssefeidning davri kuzatish orqali topilib, so‘ngra “yorqinlik-davri” bog‘lanishidan uning yorqinligi aniqlanadi. Keyin “Spektr-yorqinlik” diagrammasi asosida,ssefeidning absolyut yulduz kattaligi M topiladi. Va, nihoyat, Galaktikagacha masofani topishga bevosita imkon beradigan, masofaning moduli (m-M)

aniqlanadi. Bu erda m- tashqi galaktikada kuzatilayotganssefeidning ko‘rinma yulduz kattaligini ifodalaydi.

2. YAngi yulduzlar metodi. Ma’lumki yangi yulduzlar chaqnaganda, maksimumida ularning absolyut yulduz kattaligi –8,5 gacha boradi.ssefeidlarni tadqiq etish shuni ko‘rsatadiki, maksimumidan keyin ularning ravshanligi qanchalik keskin pasaysa, maksimumida yorqinligi shunchalik yuqori bo‘ladi. Agar maksimumidan keyin ravshanligi 3 ga pasayishi uchun ketgan vaqt t bo‘lsa, u holda t < 12 sutka bo‘lganda, uning maksimumidagi absolyut yulduz kattaligi M=-9 bo‘ladi. t ortishi bilan, mos ravishda, M kamayadi. SHunga ko‘ra,ssefeidnig maksimumida uning ko‘rinma yulduz kattaligi m va t ni aniqlab, masofaning moduli (m-M), binobarin galaktikagacha bo‘lgan masofani aniqlash mumkin bo‘ladi. SHuningdek, nisbatan yaqin joylashgan galaktikalargacha masofalarni, ularning burchak o‘lchamlariga ko‘ra ham aniqlash mumkin. Juda uzoqdagi galaktikalarning masofasi, ularning spektrlaridagi chiziqlarning doplercha siljishiga asoslanib, Xabbl ochgan (1929 y.) qonun asosida topiladi.

4-§. Galaktikalarning Koinotda taqsimlanishi

Galaktikalarning fazoda taqsimlanishini o‘rganishda, yulduzlarning taqsimlanishini o‘rganishdagi kabi, osmonning ma’lum uchastkasidagi ob’ektlar sonini ifodalaydigan, ravshanlikning integral funksiyasi N_m, osmonning ma’lum uchastkasida (ko‘pincha 1 kvadrat gradusda) yulduz kattaligi *m* va undan kichik kattalikdagi Galaktikalarning sonini xarakterlaydi.

Agar galaktikalar fazoda bir tekis taqsimlanadi deb qaralsa, yulduzlar statistikasida aniqlanganidek, Zeeliger teoremasi o‘rinli bo‘lib:

$$\frac{N_{m+1}}{N_m} \approx 4$$

Bu muammo, birinchi marta, 2,5 metrlik reflaktorda 1283 uchastkada 20^m gacha ob’ektlar tushirilgan fotorasmlarni tahlil qilish orqali E.Xabbl tomonidan 1934 yilda bajarildi. Xabbl shu yo‘l bilan 1 kvadrat gradusli maydonga 20^m gacha ravshanlikdagi 131 galaktika to‘g‘ri kelishini aniqladi. Butun sferaga to‘g‘ri keladigan galaktikalar soni esa $5{,}4 \cdot 10^6$ ga teng chiqdi. Dunyodagi eng yirik teleskop yordamida 24 yulduz kattaligigacha ob’ektlarni (jumladan galaktikalarni ham) ko‘rish mumkinligiga e’tibor qilinsa, unda butun sferada 1,4 milliard galaktikani kuzatish mumkin bo‘ladi.

Xabbl, shuningek, barcha yo‘nalishlar uchun Zeeliger teoremasi o‘rinli ekanligini isbotlab, galaktikalarning fazoda taqsimlanishi birjinsligina bo‘lmay, balki izotrop, ya’ni barcha yo‘nalishlarda bir xil ekanligini ham aniqladi.

Bu masalani sinchiklab o‘rganish, 40 kpk dan kichik masofada galaktikalar alohida guruh va to‘daga birlashishlarini ko‘rsatadi. Bizning Galaktikamiz, Andromeda (M31), Uchburchak yulduz turkumidagi galaktika (M33), Katta va Kichik Magellan bulutlari va boshqa yana bir qancha yulduz sistemalari birgalikda (jami 35 taga yaqin galaktika) Mahalliy galaktik to‘dani hosil qilishi ma’lum bo‘ladi.

Ayni paytda shu xildagi 4000 ga yaqin galaktikalarning to‘dasi ma’lum. Bunday to‘dalarning o‘rtacha diametri 8 Mpk atrofida. Yirik galaktik to‘dalardan biri Veronika Sochlari yulduz turkumida proeksiyalanib salkam 40 000 ga yaqin galaktikani o‘z ichiga oladi.

136- rasm

U bizdan 70 Mpk masofada joylashib, diametri 12° gacha cho‘zilgan. Bizning Mahalliy to‘damizga eng yaqin galaktik to‘da, 12 Mpk masofada bo‘lib, u Sumbula yulduz turkumiga proeksiyalanadi. Unda ettita gigant galaktika (ulardan biri Sumbula A radiogalaktikasi) va o‘nta gigant spiral galaktika kuzatiladi. Bu gigant galaktikalar, bir necha mahalliy galaktikalar to‘dasi (jumladan bizning Mahaliy to‘damizni ham) o‘z ichiga olgan o‘ta galaktikaning quyulmasi bo‘lishi ham mumkin degan taxmin bor. Bunday o‘tagalaktikaning diametri 40 Mpk bilan baholanadi. Bugunga kelib astronomlar, quvvatli teleskoplar yordamida, shunga o‘xshash, har biri o‘nlab mahalliy galaktik to‘dani o‘z ichiga olgan 50 ga yaqin o‘ta galaktikani ro‘yxatga olgan.

Galaktikalarning spektri. Galaktikadan tashqi tumanliklarning spektri, yulduzlarning spektrini eslatib, yutilish chiziqlaridan tashkil topadi. Ular tarkibiga ko‘ra A, F va G sinflariga kiruvchi yulduzlarning spektridan, faqat ayrim gaz–tumanliklarining spektrlarida uchraydigan emission chiziqlari bilan farq qiladi. Bundan kuzatilayotgan tumanliklar, yulduzlar sistemasi va diffuz materiyadan tashkil topganligi ayon bo‘ladi.

Noto‘g‘ri galaktikalarning spektri, A va F spektral sinflarga, spiral galaktikalarniki F va G sinflarga va, nihoyat, elliptik galaktikalarni G va K sinflarga kiruvchi yulduzlarning spektrini eslatadi. Bu, spiral va noto‘g‘ri galaktikalarda, boshlang‘ich spektral sinflarga kiruvchi qaynoq va yosh yulduzlarning ko‘pligidan, elliptik galaktikalar esa, nisbatan yoshi o‘tgan keyingi spektral sinflarga mansub yulduzlarga boyligidan darak beradi.

Galaktikaning rangiga qarab ham, unda ko‘pchilikni tashkil etgan yulduzlarning spektral sinflari haqida xulosa qilish mumkin. Galaktikalar yoki ularning qismlarining rang ko‘rsatkichlari ham, yulduzlarning rang ko‘rsatgichlarini aniqlash metodi asosida topiladi.

5-§. Radiogalaktikalar va kvazarlar

Oxirgi 40 yil ichida 10 mingdan ortiq diskret nurlanish manbalari ochilib, bu manbalarning kataloglari tuzildi. Bular ichida Uchinchi Kembridj katalogi (qisqacha 3S) to‘laligi bilan boshqalaridan ajralib turadi. Bu manbalardan bir qanchasi o‘zimizning Galaktikamizga tegishli bo‘lib, aksariyat holda o‘tayangi yulduzlarning chaqnash mahsulotlari hisoblanadi.

Biroq, ko‘p hollarda, radionurlanishning manbalari tashqi galaktikalar bo‘lib, ularning radiodiapazonda nurlanish energiyasi, optik nurlanish energiyasining atigi 10^{-6} qisminigina tashkil etadi.

Spiral va noto‘g‘ri galaktikalar – kuchsiz radionurlanish manbalaridan bo‘lib chiqdi. Ularning detsimetrli diapazonida nurlanish energiyasi taxminan 10^{32} Vt ni tashkil etadi. SHu diapazonda elliptik galaktikalarning nurlanishi 100 martacha ortiq bo‘lib, 10^{36} Vt atrofida chiqadi.

Radiodiapazonda nurlanish quvvati, optik diapazondagi nurlanish quvvati bilan bir xil tartibda yoki undan ortiq bo‘lgan galaktikalar – radiogalaktikalar deb yuritiladi. SHunday katta quvvatli bizga yaqin joylashgan radiogalaktika “Oqqush A” deb ataladi. Qizilga siljishga ko‘ra, aniqlangan uning masofasi 330 Mpk. Eng uzoqdagi radiogalaktikalardan biri “Sentavr A” bizning Galaktikamizdan taxminan 2500 Mpk masofada yotadi. Ularning radionurlanishi, noissiqlik xarakter kasb etib, magnit maydonlarida relyativistik elektronlarning sinxrotron nurlanishlari bilan tushuntiriladi.

Kvazarlar. Radiodiapazonda juda katta quvvat bilan nurlanadigan galaktikamizdan tashqi ob’ektlardan biri kvazarlardir. Birinchi kvazar 1960 yilda Uchburchak yulduz turkumida 3 S 48 nomli radiomanba 16^{m} yulduzga o‘xshash ob’ekt sifatida qayd etildi. 1963 yilda 13 yulduz kattaligiga ega bo‘lgan radioob’ekt Sunbula yulduz turkumida topilib, 3 – Kembridj katalogida 3S273 nom bilan qayd etildi. Uzoq vaqtga qadar bu ob’ektlarning spektrlarini tahlil qilish qiyin bo‘ldi. Va nihoyat, ularning spektridagi chiziqlar qaysi atomlarga tegishli ekanligi aniqlangach, ularning qizilga siljish kattaliklari aniqlandi. So‘ngra Xabbl qonuni asosida, ularning masofalari va yorqinliklari hisoblandi. Ayni paytda bir necha yuzlab kvazarlar kashf etilgan bo‘lib, ulardan OQ172 nomlanganigacha masofa 10 milliard yorug‘lik yilidan ham ko‘p bo‘lib chiqadi.

Kvazarlarning nurlanish energiyasi juda yuqori bo‘lib, yorqinliklari 10^{40}–10^{42}Vt ni tashkil etadi. Bu kvazarlar yuz milliardlab yulduzi bo‘lgan eng quvvatli galaktikalarning yorqinligidan 100 –1000 marta ko‘p quvvat bilan nurlanadi degani bo‘ladi. Taxmin qilinishicha, kvazarlar, galaktikalar evolyusiyasining uncha uzoq davom etmaydigan bir bosqichidir.

27-dars

Kosmologiya elementlari. Qaynoq koinot modeli. Erdan tashqissvilizatsiyalar muammosi global ekologik muammolar fonida (ma’ruza)

Darsning maqsadi:

O‘quvchilarda koinotning tuzili shva rivojlanishi xaqida zamonaviy ilmiy dunyoqarash bilan qurollantirish. Koinotda ham boshqassvilizatsiyalar bor yoki yo‘qligi masalasida Fan erishgan yutuqlar bilan o‘quvchilarni tanishtirish.

O‘quv materiallari bayonining rejas:

1. koinotning statsionar modeli
2. galaktikalarning qizilga siljishi
3. relikt nurlanish. Qaynoq portlashdan dalil
4. koinotning kengayishi tufayli zichlikning kamayishi
5. koinotning kengayishi kritik zichlik bilan bog‘liqligi
6. erda hayotning paydo bo‘lganligi xaqida fan
7. erda ongli xayotning paydo bo‘lishi tarixi
8. tashqissivilizatsiyalar muammosi xaqidp fan (o‘nlab Dune astronomiya maktablarining tomonidan o‘tkazilgan simpozium, konferensiya va maktablarning materiallari asosida)
9. erdagi hayot yagona bo‘lishi mumkinmi? U holda insonning bu ne’matga munosabati qanday bo‘lmog‘i lozim edi?
10. erda hayotning umrini uzaytirishda insonning faoliyati qanday bo‘lishi zarur

Uyga vazifa: [1], [2], [3]

6-§. Kosmogoniya elementlari. Quyosh sistemasining paydo bo‘lishi haqidagi gipotezalar

*Dastlabki qarashlar***.** Quyosh sistemasining paydo bo‘lish muammosi, kosmogoniyaning qolaversa, butun tabiatshunoslikning eng muhim muammmolaridan hisoblanadi. Gap yulduzlarni paydo bo‘lishi va evolyusiyasi haqida ketganda, bu muammo ancha oson echiladi, sababi –

osmon o‘z evolyusiyalarining turli bosqichini o‘tayotgan yulduzlarga to‘la. Ularni bevosita kuzatishdan olingan ma’lumotlar, mazkur yulduzlar bilan bog‘liq bu muammoni hal kilishda juda qo‘l keladi.

Quyosh sistemasining, ya’ni Quyosh va uni o‘rovchi planetalar tizimining paydo bo‘lishida esa, o‘nlab faktorlarning (magnit maydoni, protoplaneta bulutidagi turbulentlik, dissipiatsiya va boshqalar) roli katta bo‘lgan. Ularning hammasini hisobga olish va shu asosda Quyosh sistemasining shakllanishini modellashtirish o‘ta murakkab masalalardan hisoblanadi. Biroq, shunga qaramay, bu muammoga tegishli bir necha ilmiy gipotezalar mavjud. Ularning ayrimlari bilan tanishishdan oldin Quyosh sistemasi tuzilishida mavjud qonuniyatlarni bir eslaylik:

- barcha planetalar orbitalarining tekisliklari (Plutondan tashqari) bir-biriga juda yaqin bo‘lib, ular Quyosh ekvatori bilan deyarli bir tekislikda yotadi;
- barcha planetalar Quyosh atrofida, aylanaga yaqin orbitalarda,

Quyoshning o‘z o‘qi atrofida aylanishi yo‘nalishi bilan bir xil yo‘nalishda aylanadilar;

-planetalarning o‘z o‘qlari atrofida aylanishlari (Venera va Urandan tashqari), Quyosh atrofida aylanish yo‘nalishlari bilan bir xil;

-planetalarning Quyoshdan o‘rtacha uzoqliklari (Neptun va Plutondan tashqari) Titsius – Bode qoidasiga bo‘ysunadi;

-planetalarning birgalikdagi massasi Quyoshnikidan 750 marta kam bo‘lgani holda, Quyosh sistemasi harakat miqdori momentining 98 foizi planetalar “ zimmasi”da;

-planetalar fizik tabiatlari bilan bir-birlaridan keskin farqlanuvchi ikki guruhga - Er tipidagi planetalarga va ulkan sayyoralarga bo‘linadi.

-planetalar yo‘ldoshlarining aksariyati, planetalar atrofida deyarli aylanma orbitalarda harakatlanib, ularning tekisliklari asosan planetalarning ekvator tekisliklari bilan ustma-ust tushadi.

Nemis faylasufi I.Kant “Umumiy tabiiy tarix va osmon nazariyasi“ (1755y.) asarida, dastlab Olam, birlamchi xaos ko‘rinishidagi materiya bilan to‘la bo‘lgan degan gipotezani ilgari surdi. Keyinchalik tortishish va itarishish kuchlari ta’sirida materiya ma’lum tashkillangan ko‘rinishlarni olgan, deyiladi u gipotezada. Natijada paydo bo‘lgan materiyaning ayrim quyulmalari, boshqa zarralarni ham o‘ziga tortib, planetalarni, markaziy quyulma esa Quyoshni vujudga keltirgan, deb tushuntiradi Kant.

Quyosh va planetalarning gaz – chang bulutlaridan paydo bo‘lganligi haqidagi Kant gipotezasi, umumiy holda to‘g‘ri bo‘lsada, uning davrida bu nazariya, atom nazariyasi, termodinamika, gazlarning kinetik nazariyasi va boshqa magnitogidrodinamikaga oid nazariyalarning yo‘qligi tufayli, olim ilgari so‘rgan nazariyasining hisob-kitobini qilishning iloji yo‘q edi.

Keyinroq (1796 y.) fransuz matematigi Laplasning gipotezasi, Quyosh sistemasining paydo bo‘lishida, siqilayotgan sferik formadagi alohida tumanlikning aylanishi asos bo‘lgan degan g‘oyaga tayanadi. Bunda tumanlik markazidan r masofadagi m massali elementning harakat miqdori momenti

$$I = m\upsilon r = m\omega r^2$$

bo‘lib u o‘zgarmasa, u holda tumanlikning siqilishi ω - ning ortishiga olib keladi.

Agar tumanlikning umumiy massasi M bo‘lsa, u holda m elementga ta’sir ko‘rsatadigan kuch

$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$

markazdan qochma kuch esa $F_м = \frac{I^2}{mr^3}$ bo‘ladi.

Bu ifodalardan ko‘rinishicha, tumanlikning siqilishida, markazdan qochma kuch F_k, tortishish kuchlariga nisbatan tezroq o‘sadi. Biroq ular tenglashganda tumanlik spiralga o‘xshab yig‘ilib keladi va ekvator zonasidan bir qism moddasi ajraladi. Tumanlikdan

uloqtirilgan qismi esa uning atrofida yoyilib, Saturn halqasidek halqani vujudga keltiradi. Borib - borib bu halqa yig‘ilib ma’lum bir planetani paydo qiladi, - deb tushuntiradi Laplas gipotezasi. Biroq, bu gipoteza asosida planetalar va Quyosh bo‘yicha harakat miqdori momentlarining mavjud taqsimlanishini bo‘lmaganligi tufayli, u ham bugungi kunda nazardan qolgan gipoteza hisoblanadi.

Asrimizning boshlarida ingliz olimi Jins, bu masalada o‘z gipotezasi bilan chiqdi. Uning gipotezasiga ko‘ra, Quyosh dastlab planetalarsiz paydo bo‘lgan. Uning atrofida planetalar Quyoshning boshqa bir yulduz yaqinidan o‘tishda, Quyoshning diametrial qarama-qarshi tomonida vujudga kelgan ulkan ko‘tarilish (priliv) to‘lqini tufayli paydo bo‘lgan. Gipotezaga ko‘ra, ko‘tarilish Quyosh sirtidan quvvatli gaz oqimi – vulqonini vujudga keltirgan. Bu gaz oqimi Quyoshdan turli masofalarda zichlashib, oqibatda planetalarni paydo qilgan deb uqtiradi Jins gipotezasi. Keyinroq bu gipoteza boshqacha tus olib, unga ko‘ra, Quyosh qo‘shni yulduz – o‘tayangi sifatida chaqnab, tashqi gaz qobig‘ini uloqtirgan. Vaqt o‘tishi bilan yulduzlar bir-biridan uzoqlashib, gaz qobig‘idan planetalar tizimi paydo bo‘lgan.

*Hozirgi zamon qarashlari***.** Quyosh sistemasi planetalar tizimining shakllanishi haqidagi hozirgi zamon tasavvurlarining qaror topishida, rus olimi O.YU.SHmidtning g‘oyasi kam rolь o‘ynamaydi. O.SHmidt nazariyasining asosida quyidagi ikki g‘oya yotadi: planetalar sovuq gaz – chang bulutdan paydo bo‘lgan; bu bulut Quyosh tomonidan, u galaktika markazi atrofida aylanib yurganda yig‘ilgan. SHu g‘oyalar asosida olim, planetalarning Quyoshdan turli masofalarda shakllanishi va aylanishini tushuntiraoldi. Bevosita kuzatishlar, yulduzlar gaz-chang tumanliklari zonalarida paydo bo‘lishini tasdiqlaydigan dalillarga boy. Planetalarimiz sistemasi rivojlanishining umumiy sxemasini, ko‘z oldimizga taxminan shunday keltirishimiz mumkin. Taxminan 5 milliard yilcha oldin, magnit kuch chiziqlari kesib o‘tayotgan gaz-chang buluti markazida sekin-asta siqilib boruvchi tuyulma protoquyosh paydo bo‘lgan. Undan qariyb 10 martacha kam massaga bo‘lgan gaz – chang bulutining boshqa bir qismi uning atrofida sekin aylangan. Atomlar, molekulalar va chang zarralarining to‘qnashuvlari natijasida, u ham qizib, ham ekvator tekisligi tomon siqilib borgan. Oqibatda Quyosh atrofida cho‘zinchoq gaz – chang disk paydo bo‘lgan. Uning magnit maydoni protoquyosh atrofiga “o‘rala borib”, uning momentini diskning tashqi qatlamlariga uzatilishini ta’minlangan.

Keyingi yillar tadqiqotlari bu jarayonda, protoplaneta bulutining vaqt o‘tishi gaz – changga aylanishini (V.S.Safronov ishlari) ko‘rsatdi. Bu tadqiqotlar markaziy tekislikka changning o‘tirishi uchun Quyosh atrofida bulutning 1000 martadan ko‘p aylanishi zarur bo‘lishini ko‘rsatdi. Markaziy tekislikdan changning miqdori kritik miqdorga etgach, gravitatsion beqarorlik asosida u bir necha halqalarga ajralishi, bu halqalar esa, qisqa vaqt ichida alohida quyulmalarga aylanishi hisob-kitoblardan ma’lum bo‘ldi.

Ekvator tekisligida hosil bo‘lgan chang diski, Quyosh nurlari uchun tiniq emas, shuning uchun ham protoplanetaning gazli tashkil etuvchisi Quyosh yaqinida kizib, termik dissipiatsiyani “boshidan kechiradi” va sekin-asta yulduzlararo bo‘shliqqa sochiladi. Er tipidagi va gigant planetalarning ximiyaviy tarkibidagi farq, aynan shu jarayon orqali tushuntiriladi: Quyosh atrofidagi dissipiatsiya tez kechib, ichki planetalar engil gazlardan xoli, diskning Quyoshdan uzoqdagi sohalarida esa, dissipiatsiya juda sekin kechib, gigant planetalar tarkibida engil gaz elementlari katta miqdorni tashkil etadi.

Planetalarning shakllanish bosqichida, ularning aylanish o‘qining ekliptika tekisligiga og‘ma holda joylashishi, planetaga urilgan eng yirik massali jismlarning urilish oqibati deb tushuntiriladi. Xususan Er uchun bunday jismning massasi 0,001 Er massasidan katta bo‘lmaganligini hisob-kitob ko‘rsatadi.

Uran planetasi aylanish o‘qining ekliptikaga 98° burchak ostida og‘ishiga YUpiter va Saturn sababchi bo‘lgan. Bu planetalar, massasi 2-3 Er massasiga erishganda, ular o‘z tortishish kuchlari yaqinidagi barcha boshqa *planetezimaliy* (planeta bo‘lishiga davogar quyulmalar) lar harakatiga kuchli chetlanishlar berib, Quyosh sistemasidan chiqib ketadigan darajadagi katta tezliklarga erishtirganlar. SHunday jismlardan birining protouran bilan tasodifiy to‘qnashuvi uning aylanish o‘qining ekliptikaga og‘maligini katta burchakka burilib qolishiga olib kelgan.

Hisoblashlardan ma’lum bo‘lishicha Uranga o‘sha paytda urilgan jismning massasi, uning massasining 0,07 qismini tashkil etgan. Bu gigant planetalar shuningdek, Mars bilan YUpiter oralig‘ida aylanuvchi asteroidlar zonasida, yana bir planetaning shakllanishiga to‘sqinlik qilish bilan birga, oqibatda Uranning massasining kichik bo‘lib shakllanishiga ham sababchi bo‘lishgan. Hisob-kitoblar Er hozirgi massasiga erishguncha 200 mln. yil evolyusiyani boshidan kechirganligini ma’lum qiladi. Bu davr oxirida, Er sirti sovib qolgani holda, uning markazining temperaturasi 1000 K atrofiga etgan. Uning keyingi kizishi, radioaktiv elementlarning emirilishi hisobiga bo‘lgan. Temperaturaning tinimsiz ortishi, Er markaziy qismining erishiga va yadrosi ximiyaviy tarkibining differensiatsiyasiga olib kelgan. Natijada ko‘pchilik og‘ir elementlar uning yadrosidan joy olib, engillari tashqi qatlamlarga siqib chiqarilgan, bu o‘z navbatida Erning mantiyasi va po‘stlog‘ini vujudga keltirgan. Mazkur jarayon 1 mlrd. yilcha davom etgan. O‘z evolyusiyasining boshlangich bosqichida protoer talay, radiusi 100 km gacha bo‘lgan yo‘ldoshlar bilan urilgan bo‘lgan. Vaqt o‘tishi bilan bu yo‘ldoshlar qo‘shilib, undan taxminan 10 Er radiusi masofasida Oy paydo bo‘lgan. Ko‘tarilish (priliv) kuchlari ta’sirida sekin-asta Oyning Erdan uzoqlashuvi va shu bilan birga, uning o‘z o‘qi atrofida aylanish davrining ortishi ro‘y bergan. Bu jarayon hozirda ham davom etib, uning Erdan juda sekinlik bilan uzoqlashuvi kuzatiladi.

7-§. Kosmologiya elementlari

Kosmologiya - koinotni bir butun deb qaralgandagi tuzilishi va evolyusiyasini o‘rganadigan fandir. Kosmologiya o‘rganadigan masalalar ichida eng muhimlari - faza va vaqtning geometьrik strukturasi, evolyusiyasi, uning turli ob’ektlarining, ayniksa galaktikalar va ularning to‘dalarining tashkil topishi va rivojlanishi masalalaridir.

Koinotni bir butun ob’ekt sifatida xarakterlash uchun, zamonaviy metodlar yordamida uning Metagalaktika deb nom olgan va radiusi 3000 Mps bilan chegaralanadigan qismigina kuzatilishini hisobga olish zarur bo‘ladi.

Ma’lumki, nisbiylik nazariyasiga ko‘ra, katta massali ob’ektlarning mavjudligi fazo va Vaqtning xossalariga ta’sir etadi. Evklid geometriyasi xarakterlaydigan bizga tanish fazo, yirik masala jismlar atrofida o‘zgarib “egiladi”. Xususan yorug‘lik nuri Quyosh yaqinidan o‘tayotib egiladi va o‘z yo‘nalishini o‘zgartiradi. Bu effekt Quyosh to‘la tutilganda, uning yonidan ko‘rinadigan yulduzlar nurining yo‘nalishini o‘rganish bilan tasdiqlandi. Bu juda kichik mikdorni tashkil etib, u o‘lchash aniqligi chegarasida kuzatildi.

Biroq, barcha galaktikalar va utagalaktikalar massalarining ta’siri fazoda aniq kattalikdagi egrilikni vujudga keltirib, uning xossalariga binobarin, butun Koinot evolyusiyasiga sezilarli ta’sir qiladi.

Koinot bo‘ylab massaning ixtiyoriy taqsimlanishida nisbiyliku nazariyasi asosida fazo va Vaqtning xossalarini aniqlash masalalasining kuyilishi juda murakkab masalalardan biri bo‘lib unig esimini topish mushkul. SHuning uchun mazkur masalanimng kuyilishidan oldin Koinot tuzilishining ma’lum sxemasini qabul qilinadi. Koinotning modeli deb yuritiluvchi bunday sxemalarning eng soddasi quyidagi holatlarga asoslanadi:

-Koinotda, katta masshtablarda, modda bir tekis taqsimlangan;

-fazoning xossalari hamma yo‘nalishlarda bir xil (izotrop);

Bunday fazo ma’lum egrilikka ega bo‘lib, unga mos model Koinortni bir jinsli izotrop modeli deyiladi.

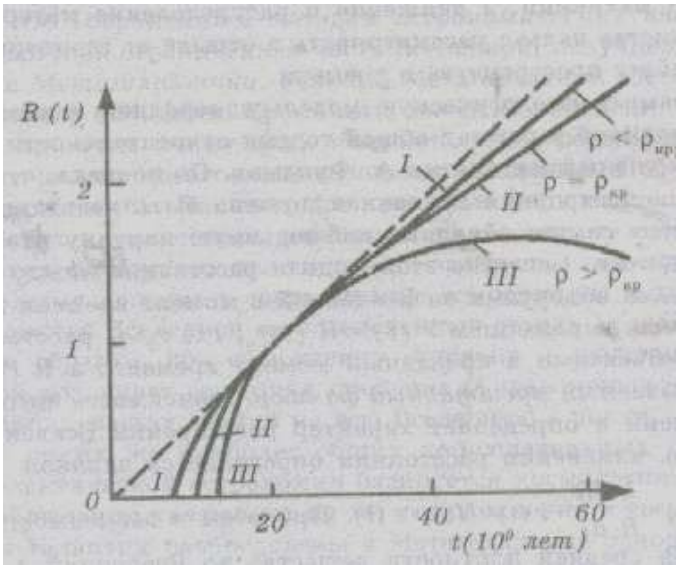
Koinotning bir jinsli izotrop modeli uchun Eynshteynning tortishish nazariyaisga oid tenglamalarning echimiga ko‘ra ayrim bir jinsli bo‘lmagan qismlari orasidagi masofa ularning individual xaotik harakatlarini e’tiborga olmaganda o‘zgarmas saklanib kolaolmaydi. Bu Koinot yoki siqilishi yoki kuzatishlardan ma’lum bo‘lgani kabi kengaymogi lozim degani bo‘ladi.

Darvoke, ixtiyoriy ikki galaktikaning bir-biridan uzoqlashishtezligi ular orasidagi masofaning ortishi bilan ortib boradi. Nisbatan kichik masofalarda, bu bog‘lanish chiziqli bo‘lib proporsionallik koeffitsenti bo‘lib Xabbl doimiysi xizmat qiladi. Aytilganlardan ma’lum bo‘lishicha, ixtiyoriy ikki jism orasidagi masofa Vaqtning funksiyasidir. Bunday funksiyaning ko‘rinishi, fazo egriligining ishorasiga bog‘liq bo‘ladi. Agar egrilik manfiy bo‘lsa, Koinot doimo kengayishni “boshidan kechiradi”. Evklid fazosiga mos nulinchi egrilikda Koinotning kengayish sekinlashish bilan davom etib, kengayish tezligi nolga intiladi. Va, nihoyat, musbat egrilikka ega kengayuvchi Koinot ma’lum boskichda siqilish bilan almashishi mumkin
(195 –rasm). Bir jinsli izotrop modelda, fazoning egriligi moddaning o‘rtacha zichligining mikdoriga bog‘liq bo‘ladi. Ikkinchi hol (nulinchi egrilik) zichlikning kritik zichlikka teng mikdorida ro‘y beradi. Kengayish jarayonida egrilikning absolyut qiymatda o‘zgarishi mumkin, biroq bunda uning ishorasi o‘zgarmay qoladi.
Moddaning kritik zichligi Xabbl doimiysi va N va gravitatsion doimiylik G‘ orqali quyidagicha topiladi:

$$\rho_{\kappa p} = \frac{3H^2}{8\pi G} \ ;$$

bu erda N=55km/sMps, ρ_{kr}=5,0 10^{-30} g/sm^3 G

Galaktikada mavjud barcha ob’ektlarning massalarini inobatga olganda, o‘rtacha zichlikning qiymati taxminan 5.10^{-31}g/sm^3 ni tashkil etadi. Bu erda galaktikalar orasidagi ko‘rinmas muhitning massasi hisobga olinmagani tufayli zichlikning aniqlangan bu qiymati asosida real fazo egriligining ishorasi haqida aniq bir narsa deyish qiyin.



195–rasm.Koinot evolyusiyasining uning zichligiga bog‘liq ravishda o‘zgarishi.

SHuningdek, Koinotning yanayam real modelini (empirik yo‘l bilan tanlash imkoniyatlari mavjud bo‘lib, juda uzoqdagi (nurlari bir necha yuz million yohud milliard yillarda etib keladigan) ob’ektlarning qizilga siljishlarini aniqlash va bu tezliklarini, boshqa metodlar yordamida aniqlangan ulargacha masofalar bilan solishtirish asosida amalga oshiriladi. Aynan shu usul yordamida Koinotning kengayish tezligini Vaqt bo‘yicha o‘zgarishi kuzatishlardan aniqlash mumkin bo‘ladi. Biroq hozirgi zamon kuzatishlari, fazo egriligining ishorasi haqida ishonch bilan biror narsa deydigan darajada aniqlikka ega emas. Faqat Koinot fazosi egriligi nulga yaqinligini ishonch bilan aytish mumkin.

Bu o‘rinda Xabbl doimiysining, bir jinsli izotrop Koinot uchun ajoyib xususiyati borligini eslatish o‘rinli. Uni anglash uchun, bu doimiylikka teskari kattalik (1/N) Vaqt bilan

o‘lchanishini, ya’ni 1/N=6 10^{17} s yoki 20 mlrd yilligiga e’tibor qarataylik. Bu, metagalaktikaning to hozirgi holatiga kadar kengayishi uchun ketgan Vaqtni ifodalashini (agar kadimda kengayish tezligi o‘zgarmagan deb qaralsa) tushunish qiyin emas. Biroq, shuni ta’kidlash joizki kengayish tezligining, uzoq o‘tmishda va hozir, o‘zgarmasligini olimlar tomonidan yaxshi o‘rganilmagan. Koinot haqiqatan ham bir Vaqtlar alohida bir holatda (fizik parametrlariga ko‘ra) bo‘lganligi, 1965 yilda relikt (qoldiq) nurlanish deb ataluvchi kosmik radionurlanishning ochilishi bilan tasdiqlanadi. Uning spektri issiqlik nurlanishi spektriga mos kelib, Plank egriligini beradi. Bu egrilik asosida aniqlangan temperatura esa 3 K ga mos keladi (bu nurlanishning maksimumi 1 mm ga to‘g‘ri keladi). Relikt nurlarining xarakterli xususiyati shundaki, u barcha yo‘nalishlar bo‘yicha bir xil intensivlikka, ya’ni izotrop hossaga ega. SHu tufayli bu nurlanishni alohida bir ob’ekt yoki sohaning nurlanishi deb qarab bo‘lmaydi.

Bunday radionurlanishni “koldik nurlanish” deb atalishining boisi, u -Koinotning katta zichlikka ega bo‘lgan (boshqacha aytganda o‘z nurlanishlar uchun ham tinikmas) davriga kelib tegishli nurlanishining koldigi deb taxmin qilinishidandir.

Hisob-kitoblar u davrda Koinotning zichligi $\rho=10^{-20}$ g/sm^3 (xar kub santimetriga 1000 ta atom to‘g‘ri kelganini) ma’lum qiladi. Boshqacha aytganda zichlik, hozirgi davrdagidan milliard martadan ziyod bo‘lganini ko‘rsatadi. Zichlik radiusining kubiga proporsionalligidan, kadimda Koinotning kengayishi hozirdagidan ming martaga kam bo‘lganligi ma’lum bo‘ladi. Nurlanishning to‘lqin uzunligi λ ham shuncha marta kam bo‘lganidan to‘lqin uzunligi u davrda 1 mikron astrofida bo‘lib, unga mos temperatura 3000 K ga yaqin bo‘lgan.

SHunday qilib relikt nurlanishning mavjuьıdligi kadimda Koinot faqat katta zichlikkagina emas yuqori temperaturaga ham ega bo‘lganidan darak beradi.

YUqoridagi muloxazalardan ko‘rinishicha kosmologiyada hali ko‘p muammolar hal qilinishi zarurligiga qaramay u Koinotning tuzilishi va rivojlanishiga umulashgan qonunlar haqida tasavvurlar tegishli beraoladi.

SHuningdek astronomiyaning bu bo‘limi misolida to‘g‘ri ilmiy dunyokarashni shakllantirishda qanchalik buyuk axamiyat kasb etishini o‘z-o‘zidan ko‘rinib turibdi. Koinotning bu xil umumiy qonunlarini o‘rganish orqali biz materiya, fazo va vaqt xossalarini yanada chuqurrok anglaymiz. Bu muammolarning Koinot masshtabida o‘rganilishi faqat fizika yoki astronomiya fanlariuchungina emas, balki modiy dunyoning qonunlarini umumlashtirish yo‘lida falsafa fani uchun ham juda muhim hisoblanadi.

IV. Amaliy mashg’ulotlar

1-mavzu. Osmon sferasi. Osmon koordinatalari sistemalari

1. Yulduzlar osmonining ko’rinishiga va uning aylanishiga qarab Yerning janubiy qutbiga kelganligimizni qanday qilib bilishimiz mumkin?

2. Chizmada osmon sferasini quyidagicha ko’rsating:

a) gorizont tekisligi proyeksiyasida,

b) ekvator tekisligi proyeksiyasida,

c) meridian tekisligi proyeksiyasida,

d) birinchi vertikal tekisligi proyeksiyasida.

3. 1^0 burchakni qo'shib turuvchi yoyning (binobarin, taxminan vatarni ham) uzunligi radiusdan 57 marta qisqa. Oy va Quyoshning burchak diametri 0^0,5 ga teng. Demak, qo'g'ozdan yasalgan 0,5 sm li doiracha ko'zdan 60 sm masofada joylashganda ularni yopishi mumkin. Buni tekshirib ko'ring. (*Izoh*. Quyoshga faqat o'ta qora fotoplyonka yoki qoraytirilgan shisha orqali qarash mumkin).

4. Geografik kenglamasi $23^0 27^/$ bo'lgan joyda olam shimoliy qutbining gorizontal koordinatalari nimaga teng?

5. Olam shimoliy qutbining astronomik kengligi va uzunligi nimaga teng?

6. G'arb nuqtaning soat burchagi nimaga teng? Sharq nuqtanikichi?

7. Ekliptika shimoliy qutbining to'g'ri chiqishi va og'ishi nimaga tengligini aniqlang.

8. Qanday shartlar bajarilganda yoritqichning azimuti uning chiqishidan to kulminatsiyasigacha o'zgarmasdan qoladi?

9. Osmon sferasining qanday geometrik nuqtalarida astronomik uzunlama to'g'ri chiqishga teng bo'ladi?

10. O'zbekistonning qaysidir joyida Oyni zenitda kuzatishimiz mumkinmi? Nima uchun?

11. Qanday ikki holda yoritqichning gorizontdan balandligi sutka davomida o'zgarmasdan qoladi?

12. Agarda yulduzning ekvatorial koordinatalari quyidagicha bo'lsa:

a) $\alpha = 4^h 33^m$, $\delta = +16^0 25^/$;

b) $\alpha = 16^h 26^m$, $\delta = -26^0 19^/$;

v) $\alpha = 20^h 40^m$, $\delta = +45^0 06^/$?

u qaysi yulduz turkumida joylashgan? Bu yulduzlarning xususiy nomlarini ayta olasizmi?

13. Yulduzlar xaritasidan quyidagi yulduzlarning aniq koordinatalarini toping: Kitning o si, Oqqushning β si, Liraning ε si, Katta Itning γ si, O'qyoyning φ si, Katta Ayiqning χ si, Kichik Ayiqning α si.

14. Shimoliy kenglamalarda va olamning shimoliy qutbiga qarab turgan kuzatuvchi uchun yulduzlarning sutkalik harakati qaysi yo'nalishda yuz beradi?

15. Osmon gumbazining qaysi qismida yoritqichning balandligi uzluksiz ravishda ortib boradi va qaysi qismida kamayib boradi?

16. Quyosh yillik harakati davomida ekliptika bo'ylab o'zining diametriga teng bo'lgan masofaga qancha vaqtda siljiydi?

17. Shimoliy qutbda ekliptika gorizontga nisbatan qanday joylashadi?

18. Geografik kengligi $+55^0$ bo'lgan joyda bahorgi tengkunlik nuqta chiqayotgan momentda ekliptika gorizont bilan qanday burchakni tashkil etadi? Bu nuqtaning botish momentidachi? Geografik kenglamasi $+66^0,5$ bo'lgan joydachi?

19. Fazoda bir-biridan θ burchak masofada va bizdan r_1 va r_2 masofalarda joylashgan ikkita yulduz orasidagi chiziqli masofani toping.

20. Koordinatalari $\alpha_1=10^h59^m$, $\delta_1=+62^0 10'$, $\alpha_2=10^h57^m$, $\delta_2=+56^0 47'$ ga teng bo'lgan Katta Ayiq yulduz turkumining α va β yulduzlari orqali o'tuvchi katta aylana yoyi uzunligini toping.

21. Berilgan geografik kenglama φ uchun gorizontal koordinatalar sistemasi A va z ni ekvatorial koordinatalar sistemasi t va δ ga aylantirivchi uchta formulani keltirib chiqaring.

22. Ekvatorial koordinatalar sistemasi α va δ ni ekliptik koordinatalar λ va β ga aylantiruvchi uchta formulani keltirib chiqaring. Bu formulani Quyosh koordinatalariga qo'llang.

23. Ekliptikaning ekvatorga og'maligi ε ni bilgan holda ekliptik koordinatalar sistemasi λ va β ni ekvatorial koordinatalarga aylantiruvchi uchta formulani keltirib chiqaring.

24. Quyoshning uzunlamasi $71^0 11',7$ ga teng. Uning ekvatorial koordinatalarini toping ($\varepsilon=23^0 27',2$).

25. Yoritqichning geliosentrik ekvatorial koordinatalari *x, y, z* bo'lsin (*x* o'qi bahorgi tengkunlik nuqtasiga yo'nalgan, *y* o'q ekvator tekisligida yotadi). X, Y, Z – markazi Quyosh bo'lgan to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi bo'lsin (X o'qi bahorgi tengkunlik nuqtasiga yo'nalgan, Y o'q ekliptika tekisligida yotadi). Ular orasida $x=X$, $y=Y\cos\varepsilon - Z\sin\varepsilon$; $Z=Y\sin\varepsilon + Z\cos\varepsilon$ munosabat o'rinli ekanligini isbotlang, bu erda ε - ekliptikaning ekvatorga og'maligi.

26. Kometa $\alpha=81^0 48',7$, $\delta=68^0 28'$ ekvatorial koordinatalarga ega. Uning ekliptik koordinatalari λ va β larni toping ($\varepsilon=23^0 27' 26''$).

2-mavzu. Kulminatsiya. Yoritqichlarning koordinatalarini aniqlash

27. Janubiy yarimsharlikdagi qanday og'ishiga ega yulduzlar Pulkovoda ($\varphi = +59°46'$), Toshkentda ($\varphi = +41°20'$) va Ashxobodda ($\varphi = +37°45'$) kuzatilishlari mumkin?

28. Zenitdan janub tomonda meridianda Quyosh diskining quyi qismi sekstant yordamida o'lchalganda uning balandligi $84°21'$, Quyosh markazining og'ishi $+18°39'$ bo'lgandi. Quyoshning burchak diametri $32'$ ekanligini hisobga olgan holda joyning kenglamasini aniqlang.

29. Koordinatalari $\alpha=0^h19^m4^s$, $\delta=+0^0 13',2$ bo'lgan yulduzga nisbatan sayyora meridianni 2^m19^s oldin kesib o'tdi. Bu vaqtda sayyoraning zenit masofasi yulduzning yuqori kulminatsiyasiga nisbatan $19',4$ katta bo'lgan bo'lsa, sayyoraning koordinatalari nimaga teng?

30. Yulduz olamning shimoliy qutbidan 15^0 uzoqlikda turibdi. Sankt-Peterburgda ($\varphi=59^0 57'$) u hamma vaqt gorizont ustida ko'rinadimi?

31. Biror bir yulduz osmon meridianini Irkutsk shahrida ($\varphi=52^0 16'$), shimol nuqtada va janub nuqtada kesib o'tishi mumkinmi? Yerning boshqa nuqtalarida bunday hodisa yuz berishi mumkinmi?

32. Gorizont ustida chiqishidan to botishigacha 180^0 yoy chizadigan yulduz yuqori kulminatsiyasida zenitdan 55^0 masofada turadi. Shu joyda osmon ekvatori va matematik gorizont orasidagi burchak nimaga teng?

33. Aravakash yulduz turkumining α si ($\delta=+45^0 54'$) quyi kulminatsiyasida gorizontda ko'rinadi. Kuzatish joyida olam qutbining gorizontdan balandligi nimaga teng?

34. Botmaydigan yulduz yuqori kulminatsiyasida zenitdan shimol tomonda zenit masofasi $29^0 47'$ ga teng uzoqlikda, quyi kulminatsiyada esa $41^0 49'$ uzoqlikda kuzatilgan. Kuzatish joyining geografik kenglamasi nimaga teng?

35. Berilgan φ geografik kenglamada yulduzlarning umumiy soniga nisbatan uning qanday ulushi hech qachon botmaydigan hisoblanadi? Osmon sferasida yulduzlarni tekis taqsimlangan deb hisoblang.

36. Teodolit meridian tekisligida o'rnatilgan holda Katta Ayiq yulduz turkumi ($\alpha=10^h 57^m 34^s$, $\delta=62^0 8'$) ning kulminatsiyasi geografik kenglamasi $\varphi=55^0 20'$ ga teng bo'lgan joyda davom etmoqda. Trubaning zenitdan uzoqlashish burchagini toping.

3-mavzu. Refraksiya. Parallaks. Aberrasiya. Presessiya

37. Kulminasiya momentida Oy markazining kuzatilgan zenit masofasi $50°0',0$ bo'lgan edi. Bu kuzatuv natijasini refraksiya va parallaks ta`sirlarini hisobga olgan holda tuzating.

38. Hamma vaqt ham refraksiya yoritqichning ikkita ekvatorial koordinatasiga ham ta'sir qiladimi?

39. Hamma vaqt ham refraksiya yoritqichning ikkita ekliptik koordinatasiga ham ta'sir qiladimi?

40. Refraksiya Yer ekvatorida kunning davomiyligiga qanchalik ta'sir qiladi?

41. Refraksiya gorizont atrofida Quyosh va Oyning ko'rinma diametriga qanday ta'sir ko'rsatadi?

42. To'g'ri chiqishlari $8^h 50^m$ va $9^h 46^m$ ga teng bo'lgan yulduzlarning qandaydir vaqt momentida azimutlarining farqi aniqlangan. Agar refraksiyani hisobga olsak, bu farq oshadimi yoki kamayadimi?

43. Yer atmosferasi qalinligi va zichligini doimiy deb hisoblab, refraksiya formulasini keltirib chiqaring: $r=58'',2tgz$. Havoning sindirish ko'rsatgichi n=1,0002825 ga teng ($+10^0$ S harorat va normal atmosfera bosimida).

44. Presessiya hodisasini to'xtatish uchun qanday ikkita shart zarur va etarli?

45. Agar Yer yanayam cho'zinchoqroq bo'lsa, presessiya tezroq bo'larmidi yoki sekinroqmi? Agar Oy yaqinroq joylashgan bo'lsachi? Agar Yer zichroq bo'lsachi? Agar u tezroq aylansachi?

46. Biror vaqt momentida yulduzning ekliptik koordinatalari $\lambda=359^0 17^/ 44^{//}$, $\beta=-17^0 35^/ 37^{//}$ ga teng bo'lgan. Uning 10 yil, 100 yil oldingi, 100 yil keyingi momentlardagi koordinatalarini aniqlang.

47. Tropik yil 365,2422 o'rtacha quyosh sutkasi

yulduz yili 365,2564 - " –

anomalistik yil 365,2596 - " -

uzunlamalari berilgan. Yulduzlarga nisbatan perigeliyning davriy siljishini va presessiya yo'nalishini ushbu kattaliklar orqali aniqlang.

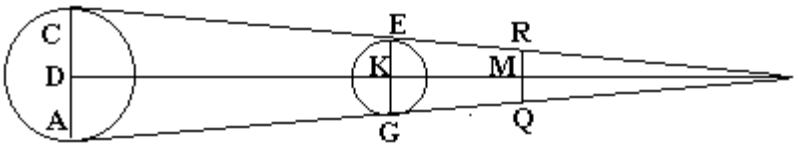
48. Quyoshning yillik parallaksi nimaga teng? Quyosh va Yer orasidagi masofa parseklarda nimaga teng?

49. Oyning gorizontal qutb parallaksi gorizontal ekvatorial parallaksidan qanchalik farq qiladi? Quyoshnikichi?

50. Oyning burchak radiusi $\rho=16^/ 20^{//}$ ga teng, parallaksi esa $r=59^/ 51^{//}$. Parallaksi $r=34^/ 22^{//}$ ga teng bo'lganda uning ko'rinma radiusi nimaga teng bo'ladi?

51. Ekliptikada yotgan hamma yulduzlarning yil davomida kuzatilayotgan nuriy tezliklari ±30 km/sek oraliqda tebranishini bilgan holda, Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofani aniqlang.

52. Kopernik kitobidan olingan rasmda Oy va Quyoshning burchak radiuslari $15^/$ ga tengligini (Oy tutilishida aniqlangan), Oy masofasida Yer soyasi radiusi $MR=40^/$ hamda DK/KM=390 (xatoligi tufayli Aristarx bu munosabatni 19 ga teng deb olgan) ekanligini bilgan holda Oygacha (M) masofani Yer radiuslarida (KE) aniqlashda Aristarx qo'llagan usuli chizmasi berilgan. Aristarx usulini tiklang va Yerdan Oygacha masofa (KM) ni aniqlang. Rasmda SA – Quyosh diametri, EG – Yer diametri va M – Oy.



53. Quyoshdan Yergacha bo'lgan masofani aniqlashda qanday usullarda Yerning o'lchamini hisobga olmasa ham bo'ladi?

4-mavzu. ***Vaqt va uzunlamani aniqlash. Taqvim***

54. 1920 yilning fevral oyida beshta yakshanba kun bo'lgan. Bunday hodisa avval qachon takrorlangan? Keyingisi qachon bo'ladi?

55. Qanday geografik paralleldan boshlab kechki va ertalabki astronomik g'ira-shiralar kechasi bir-biri bilan qo'shilib ketmaydi?

56. Qanday geografik kenglamadan boshlab oq tunlar boshlanadi, ya'ni grajdanlik g'ira-shiralar tugamaydi?

57. Biri 5^h12^m va ikkinchisi 5^h32^m yulduz vaqtlarida kulminatsiyalangan ikkita yulduzning og'ish aylanalari orasidagi burchakni graduslarda aniqlang.

58. Yulduz vaqti 7^h35^m ga teng bo'lganda ikkita yulduz Moskvada ($\varphi=55^0 45^/$) zenitdan biri janubda, ikkinchisi esa shimolda $z=40^0$ zenit masofada kulminatsiyalanishlari uchun ularning α va δ lari qanday bo'lishi kerak?

59. Saratovda ($\varphi=51^0 32^/ 0^{//}$) yulduz vaqti $13^h34^m54^s$ ga teng bo'lganda Arkturning ($\alpha=14^h11^m58^s$, $\delta=+19^0 36^/ 6^{//}$) zenit masofasi va azimutini hisoblang.

60. Agarda samo hamma vaqt bulutlar bilan qoplangan bo'lsa, biz vaqtni qanday o'lchagan (aniqlagan) bo'lar edik?

61. Agar Yer o'zining haqiqiy harakat yo'nalishiga teskari yo'nalishda aylanganida quyosh va yulduz vaqtlari orasidagi munosabat qanday bo'lar edi?

62. Moskvadan telegraf orqali mahalliy yulduz vaqti bilan $9^h8^m32^s$ da Gor'kiyga signal jo'natildi. Gor'kiyda ushbu signal mahalliy yulduz vaqti bilan $9^h34^m16^s$ da qabul qilindi. Bu shaharlar uzunlamalarining farqi graduslarda nimaga teng?

63. Biror bir shahar eniga 20 km. Agar uning geografik kenglamasi $55^0 45^/$ bo'lsa, uning sharqiy chekkasida haqiqiy tush vaqti g'arbiy chekkasiga nisbatan qanchaga ilgari kirib keladi?

64. Soat jurnalida radiosignallar yordamida aniqlangan aniq vaqt tuzatmalari yozilgan: 9 sentyabr soat 6^h da -2^m14^s, 10 sentyabr soat 6^h da -2^m21, 14 sentyabr soat 6^h da -2^m49^s. 12 va 16 sentyabr soat 6^h hamda 12 sentyabr soat 18^h uchun soat tuzatmasi topilsin.

65. Moskvada aniq yuruvchi sekund mayatnikli soat ekvatorda qancha minut va sekund orqada (yoki oldinda) bo'lardi? Moskvada erkin tushush tezlanishi $g=9{,}8156$ m/sek^2, ekvatorda esa $g_0=9{,}7810$ m/sek^2.

66. Yulduz sutkasining uzunligi o'rtacha quyosh vaqtida qanday ifodalanadi?

67. $5^h32^m15^s{,}43$ yulduz vaqti intervalini o'rtacha quyosh vaqti intervaliga aylantiring.

68. $2^h23^m24^s{,}92$ o'rtacha quyosh vaqti intervalini yulduz vaqti intervaliga aylantiring.

69. Xarkovda ($\lambda=2^h24^m56^s$, II poyas) $18^h24^m30^s$ mahalliy o'rtacha vaqt uchun poyas vaqti topilsin.

70. Geografik xarita yordamida o'zingiz joylashgan shahar qaysi poyasda joylashganini aniqlang. Grinvichda bugun tush payti bo'lganda sizning soatingiz poyas vaqti, o'rtacha vaqt va haqiqiy quyosh vaqti bilan nechani ko'rsatishi kerak?

71. 26 sentyabr kuni Quyosh geografik uzunlamasi $\lambda=2^h30^m$ bo'lgan joyda o'rtacha mahalliy vaqt bilan ertalab soat 5^h51^m da chiqadi, kechqurun esa soat 5^h51^m da botadi. Shu kuni vaqt tenglamasi nimaga teng?

72. Agarda 7 noyabr kuni vaqt tenglamasi -16^m ga teng bo'lsa, shu kuni Quyoshning to'g'ri chiqishi taxminan nimaga teng?

73. s – yulduz vaqti, α - to'g'ri chiqish, η - vaqt tenglamasi va t –tush paytidan hisoblangan o'rtacha vaqt bo'lsa, u holda ixtiyoriy joy uchun quyidagi tenglik o'rinli bo'lishini isbotlang:

$$s-\alpha+\eta-t=0.$$

74. Ko'rsatkichning soyasi tush chizig'i bilan kunduzi soat 1 da, soat 2 da, soat 3 da va h.k., ertalabki soat 11 da, soat 10 da, soat 9 da va h.k. hosil qiladigan burchaklarini aniqlab shahringiz uchun gorizontal va vertikal soatlarning siferblati (soatning raqam yozilgan beti) ni hisoblang.

75. Grigorian taqvimining xatoligi 100, 500 va 1000 yildan keyin qanchaga etadi? Bu vaqt oraliqlarida bahorgi tengkunlik nuqtaning chiqishi qanday o'zgaradi?

76. Har 30 yilida 19 yili 354 va 11 yili 355 sutkadan iborat musulmon oy taqvimining xatoligi nimaga teng?

77. Yer – bosiqligi 1/300 bo'lgan sferoid. A) Yer qutbidagi mayatnikli soatlar bir sutka davomida Yer ekvatoridagiga nisbatan qanchaga oldinga ketishini aniqlang. B) Soatlar ekvator va qutblarda bir xil yurishi uchun ularning uzunlamalari qanday bo'lishi kerak?

5-mavzu. Quyosh tizimi jismlari harakati

78. Uzbekistaniya asteroidining katta yarim o'qi 3,20 a.b., ekssentrisiteti 0,063. Uning perigeliy, afeliy masofalari hamda aylanish davri topilsin.

79. Merkuriy kechqurun sharq tomonda ko'rinishi mumkinmi?

80. 19 may kuni Mars qarama-qarshi turish nuqtasida bo'lgan. U qaysi yulduz turkumida ko'ringan?

81. Kuzatuvchi qandaydir sayyoraning har 665,25 sutkada qarama-qarshi turish nuqtasida bo'lishini aniqlagan. Quyosh va sayyora orasidagi masofa astronomik birliklarda nimaga teng?

82. Fobosning aylanish davri 7^h40^m ekanini, Marsning o'z o'qi atrofida aylanish davri 24^h37^m ekanini bilgan holda, Fobos bir mars sutkasida necha marta va Mars gorizontining qaysi qismida chiqishini toping.

83. Perigeliy masofasi Yerdan Quyoshgacha masofaga, afeliy masofasi Marsdan Quyoshgacha bo'lgan masofaga teng bo'lgan orbita bo'ylab harakatlanayotgan sayyoralararo kemada Yerdan Marsgacha qancha vaqt uchish kerak?

84. Agarda Yerdan Oygacha va Marsgacha bo'lgan masofalarni ma'lum desak, o'rtacha qarama-qarshi turish paytida Marsda turgan kuzatuvchi uchun Oy Yerdan qancha burchakka siljishi mumkin?

85. Yerning 1 yanvar kunidagi geliotsentrik uzunlamasi 100^0, Marsniki esa $172^0 49^/$. Samoda shu yili 1 maydagi va ikki yildan keyingi 1 maydagi Marsning ko'rinma vaziyatini aniqlang.

86. Jism Quyosh sirtidan uchib chiqib ketishi uchun uning tezligi qanday bo'lishi kerak? Jism Quyoshni uning sirti bo'ylab aylanib uchib o'tishi uchun qanday tezlikga ega bo'lishi kerak?

87. Quyoshdan qaraganda bir sutkada Yer Marsdan qancha burchak uzoqlikka uzoqlashib ketadi (bu sayyoralarning yulduziy aylanish davrlari mos holda 365,25 va 687 sutkaga teng)?

88. Marsda turgan kosmonavtlar uchun Yer Veneraga o'xshab goh tonggi va goh kechqurungi yoritqich bo'lib ko'rinadi. Marsdagi kosmonavt uchun Yer qancha vaqt oralig'ida ertalabki yulduz sifatida ko'rinishi mumkin?

89. Yer va Marsning orbitalari - ellipslar; Marsning orbitasi sezilarli cho'zilgan. Shuning uchun Marsning qarama-qarshi turishi har xil masofalarda yuz beradi. Qarama-qarshi turish orbitalar eng yaqinlashgan paytda yuz berganda Marsgacha masofa (55 mln. km) eng uzoq qarama-qarshi turishga nisbatan ikki marta kichik bo'ladi, ana shu paytda Marsni teleskopda kuzatish eng qulaydir. Agar Marsning Quyosh atrofida aylanish davri 1,88 yilga teng bo'lsa, "buyuk qarama-qarshi turishlar" deb nomlangan bunday qulay fursatlar qanchalik tez takrorlanib turadi? *Ko'rsatma*: uzluksiz kasr xususiyatlaridan foydalaning.

90. Sayyoralarning Yergacha masofalari o'zgarish tezligi eng katta va eng kichik bo'lgan nuqtalarni toping.

91. Saturnning ichki yo'ldoshi – Mimasning aylanish davri - 23^h, oltinchi yo'ldoshi – Titanniki esa $15^h 23^m$. Ularning Saturndan o'rtacha masofalari nisbati qanday?

92. Agar sayyoraning yulduziy aylanish davri cheksizlikga intilsa, uning sinodik davri qanday cheklikga intiladi?

93. Sayyoralar orbitalarini doiraviy deb hisoblab, Yer va sayyora orbitalari radiuslari mos ravishda 1 va *a* deb qabul qilinganda hamda Yer va sayyora radius-vektorlari Quyoshdagi burchak φ orqali (bu burchak Yer va sayyoraning geliosentrik uzunlamalari ayirmasidir) ular orasidagi masofa aniqlansin.

94. Orbitani aylana deb hisoblab, Quyoshdan sayyoragacha masofasi *a* va ular o'rtacha burchak tezliklar ω orasidagi munosabatni aniqlang.

95. Orbitani aylana deb hisoblab, sayyora harakatining o'rtacha chiziqli tezligi *v* va Quyoshdan o'rtacha masofa *a* orasidagi munosabatni aniqlang.

96. Jyul Vern o'zining "Gektor Sarvadak" romanida u o'ylab topgan "Galliya" kometasi haqida bayon etadi va uning Quyosh atrofida aylanish davri ikki yil ekani, afeliy masofasi esa

820 mln. km ni tashkil qilishini ma'lum qiladi. Keplerning uchinchi qonuni yordamida Jyul Vern haqligi tekshirilsin, ya'ni, bunday kometa mavjud bo'lishi mumkinmi?

97. Chizmada Yer orbitasini va ekliptikaga proyeksiyalangan hamda elementlari $i=0^0$, $\pi=45^0$, $e=0{,}5$, $a=1{,}5$ bo'lgan osmon jismni tasvirlang. Bu yerda π - Quyoshdan bahorgi tengkunlik nuqtaga hamda Quyoshdan perigeliy tomon yo'nalishlari orasidagi burchak.

98. Kichik sayyoraning perigeliy nuqtasidan 22,5 sutka o'tgandan keyingi ekssentrik anomaliyasi E ni hisoblang. Orbita elementlari: $e=0{,}02947$ va o'rtacha sutkalik harakati $n=14^{/},678$.

99. Kometaning aylanish davri R=2 yil, eksentrisiteti e=0,66144 ga teng. U perigeliy nuqtasidan 1 yil o'tgandan keyingi radius-vektori r va haqiqiy anomaliyasi υ ni aniqlang.

100. Veneraning Quyosh diskidan o'tish vaqtini baholang. Shimoliy yarim sharning o'rta kenglamalarida turgan kuzatuvchi uchun u disk bo'ylab qaysi tomonga siljiydi – o'ngdan chapgami yoki chapdan o'nggami?

6-mavzu. Tortishish. Osmon jismlari massalari

101. Galley kometasi 1910 yilda o'z perigeliy masofasi (0.587 a.b.) dan 54.52 km/sek tezlik bilan, Ikeyi-Seki kometasi esa 1965 yilda o'z perigeliy masofasi (0.0083 a.b.) dan 480 km/sek tezlik bilan o'tdi. Bu kometalar qanday orbita bo'ylab harakatlangan va ular Quyoshga qachon yaqinlashadilar?

102. Yer va Oy massalarining nisbati 81:1 ga, ular radiuslarining nisbati esa 1:0,27 ga teng. Oydagi erkin tushish tezlanishi nimaga teng?

103. Oy sirti uchun ikkinchi kosmik tezlikni Yer uchun mos kattaliklarni solishtirish orqali aniqlang.

104. Quyoshga qulab tushayotgan Pluton qancha vaqtda unga etib olardi?

105. Uranning massasini Yer massasi birliklarida Oyning Yer atrofidagi harakatini Titaniyaning Uran atrofidagi harakatiga solishtirish orqali aniqlang. Titaniyaning aylanish davri 8^d17^h, uning Urandan uzoqligi esa 438 ming km.

106. Agarda Quyoshning massasi ikki marta katta bo'lsa, Yer 1 a.b. masofada Quyosh atrofida qanday davr bilan aylangan bo'lar edi?

107. Kepler qonuniga bo'ysinuvchi Yer sun'iy yoldoshining aylanish davri 81 minutga teng bo'lishi mumkinmi?

108. Kosmonavt V.V.Tereshkova Berlin ustidan kosmik kemada 170 km balandlikda uchib o'tgan. U bir vaqtning o'zida Berlindan 2200 km uzoqlikda joylashgan Moskvani ko'rishi mumkinmi?

109. Balandligi 271 km bo'lgan qutbiy doiraviy orbita bo'ylab uchayotgan kosmik kema start hududida qo'nishi uchun Yer atrofida necha marta aylanishi lozim bo'ladi?

110. 1971 yil may oyida Marsga uchirilgan "Mars-2" va "Mars-3" sayyoralararo stansiyalar uchishning 192 va 188 sutkasidan so'ng unga etib oldilar va Yerdan berilgan

buyrug'iga binoan, Marsning sun'iy yo'ldoshlariga aylandilar. Ularning uchish davomiyligi Yer bilan Mars qarama-qarshi joylashganda mos keluvchi o'rtacha masofaga teng yarim elliptik orbita bo'ylab harakatlanganiga nisbatan qanchaga katta?

111. Ixtiyoriy osmon jismini o'zining markaziy yoritqichi ustiga qulab tushish vaqti *t* ni (sutkalarda) ifodalovchi formulani chiqaring, bunda bu tushishni kometaning orbitasini katta yarim o'qi jismlar orasidagi boshlang'ich masofa *a* ga teng juda cho'zinchoq ellips bo'ylab harakatlanishiga qiyoslang.

112. Agar Quyoshning massasi ikki marta kamaysa, Quyosh 29,76 km/sek tezlik bilan aylanayotgan Yerni o'z orbitasida ushlab tura oladimi?

113. Yupiterning ekvatorial radiusi R=71300 km, uning markazidan to'rtinchi yo'ldoshigacha bo'lgan masofa nR (n=26,4), yo'ldoshning aylanish davri 16,69 sutkani tashkil etadi. Bulardan foydalanib, Yupiter sirtida erkin tushish tezlanishini toping.

114. Neptunning diametrini, hajmini, zichligini va sirtidagi erkin tushish tezlanishini toping. Neptunning ko'rinma o'rtacha diametri $2^{//}$,3, massasi 17,2 Yer massasi, Quyosh parallaksi $8^{//}$,80, Quyoshdan Neptungacha bo'lgan o'rtacha masofa 30,1 a.b.

115. Biror bir jism Quyoshdan 0,7184 a.b. masofada joylashgan, Quyoshga nisbatan 33,2 km/sek tezlikka ega. Ushbu jism tavsiflagan konik kesimning ko'rinishini aniqlang. Ushbu jism nimaligini bilasizmi?

116. Quyoshdan 1 a.b. masofada bo'lgan, tezligi aylanma harakat tezligidan 10 marta kichik bo'lgan faraziy kometaning katta yarim o'qi, aylanish davri, ekssentrisiteti va perigeliy masofasini aniqlang.

117. Katta yarim o'qi *a* ga teng ellips bo'ylab eng katta va eng kichik chiziqiy harakatlanish o'rtacha geometrik tezliklari *a* radiusga ega doira bo'ylab harakatlanish tezligiga tengligini isbotlang. Jism shunday tezlikga orbitaning qaysi nuqtasida ega bo'ladi?

118. Quyosh va Yerning tortishish kuchlari teng bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rni radiusi $\frac{R\sqrt{Mm}}{M-m}$ ga teng sfera ekanligi va bu sfera markazi Quyosh va Yerni birlashtirib turuvchi to'g'ri chiziqda Quyoshga qarshi tomonda, Yer markazidan $\frac{mR}{M-m}$ masofada yotishini isbotlang, bu yerda M va m – Quyosh va Yer massalari, R esa – Yerdan Quyoshgacha bo'lgan masofa. Yuqorida ko'rsatilgan ikkala kattalikni kilometrlarda ifodalang.

119. Oyga uchishda yonilg'i eng kam sarflanadigan orbita turi va davomiyligini aniqlang.

120. Bo'yi 1,6 metr bo'lgan odam uchun Oy tekisligida gorizontning uzoqligi qanday bo'ladi? Marsdachi?

121. Sayyoraning massasi va o'rtacha zichligini kosmik kemaning qanday tezlik va qancha vaqtda sayyorani aylana bo'ylab aylanib chiqishini bilgan holda aniqlash mumkin. Agar kosmik kemaning tezligi 9 km/sek, aylanish vaqti 2 soat va sayyora sirt yuzasidan 100 km balandlikda bo'lsa, yuqoridagi kattaliklarni hisoblang.

122. 11,2 km/sek bo'lgan boshlang'ich tezlikni olgan raketa Yerni abadiy tark etib, sayyoraga, ya'ni, Yerga bog'lanmagan Quyosh yo'ldoshiga aylanadi. Quyosh sistemasidan uchib chiqib ketish uchun esa, u Yerga nisbatan yana qo'shimcha 12,3 km/sek tezlikni olishi kerak. Biroq, bunday natijaga erishish uchun unga Yer sirtining o'zidayoq qanday tezlik berilishi lozim bo'ladi?

123. Qaysi biri katta: vodorod atomidagi elektronni protonga tortishish Kulon kuchimi yoki ochiq kosmosda qo'l berib ko'rishayotgan ikkita kosmonavtning tortishish nyuton kuchimi?

124. Agarda Quyoshning massasi bir onda ikki marta kamayib ketsa, Quyosh tizimi nima bo'lar edi?

125. Agarda Quyoshning massasi to'satdan ikki marta ortib ketsa, Yerning orbitasi qanday o'zgarar edi?

126. Kometaning perigeliydagi tezligi afeliydagi tezligidan uch marta katta. Uning orbita ekssentrisiteti nimaga teng?

127. Quyoshdan 1 a.b. masofada radius-vektoriga perpendikulyar yo'nalgan va qiymati jihatidan Yer tezligidan o'n marta kichik tezlikka ega kometaning katta yarim o'qi, aylanish davri, ekssentrisiteti va perigeliy masofasini aniqlang.

128. Kosmik kema neytron yulduzni tadqiq qilmoqda. Yulduzdan taxminan qanday masofada uning tortishish kuchlari kosmonavt sog'ligiga putur yetkazmagan bo'ladi?

129. Yer va Quyosh tortishsish kuchlari teng bo'lgan sirt Quyoshga nisbatan Yerning tortishish sferasi deyiladi. Tortishish sferasi haqiqatdan ham sfera bo'ladimi? Yerning qanday massasida tortishish sferasi tekislikka aylanishi mumkin?

7-mavzu. Oy. Tutilishlar. Sayyoralar

130. Nima uchun Oyning birinchi choragida uning yoritilganligi to'lin oy vaqtidagiga nisbatan deyarli 2 marta kamroq?

131. Agar Yerning o'rtacha radiusi 6371 km bo'lsa, a) ekvatorda; b) geografik kenglamasi $48^0 24^/$ bo'lgan joyda Yerning sutkalik harakati natijasida Yer sirtidagi nuqtaning harakat tezligi qanday bo'ladi?

132. Agar Yerning aylanish o'qi ekliptika tekisligiga perpendikulyar bo'lganda bu yilning turli vaqtlarida Yerning turli nuqtalaridagi kunning davomiyligiga qanday ta'sir etardi? Bu yil fasllariga va Yerdagi iqlimga qanday ta'sir qilar edi?

133. Ekvatorda erkin tushish tezlanishi g_0=9,78 m/sek^2 ga teng, φ geografik kenglamada esa g=9,781(1+0,00512sin^{2}φ) m/sek^2. Dnepropetrovskda (φ=$48^0 20^/$) sekundli mayatnikning uzunligini toping.

134. Ekvatorda erkin tushish tezlanishi g_0=9,781 m/sek^2 ga teng. Ekvatorda jism vaznsiz holatda bo'lishi uchun Yer necha marta tezroq aylanishi kerak?

135. Geografik koordinatalari $\varphi=45^0$ (shimoliy), $\lambda=35^0$ (sharqiy) va $\varphi=45^0$ (shimoliy), $\lambda=70^0$ (g'arbiy) bo'lgan ikkita A va B punktlar orasidagi chiziqli masofani Yer parallellari bo'yicha aniqlang.

136. Xuddi Mars kabi, aylanish o'qi orbita tekisligi bilan 65^0 tashkil etuvchi sayyoraning sirtida iqlimiy poyaslar qanday taqsimlanadi?

137. Kosmik kema Marsdan uchib chiqib ketishi uchun kerak bo'lgan tezlikni hisoblang.

138. Uranning aylanish o'qi orbita tekisligida joylashgan deb hisoblab, bu sayyoradagi kun va tun almashinishini va yil fasllari almashinishini tavsiflang. Uranning o'z oqi atrofida aylanish davri 10^h,8, Quyosh atrofida aylanish davri esa 84 yer yilni tashkil etadi.

139. Faraz qilaylik, Yer va Neptun Quyosh va eng yaqin yulduz orasida taxminan bitta to'g'ri chiziqda joylashgan. Neptundan qaraganda yulduz Yerdan qaragandagiga nisbatan qancha yorug'roq ko'rinar edi?

140. Fobos – Marsning ichki yoldoshi – uning markazidan 2,9 Mars radiusiga teng masofada turibdi. Marsning diametri Oyning diametridan 2 marta katta. Fobosdan qaraganda Marsning burchak diametri Yerdan qaragandagi Oyning burchak diametridan necha marta katta yoki kichik?

141. Qaysi jihatlari bilan hamma sayyoralar bir-biriga o'xshash? Quyoshga yaqin bo'lgan to'rtta sayyora o'zaro bir-biriga qaysi jixatlardan o'xshash, lekin ular to'rtta tashqi sayyoralardan qanday farqli? Tashqi to'rtta sayyora o'zaro bir-biriga qaysi jixatlardan o'xshash, lekin ular ichki to'rtta sayyoralardan qanday farq qiladi?

142. Yer Quyosh diski ustidan o'tayotganda u Yupiterdan kuzatilganda qanday ko'rinma burchak diametriga ega bo'ladi? Quyoshdan Yupitergacha bo'lgan masofa 5,2 a.b., Quyoshning parallaksi $8^{//}$,79.

143. Yuqori birlashish vaqtida va Quyosh diskidan o'tayotgan vaqtda Venera Yerdan qaraganda qanday burchak ostida ko'rinadi? Bu vaqtda Yer Veneradan qaraganda qanday burchak ostida ko'rinadi? Veneradan qaraganda Oy-chi? Quyoshdan Veneragacha masofa 0,72 a.b. Oyning diametri 0,27 Yer diametriga, Veneraning diametri 0,95 Yer diametriga teng, Quyoshning parallaksi $8^{//}$,79.

144. Bir kuni mikrometr yordamida topilgan Yupiterning ko'rinma radiusi $17^{//}$,75 ga teng. Shu kuni hisoblangan sayyoragacha bo'lgan masofa 5,431 a.b. ni tashkil etgan. Quyoshning parallaksi $8^{//}$,79. Yupiterning diametrini yer diametri bilan taqqoslagan holda aniqlang.

145. Marsda turgan kuzatuvchi uchun Yer Quyoshdan qanday eng katta burchak masofaga uzoqlashadi? Neptundagi kuzatuvchi uchun-chi?

146. α Sentavrdagi kuzatuvchiga Yupiter Quyoshdan qanday eng katta burchak masofaga uzoqlashib ko'rinadi?

147. Neptundan qaralganda Quyoshning burchak diametri nimaga teng? Yerdagiga nisbatan Neptunda Quyosh yorug'ligi necha marta zaif (kam) bo'ladi?

148. Berilgan Yerdagi burchakdan hamda Quyoshdan Yer va sayyoragacha berilgan masofalardan yuqori sayyoraning fazasini hisoblab toping. U qachon eng katta bo'ladi hamda Mars, Yupiter va Saturn uchun nimaga teng bo'ladi?

149. 1924 yil buyuk ro'baro' turish vaqtida Marsning ko'rinma yulduz kattaligi -2,8 bo'lgan. Uning Quyoshdan uzoqligi r=207 mln. km, Yerdan uzoqligi esa ρ=56 mln. km ni tashkil etgan. Eng katta ro'paro' turishda, ya'ni, masofa Quyoshdan $r^{/}$=249 mln. km, Yerdan esa $\rho^{/}$=100 mln. km bo'lganda Marsning yulduziy kattaligi nimaga teng bo'ladi?

150. Quyoshdan r va Yerdan ρ masofalarda joylashgan tashqi sayyoraning yulduziy kattaligi *m* ni ifodalovchi formulani chiqaring, bunda o'rtacha ro'baro' turishda, ya'ni, $r_0=a$ va ρ_0=-1 (bu yerdagi *a* – a.b. larda ifodalangan orbitaning katta yarim o'qi) larda sayyoraning ko'rinma yulduziy kattaligi m_0 ga tengligi ma'lum deb hisoblansin.

151. Oyning radiusini bilgan holda, bo'yi 1,7 metr bo'lgan odam uchun oy tekisligida ko'rinma gorizont uzoqligini toping.

152. Oy chetida "yonboshdan" shu chetdan $0^{//}$,4 ga qavarib chiqqan tog' kuzatildi. Oy haqidagi ma'lumotlardan foydalangan holda tog'ning balandligini kilometrlarda aniqlang.

153. Agarda Oyning ko'rinma yulduz kattaligi -12^{m},5, Quyoshniki esa -26^{m},7 ga teng bo'lsa, to'linoy vaqtida Oyning yorug'ligi Quyoshnikidan necha marta farq qiladi?

154. Quyosh nuri tushayotgan nuqtada Oyning harorati nimaga teng?

155. Oyda rasadxona qurilishida issiq tush paytida noshud astronavt Oy sirti ustida yotgan qalin temir tunuka ustiga bir paqir ajoyib o'ta oppoq bo'yoq (albedosi A=0,99) to'kib yubordi. Qandaydir vaqtdan so'ng bu tunuka ustida umuman ishlab bo'lmasligi ma'lu m bo'lib qoldi. Nima uchun?

156. Yerdan Oygacha bo'lgan o'rtacha masofa 384000 km, siderik oy 27,3 sutka ekanligini bilgan holda, Oy orbitasini aylana deb hisoblab, uning o'rtacha orbital tezligini hisoblang.

157. Oyning qaysi chekkasida yulduzning Oy bilan to'silishini (ochilishini) kutish kerak?

158. Vodorod molekulasining o'rtacha kvadratik tezligi $v = 485\sqrt{\frac{14,4T}{273}}$ m/sek, bu yerda T-absolyut harorat. Oyda kunduzi harorat Selsiy bo'icha $+120^0$ ga ko'tarilishini, va agar Oy sirtidagi parabolik tezlik 2,4 km/sek ga teng ekanligini bilgan holda bunday sharoytda vodorodning qanchalik ko'p molekulalari Oyni darhol tark etishi mumkinligini toping.

159. Oy orbitasining ekliptikaga og'maligini bilgan holda, Oy og'ishining o'zgarish chegaralarini ko'rsating.

160. Oy orbitasining og'maligini ($5^0 8^{/}$) bilgan holda, Toshkentda ($\varphi=41^0 20^{/}$) Oyning gorizontdan ko'tarilishi mumkin bo'lgan maksimal balandligini hisoblang.

161. Kenglama bo'yicha librasiya davrini (drakonik oyni) hisoblang. Nima uchin drakonik oy D yulduz oyi S dan qisqaroq, anomalistik oy esa uzunroq?

162. Nima uchun xalqasimon Oy tutilishi bo'lishi mumkin emas?

163. Oy tutilishlarida ko'rinadigan to'liqsiz fazalari uning fazalaridan qanday belgilari bilan farqlanadi?

164. Oy orbitasi katta yarim o'qi sekin asta kattalashishi aniqlangan. U 10 foizga kattalashganda Yerda to'la Quyosh tutilishi yuz berishi mumkinmi?

165. Quyosh tutilganda Quyosh diskining qaysi chekkasi (sharqiy yoki g'arbiy) birinchi bo'lib Oy bilan tutashadi?

166. Yerning radiusi r bo'lsin, Quyoshniki R=109r, bu ikkita osmon jismlari markazlari orasidagi masofa L=23680r, Yer markazidan Oygacha bo'lgan masofa *l*=60r. Yer markazidan *l* masofadagi to'liq Yer soyasi normal kesimining radiusini aniqlang.

8-mavzu. Nurlanish qonunlari. Yulduziy kattaliklar

167. O'lchamlari bir xil bo'lgan ikkita yulduzning haroratlari 2 marta farqlanadi. Ularning yoritilganligi, spektrning maksimumiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligi qanday farq qiladi?

168. 8-chi yulduz kattalikdagi yulduz beradigan $1{,}4 \cdot 10^{-9}$ lyuks yoritilganlikni hosil qilish uchun xalqaro shamni qanday masofaga joylashtirish lozim bo'ladi (havo tomonidan yorug'lik yutilishi hisobga olinmasin)?

169. Nima uchun bitta qorajism fotonining o'rtacha energiyasi (3/2)kT ga teng emas? Uni toping.

170. Plank egri chiziq maksimumidagi qorajismli intensivlik $V_\lambda(T)$ Vin yaqinlashuvidan foydalanilganda juda yaxshi chamalanadi. Nima uchun shunday bo'lishini tushuntiring va xatoligini chamalab ko'ring, Maksimumdan qanchalik uzoqda, ya'ni, $\lambda > \lambda_{max}$ sohada Vin yaqinlashuvidan foydalanish mumkin bo'ladi? T ortib borishi bilan $V_\lambda(T)$ maksimumda qanday o'sadi?

171. Turli harorat qiymatlariga mos keluvchi to'lqin uzunliklar shkalasidagi Plank egri chiziqlari to'plamini olib ko'ring. Ular kesishmasligini, bunda yuqoriroq haroratga mos keladiganlari yuqoriroq joylashishini isbotlang. Nega harorat qanchalik yuqori bo'lsa bu Plank egri chiziqlaridagi maksimumlar shunchalik "uchli" bo'lib boradi? Harorat ortishi bilan chastotalar shkalasidagi Plank egri chiziqlarining shakli qahday o'zgarib boradi?

172. Qorajism intensivligi $V_\lambda(T)$ ni $T=T_0$ atrofidagi haroratga bog'lanishning darajaviy approksimatsiyasini oling.

173. Yulduzlararo vodorod chizig'i $N10_\alpha$ ni (elektronning 11-dan 10-chi satxga o'tishi) Yerdan turib kuzatsa bo'ladimi?

174. Vodorodning rekombinatsion radiochizig'i N n_α (n>>1) ning to'lqin uzunligini chamalab ko'ring.

175. Vodorodning rekombinatsion radiochiziqlari n_α, n_β, n_γ, n_δ chastota bo'yicha ekvidistant ekanligini isbotlang.

176. λ=5000 Å to'lqin uzunlikdagi nurlanish ikkinchi satxda joylashgan vodorod atomlarini ionlashtira oladimi?

177. 1-yulduz kattaligidagi yulduz ko'zga ko'rinuvchi eng xira yulduzdan (ya'ni 6-yulduz kattaligidagi yulduzdan) necha marta yorug'roq?

178. Agarda 4-yulduz kattaligidagi yulduzgacha bo'lgan masofani ikki marta kamaytirsak, uning ko'rinma yulduz kattaligi qanday bo'ladi?

179. 1-yulduz kattalikdagi bitta yulduz beradigan yorug'likni 6-chi, 5-chi, 4-chi va 3-chi yulduz kattalikdagi nechta yulduz beraoladi?

180. Teleskopda bir xil ravshanlikka ega va bir-biriga juda yaqin joylashgan yulduz ko'rinmoqda. "Qurollanmagan" ko'zga ular bitta bo'lib qo'shilib ketgan. Ularning natijaviy ravshanligi har birining yulduz kattaligidan qanchaga farqlanadi?

181. Qandaydir yulduzning deyarli o'zgarmas haroratda, ya'ni, yulduz yuza birligidagi yorqinlik o'zgarmasligida, davriy pulsatsiya sodir etilayotgan bo'lsin. Pulsatsiya vaqtidagi chetki holatlarida yulduz radiuslari nisbatlari 1:2 ga teng. Yulduzning yulduz kattaliklardagi natijaviy ravshanligi o'zgarish amplitudasi nimaga teng?

182. Kuzatuvlarning quyidagi yozuvlaridan o'zgaruvchan yulduzning yulduz kattaligini aniqlang (4 ta aloxida kuzatuvlardan o'rtachasini olish kerak):

*a*7*v*3*b*, *a*9*v*1*d*, *c*8*v*2*d*, *c*7*v*3*b*.

183. Yerdagi eng yirik teleskoplar (xususan, dunyoda eng katta 10 metrli Keka teleskoplari) orqali 28^m yulduz kattalikdagi yulduzlarni kuzatsa bo'ladi. U yulduzlar "qurollanmagan" ko'zga ko'rinadigan eng xira yulduzlarga nisbatan qanchalik xira (zaif)?

184. Yorituvchanligi bir xil ikkita yulduzlarning yulduz kattaliklari ayirmasi 2^m,5 ga teng. Biri ikkinchisidan qanchalik uzoqda joylashgan?

185. Sayyoraning ro'baro' turishdagi yulduz kattaligi birlashishdagiga nisbatan 3^m,43 ga kichik. Bu qaysi sayyora bo'lishi mumkin?

186. To'siluvchan qo'shaloq sistema bir xil komponentalarga ega. Bitta komponenta to'liq to'silgan momentida sistemaning ravshanligi necha yulduz kattalikka o'zgaradi?

187. 100-vattli lampochka 0-chi yulduz kattalikdagi yulduz bo'lib ko'rinishi uchun uni qanday masofada joylashtirish lozim bo'ladi?

9-mavzu. Astronomik asboblar va usullar

188. Astrografning fokusiga o'rnatilgan oynada Oy 5 smli tasvir bo'lib ko'rinadi. Ushbu astrografning focus masofasi nimaga teng?

189. Qo'shaloq yulduz komponentalari orasidagi minimal burchak masofa diametrlari 20 sm va 1 m bo'lgan teleskoplarda qanday bo'lishi mumkin?

190. Fashistlar tomonidan buzilishidan oldin Pulkovo rasadxonasida ishlagan obyektivi 75 sm li teleskopning ajrata olish va farqlash kuchlari qanday bo'lgan?

191. Obyektivning fokus masofasi 160 sm bo'lganda okulyar 200 marta kattalashtirsa, fokus masofasi 12 m bo'lgan obyektivdan foydalanilganda kattalashtirish nimaga teng bo'ladi?

192. Teleskopning ajrataolish kuchi formulasidan foydalangan holda obyektivi 24 dyuymli teleskopda kuzatilganda arang ajrata olishi mumkin bo'lgan ikkita yulduz disklari markazlari orasidagi burchak masofani nazariy jixatdan toping.

193. Qizil nurlar uchun tebranishlar soni sekundiga $\nu=451\cdot10^{12}$ ni tashkil etsa, binafsha uchun $783\cdot10^{12}$ bo'ladi. Ularga mos keluvchi to'lqin uzunliklari λ nimaga teng?

194. Gerkules turkumidagi yangi yulduz (1934 yil) spektrida qora chiziqlar normal vaziyatiga nisbatan binafsha tomon siljigan. Nγ (λ=4341 Å) chizig'i 10,1Å ga siljigan. O'zining yutilishi cababli spektrda qora chiziqlarni hosil qilgan yulduzdan otilib chiqqan gazning tezligi qanday bo'lgan?

195. Agar universal asbob yoki teodolit quvurini avval yerdagi predmetga qaratib, undan so'ng quvurnu vertikal o'q atrofida 180^0 ga burib, yana predmetga qaratilsa, unda vertikal doiradagi mos keluvchi hisoblanishlarning yarim yig'indisi quvur zenitga qaratilgandek natijani berishini ("zenit o'rni"), bu hisoblanishlarning yarim ayirmalari esa predmetning zenit nasofasini berishini isbotlang.

196. Optik asbob uchun bosh fokus masofalari F_1 va F_2 bo'lgan ikkita yig'uvchi linza bir-biriga zich qilib qo'yildi. Hosil bo'lgan tizimning bosh fokus masofasi F nimaga teng?

197. Oq nur sinish burchagi 60^0 bo'lgan kronglasli prizmaga tushmoqda. Qizil va binafsha ranglar uchun sinish ko'rsatgichlari n_q=1,524 va n_b=1,543. Binafsha nur minimal og'ish bilan o'tmoqda; prizmadan chiqishda ikkala nur o'zaro qanday burchak δ ni tashkil etmoqda? Agar bu prizmani fokus masofasi 57 sm bo'lgan fotografik kamera oldiga joylashtirilsa, qizil rangdan binafshagacha plastinkadagi yulduz spektrining uzunligi nimaga teng bo'ladi?

198. Kronglasli yoki flintglasli prizmadan foydalanilganda spektrning qizil, yashil, binafsha qismlaridagi D, E, H fraungofer chiziqlariga mos ravishda n_q=1,526; n=1,533; n_b=1,547; yoki n'_q=1,695; n'=1,712; n'_b=1,751 sinish ko'rsatgichlari mos keladi. Flintglasli prizmaning sinish burchagi $\gamma'=12^0$ ga teng. Agar chiqishdagi qizil va binafsha nurlar mos tushayotgan bo'lsa, unda kronglasli prizmaning sindiruvchi burchagi nimaga teng? Yashil δ_y va qizil δ_q nurlarning og'ishi nimaga teng?

199. Andromeda tumanligida Quyoshga o'xshash yulduzlarni eng yirik teleskoplar orqali kuzatsa bo'ladimi?

200. a) Quyoshdan, b) Cen α yulduzidan, c) 25^m yulduz kattalikdagi yulduzdan kelayotgan foton oqimini (fotonlar soni /($sm^2\cdot s$)) chamalab ko'ring.

201. Dunyoda eng yirik deb hisoblangan Keka teleskopi (D=10 m) ko'zgusiga Vega va 30^m yulduz kattalikdagi yulduzdan sekundiga nechta foton tushadi?

202. Nyuton teleskopidagi botiq ko'zguning fokus masofasi F=60 sm ga teng. Kuzatilayotgan narsaning uzoqligi f=500 m. Savol: a) tasvir o'qdan s=15 sm masofada joylashishi uchun kichik yassi ko'zguni quvur o'qining qaysi nuqtasiga joylashtirish lozim bo'ladi? b) hosil bo'ladigan kichraytirish nimaga teng? c) eng yaxshi ko'rish masofasi S=24 sm bo'lganda kichik tasvirni fokus masofasi f=30 sm bo'lgan linza orqali qaralganda kattalashtirish nimaga teng?

10-mavzu. Quyosh

203. Quyoshning vizual yulduz kattaligi $-26^m,78$, fotografik kattaligi esa $-26^m,21$, asosiy rang ko`rsatkichi $+0^m,63$. U sariq va havorang nurlarda qanchaga farqlanadi?

204. Yozgi va qishki quyosh turish kunlari Quyosh gorizontning qaysi nuqtalari orasidan chiqadi va qaysi nuqtalari orasiga botadi?

205. Yulduzlar xaritasidan foydalangan holda Quyosh bugun bo'lgan nuqtani ko'rsating; bir oydan so'ng bo'ladigan nuqtani ko'rsating.

206. Quyoshning to'g'ri chiqishi va og'ishi qachon eng tez va qachon eng sekin o'zgaradi?

207. Hulkar yulduz turkumidan turib Quyoshni qurollanmagan ko'z bilan ko'rsa bo'ladimi?

208. Arxangelskda ($\varphi=64^0 35'$) 22 iyun kuni yarim tunda Quyosh markazi gorizont ostida qanchalik botadi?

209. Quyosh ekliptika bo'ylab yillik harakatlanishi davomida o'zining diametriga teng kattalikka qanchada siljiy oladi?

210. 22 iyun kuni yarim tunda Quyosh aniq gorizontda kuzatilgan paytda Yerning o'sha joyida olam qutbining balandligi nimaga teng bo'lgan (refraksiya yo'q deb faraz qilinsin)?

211. Quyosh Janubiy qutbda qanday balandlikda ko'rinadi?

212. Sferik uchburchak tomonlari uchun kosinuslar formulasidan foydalangan holda Quyoshning uzunlamasi L ni uning to'g'ri chiqishi α va og'ishi δ ni bog'lovchi formulani chiqaring. Undan avval chizma tayyorlang. Xuddi shu hulosani sinuslar formulasidan foydalangan holda chiqaring.

213. Quyosh ekvatorial koordinatalari har doim $tg\delta=tg\varepsilon\sin\alpha$ munosabat bilan bog'lanishini isbotlang, bu yerda ε - ekliptikaning ekvatorga og'ishi.

214. Sferaning katta aylanasi sifatida qaraladigan Somon Yo'li markaziy chizig'ining shimoliy qutbi koordinatalari $\alpha=12^h40^m$, $\delta=+28^0$ ni tashkil etadi. Quyosh o'zining ekliptika bo'ylab yillik harakatida qachon va qayerda Somon Yo'lini kesib o'tadi? *Ko'rsatma:* Avval Somon Yo'lning ekliptik koordinatalari, undan so'ng uning ekliptika bilan kesishadigan nuqtalari topilsin.

215. Quyoshdagi dog'ning chiziqiy diametri Yer radiusiga, ya'ni, 6371 km ga teng bo'lishi uchun qanday burchak ostida ko'rinishi kerak?

216. Agar teleskopda kuzatish mumkin bo'lgan eng kichik Quyosh dog'ining diametri $0^{//},7$ bo'lsa, uning chiziqiy diametri nimaga teng?

217. Ma'lumki, Yerga o'rtacha 1 minutda har 1 m^2 yuzasiga Quyoshdan $2{,}1\cdot 10^4$ J nurlanish energiyasi tushadi. 100 m balandlikdan tushayotgan qanday massa o'zining tushishi ohirida 10 m^2 Yer yuzasi 1 soat davomida olgan Quyosh nurlanishi ehergiyasiga teng keladigan kinetik energiyaga erishadi?

218. Agar har 1 m^2 Yer yuzasini Quyosh tomonidan isitilishi minutiga $2{,}1\cdot 10^4$ J ni tashkil etsa, Quyoshdan tik tushayotgan nurlar Yerni 1 sm qalinlikda qoplab yotgan yaxni qancha vaqtda erita oladi?

219. Quyosh doimiysi 2 kal/($sm^2 \cdot min$) ga teng, Yer esa, minutiga har 1 m^2 yuzasiga Quyoshdan 5 kkal oladi. Quyoshdan bir yil mobaynida Yerning har 1 m^2 yuzasi oladigan issiqlik miqdorini tashkil etish uchun Yerning har kvadrat metr yuzasiga 40 km/s tezlik bilan yil davomida meteor moddaning necha kilogrami tushishi lozim bo'ladi?

220. Quyoshning gorizontal sutkalik parallaksi $8^{//},8$ ga, burchak radiusi esa $16^{/}$ ga teng. Yerga nisbatan Quyoshning chiziqiy radiusini, yuzasini va hajmini toping.

221. Quyosh dog'i atrofida diskning qaysidir nuqtasidagi spektrida qizil vodorod chizig'i N_α (λ=6563 Å) siljib, uning o'lchalgan to'lqin uzunligi qiymati 6566 Å bo'lib qoldi. Bu nuqtadagi vodorodning nuriy tezligi nimaga teng?

222. Quyosh eng yaqin yulduzdan kuzatilganda qanday ko'rinma yulduz kattalikka ega bo'ladi? Yulduzgacha masofa taxminan 270000 a.b. tashkil etadi.

223. Shimoliy yarimsharda osmon sferasi bilan Quyoshning aylanish o'qi kesishgan nuqtaning astronomik kenglamasi va uzunlamasi nimaga teng?

224. Quyosh dog'larining sutkalik aylanish tezligi uchun $\xi = 14^0{,}37 - 2^0{,}79\sin^2\varphi$ formula chiqarilgan, bu yerda φ dog'larning geliografik kengligi. Quyoshning ekvatorida, 30^0 hamda 45^0 kenglamalarda aylanish davri nimaga teng?

225. Quyosh o'z o'qi atrofida aylanishining siderik davri (ekvatorda) 25 sutkaga teng. Agar biz uni a) Merkuriydan, b) Yerdan, c) Plutondan kuzatayotgan bo'lsak, uning aylanishining sinodik davri nimaga teng bo'ladi?

226. Vin formulasi

$$E = c\lambda^{-5}e^{-\frac{c^2}{\lambda T}}$$

Plank formulasiga yaqinlashuvdir. Undan foydalangan holda Quyosh haroratini aniqlang, bunda spektrobolometr yordamida o'lchalgan Quyosh spektridagi 4330 va 8660 Å to'lqin uzunliklarining energiyasi mos ravishda 456 va 174 (shartli birliklarda) ga teng. Vin formulasida s_2=1,432, λ santimetrlarda ifodalangan, *E* harf bilan esa energiya belgilangan.

227. Quyosh massasining ($2 \cdot 10^{33}$ g) uchdan bir qismi vodoroddan tashkil topgan deb hisoblash mumkin. Agar Quyosh har yili $1{,}2 \cdot 10^{41}$ erg energiyani sarflayotgan va bu energiya vodorodning geliyga aylanishi hisobiga to'ldirilib borilayotgan bo'lsa, uning nurlanishi necha yilga yetadi? *Ko'rsatma*: 1 g vodorodning geliyga aylanishi natijasida "o'ralish" effekti tufayli $6{,}6 \cdot 10^{18}$ erg energiya ajralib chiqadi.

228. Quyosh dengiz gorizontidan ko'tarilmoqda. Bitta odam chiqishni kema palubasidan, ikkinchi odam esa okeandagi vulkanik orolda joylashgan balandligi 4 km bo'lgan tog'dan (masalan, Gavayyadagi Mauna-Kea rasadxonasidan) kuzatishayapti. Kuzatuvchilarning qaysi biriga Quyosh diski ravshanroq va necha marta yorqinroq bo'lib ko'rinadi?

229. Quyoshning gravitatsion maydoni Quyosh tojidagi elektronlarni tutib qolishga qodir emasligini isbotlang.

230. Xromosferada chaqnash sodir etilganiga bir sutka o'tganidan so'ng turli geofizik galayonlanishlar yuzaga keladi. Ularni yuzaga keltiruvchi protonlarning kinetik energiyasi nimaga teng (eV larda)?

231. Quyosh markazidagi zichlik va harorat mos ravishda 150 g/sm^3 va $1{,}5 \cdot 10^7$ K ga teng. U yerda nima ko'p – fotonlarmi yoki zarralarmi?

232. Bo'lishi mumkin bo'lmagan narsani faraz qiling: Quyosh ichida gaz bosimi yo'q bo'lib qoldi. Qancha vaqtda u nuqtaga aylanib ulguradi? Boshlang'ich zichligi 10^{-21} g/sm^3 bo'lgan yulduzlararo bulutning siqilishiga qancha vaqt ketadi?

233. Quyosh atmosferasining asosiy tashkil etuvchisi vodorod, kalsiy esa kichik bir qo'shimcha bo'lsada, Quyosh spektridagi ionlashgan kalsiy H va K chiziqlari vodorod chiziqlariga nisbatan ancha kuchli ko'rinadi. Nima uchun?

11-mavzu. Yulduzlarning tabiati va harakati

234. Quyosh va Siriusning ko`rinma yulduz kattaliklari mos ravishda $-26^m{,}78$ va $-1^m{,}58$. Ulardan Yerga tushayotgan yorug`likning nisbatlarini toping.

235. Rigel yulduzi parallaksining ($0''{,}006$) ehtimolli xatosi $\pm 0''{,}006$ ni tashkil etadi. Yulduzgacha bo'lgan masofa haqida nima deyish mumkin?

236. Oqqush 61 yulduzining parallaksi $0''{,}37$ ga teng. Ungacha yorug'lik yillarida masofa nimaga teng?

237. Siriusning parallaksi 0, $''$37, Spikaning parallaksi esa $0''{,}02$ ga teng. Bu yulduzlargacha masofani parseklarda, yorug'lik yillarda, astronomik birliklarda va kilometrlarda ifodalang.

238. Kryuger 60 yulduzi komponentalarining ko'rinma yulduz kattaliklari $9^m{,}6$ va $11^m{,}4$ ga, parallaksi esa $0''{,}257$ ga teng. Ularning absolyut yulduz kattaliklarini aniqlang.

239. Siriusning parallaksi $0''{,}371$ ga, ko'rinma yulduz kattaligi esa

-1^m,58 ga teng. Uning absolyut yulduz kattaligini toping.

240. Bizga yaqin bo'lgan ayrim yulduzlar berilgan.

A) Jadvaldan bir nechta turli xillarini tanlab oling. Jadvalda berilgan ma'lumotlardan ularning absolyut yulduz kattaliklari M va yorqinlik L larini hisoblang. Bu yulduzlarning "Rang-yorqinlik" diagrammasidagi vaziyatlarini ko'rsating.

B) Xuddi shu yulduzlarning yorqinligiga ko'ra massalarini chamalang.

C) Jadvalda ko'rsatilgan har bir yulduzning spektral sinfidan uning rangini ayting.

	Yulduz kattaligi, m	Spektral sinfi	Masofa, ps
Sentavr Proksimasi	11,0	M5	1,32
Sentavr Alfasi	0,3	G2	1,34
Volf 359	13,5	M8	2,3
Sirius A	-1,6	A1	2,66
Sirius V	8,7	A5	2,66
Protsion A	0,5	F5	3,5
Protsion V	10,7	F5	3,5
Eridan Epsiloni	3,7	K2	3,3
Vega	0,1	A0	8
Bellatriks	1,6	B2	40
Orion dzetasi	1,8	O9	45
Spika	1,2	B1	50
Betelgeyze	0,9	M2	200

241. Siriusgacha masofa 2,70 parsekni tashkil etadi, biroq bu masofa Sirius harakati tufayli har sekundda 8 km dan kamayib bormoqda. Necha yildan so'ng Siriusning ko'rinma ravshanligi ikki marta oshishini hisoblang.

242. 51-namunadagi javoblarda keltirilgan formulalaridan Quyosh va Sentavr α yulduzi maksimal yaqinlashadigan yilni aniqlang. Agar hozirda V_r=-22 km/sek, V_t=23 km/sek, m=0,06, $\mu=3''$,68, $\pi=0''$,758 bo'lsa, o'sha momentda uning parallaksi, xususiy harakati va ko'rinma yulduz kattaliklari qanday bo'ladi?

243. Quyosh apeksi koordinatalari $\alpha=18^h0^m$, $\delta=+30^0$, tezligi V_0 ni esa 19,5 km/sek deb qabul qilgan holda $V_r^{/} = V_r + V_0 \cos\lambda$ formula bo'yicha Qalqon R yulduzining nuriy pekulyar tezligini hisoblang, uning Quyosh harakati tufayli tuzatma kiritilmagandagi tezligi +38,3 km/sek ga teng bo'lib, koordinatalari esa $\alpha=280^0,5$, $\delta=-6^0$, keltirilgan formuladagi λ apeksdan yulduzgacha burchak masofani bildiradi.

244. Aravakash AG ($\alpha=6^h20^m,1$, $\delta=47^05^{/}$), $\mu_\alpha=+0^s,0076$, $\mu_\delta=-0^{//},054$ ning xususiy harakatini υ- va τ-komponentalarga taqsimlang. *Ko'rsatma*: Quyoshning harakat elementi odatiy deb qabul qilinsin.

245. Qalqon R ($\alpha=18^h42^m,1$, $\delta=-5^049^{/}$), $\mu_\alpha=-0^s,0039$, $\mu_\delta=-0^{//},030$ ning xususiy harakatini υ- va τ-komponentalarga taqsimlang. *Ko'rsatma*: Quyoshning harakat elementi odatiy deb qabul qilinsin.

246. Rang ko'rsatgichi qavs ichida keltirilgan quyidagi yulduzlarning haroratlarini aniqlang: Eridan (1,12), Egizaklar (0,92), Protsion (0,47) va Chayon (-0,33).

247. Issiqlik indeksi deb obyektning vizual (m_v) hamda radiometr yoki termoelement yordamida (m_r) aniqlangan yulduz kattaliklari ayirmasiga aytiladi. Bu kattalik yulduzning harorati bilan

$$m_v - m_r = 10\lg 10 + \frac{29500}{T} - 42{,}1.$$

munosabat orqali bog'langan. Agar uzoq davrli o'zgaruvchan yulduzlarda issiqlik indeksi eng katta ravshanlikda +4,3 ga va eng kam ravshanlikda +7,8 ga o'rtacha o'zgarib tursa, ularning harorati qanchaga o'zgaradi?

248. Sirius yulduzidan Yerga tushayotgan nurlanish ko'ndalang kesimi 1 m bo'lgan ko'zgu orqali to'planmoqda, agar bu yulduzning nurlariga perpendikulyar yo'nalishdagi Yer satxining har 1 sm^2 yuzasiga minutiga tushadigan energiya miqdori $5{,}8\cdot10^{-11}$ kaloriyani tashkil etsa, uning tafti bir yil davomida qancha yaxni eritish mumkin?

249. Quyidagi ma'lumotlardan foydalangan holda Eridan 40 B yulduzining g/sm^3 larda ifodalangan o'rtacha zichligini toping: yulduzning massasi 0,44 Quyosh massasiga teng, $T=11000^0$, $M_v=11{,}2$.

250. Giada harakatlanuvchan to'daga kiruvchi yulduzlardan biri uchun berilgan quyidagi ma'lumotlardan guruhning fazoviy tezligi va parallaksini aniqlang:

$$\mu=0^{//},115, \quad V_r=+38{,}6 \text{ km/sek}, \quad \theta=29^0,1.$$

251. 10 ps masofada joylashgan yulduz ko'z nuriga perpendikulyar holda taxminan 50 km/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Uning xususiy harakati taxminan nimaga teng?

252. Vega – A0V spektral sinfdagi yulduzdir. Uning ko'rinma yulduz kattaligi $\approx 0^m$ ga teng. Uning parallaksini chamalang.

253. Agar yulduzning radiusini biroz (taxminan 2% ga) kamaytirib, effektiv haroratini shunchaga ko'paytirsak, uning yorqinligi qanday o'zgaradi?

254. Quyosh hamda T_{eff}=30000 K, va R=(1/100)R_Q ga ega oq mitti yulduz uchun birjinsli vodorod atmosferaning balandligi topilsin.

255. Oq mitti yulduz T_{eff}=29000 K, M=M_Q va R=(1/100)R_Q ga ega. Uning absolyut bolometrik yulduziy kattaligi topilsin.

256. 40 Eri B – birinchi kashf qilingan oq mitti (hozirgi paytgacha eng yaxshi o'rganilgan) yulduzdir. U 17000 K effektiv haroratga ega bo'lib, uning absolyut yulduz kattaligi 11^m bo'lsa, uning radiusi topilsin.

257. Inson tanasidagi birlik massaga mos keladigan energiya ajralib chiqish sur'ati (tempi) Quyoshnikidan bir necha marotaba yuqori. Unda nima uchun biz ancha sovuqmiz?

258. Ikkita yulduzning markazlaridagi harorat $T=18\cdot10^7$ K va $T=20\cdot10^7$ K ga teng. Mos keluvchi energiya ajralib chiqish sur'ati (tempi) nisbatini chamalab ko'ring.

259. Massasi M=M_C va radiusi $R=1{,}5\cdot10^8$ km ga ega qizil gigant yulduzning o'z o'qi atrofida aylanishi mumkin bo'lgan eng kichik davri nimaga teng?

260. A0 spektral sinfga mansub yulduzlar spektrini optik qismidagi ustun keluvchi tafsiloti λ=3646 Å dagi yirik Balmer sakrashidir. Bu yulduzlarning disklarida chetga qorayishi λ=3606 Å da qanchalik katta? λ= 3686 Å dachi?

261. Quyosh (G2V) spektridagi energiya taqsimoti T=6000 K bo'lgan qora jism nurlanishiga yaqin. Unda nega Vega (A0 V) spektri T=10000 K ga ega Plank taqsimotiga umuman o'xshamaydi?

262. Quyoshning o'rtacha zichligi (1,4 g/sm^3) suv zichligidan katta. Unda nega uni gaz shari deb hisoblash mumkin?

263. α-zarrachaning massasi to'rtta proton summar massasidan taxminan 1% ga kichik. α-zarrachalar sintezi bilan kechuvchi termoyadroviy reaksiyalar Quyoshning hozirgi yorqinligini milliardlab yillar davomida tutib turishga qodir ekanligiga ishonch hosil qiling.

12-mavzu. *Qo'shaloq yulduzlar. Nostatsionar yulduzlar*

264. Qo`shaloq yulduzning birinchi komponentasi ravshanligi $3^m,46$, ikkinchi komponenta unga nisbatan $1^m,68$ ga yorqinroq. Qo`shaloq yulduzning ko`rinma yulduziy kattaligi topilsin.

265. Qo`shaloq yulduzning komponentalari vizual ravshanligi $1^m,99$ va $2^m,85$, parallaksi esa 0",072. Komponentalarning vizual yorqinligi va umumiy yorqinligi topilsin.

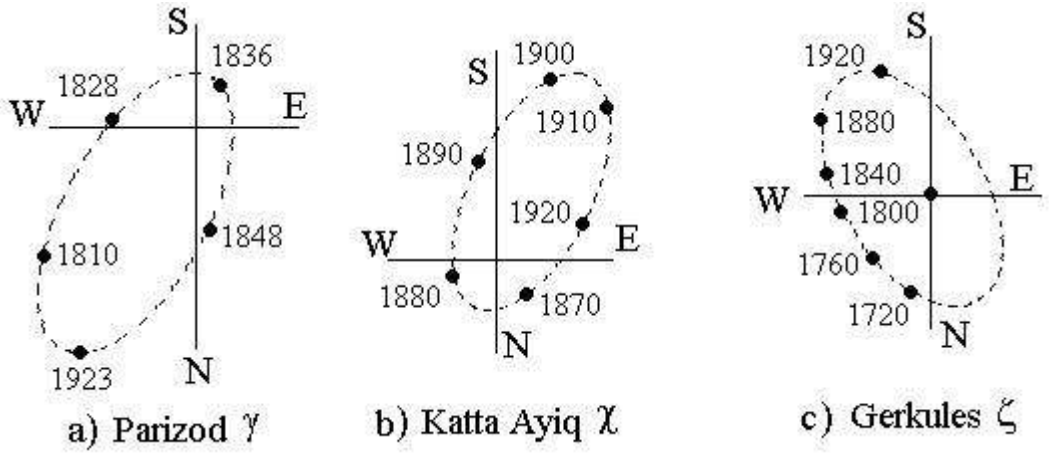
266. Agar Kapella qo'shaloq yulduzining orbitasi katta yarim o'qi 0,85 a.b., aylanish davri 0,285 yil bo'lsa, uning massalar yig'indisini hisoblang.

267. Protsion qo'shaloq yulduzining yo'ldosh yulduzi aylanish davri 39 yil, orbita katta yarim o'qi 13 a.b. bo'lsa, uning massalar yig'indisini toping.

268. α Egizaklar qo'shaloq yulduzi $0^{//},076$ parallaksga, katta yarim o'qining ko'rinma burchak o'lchami $6^{//},06$ ga va aylanish davri 306 sutkaga teng. Bu qo'shaloq yulduzning massalar yig'indisi nimaga teng?

269. Agar $0^{//},75$ parallaksga ega, bizga eng yaqin bo'lgan Sentavr α yulduzidan kuzatilganda Yerning Quyoshdan eng katta uzoqlashishi nimaga teng bo'lardi? U yerdan obyektivi 1 m bo'lgan teleskop orqali Yerni kuzatish mumkinmi (Yerning ko'rinma yorqinligi haqidagi masala ahamiyatga ega emas deb faraz qilinadi)?

270. Rasmlardan birini tanlang (a-c), qo'shaloq yulduzning aylanish davrini, osmondagi u ellips markazi hamda bosh yulduzdan o'tishini bilgan holda katta yarim o'qi proyeksiyasini chamalang. Ko'rinma orbitaning ekssentrisitetini chamalang (unga haqiqiy orbitaning ekssentrisiteti ham mos keladi). Katta yarim o'qning burchak o'lchamini aniqlang. Parallaksi berilgan yulduzlar uchun katta yarim o'qi uzunligini (a.b. larda) hamda komponentalar massalarini hisoblang: Gerkules ζ $\pi=0^{//},11$; Katta Ayiq ξ $\pi=0^{//},146$.



271. Agar sefeid ravshanligi o'zgarish amplitudasi $1^m,5$ ga teng, biroq yuza birligining yorqinligi o'zgarmasdan qolsa, uning radiusi necha marta o'zgarayotgan bo'ladi?

272. Pegas χ qo'shaloq yulduzining parallaksi $0^{//},026$ deb topilib, extimol xatoligi $\pm 0^{//},005$ gacha etadi. Agar parallaksni keltirilgan qiymatidan xatolik miqdoriga kattaroq olinsa, bu juft yulduzlarning hisoblangan massalar yig'indisi qanday o'zgaradi?

273. Faraz qilamiz, qo'shaloq yulduzni tashkil etuvchilarining zichliklari Quyoshnikiga teng va sferik shaklda deb qabul qilingan ikkala tashkil etuvchi bir-biriga tegib turibdi; agar ularning har birining massasi 1/10 Quyosh massasiga teng bo'lsa, ularning aylanish davri qanday bo'ladi? Ularning kilometr sekundda ifodalangan nisbiy tezligi nimaga teng bo'ladi?

274. Katta yarim o'qi $a=2^{//},87$ va davri R=317,5 yil bo'lgan qo'shaloq yulduz β 7642 ning dinamik parallaksini hisoblang. Uning trigonimetrik parallaksi $0^{//},088$. Parallakslar orasidagi farqni qanday tushintirish mumkin?

275. Mitsar yulduzining spektrida davriy ravishda ikkiga bo'linayotgan Nγ vodorod chizig'ining (to'lqin uzunligi 4341 Å) komponentalari orasidagi eng katta masofa 0.5 Å ni tashkil etadi. Komponentalarining ko'rish nuri proeksiyasidagi nisbiy orbital tezligi qanday?

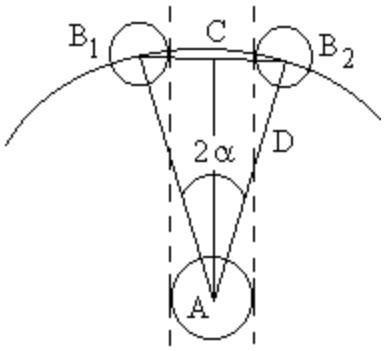
276. Agar Chayonning β si spektral-qo'shaloq yulduzining bosh va yo'ldosh yulduzlari nuriy tezliklarining yarim amplitudasi mos ravishda k_1=152 va k_2=126 km/sek bo'lsa, uning komponentalari massalari nisbatini aniqlang.

277. Spektral-qo'shaloq sistemani komponentasi sifatida nisbiy orbital tezligi 91 km/sek va $4^d0^h19^m$ davrga ega Spikaning orbita radiusini aniqlang. *Ko'rsatma:* orbita doiraviy, uning tekisligi esa Quyoshdan o'tgan deb hisoblansin.

278. Bir xil spektrdagi (G sinf) 7,3 va 7,3 kattaliklardan iborat vizual qo'shaloq yulduzning doiraviy orbitasi ko'rish nuriga 45^0 ostida og'gan. Bosh yulduzga nisbatan yo'ldoshning eng katta kuzatilayotgan nuriy tezligi 20 km/sek bo'lib, yiliga kuzatilayotgan yo'ldoshning eng katta tezligi esa $0^{//},05$. Aylanish davri 6 yilni tashkil etdi; orbitasi doiraviy. Sistemani tashkil etavchi komponentalari har birining o'lchamini, parallaksini, massasini va yorqinligini hamda nisbiy orbitaning radiusini aniqlang. Topilgan massalarni aniqlangan yorqinlik va "massa – absolyut kattalik" bog'lanishidan topiladigan qiymatlari bilan taqqoslang.

279. Davri 10 sutkaga va o'rtacha ko'rinma fotografik yulduz kattaligi 4,8 ga teng bo'lgan Egizaklarning ζ sefeidigacha bo'lgan masofani sefeidlar uchun topilgan "davr-absolyut kattalik" bog'lanishidan foydalanib aniqlang.

280. Yulduzlarning radiuslari nisbatlari *r:R* ni, ravshanligi o'zgarish davri (aylanish davri) *P* ni hamda o'zgarish davomiyligi (tutilish davomiyligi) *p* ni bilgan holda Algol turidagi to'siluvchan qo'shaloq sistemadagi "qora" yo'ldoshning nisbiy orbitasi radiusi *D* ni yorqin yulduzning radiusi R birliklarida ifodalab aniqlang, bunda orbita doiraviy deb hisoblansin. *Korsatma:* tasvirdan foydalaning, unda A – bosh yulduz, V_1 va V_2 esa, tutilish boshlanishida va ohirida yo'ldosh.



281. O'zgaruvchan yulduzning ravshanligining o'zgarish davri 3 sutka, uning nuriy tezligi +30 km/sek ga teng. Bu yulduzning bevosita kuzatilayotgan davri nimaga teng? Ko'rsatma: nurning tarqalish tezligi hisobga olinsin.

282. Aniq bir xil davrga ega ikkita sefeid Andromeda tumanligida – biri diskining bizga eng yaqin, ikkinchisi bizdan eng uzoq qismlarida joylashgan. Bu sefeidlarning yulduz kattaliklari ayirmalarini chamalang.

13-mavzu. Koinot tuzilishi

283. Yaqinda "o'tayangi" yulduzlar bo'yicha uzoq galaktikalargacha bo'lgan masofa Habbl qonunidan topiladigan masofa qiymatidan ancha katta ekani ma'lum bo'ldi. Ushbu fakt Koinot kengayishi jarayoniga qanday tuzatmalarni kiritish zarurligiga olib keladi?

284. NGC 5694 sharsimon to'dasida yulduzlarning ko'rinma yulduz kattaligi absolyut yulduz kattaligidan 18^m ga katta. Bu to'dagacha bo'lgan masofa nimaga teng?

285. Gerkulesdagi yulduz to'dasi bizdan 10,5 ming parsek masofada joylashgan. Uning burchak diametri $12^{/}$ va jami yorqinligi 5^m,9 ga teng. To'daning haqiqiy diametrini va absolyut yulduz kattaligini hisoblang.

286. Habbl doimiysini 100 km/(sek·Mps) deb hisoblab, spektrida qizilga siljishi 10000 km/sek bo'lgan galaktikagacha bo'lgan masofani baholang.

287. Mess'e 3 sharsimon to'dasida joylashgan qisqa davrli sefeidning (o'rtacha davri 0^d,54) ko'rinma fotografik yulduz kattaligi 15^m,50 ga teng. "Davr-absolyut kattalik" egri chizig'idan foydalanib, shu to'dagacha bo'lgan masofani aniqlang.

288. Agar ayrim galaktikalarning absolyut fotografik kattaligi M=-13^m,8, 2,5-metrli reflektor uchun ularning chegaraviy fotografik ko'rinma yulduz kattaligi esa m=20^m,2 bo'lsa, shu teleskop bilan kuzatish mumkin bo'lgan eng uzoq masofa yorug'lik yillarda nimaga teng?

289. "Sefeidlar usuli" bo'yicha bir qancha spiralsimon galaktikalargacha masofalar aniqlangan edi. Keyinchalik ma'lum bo'lishicha, yulduzlararo fazodagi chang undan o'tuvchi yorug'likning bir qismini yutib olib qolarkan. Bu kashfiyot spiralsimon galaktikalarning ilgari hisoblangan diametrlariga qanday ta'sir etadi?

290. Agar barcha sharsimon to'dalarning absolyut summar yulduz karraliklari hamda chiziqiy o'lchamlari bir xil deb faraz qilsak, va bu to'dalargacha masofalar turlicha ekanligini hisobga olsak, ularning ko'rinma summar yulduz kattaliklari *m* va ko'rinma burchak diametrlari *d* qaysi formulaga asosan bog'langan bo'lishi mumkin?

291. 1987 yilda Katta Magellan Bulutida charaqlagan o'tayangi yulduzning absolyut yulduz kattaligini baholang. Uning maksimum vaqtdagi ko'rinma yulduz kattaligi 3^m atrofida bo'lgan.

292. HII sohalarining radiusi gaz zarrachalarining konsentrasiyasiga $n^{-2/3}$ ko'rinishida bog'liqligini ko'rsating.

293. Harorati T=100000 K va $R=10R_Q$ bo'lgan yulduz har sekundda nechta yulduzlararo vodorod atomlarini ionlashtiradi?

294. Astronomlar ilk bor ultranoma'lum (UN) va infranoma'lum (IN) diapazonlarda kuzatuvlar bajarishdi. UN da ular diskret manbalar topishdi, aniqlanishicha ular butun osmon sferasi bo'ylab tekis taqsimlangan ekan. IN da ham hanuzgacha noma'lum bo'lgan obyektlar topildi, bu manbalar Galaktikaning markaziga emas, balki uning diskida konsentratsiyalanishi aniqlandi. UN diapazonda kashf qilingan obyektlargacha masofalar haqida nima deyish mumkin? IN-manbalargacha masofa haqida-chi?

295. Galaktika markazigacha bo'lgan masofa va Quyoshning galaktik orbita bo'ylab harakat tezligidan Galaktika massasini baholang.

296. Juda issiq (T=80000 K) yadroga ega bo'lgan planetar tumanlik mavjud. Tumanlikda yulduzdan chiqayotgan nurlanishning sezilarli qismi yutiladi. Numa uchun tumanlik uzoq galaktikalar orasidan juda yaxshi ko'rinadi?

297. T=16000 K ega yulduz yulduzlararo muhitga botgan. U nurlantirayotgan energiyaning qanday qismi yulduzlararo vodorodni ionlantirishga sarflanishini chamalang. Yulduz qora jism kabi nurlanayapti deb qabul qilinsin.

298. Asosan N_2 dan iborat, o'lchami ~10 ps, konsentrasiyasi ~10^2 sm^{-3} bo'lgan molekulyar bulutning massasini baholang.

299. Ko'rish nuri bo'ylab L_α chiziq markazida sezilarli yutilishni (~10%) hosil qiluvchi neytral vodorodning massasini (g/sm^3 larda) chamalang. Gazning harorati ~100 K bo'lganda chiziq markazida bir atomga hisoblangan yutilish koeffitsienti κ_0~10^{-12} sm^2 ga teng deb olinsin.

300. Lira yulduz turkumidagi planetar tumanlikning burchak diametri $83^{//}$ ga teng va u bizdan 660 ps masofada joylashgan. Uning chiziqli o'lchami astronomik birliklarda nimaga teng?

V. Laboratoriya mashg'ulotlari

Laboratoriya ishi 1.Yulian kunlari va kalendar sana.

Birinchi darsda talabalarga laboratoriya ishining maqsadi, kerakli jihozlari, ishning nazariy qismi va taqvim sanadan Yulian sanani aniqlish tushuntiriladi.

Ishning maqsadi: Grigorian taqvim bo'yicha berilgan sanani unga mos keluvchi Yulian sanaga, va aksincha berilgan Yulian sanadan taqvim sanaga o'tish usullarini o'rganish.

Nazariy qism.

Taqvimlar asosan uch turga bo'linadi: quyosh, oy va oy – quyosh taqvimlari. Quyosh taqvimlarida – tropik yil, oy taqvimlarida – sinodik oy, oy – quyosh taqvimlarida ham tropik yil, ham sinodik oy olinadi.

Turli davriy astronomik jarayon va hodisalar, xususan, yulduzlar ravshanliklari o'zgarishlarini tadqiq etishda 1583 yilda Josef Skaliger tomonidan

tarix va xronologik maqsadlarda foydalanish uchun taklif etilgan va yulian davr yoki yulian kunlar deb ataluvchi maxsus sanog‘idan foydalaniladi. Yulian kunlarning sanoq boshi shartli bo‘lib, yulian taqvimi bo‘yicha eramizdan avvalgi 4713 yil 1 yanvarning peshinidan (kunlarning astronomik sanog‘i bo‘yicha -4712 y.) yuritiladi. Yulian davr uchta kichik davrning ko‘paytmasidan iborat bo‘dib, insoniyatning deyarli barcha davrini qamrab olgan.

Umumiy ko’rsatmalar

Yulian sana o‘rtacha Grinvich tush paytidan, ya’ni, butun dunyo (UT) 12 dan (yoki efemerid vaqtning 12 sidan, bu holda u yulian efemerid sana deb yuritilad) hisob boshlanadi. Masalan, 1977, aprel 26.4=JD 2413259.9 ga teng bo‘ladi.

Quyida keltirilayotgan usulda grigorian taqvimning reformasi hisobga olingan. Masalan, 1582 yilning 4 oktyabridan to‘g‘ridan – to‘g‘ri 15 oktyabr keladi. Miloddan avvalgi yillar astronomiyada qabul qilinganidek hisoblanadi: 1 yildan avval nolinchi yil bo‘lgan, undan avval esa yilning nomeri -1 bo‘lgan.

INT orqali x ning butun qismini, ya’ni, verguldan oldingi butun sonni belgilaylik. Masalan

INT(7/4)=1, INT(8/4)=2, INT(5,02)=5, INT(3,999)=3, INT(-4,98)=4.

Yulian sanani hisoblash

Sanani kalkulyatorga ketma – ket sonlar ko’rinishida kiritish mumkin, masalan, avval yil, undan so’ng oy tartib raqami va nihoyat, o’nlik kasr ko’rinishidagi oy sanasi kiritiladi. Shunday qilib, masalan, 1976 yil avgust 22.09 sanani 1976, 8, 22.09 ketma – ketlikdagi sonlar ko’rinishida taqdim etish mumkin.

Lekin sanani yaxlit bir son sifatida kiritgani ma’qul, ya’ni, YYYY, MM DDdd, bu yerda YYYY – yil, MM – oy tartib raqami, DDdd – oy sanasi (o’nlik belgilariga ega butun son). Oy raqami har doim yil raqamidan vergul (nuqta) bilan ajratilgan ikkita raqamli son. Masalan, 1976, avgust 22.09 sanasi kalkulyatorga 1976.082209 ko’rinishda kiritiladi. Shundan so’ng programma YYYY, MM va DDdd larni ajratib mos keluvchi hotiraning registrlariga yozadi. Ya’ni, 1976, avgust 22.09 sana kalkulyatorga yaxlit 1976.082209 son kiritilsa, bitta registrga YYYY = 1976, boshqasiga MM = 08 va uchinchisiga DDdd = 22.09 yoziladi. Keyingida ajratish bajarilgan deb hisoblaymiz.

Agar MM 2 dan kata bo’lsa

y = YYYY va m = MM:

agar MM 1 yoki 2 ga teng bo’lsa,

y = YYYY-1 va m = MM+12 olamiz.

Agar YYYY,MMDDdd 1582.1015 sanadan katta bo’lsa, Ava B ni topamiz

A = INT(y/100),

B = 2 – A + INT(A/4).

Agar YYYY,MMDDdd 1582.1015 dan kichik bo’lsa, A va B larni hisoblash shart emas.

Aniqlanayotgan Yulian data

JD = INT(365.25y)+INT(30.6001(m+1))+DD,dd+1720994.5, dan
va agar sana grigorian taqvimda berilgan bo'lsa, chiqqan natijaga B ni ham qo'shish kerak.

Misol a. 1957, oktyabr 4.81 (birinchi Yerning sun'iy yo'ldoshi uchirilish vaqti) yulian sanasi topilsin.

MM = 10 va 2 dan kata bo'lgani uchun y = 1957 va m = 10. 1957, oktyabr 4.81>1582.1015, ya'ni sana grigorian taqvim bo'yicha olingan. Hisoblaymiz:
A = INT(1957/100) = INT(19.57) = 19,
B = 2 – 19 + 4 = - 13,
JD = INT(365.25*1957) + INT(30.6001*11) + 4.81 + 1720994.5 – 13,
JD = 2436116.31

Misol b. 333 yil, yanvar 27.5 ga to'g'ri keladigan yulian sana hisoblansin:

MM = 1 bo'lgani uchun

y = 333 – 1 = 332 va m = 1 + 12 = 13.

YYYY,MM DDdd = 333.01275 va 1582.1015 dan kichik, sana Yulian taqvimda berilgan, demak, A va B lar hisoblanmaydi.
JD = INT(365.25*332) + INT(30.6001*14) + 27.5 + 1720994.5
JD = 1842713.0

Endi, har bir talabaga o'zlarining to'g'ilgan sanasidan boshlab dars bo'ladigan kungacha necha kun o'tganligini topish va tanlab olingan ma'lum uzoq davrli kometalarning aylanish davrlari kunlarda hisoblab topish vazifalari beriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Karttunen H. et. al. // Fundamental astronomy, Springer, 2007
2. Nuritdinov S.N. // Umumiy astronomiya, UzMU, Toshkent 2010.

Laboratoriya ishi 2. Yulduzli osmonining surilma xaritasi.

Birinchi darsda talabalarga laboratoriya ishining maqsadi, kerakli jihozlari, adabiyotlar va ishning nazariy qismi tushuntiriladi.

Ishning maqsadi: yulduzli osmonni o‘rganishda harakatlanuvchi xaritadan foydalanish.

Jihozlar: yulduzli osmonning harakatlanuvchi xaritasi, A.A. Mixaylovning kichik yulduzli atlasi.

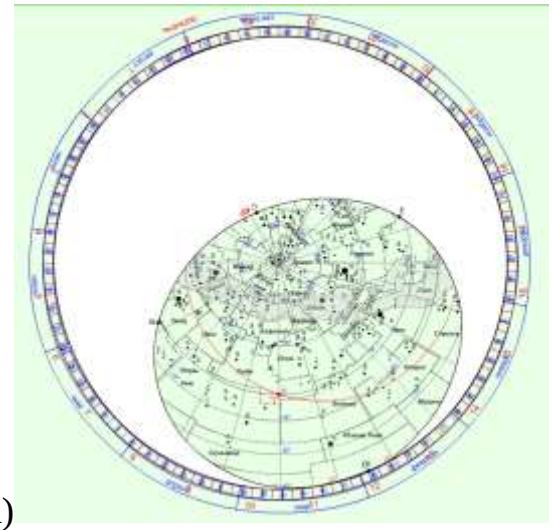
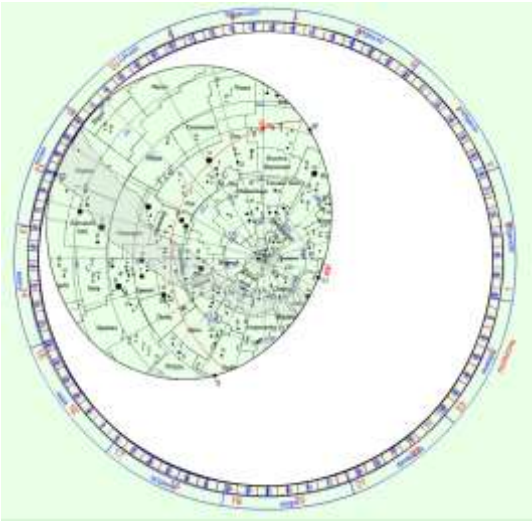
Nazariy qism.

Yulduzli osmonning surilma xaritasi osmonda umumiy orientirlash uchun xizmat qiladi va haqiqiy gorizontga nisbatan yulduzlar xamda ular turkumlarining joylashuvini aniqlash uchun ishlatiladi. Xaritaga osmon ekvatorial koordinatalari to‘ri hamda nisbatan yorqin yulduzlardan iborat asosiy yulduz turkumlari tasvirlari tushirilgan.

Xaritada osmon parallellari konsentrik aylanalar sifatida, og‘ish xalqalari esa, xarita markazida joylashgan olamning shimoliy qutbidan chiqayotgan chiziqlar ko‘rinishida tasvirlangan. SHimoliy qutb yaqinida Qutb yulduzi ya’ni Kichik Ayiq yulduz tukumining α yulduzi joylashgan. Og‘ish halqalari har 30° (2^h) dan o‘tkazilgan va xaritaning ichki qirqimiga yaqin joyida osmon parallellaridan biri bo‘ylab soatlarda raqamlashtirilgan. Og‘ish aylanalari va osmon parallellarining raqamlashtirilishi osmon yoritgichlarining ekvatorial koordinatalarini aniqlashga imkon beradi.

Osmon ekvatori va ekliptika kesishgan nuqtalar tengkunlik nuqtalari deb ataladi va γ (bahorgi tengkunlik nuqtasi, $\alpha=0^h$, $\delta=0°$) hamda **Ω** (kuzgi tengkunlik nuqtasi, $\alpha=12^h$, $\delta=0°$) belgilari bilan belgilanadi.

Quyidagi rasmda osmon sferasining bir kundagi ikki xil vaqt momentlaridagi ko‘rinishi berilgan.

A)  B) 

A) rasm. 1 – sentyabrga o‘tar kechasi soat 00:00 dagi osmon sferasining ko‘rinishi

B) rasm. 1 – sentyabr soat 09:00 dagi osmon sferasining ko‘rinishi

Yulduzli osmonning surilma xaritasi Amaliy astronomiyaning bir qator masalalarini hal etishga imkon beradi. Masalan, berilgan sana n ning biror bir momentida T gi yulduzli osmonning ko‘rinishini aniqlash mumkin bo‘ladi. Shu bilan birga ushbu xarita yordamida u yoki bu yoritgichning ixtiyoriy vaqt momenti T da chiqishi, kulminatsiyadan o‘tishi va botishining sanasi n ni taqriban topish mumkin.

Bu laboratoriya ishida talabalarga quyidagi vazifalar beriladi.

1. Yulduzli osmonning surilma xaritasini dars bo‘ladigan kun va soatiga to‘g‘rilang, osmondagi yulduz turkumlarining vaziyatlarini ko‘rsating, bu vaqtda chiquvchi va botuvchi yulduz turkumlarini alohida belgilang.
2. Yulduz turkumlaridan Katta Ayiq, Kichik Ayiq, Kassiopiya, Oq Qush, Arslon, Pegas yulduz turkumlarini o‘zingiz tug‘ilgan sanadagi soat 0^h, 6^h,12^h va 24^h dagi vaziyatlarini ko‘rsating, sutka davomida yulduzli osmonning ko‘rinishi o‘zgarish sabablarini tushintirib bering.
3. Vega, Aldebaran, Arktur, Deneb, Kapella, Algol, Spika, Regul yulduzlarining kechki soat 20:30 da yuqori kulminatsiyadan o‘tadigan yilning kunlarini aniqlang. Ularning quyi kulminatsiyadan o‘tadigan sutkalarning momenti va sanasini aniqlang.
4. 21 mart, 22 iyun, 23 sentyabr, 22 dekabr kunlari Altair, Sirius, Polluks, Rigel, Antares, Betelgeyze, Protsion, Kastor yulduzlarining chiqish, botish, yuqori va quyi kulminatsiyalari vaqt momentlarini toping.

Laboratoriya ishi yuzasidan hisobotlar jadvallar ko‘rinishida topshiriladi.
Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Karttunen H. et. al. // Fundamental astronomy, Springer, 2007
2. Nuritdinov S.N. // Umumiy astronomiya, UzMU, Toshkent 2010.

V. Laboratoriya mashg’ulot materiallari

Laboratoriya ishi-1. Yulduzlarning kichik atlaslari.

***Ishning maqsadi*:** Yulduzlarning kichik atlaslari bilan tanishish va ulardan osmonni o‘rganishda foydalanish.
***Kerakli qo'llanmalar*:** A.D.Marlenskiy “Uchebnыy zvyozdnыy atlas”, izdanie gosudarstvennogo uchebnopedagogicheskogo izdatelьstvo ministerstvo prosvisheniya Rossiya.1958 god.A.A.Mexailovning “Zvyozdnыy atlas” izdatelьstvo. 1958g.

Qisqacha nazariya.

Yulduzlarning kichik atlaslari osmondagi turli obyektlarni organish uchun moljallangan qollanma hisoblanadi.

Bunday qollanmalardan biri A.A.Mexailovning “Zvyozdnыy atlas” tortta xaritadan iborat. Bu qollanma qurollanmagan koz bilan korib boladigan (5,5 yulduz kattaligigacha bolgan) osmoning shimoliy yarim sferasidagi hamma yulduzlarning tasviri tushirilgan . U M.M.Dugayevning “Labaratornыy praktikum po kursu astronomii” kitobida batafsil tasvirlangan.

Biz bu yerda A.D.Marlenskiy tuzgan atlas bilan tanishamiz. A.D.Marlenskiyning atlasi 20 ta xaritadan iborat bolib, osmonning shimoliy va janubiy yarim sharlarida oddiy koz bilan korinadigan (5,75 yulduz kattaligigacha bo lgan), yulduzlarni va kichik teleskoplarni, jumladan (bnoklda) kuzatiladigan, astronomlar uchun qiziqarli bolgan obyektlarni oz ichiga oladi.

Bunday obyektlarning rasmlari va fotosuratlari atlas xaritalarida beriladi. 1-xaritada yulduzlarning $\boldsymbol{\delta}$ =70° ogishdan $\boldsymbol{\delta}$ =+90° bolgan soxasi ifodalangan, 2-7 xaritalarda ogishlari $\boldsymbol{\delta}$ =+20° og ishdan $\boldsymbol{\delta}$ =+70° og ishgacha bo lgan sohalar ko rsatilgan. 8 -13 xaritada ogishlari $\boldsymbol{\delta}$ =-20° dan $\boldsymbol{\delta}$ =+20° gacha bolgan ekvator sohasidagi yulduzlar, 14-19-xaritalarda og ishlarda $\boldsymbol{\delta}$ =-20° dan $\boldsymbol{\delta}$ = - 70° gacha bolgan sohadagi yulduzlar va oxirgi 20 xaritada og ishlari $\boldsymbol{\delta}$ = -70° dan $\boldsymbol{\delta}$ = -90° gacha janubiy qutbgacha bo lgan sohadagi yulduzlar va boshqa obyektlar korsatilgan.

1. xarita markazi olamning shimoliy qutbi ($\boldsymbol{\delta}$ =+90°), radial togri chiziqlar ogish aylanmalari, konsentrik aylanalar esa sutkalik

parallellarini ifodalaydi. Xaritani chegaralab turuvchi ($\boldsymbol{\delta}$ =+70°) bo'ylab radial chiziqlar yonida yozilgan raqamlar (0,1,2,3,...,23) mazkur raqam og'ishlarining soatlarda ifodalaydigan a=to'g'ri chiziqlarini bildiradi. 0-soatlik og'ish aylanasi bo'ylab yozilgan raqamlar (70°,80°,90°) esa mazkur osmon parallellarini graduslarda ifodalangan og'ishlarni ko'rsatadi. Olamning janubiy qutbini ifodalovchi 20 xaritaning tuzilishi xuddi 1 -xarita tuzilishi kabidir.

2. 7 xaritalardagi og'ish aylanalari va parallellari mos xolda vertikal va gorizontal yo'nalishda o'tkazilgan chiziqlar bilan ko'rsatilgan. Og'ish aylanalari yonida (Xaritalarning ustki va pastki chegaralari bo'ylab) yozilgan raqamlar, (Masalan, 2-xaritada:1,2,3,4,) yoritkichlarning a-to'g'ri chiqishlarini, parallellar yonida (Xaritaning o'ng va chap chegarasi bo'ylab) yozilgan (2-xaritada: 20°,30°,40°,50°,60°,70°) sonlar ularning $\boldsymbol{\delta}$ -og'ishlarini ko'rsatadi. ($\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\delta}$) ifodalovchi bu raqamlar oralig'i bir necha teng bo'laklarga bo'lingan. Bu maydaroq bo'laklarning qiymatini baholash uchun ikkita qush og' ish yoki sutkalik parallel aylanalariga mos soat yoki graduslar farqini shu oraliqdagi bo'lakchalar soniga bo'lish kerak. Masalan,2-xaritada 3^h va 4^h lik og'ish aylanalarining soat o'lchovi farqi $\boldsymbol{\alpha}$ =4^h -3^h=1^h=60^m: bu oraliq teng 6 bo'lakka bo'lingan. Demak har bir bo'lakning $\boldsymbol{\alpha}$ bo'yicha bahosi , ya'ni xaritaning $\boldsymbol{\alpha}$ bo'yicha aniqligi $\boldsymbol{\alpha}$ /6=60^M /6=10^m bo'ladi. Xaritaning ikkita qushni parallellari orasidagi (burchak o'lchovidagi) farqni , shu oraliqdagi bo'laklari soniga bo'lsak, xaritaning 5 boyicha aniqligi topiladi. Masalan, 10° va 20° lik parallelligining burchak o'lchovidagi farqi $\boldsymbol{\delta}$ =20°-10°=10° teng. Bu oraliq 10 bo'lakka bo'lingan. Demak, 2-xaritaning 5 bo'yicha aniqligi - $\boldsymbol{\delta}$ /10=10/10=1° ekan. Yulduzlarning atlasidagi xaritalar yonida (o'ng tomondagi) turli obyektlarning shartli belgilari ko'rsatilgan. Ular quyidagicha ifodalangan:

Yulduzlarning (ularning ko'rinma kattaliklari 0,76 dan 1,76 gachalari 1 deb, 1,26 dan 1,76 gachalari 1,5 deb, 1,76 dan 2,26 gachalari 2 deb va hokazo deb qabul qilingan).

- Qo'shaloq va karrali yulduzlar: doirachaning diametri qo'shaloq yulduzni tashkil etuvchilarning ko'rinma yulduz kattaliklari yig'idisini ifodalaydi.
- Spektral qo'shaloq yulduzlar.
- O'zgaruvchan yulduzlar: bo'yalgan ichki doiracha ravshanlik minimumidagi yulduz kattaligiga mos keladi.
- Yangi yulduzlar: xaritalarda bu belgi yonida yangi yulduz chaqnash yili ko'rsatilgan.
- Metior oqimlarining radianti.
- Yulduzlarning tarqoq to'dalari.
- Sharsimon to' dalar.

- Planetar tumanliklar.
- Diffuz tumanliklar.
- Gallaktikalar.

Xarita ustida ko'k rang bilan bo'yalgan polosa (yo'l) Somon Yo'lini ifodalaydi.

Xaritaning chap tomonidagi turli kattalikdagi qora doirachalar yonidagi sonlar yulduz kattaligini ifodalaydi. Yulduz kattaliklari m=0,5 aniqlik bilan berilgan. Biror yulduzning yulduz kattaligini aniqlash uchun yulduzning xaritadagi kattaligini etalon doirachalar bilan taqqoslanadi. Masalan, 3-xaritada tasvirlangan Savr (1-jadvalga qarang) yulduz turkumining a yulduzi (Aldebaran) ning yulduz kattaligi m=1, Aravakashning a-si uchun m=2,5 deb olish mumkin. Xaritada m=5,5 gacha bo'lgan yulduzlar tasvirlangan.

Atlasdagi har bir xaritaning chap tomonidagi betlarda yorug' yulduzlar va boshqa kosmik obyektlar haqida ma'lumotlar keltirilgan. Bu ma'lumotlar asosan Bechvar katalogidan olingan va tubandagi jadval ko'rinishida beriladi.

obyektning belgisi	obyektning nomi	ekvatoryal kordinatlari	YULDUZLARNING									
			Ko`rinma yulduz kattaligi	Spektral sinfi	Temperaturasi	Yorqinligi	Radiusi (Ro=1)	Yillik parallaksi	Yorug`lik yilida o`lchangan	Nuriy tezligi	Xususiy harakati	Qo`shimcha ma`lumotlar

Birinchi,"obyektning belgisi" grafasida yulduzlarni yulduz turkumida belgilovchi harflar va yulduz to'dalari , tumanlar va gallaktikalar kabi obyektlarning nomerlari berilad.

Quyosh, Oy va sayyoralarning ekvatoryal koordinatalari to'xtovsiz ozgarib turganliklaridan , ular xaritalarda ko'rsatilmagan. Aslida, hatto xaritada ko'rsatilgan obyektlarning ekvatoryal koordinatalari ham asta-sekin (asosan protsessiya tufayli) o zgarib boradi. Shuning uchun xaritalar setkasi va koordinatalar ma lum epoxa uchun tuziladi. A.A.Mixaylov va A.D.Marlenskiy kichik atlaslaridagi xaritalar epoxasi uchun 1950 yilning boshi olingan.

Vazifa.

1. Atlasning har bir varag'ida ifodalangan belgilarning, yulduz turkumlari va kosmik obyektlar haqidagi ma'lumotlarni, xarita chegaralarini va hokazolarni e'tiborga olib, yulduzlarning kichik atlasi bilan tanishib chiqing.
2. Yulduz atlasidagi har bir xaritaning ekvatoryal koordinatalari α,δ boyicha berilgan chegarasini va aniqligini toping.
3. Atlasning xaritalardan

1) Orion,
2) Aravakash,
3) Xo'kizboqar,
4) Oqqush

yulduz turkumlaridagi eng yorug' uchtadan yulduzning shartli belgisiga qarab, ularning turini (tavsifini), ya'ni o'zgaruvchan, qo'shaloq yoki oddiy yulduz ekanligini, ekvatoryal koordinatalarini va ko'rinma yulduz kattaliklarini (m) taxminiy aniqlang.

Mazkur yulduz turkumlari tushgan xaritalarga qarashli jadvallardan foydalanib, shu yulduzlarning aniq ekvatoryal koordinatalarini, ko'rinma yulduz kattaliklarini va uzoqliklarini yozib oling. Yorug'roq yulduzlar bizga yaqinroq turadi deyish mumkinmi?

4. 1)Katta Ayiq, 2)Javzo, 3)Lira, 4)Katta It yulduz turkumlaridagi

a) o'zgaruvchan,

b) qo' shaloq yuiduzlarning, v) tumanliklarning,

c) gallaktiklarning sonini hisoblang, qo'shaloq va o'zgaruvchan yulduzlar orasidan eng yorug'larining nomini va yulduz kattaliklari -(m) ni aniqlang. 5. Atlasdagi xaritalardan foydalanib:

1) Yerga eng yaqin turgan yulduzlardan shimoliy yarimshardagi Siriusning va janubiy yarimshardagi Sentavr yulduz turkumi a yulduzining ,

2) diametrlari Quyosh diametridan bir necha marta katta bo'lgan Betelgeyzening va taxminan 1000 marta katta bo'lgan Aravakashdagi s yulduzning,

3) fizik tabiati jihatidan Quyoshga o'xshash bo'lgan qo'shni yulduzlardan-Kitning t si va Kapellaning,

4) Xaritaga tushgan yulduzlardan eng uzoqlari (~1100 yor. yilida) Liraning p -si va Sefeyningss yulduzlarining ekvatoryal koordinatalarini, ko'rinma yulduz kattaliklari va tavsifini yozib oling.

6. Atlasdagi xaritalarning taxminiy ekvatoryal koordinatalari quyida ko'rsatilgan obyektlarining nomlarini, qaysi yulduz turkumiga kirishini aniqlang. Kerakli jadvallardan foydalanib, ularning aniq α, δ-koordinatalarini, ko'rinma yulduz kattaligini yozib oling.

7. Xaritalardan Somon Yo'lini toping. Somon Yo'li otgan yulduz turkumlarining nomlarini yozib oling.

Xarita chegarasi				**Xaritaning aniqligi**	
α		δ		α **-boyicha**	δ **-boyicha**
dan	**gacha**	**dan**	**gacha**		

Laboratoriya ishi 2. YUlduzlar osmonining surilma xaritasi

Ishning maqsadi: yulduzlar osmonini o‘rganishda harakatlanuvchi xaritadan foydalanishni o‘rganish.

Jihozlar: yulduzlar osmonining harakatlanuvchi xaritasi, A.A.Mixaylovning kichik yulduzlar atlasi.

Nazariy qism:

YUlduzlar osmonining harakatlanuvchi xaritasi osmonda umumiy orientirlash uchun *qo‘llanma* sifatida hizmat qiladi, xususan, haqiqiy gorizontga nisbatan yulduz turkumlarini joylashuvini aniqlash uchun ishlatiladi. Xaritada osmon ekvatorial koordinatalari to‘ri hamda nisbatan yorqin yulduzlardan iborat asosiy yulduz turkumlari tasvirlari tushirilgan.

Xarita A.A.Mixaylov proeksiyasida tuzilgan, unda osmon parallellari konsentrik aylanalar sifatida, og‘ish aylanalari xalqalari esa, xarita markazida joylashgan shimoliy olam qutbidan chiqayotgan nurlar ko‘rinishida tasvirlangan. SHimoliy qutbga yaqin *Qutb yulduzi* deb

nomlanuvchi Kichik Ayiq yulduz turkumining α yulduzi joylashgan. Og‘ish aylanalari har 30° (2^h) dan o‘tkazilgan va xaritaning ichki qirqimiga yaqin joyida osmon parallellaridan biri bo‘ylab soatlarda raqamlashtirilgan. Osmon ekvatori va 30° oraliqlariga ega uchta osmon parallelь boshlang‘ich og‘ish aylana ($\alpha=0^h$) bilan kesishgan nuqtalarida hamda unga diametral qarama-qarshi bo‘lgan og‘ish aylana tomonidan ($\alpha=12^h$) raqamlashtirilgan. Og‘ish aylanalar va osmon parallellarning raqamlashtirilishi osmon yoritkichlarning ekvatorial koordinatalarini chamalashga imkon beradi.

Osmon ekvatori bilan ikki diametral qarama-qarshi nuqtalarda kesishgan ekssentrik oval *ekliptikani* tasvirlaydi. Osmon ekvatori bilan ekliptika kesishgan nuqtalar *tengkunlik nuqtalari* deb ataladi va ♈ (bahorgi tengkunlik nuqtasi, $\alpha=0^h$, $\delta=0°$) hamda ♎ (kuzgi tengkunlik nuqtasi, $\alpha=12^h$, $\delta=0°$) belgilari bilan belgilanadi.

Osmon ekvatori ichida joylashgan kartaning sohasi osmonning shimoliy yarim sferasini, kartaning qolgan qismi, ya’ni, osmon ekvator bilan og‘ishi $\delta=-45°$ gacha bo‘lgan osmon paralleli janubiy yarim sferasini tasvirlaydi. Janubiy osmon yarim sferasining parallellari kartada osmon ekvatoriga nisbatan kattaroq radiusga ega aylanalar sifatida tasvirlangan. SHuning uchun janubiy yarim sferadagi yulduz turkumlarining tasvirlari cho‘zilgan va ularning shakli o‘sha turkumlarning haqiqiy ko‘rinishlaridan biroz farqlanadilar.

Xaritaning tashqi qirqimi bo‘ylab *sanalar limbi* (shkalasi) deb nomlanuvchi xalqada kalendar sana va yillik oylarning nomlari tushirilgan.

Xaritaga ilova sifatida beriladigan *ustama xalqa* yilning ixtiyoriy kunining istalgan vaqti uchun yulduzlar osmonining ko‘rinishini tasavvurlashga imkon beradi. Buning uchun *soat limbi* deb ataluvchi xalqaning tashqi qirqimi sutka ichidagi soatlar soni, ya’ni, 24 soatga taqsimlangan. Soat limbidagi shtrixlar har o‘n minut oralig‘ida chizilgan. Soat limbi o‘rtacha vaqt tizimida raqamlashtirilgan, kartadan foydalanilayotganda shu narsa hisobga olinishi zarur. Lekin yulduzlar osmoni ilk bor o‘rganilayotganda ma’lum xatolik bilan soat limbi vaqt sanoq sistemasida raqamlashtirilgan deb qabul qilish mumkin. Vaqt sanoq sistemalari o‘tilgandan so‘ng esa, soat limbidan o‘rtacha vaqt sanoq sistemasidan foydalanish shart.

Ustama qo‘yiladigan aylanada oval shaklidagi darcha mavjud bo‘lib, uning holati kuzatuv joyining geografik kenglamasiga bog‘liqdir. U kuzatuv joyining geografik kenglamasiga yaqin bo‘lgan qiymatlarga ega ustama xalqada chizilgan bir necha aylanalaridan biri bo‘ylab qirqiladi (o‘yiladi). Oval o‘yiq haqiqiy yoki matematik gorizontni tasvirlaydi va unda asosiy to‘rtta nuqta, ya’ni, janub, g‘arb, shimol va sharq nuqtalari belgilangan. Janub va shimol nuqtalari oralaridan o‘tuvchi va osmon meridianini tasvirlovchi, ya’ni, olam qutbi va zenitdan o‘tgan va haqiqiy gorizont bilan shimol va janub nuqtalari kesishgan osmon sferasining katta aylanasini ifodalovchi ip chiziq tortilsa foydadan holi emas.

Ipdagi zenit vaziyati uning kuzatuv joyining geografik kenglamasi φ ga teng og‘ish δ dagi osmon paralleli bilan kesishgan nuqtasidan topiladi ($\delta=\varphi$). Xususan, agar ustama xalqadagi oval $\varphi=+56°$ kenglama uchun qirqilgan bo‘lsa, kartada $\delta=+56°$ ga ega osmon parallelini belgilab, ipda shu parallel bilan kesishgan va o‘yiq markaziga yaqin joyda joylashgan nuqta ham belgilanadi.

Ustama xalqaning oval o‘yig‘ida (gorizontda) graduslarda ifodalangan raqamlar qo‘yilgan, u *azimutlar limbi* bo‘lib, undan osmon yoritkichlarining taqribiy azimutlarini chamalash mumkin.

YUlduzlar osmonining harakatlanuvchi xaritasi amaliy astronomiyaning bir qator masalalarini hal etishga imkon beradi. Masalan, berilgan sana n (yil) ning biror-bir T momentida yulduzlar osmonining ko‘rinishini aniqlash uchun ustama xalqani yulduz xaritasi ustiga shunday qilib joylashtiriladiki, bunda soat limbining berilgan T momentini ko‘rsatib turuvchi shtrixi berilgan sana n ning shtrixiga mos tushsin, osmon meridiani (ip) esa, har doim olamning shimol qutbidan o‘tgan bo‘lsin. Unda asimmetrik joylashgan oval o‘yiqda berilgan vaqt momenti T da gorizont ustidagi yulduzlar (yulduz turkumlari) ko‘rinadi. Gorizont tagida joylashgan, binobarin, kuzatib bo‘lmaydigan yulduzlar esa ustama xalqa bilan to‘silgan bo‘ladi. Oval o‘yiq markazida zenitga yaqin joylashgan yulduz turkumlari joylashadi. Zenitdan haqiqiy gorizontning turli nuqtalari yo‘nalishlarida u yoki bu yulduz turkumlari joylashgan osmon sohalari (janubiy, shimoliy-sharq, janubiy-g‘arb va h.k.o.) ni aniqlash mumkin. Taxminiy chamalashda osmon gumbazini to‘rt

bo‘lakka (sohaga), ya’ni, sharq, janub, g‘arb va shimoliy sohalarga bo‘lish mumkin, bunda bu sohalarni bo‘luvchi chiziqlar zenitdan boshlab haqiqiy gorizontdagi shimoliy-sharq, janubiy-sharq, janubiy-g‘arb va shimoliy-g‘arb nuqtalarigacha yo‘nalgan chiziqlar bo‘ladi.
Berilgan moment T da ipda joylashgan yoritkichlar osmon meridianidan, ya’ni kulьminatsiyadan o‘tayotgan bo‘ladi. YUqori kulьminatsiyada, ya’ni, olamning shimoliy qutbidan janubrog‘ida, olamning shimoliy qutbi bilan janub nuqta orasidagi ipda joylashgan yoritkichlardir. Ularning ayrimlari osmon meridianini kesib o‘tishda zenitdan janubroqda (zenit bilan janub nuqta orasida), boshqalari esa, zenitdan shimolroqda (zenit bilan olamning shimoliy qutbi orasida) o‘tadilar.
Olamning shimoliy qutbi bilan shimol nuqta hamda uning pastidan o‘tayotgan yoritgichlar berilgan moment T da quyi kulьminatsiyadagi yoritkichlar bo‘lib, ular osmon meridianini olamning shimoliy qutbidan shimolroqda kesib o‘tadilar.
Berilgan vaqt momentida gorizontdan chiqib keluvchi yoki gorizont tagiga botuvchi yulduz turkumlarini mos ravishda haqiqiy gorizontning sharq yoki g‘arb bo‘lagidan axtarish lozim. Haqiqiy gorizont yoyining shimol nuqtadan (sharq nuqta orqali) janub nuqtagacha bo‘lgan bo‘lagi sharqiy, janub nuqtadan (g‘arb nuqta orqali) shimol nuqtagacha bo‘lgan bo‘lagi esa g‘arbiy bo‘lagidir.
YUlduzlar osmonining harakatlanuvchan xaritasi orqali u yoki bu yoritkichning sutkalarda berilgan vaqt momenti T da chiqishi, kulьminatsiyadan o‘tishi va botishining sanasi n ni taqriban topish mumkin. Buning uchun, tanlangan yoritkich berilgan vaziyatini, ya’ni, chiqish, kulьminatsiya yoki botish vaziyatlarini egallamaguncha ustama xalqa aylantirib turiladi. Unda berilgan vaqt momenti T ni belgilovchi soat limbi shtrixi sanalar limbidagi axtarilayotgan kun n bilan mos tushadi.
Mos ravishda, berilgan sana n dan qiziqtirayotgan hodisalarning sutkalarning taqribiy vaqt momenti T ni aniqlash mumkin.
Quyi kulьminatsiya vaqtida juda ko‘p yulduzlar gorizont pastida bo‘lib, ularni xaritaning ustama xalqasi to‘sib turadi. U holda ularning n va T larini aniqlash uchun ustama xalqani o‘zining normal simmetrik vaziyatidan ko‘rinmaydigan yulduz tomon, ushbu yulduz shimol nuqtasida paydo bo‘lgunga qadar surib boriladi. Ip (osmon meridiani) bu yulduzdan hamda olamning shimoliy qutbidan o‘tkaziladi, shundan so‘ng ustama xalqa ehtiyotlik bilan ip bo‘ylab teskari tomon, ya’ni, janub tomon konsentrik vaziyatiga qaytgunga qadar surilib boriladi (ushbu yulduz yana gorizont tagiga yashirinadi), ana undan so‘ng soat limbi va sanalar limbidan kerakli hisoblashlar olinadi.
Albatta, n sanalar va vaqt momentlari T larni yulduzlar osmonining surilma xaritasi orqali aniqlash etarlicha taxminiy bo‘ladi, lekin hodisalarning umumiy tasavvurini ifodalashga etarlidir. Xuddi shunday aniqlashlar mos keluvchi hisob-kitoblar orqali amalga oshirilishi mumkin.
Sutkalarning turli momentlarida yulduzlar osmonining ko‘rinishini surilma xarita orqali aniqlab, yulduz turkumlarining ko‘rinish shartlarini, ya’ni, Erning muayyan joyida barcha yulduz turkumlarining gorizontdan chiqishi va botishini aniqlash mumkin.

Vazifalar

1. YUlduzlar osmonining surilma xaritasini dars bo‘ladigan kun va soatiga to‘g‘rilang va osmondagi yulduz turkumlarining vaziyatlarini ko‘rsating, bu vaqtda chiquvchi va botuvchi yulduz turkumlarini alohida belgilang.
2. YUlduz turkumlardan Katta Ayiq, Kichik Ayiq, Kassiopeya, Oqqush, Arslon, Pegas, Aravakash va Orion yulduz turkumlarining konturlarini o‘rganib chiqing.
3. YUlduzlar osmonining surilma xaritasini ketma-ketlikda 1 oktyabrning 0^h, 6^h, 12^h va 18^h vaqtiga to‘g‘rilang, shu vaqt momentlarida Katta Ayiq, Kassiopeya, Orion va Oqqush yulduz turkumlarining vaziyatlarini ko‘rsating, sutkalar davomida yulduzlar osmonining ko‘rinishi o‘zgarishining xarakteri va sabablarini tushuntirib bering.

4. Quyoidagi yulduzlarning kechki 8^h 30^m da yuqori kulьminatsiyadan o‘tadigan yilning kunini aniqlang: 1) Vega; 2) Alьdebaran; 3) Arktur; 4) Deneb; 5) Kapella; 6) Algolь; 7) Spika; 8) Regul.
5. Ushbu yulduzlar quyi kulьminatsiyadan o‘tadigan sutkalarning momenti va sanani aniqlang.
6. 21 mart, 22 iyunь, 23 sentyabrь va 22 dekabrь kunlari 1) Alьtair; 2) Sirius; 3) Polluks; 4) Rigelь; 5) Antares; 6) Betelьgeyze; 7) Protsion; 8) Kastor yulduzlarining chiqish, yuqori kulьminatsiya, botish va quyi kulьminatsiya vaqt momentlarini toping.
7. Katta Ayiq va Kassiopeya yulduzlarning chiqish va botishini yilning ixtiyoriy kuni uchun toping.
8. 4-7 bandlarning tahlilidan xulosalar chiqaring: a) sutkalar ichida muayyan yulduzlarning yuqori va quyi kulьminatsiyalar momentlari orasidagi vaqt oraliqlarining davomiyligini chamalang; b) chiqish, kulьminatsiyalar va botish vaqt momentlarining yil davomida o‘zgarishi, bunda o‘zgarish yo‘nalishlari va qiymatini yarim yil, bir oy, yarim oy va bir sutka vaqt oraliqlari uchun ko‘rsating; v) Erning muayyan joyida turli yulduz turkumlarinining ko‘rinish sharoitlarini aniqlang.

Ish yuzasidan hisobot
Ishni bajarilish sanasi:
Barcha vaqt momentlari 24 soatli sanoq sistemasida keltirilgan.
1. Sana Vaqt momenti T =

YUlduz turkumlarning joylashuvi						
zenitga yaqin	janubda	g‘arbda	botadilar	shimolda	sharqda	chiqadilar

3 . 1 oktyabrь sanasi

YUlduz turkumlari	Vaqt momentlarida yulduz turkumlarining joylashuvi			
	$T = 0^h$	$T = 6^h$	$T = 12^h$	$T = 18^h$
Katta Ayiq Kassiopeya Orion Oqqush				

Xulosalar: _____

4 – 5.

YUlduz nomi	YUlduz turkumidagi yulduz belgisi	Vaqt momenti	Sana	
			yuqori kulьminatsiya	quyi kulьminatsiya

6. YUlduz _____ turkumdagi belgisi

Sana	Vaqt momenti T			
	chiqishi	yuqori kulьminatsiya	botishi	quyi kulьminatsiya

7.

Sana	YUlduz turkumi	Vaqt momenti T

		chiqishi	botishi

8. Xulosalar:
a)
b)
v)

Laboratoriya ishi 3. Quyoshning chiqish va botish momentlarini hamda azimutlarini hisoblash

Ish maqsadi: Osmon yoritkichlarning chiqish va botishlarini hisoblashlarda parallaktik uchburchak formulalaridan foydalanish.

Foydalaniladigan adabiyot va jihozlar:

1. Bakulin P.I., Kononovich E.V., Moroz V.I., Obщiy kurs astronomii, M.: Nauka, 2000.
2. Kulikovskiy P.G., Spravochnik lyubitelya astronomii, M.: Nauka, 1971.
3. Astronomik kalendarь – doimiy qismi;
4. yillik astronomik kalendarь;
5. trigonometrik funksiya va logarifmlar jadvallari;
6. kalьkulyator.

Nazariy qism

Osmon yoritkichlarining chiqish va botish vaqt momentlari va azimut orqali aniqlanadigan ularning haqiqiy gorizontdagi vaziyatlari shu yoritkichlarning og‘ishi δ va Erdagi joyning geografik kengligi φ ga bog‘liq bo‘ladi. Bu momentlar va azimutlar parallaktik uchburchak formulalari yordamida hisoblanadi, bunda yoritkichning zenit masofasi z bo‘lgan bir tomon 90° ga teng bo‘lishi lozim. Lekin, aslida yoritkich o‘zining ko‘rinma chiqish yoki botish momentida refraksiya qiymati ρ ga teng kattaligiga gorizontdan pastda, binobarin, uning haqiqiy zenit masofasi

$$z = 90^0 - \rho \qquad (1)$$

bo‘ladi.

Quyoshning chiqish va botish momentlarini hisoblayotganda uning ko‘rinma burchak radiusini ham hisobga olish lozim, chunki sferik koordinatalar Quyosh diski markaziga berilgan bo‘ladi, Quyoshning chiqish hamda botish momentlari esa, gorizont chetida diskining yuqori chetki qismi paydo bo‘lishi yoki yo‘qolishiga aytiladi, ya’ni, disk markazining haqiqiy zenit masofasi

$$z = 90^0 + \rho + r \qquad (2)$$

bo‘ladi.

Quyoshning og‘ishi uzluksiz o‘zgarib turganligi tufayli uning chiqish yoki botish momentlarini shu momentlariga alohida og‘ishini nazarda tutgan holda hisoblanishi lozim. Lekin o‘quv maqsadlarda masalaning osonlashtirilgan varianti echilishi maqsadga muvofiqdir va Quyoshning og‘ishi kun davomida o‘rtacha tush paytidagi og‘ishiga teng deb olish mumkin.

Har yilda chiqariladigan Astronomik kalendarda Quyoshning og‘ishi δ_0 va uning soat mobaynida o‘zgarishi $\Delta\delta$ o‘rtacha Grinvich yarim tuniga beriladi, bu o‘rtacha yarim tun esa, geografik uzunlik λ ga ega meridianda boshqacha fizik momentida sodir etiladi. Qo‘yilgan masalani hal qilish uchun λ uzunlikga ega punktida peshin vaqtdagi Quyoshning og‘ishi δ ni bilish muhimdir. Ravshanki,

$$\delta = \delta_0 + 12 \cdot \Delta\delta - \lambda \cdot \Delta\delta, \qquad (3)$$

bu erda λ soat va uning ulushlarida ifodalangan.

δ, z qiymatlari va berilgan geografik kenglik φ ning aniqliklari bir xil bo‘lishi kerak.

Sutkaning yorug‘ vaqti davomida Quyoshning og‘ishi δ doimiy deb hisoblaganimiz uchun Quyoshning chiqish va botish momentlari haqiqiy tush paytiga nisbatan simmetrik, chiqish va botish nuqtalari esa, janub nuqta S ga nisbatan simmetrik bo‘lishlari kerak.

Dastavval kosinuslar formulasidan $\cos t$ topiladi, u bizga soat burchagining ikkita, ya’ni, musbat va manfiy t larini beradi, soat burchaklari osmon meridianidan g‘arb tomon hisoblangani uchun Quyoshning botish soat burchagi

$$t_З = +t < 180^0,$$

chiqish nuqtasining soat burchagi esa

$$t_B = 360^0 - t > 180^0, \text{ ili } t_B = -t_З$$

bo‘ladi.

Hisoblangan va vaqt birliklarida ifodalangan soat burchaklari Quyoshning chiqish va botish momentlarining haqiqiy Quyosh vaqtini beradi:

$$T_{ΘB} = 12^ч + t_B = 12^ч - t_З$$

va

$$T_{ΘЗ} = 12^ч + t_З.$$

Xuddi shu momentlar o‘rtacha vaqtda

$$T_{MB} = T_{ΘB} + \eta$$

va

$$T_{MЗ} = T_{ΘЗ} + \eta$$

bo‘ladi, bunda vaqt tenglamasi η Quyosh efemeridasidan olinadi va peshin vaqtiga interpolyasiya qilinadi. Vaqt tenglamani sutka davomida etarli aniqlik darajada bir tekisda o‘zgaradi deb olishimiz mumkin, shuning uchun o‘rtacha peshinda

$$\eta = \frac{\eta_1 + \eta_2}{2},$$

bo‘ladi, bu erda η_1 va η_2 - ikkita oldinma ketin kelayotgan sanalarning o‘rtacha grinvich tunlarining vaqt tenglamalari, ya’ni berilgan sananing boshi va oxiridagi qiymatlaridir.

Quyoshning o‘rtacha vaqtidagi chiqish va botish momentlarini bilgan holda xuddi shu momentlarining oxirgi natijalarini bir minut aniqligigacha yaxlitlab poyas yoki dekret vaqtlarini hisoblab chiqish mumkin.

Quyoshning chiqish (A_B) va botish (A_3) nuqtalarining azimutlari sinuslar formulasidan hisoblanadi, biroq, t_B va t_3 lari 90° yoki 270° ga yaqin bo‘lsa, besh elementlar formulasidan foydalangani afzal. Ikkala holda ham azimutlar $1'$ aniqlikda hisoblanadi.

Vazifa

1. Quyoshning chiqish va botish nuqtalarining vaqt momenti va azimutlarini hisoblang: 1) Arxangelьskda 21 mart uchun; 2) Arxangelьskda 22 iyunь uchun; 3) Arxangelьskda 23 sentyabrь uchun; 4) Arxangelьskda 22 dekabrь uchun; 5) Ashxabadda 21 mart uchun; 6) Ashxabadda 22 iyunь uchun; 7) Ashxabadda 23 sentyabrь uchun; 8) Ashxabadda 22 dekabrь uchun.

2. Xuddi shu sanalar va shaharlar uchun kun va tunning davomiyligini hamda haqiqiy tushdagi Quyoshning balandligini hisoblang.

3. Bitta shahar uchun olingan natijalaridan kun va tunning davomiyligi, Quyoshning tushdagi balandligining va chiqish va botish nuqtalari azimutlarining Quyosh og‘ishiga bog‘lanishlarining grafiklarini chizing.

Hisobot

Ishning bajarish sanasi:

1 va 2. Sana		Quyoshning chiqish va botishi	$z' =$
Soat o‘zgarishi	$\Delta\delta =$	YUqori chekkasi	$\rho =$
0^{ch} ga	$\eta_1 =$	Refraksiya	$r =$
24^{ch} ga	$\eta_2 =$	Burchak radiusi	
	$\eta_1 + \eta_2$	Quyosh markazi	$z =$
Tushga	$=$	Quyosh og‘ishi (0^{ch})	$\delta_0 =$
	$\eta =$	Peshinga tuzatma	$12 \cdot \Delta\delta$
		λ ga tuzatma	$=$
			$\lambda \cdot \Delta\delta =$
		Quyosh og‘ishi	$\delta =$

Hisoblash formulalari:

SHahar	Quyosh			
n=	z=	–	cos z=	sin δ sin t=
λ=	sin z=		sin φ sin δ=	sin z
φ=	cos z=		Δ=	sin A=
sin φ=	δ=		cos φ cos δ=	A'=
cos φ=	sin δ=		cos t=	A=
	cos δ=		t'=	
			t=	

Haqiqiy peshin		CHiqish	Botish
φ=	t=		
δ=	T_{Θ} =		
z=	T_M =		
h=	T_0 =		
ρ=	$T_Д$ =		
h'=	A=		

3. Grafiklar ilova qilinadi.

Laboratoriya ishi 4. Yulduzlarning massasi, o'lchamlari va zichligi

§ 1. YUlduzlarning massalarini aniqlash

Quyoshdan yulduzlargacha masofasi ma'lum bo‘lsa hamda ular vizual-qo‘shaloq yulduzlarning komponentalari sifatida kuzatilayotgan taqdirda ularning massalarini etarlicha aniqlikda topish mumkin. U holda Keplerning uchinchi qonuni komponentalar massalarining yig‘indisini Quyosh massasi birliklarida beradi:

$$m_1 + m_2 = \left(\frac{a''}{\pi''}\right)^3 \frac{1}{P^2}, \qquad (1)$$

bu erda

a'' – bosh yulduz atrofida harakatlanayotgan yo‘ldosh yulduzi haqiqiy orbitasining katta yarim o‘qi (yoy sekundlarida), bunda bosh yulduz qo‘zg‘almas deb olinadi;

P – aylanish davri (yillar hisobida);

π'' – sistemaning parallaksi (yoy sekundlarida).

$\frac{a''}{\pi''}$ kattalik katta yarim o‘qni astronomik birliklarda beradi. Agarda sistemagacha masofa noma’lum bo‘lsa, unda Kepler uchinchi qonunining aniq ifodasidan foydalanish mumkin:

$$\frac{P^2(m_1+m_2)}{P_{\oplus}^2(m_{\mathrm{O}}+m_{\oplus})}=\frac{a_1^3}{a_{\oplus}^3} \qquad (1')$$

Agarda massalar umumiy markazidan komponentalargacha bo‘lgan burchak masofalar (yoki orbitalarning katta yarim o‘qini yoki komponentalar orasidagi masofalarini) o‘lchash imkoni bo‘lsa, unda ularning munosabatlari quyidagi nisbatni beradi:

$$\frac{a_1}{a_2}=\frac{m_2}{m_1}. \qquad (2)$$

Topilgan massalar yig‘indisi va nisbati har bir yulduzning massasini alohida-alohida aniqlash imkonini beradi.

Boshqa turdagi (tutuluvchan-qo‘shaloq va spektral qo‘shaloq) qo‘shaloq yulduzlar uchun ushbu yulduzlarning massalarini yoki uning quyi chegarasini takribiy aniqlashning bir qancha imkonlari mavjud.

Taxminan yuzta turli xil qo‘shaloq yulduzlar komponentalari massalari haqidagi ma’lumotlar majmui ularning massalari bilan yorqinliklari orasida statistik bog‘lanish (Massa-yorqinlik munosabati) borligini aniqlashga imkon berdi. Bu bog‘lanish yakka yulduzlarning yorqinligi yoki absolyut yulduziy kattaliklari orqali ularning massalarini aniqlashga imkon beradi. Bu bog‘lanishga faqat oq mitti yulduzlar va pulsarlar bo‘ysunmaydi.

$$7^m.5> \left.\begin{array}{ll} M_b \geq 7^m.5, & L_b=0.1\cdot m^{3/2}; \\ M_b \geq -0^m.3, & L_b=1.3\cdot m^4; \\ M_b < -0^m.3, & L_b \approx m^{2.8}. \end{array}\right\}. \qquad (3)$$

M_b, L_b – bolometrik absolyut yulduz kattaliklari va yorqinligi, hamda

$$\lg\left(\frac{L_b}{L_{\mathrm{O}}}\right)=0.4\left(4.77-M_b\right). \qquad (4)$$

Bolometrik absolyut yulduz kattalik quyidagidan aniqlanadi:

$$M_b=M_v+b, \qquad (5)$$

M_v – absolyut ko‘rinma yulduziy kattalik,

b – bolometrik tuzatma, u absolyut qora jism nurlanishi qonunidan chiqariladi va turli haroratdagi yulduzlar uchun turlicha, odatda manfiy qiymatlarga ega bo‘ladi (Jadval 2). Unda

$$\lg m = 1.78 - 0.26 M_b, \qquad \left(M_b \geq 7^m.5\right)$$

(6)

$$\lg m = 0.46 - 0.1 M_b, \qquad \left(7^m.5 > M_b \geq -0^m.3\right).$$

§ 2. YUlduzlarning o‘lchamlarini aniqlash

YUlduzning takribiy chiziqiy radiusi *R* ni (Quyosh radiusi birliklarida) T_{ef} va L_b orqali hisoblab topish mumkin:

$$L_b = 4\pi R^2 \sigma T_{\text{эф}}^4, \tag{7}$$

yoki

$$\lg R = \frac{5900}{T} - 0.2 M_V - 0.02, \tag{8}$$

bu erda T_{ef} – effektiv harorat, σ – Bolьsman doimiysi; shuningdek, yulduzning rang ko‘rsatkichi *CI*:

$$\lg R = 0.82 CI - 0.2 M_V + 0.51. \tag{9}$$

U, *B*, *V* fotometrik sistema uchun:

$$\lg R = 0.75(B - V) - 0.2 M_V + 0.51, \tag{10}$$

(*B* – *V*) – rang ko‘rsatkichi,

M_v – M_v. ga yaqin *V* sistemadagi absolyut yulduziy kattalik.

Harorat *T* rang ko‘rsatkichi *CI* va (*B* – *V*) bilan quyidagicha bog‘langan:

$$T = \frac{7200}{CI + 0^m.65} \tag{11}$$

$$T = \frac{7920}{(B - V) + 0^m.72} \tag{12}$$

§ 3. Zichlik

YUlduzning massasi m va chiziqiy radiusi R ni bilgan holda uning o‘rtacha zichligini aniqlash mumkin:

$$\rho = \rho_{\odot} \frac{m}{R^3} \tag{13}$$

$\rho\odot$ – Quyosh moddasining o‘rtacha zichligi (1.41 g/sm^3).

Vazifa

1. SiriusA va uning yo‘ldoshi SiriusV yulduzlarning 70 yil davomida olingan ko‘rinma vaziyatlaridan foydalanib, ularning massalarini toping, bu erda P = 50.09 yil, a'' = 7”.57. a_2/a_1 munosabat quyidagicha topiladi (Rasmga qaralsin): qo‘shaloq yulduzning sezilarli xususiy harakati komponentalarining orbital harakatiga ustma-ust tushadi, ularning ko‘rinma traektoriyalari nisbatan katta vaqt oraliqda qiyaligi o‘zgaruvchan egri chiziq bo‘lib ko‘rinadi, komponenta massalarining umumiy markazi esa katta aylana bo‘ylab siljiydi. Bu yoy chizmada to‘g‘ri chiziq kesmasi sifatida ko‘rsatilgan bo‘lib, u har doim komponentalar orasidan o‘tadi, chunki vaqtning har daqiqasida komponentalar massalar umumiy markaziga nisbatan diametral qarama-qarshi tomonlarida joylashadilar. Unda komponentalarining takrorlanib turuvchi o‘zaro joylashuvlariga qarab ularning massalar umumiy markazi atrofida aylanish davri P ni baholash mumkin, chizmada ular orasidagi o‘zaro masofalari r_1 va r_2 ni o‘lchab esa, turli vaqt momenti t uchun r_2/r_1 munosabati aniqlanadi. Unda

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{\sum_1^n \frac{r_2}{r_1}}{n}, \tag{14}$$

n – o‘lchovlar soni.

2. Bu yulduzlarning T_i; M_v; R_i; $\bar{\rho}_i$ larini hisoblang va Getsshprung-Ressel diagrammasida (G – R D) ularni belgilang.
3. Ikki xil usulda rang ko‘rsatkichi (B – V) dan yulduzlarning radiusi R larini hisoblang (Jadval 1).

a)	*N N*	1, 2, 3
b)		4, 5, 6
c)		7, 8, 9
d)		10, 11, 12
e)		13, 14, 15
f)		16, 17, 18
g)		19, 20, 21
h)		22, 23, 24
i)		25, 26, 27
j)		28, 29, 30

4. Xuddi shu yulduzlarning massa m va zichligi ρ ni hisoblang.
5. YUlduzlarning hisoblangan R va m qyimatlarini ularning yorituvchanligi va spektral sinfi bilan taqqoslang va G – R D da ushbu parametrlarning bog‘lanishini ifodalab bering.

VI. GLOSSARIY

Osmon jismlari – Koinotda (kosmosda) harakat qilayotgan barcha jismlar: chandan to galaktikalargacha

Yulduz turkumi – yulduzlar guruhini birlashtiruvchi osmos sferasining ma’lum bir qismi

Andromeda – yunonchadan Ἀνδρομέδη so’zidan olingan, yulduz turkumi nomi

Aldebaran – Buzoq yulduz turkumidagi eng yoruz yulduz.

Vega – Lira yulduz turkumidagi eng eng yoruz yulduz, samoda 5-o’rinda turadi

Geosentrik sistema (Ptolomey sistemasi) – markazida Yer turuvchi sistema, barcha jismlar uning atrofida aylanadi

Quyosh sistemasi – Quyosh va uning atrofida aylanuvchi barcha jismlar

Ko’rinma harakat – Yerning sutkalik aylanishi va o’z orbitasi bo’ylab harakati natijasida sodir bo’luvchi hodisa

Zodiak – yunoncha “zoo” (hayvon) so'zidan kelib chiqib, Quyosh va Oyning yillik ko'rinma harakatlari sodir bo'ladigan osmondagi sohasi.

Burj nuri - ekliptika bo'ylab cho'zilgan xira nur. Osmonning Quyosh botgan (yoki chiqqan) qismida astronomik kun botishdan so'ng (yoki oldin) ushbu nur aniq ko'rinadi. U Quyosh nurining sayyoralararo changdan o'tib sochilishi natijasida yuzaga keladi.

Ko'rinma yulduziy kattalik – (ayrim holda uni sodda qilib “yulduziy kattalik” deyishadi) kuzatuvchi bevosita kuzatgan holda, yoritkichdan undan kelayotgan yorug’lik oqimini aniqlab, qayd etuvchi kattaliqdir. Tabiiyki, yulduzning kuzatilayotgan ravshanligi uning real quvvatiga hamda ungacha bo'lgan masofaga bog’liq bo'ladi

Tutilish – uchta osmon jismi deyarli bitta to'g’ri chiziqda joylashgan hol. Bunda jismlarning birida kuzatuvchi joylashib, qolgan ikkita jism biri-biriga proektsiyalanishini, ya'ni, bittasi ikkinchisi tomonidan to'silishini yoki bittasining (Yerning ham) soyasi ikkinchisiga tushishini kuzatishi mumkin. Ulardan Quyosh va Oy tutilishlari ma'lumdir

Tropik yil – Quyosh gardishi markazini ba?orgi tengkunlik nu?tasidan ikki marotaba ketma – ket o'tishiga ketgan va?t orali?i. U 365,2422 o'rtacha ?uyosh sutkasiga sutkasiga teng

Gorizont – kuzatuvchi turgan tekislik hisoblanib, u “ko'rinma” (shu tekislikni osmon bilan kesishgan qismi) va “matematik” (osmon sferasida joylashgan, shimol – g’arb – janub – sharq nuqtalaridan o'tuvchi katta aylana) gorizont turlariga bo'linadi.

Zenit – kuzatuvchiga nisbatan tepada va vertikalning osmon meridian bilan kesishgan niqta

Zenit masofa – berilgan yoritgich va kuzatuvchi zenitiga bo'lgan yo'nalishlar orasidagi burchak.

Balandlik aylanasi – zenith va berilgan yoritgichdan o'tadigan osmon sferasidagi katta aylana

Og’ish aylanasi – olam qutbi va berilgan yoritgichdan o'tadigan osmon sferasidagi katta aylana

Kulminatsiya – Yerning sutkalik aylanishi sababli yoritkichning osmon meridianini kesib o'tish hodisasi

Nadir – kuzatuvchidan vertikal o'q bo'ylab pastda joylashgan, zenitga qarama-qarshi yo'nalishdagi osmon sferasining nuqtasi

Osmon meridiani (lot. meridianus) – kuzatuvchining zeniti va olam qutblarining janubiy va shimoliy nuqtalari orqali o'tuvchi osmon sferasining katta doirasi. U gorizont bilan shimol va janub nuqtalarda kesishadi. Uni maxsus ravishda osmon meridiani deb atashadi

Osmon ekvatori – olamning shimoliy va janubiy qutblaridan teng masofada yotuvchi, Yer ekvatori tekisligiga parallel o’tuvchi osmon sferasining katta doirasi

Olam o'qi – Yerning aylanish o'qiga parallel bo'lgan va osmon sferasining markazidan o'tuvchi to'g’ri chiziq. Olam o'qi atrofida osmon yoritkichlarining sutkalik aylanishi sodir bo'ladi

Olam qutblari (shimoliy va janubiy) – Yerning aylanish o'qiga parallel bo'lgan kuzatuvchi ko'zi orqali o'tuvchi olam o'qini osmon sferasi bilan kesishish nuqtalari

Soat doirasi – olamning shimoliy va janubiy qutblari orqali o'tuvchi osmon sferasining katta aylanasi

Yoritkichlarning chiqishi va botishi – yoritgichlarning matematik gorizontni kesib o'tish hodisasi

Gorizont – kuzatuvchi turgan tekislik hisoblanib, u “ko'rinma” (shu tekislikni osmon bilan kesishgan qismi) va “matematik” (osmon sferasida joylashgan, shimol – g'arb – janub – sharq nuqtalaridan o'tuvchi katta aylana) gorizont turlariga bo'linadi. Ko'rinma gorizont quriqlikda matematik gorizontdan goh baland goh past bo'la oladi.

Kul’minatsiya – yoritkichning osmon meridianini kesib o'tish hodisasi

Yuqori kul’minatsiya – yoritkichning osmon meridianini zenit nuqtasiga yaqin qismida kesib o'tish hodisasi

Quyi kul’minatsiya – yoritkichning osmon meridianini nadir nuqtasiga yaqin qismida kesib o'tish hodisasi

Olam o'qi – Yerning aylanish o'qiga parallel bo'lgan va osmon sferasining markazidan o'tuvchi to'g'ri chiziq. Olam o'qi atrofida yoritkichlarning sutkalik aylanishi sodir bo'ladi.

Olam qutblari (shimoliy va janubiy) – Yerning aylanish o'qiga parallel bo'lgan kuzatuvchi ko'zgu orqali o'tuvchi olam o'qini osmon sferasi bilan kesishish nuqtalari. Yerning sutkalik aylanishi tufayli barcha yoritkichlar olam qutblari atrofida aylanayotgandek tuyuladi.

Chiqish va botish nuqtalari – yoritkichlar sutkalik aylanasining matematik gorizont bilan kesishgan nuqtalari

O'rtacha quyosh – osmon ekvatori bo'ylab garbdan sharqqa tekis harakat qiluvchi, tropik yil davomida bahorgi tengkunlik nuqtasidan Quyosh bilan bir vaqtda chiqib, bir vaqtda qaytib keluvchi va Quyosh gardishida olingan harakatlanuvchi faraziy nuqta. Bir jinsli vaqt shkalasini belgilash uchun kiritilgan qo'shimcha, yordamchi tushuncha, chunki Quyosh gardishining geometrik markazi ekliptika va osmon ekvatori bo'ylab yaqqol notekis harakat qiladi.

Oqshom – Quyosh botishi bilan gorizont ostiga o'tgandagi sutkaning qismi. Bunda Yer atmosferasining yuqori qatlamlarida sochilgan Quyosh nurlari ko'rinadi. Quyosh gorizont ostiga 6° burchak balandligida tushganida fuqaro oqshomi tamom bo'ladi va 18° gacha bo'lgan oraliqda astronomik oqshom davom etadi. Atmosferasi bor har qanday sayyorada bunday hodisa kuzatiladi.

Sutka – vaqt birligi, 86 400 sekundga teng. O'tmishda sutka Quyoshning Yer osmonidagi ko'rinma harakati davri sifatida vujudga kelgan.

Yulduz sutkasi – bahorgi tengkunlik nuqtalarsining ikki marotaba ketma – ket bir xil kulminatsiyada bo'lishi orasidagi vaqt. Uning kattaligi $23^h56^m04^s$ ga teng. Yulduz sutkasi yulduz soatiga, minutiga va sekundlariga bo'linadi. Yulduz soati vaqt o'lchovi sifatida kam qo'llaniladi. Asosan astronomik kuzatishlarni tashkil etishda ishlatiladi.

Haqiqiy Quyosh sutkasi – Quyosh diskining geometrik markazi, ikkita ketma – ket bir xil kulminatsiyalari orasidagi vaqt. Ularning davomiyligi yil davomida 86 399,7 s dan 86 400,4 s gacha o'zgaradi. Bu Quyoshning ekliptikadagi notekis harakati va osmon ekvatoriga ekliptikaning qiyaligi tufayli yuzaga keladi.

O'rtacha Quyosh sutkasi – o'rtacha Quyosh nuqtasining ikkita ketma – ket bir xil kulminatsiyalari orasidagi vaqt oraliqi. Ushbu sutka birligida o'lchanadigan vaqt o'rtacha Quyosh vaqti deyiladi.

Tropik yil – Quyosh gardishi markazini bahorgi tengkunlik nuqtasidan ikki marotaba ketma – ket o'tishiga ketgan vaqt oraliqi. U 365,2422 o'rtacha Quyosh sutkasiga sutkasiga teng.

VII. Adabiyotlar

7.1. Asosiy adabiyotlar

29. Mamadazimov M., Umumiy astronomiya (universitetlar va pedgogika oliy o‘quv yurtlari uchun darslik). – T.: “Yangi asr avlodi”, 2008 y.
30. Mamadazimov M., Tillaboyev A va boshqalar. “Astronomiya kursi (Umumiy astronomiya)dan laboratoriya ishlari” T., TDPU 2015 y.
31. Mamadazimov M.M. Kosmonavtika asoslari (darslik) –T.: Voris, 2009 y
32. Sattarov I. «Astrofizika» (1-qism, darslik). T.: Ta’lim, 2009 y.
33. Sattarov I. «Astrofizika» (2-qism, qo‘llanma). T.: Turon-Iqbol, 2007 y.

7.2. Qo‘shimcha adabiyotlar

34. Mamadazimov M. “Astronomiya” (AL va KHKlari uchun darslik). –T.,O‘qituvchi, 2007 y.
35. Mamadazimov M. “Astronomiyadan o‘qish kitobi” –T. O‘qituvchi 1992 y.
36. Bakulin P., Kononovich E., Moroz V. Kurs обще astronomii. M.Nauka, 1997 g.
37. Mamadazimov M. “Astronomiya” O‘rta umumta’lim maktablari uchun o‘quv qullanma, T.,O‘qituvchi, 2004 y.
38. Voronsov-Velyaminov B.A. “Sbornik zadach i prakticheskых uprajnenie po astronomii” M.Nauka. 1997 g.
39. Martыnov D. YA. “Kurs общеу astrofiziki”. M., Nauka, 1992 g.
40. Sherdanov Ch., Mamadazimov M., Sattarova B., Ilyaasov S. Umumiy astronomiya (kosmonavtika asoslari) kursidan amaliy mashg‘ulotlar. T., TDPU, 2013.
41. SHerdanov CH., Sattarova B., Sattarov I., Ajabov A. Prakticheskie zanyatiya po общemu kursu astronomii (osnovы kosmonavti). T., izdatelьstvo TGPU, 2013.
42. A.E.Roy and D.Clarke. Astronomy Principles and practice. 2000 y

7.3. Internet saytlari

43. www.pedagog.uz
44. www.apkpro.ru/content/view
45. www.prometeus.nsc.ru/contents/books/slasten
46. www.relarn.ru/conf/conf2007
47. http://vilenin.narod.ru/Mm/Books/

48. http://www.allmath.ru/
49. http://www.ziyonet.uz/
50. http://window.edu.ru/window/
51. www.astronet.ru