



VIII

YULDUZLAR

1- §. Ko‘rinma yulduz kattaligi

Yulduzlar – Koinotning eng keng tarqalgan obyektlari hisoblanadi. Shu bois ularning fizik tabiatini o‘rganish astronomiyada muhim masala sanaladi.

Yulduzlarning ko‘rinma ravshanliklarini (yarqiroqlik daramasini) bir-birlaridan farqlash uchun astronomiyada yulduz kattaligi degan tushuncha qabul qilingan. Yoritgichning yarqiroqligi, undan Yergacha yetib kelgan nurlanish intensivligi bo‘lib, u yoritgichning umumiy nurlanishing arzimas qisminigina tashkil etadi.

Ma’lumki, yoritgichlarning ko‘rinma nurlanish intensivliklari, ularning nurlanishni qayd qiluvchi priyomniklarda (ko‘z, foto-plastinka, fotoelement va boshqalar) hosil qilgan *yoritilganliklariga* ko‘ra aniqlanadi. Astronomiyada yoritgichlarning yarqiroqligi fizikadagi kabi yoritilanlik birliklarida (lukslarda) emas, balki *yulduz kattaliklari* deb ataluvchi nisbiy birliklarda ifodalanadi va *m* harfi bilan ifodalanadi.

Yulduzlarning yarqiroqligini yulduz kattaliklarida belgilashni miloddan avvalgi II asrda inson ko‘zining nurga sezgirligiga tayangan holda yunonlik astronom Gipparx boshlab bergen. U qabul qilgan shkalaga ko‘ra, bir-biridan 1 yulduz kattaligiga farq qilgan yulduzlar ravshanliklarining farqi taxminan 2,5 martaga to‘g‘ri kelgan.

Ayni paytda yulduz kattaliklarini belgilash ilmiy asosda, ya’ni inson ko‘zi sezgirligining psixofiziologik qonunlariga amal qilgan holda qabul qilingan. Buning uchun ravshanliklari bir-biridan 100 martaga farq qiluvchi ikki yulduzning yulduz kattaliklarining



farqi, shartli ravishda, besh yulduz kattaligiga teng deb olingan. Yulduz kattaliklarining bu farqi besh yulduz kattaligi intervali uchun qabul qilinganidan, bir yulduz kattaligiga to‘g‘ri kelgan ikki yulduz ravshanliklari yoki yarqiroqliklarining farqi $\sqrt[5]{100} = 2,512$ ga teng bo‘ladi. Shuni eslatish joizki, yulduz kattaliklarining shkalasi m : ..., -5^m , -4^m , -3^m , -2^m , -1^m , 0^m , $+1^m$, $+2^m$, $+3^m$, $+4^m$, $+5^m$, ... ketma-ketlik ko‘rinishida ifodalanib, u ortgan sayin yulduzdan Yergacha kelgan intensivlik (yoritilganlik) kamayib boradi. Faraz qilaylik, ikki yulduzning ko‘rinma yulduz kattaliklari, mos ravishda, m_1 va m_2 , ularning ko‘rinma yarqiroqliklarini ifodalovchi yoritilganliklari E_1 va E_2 bo‘lsin, u holda

$$E_1 = 100E_2$$

bo‘lganidan

$$m_2 - m_1 = 5$$

bo‘ladi. Binobarin, bu ikki yulduz yoritilganliklarining nisbati, ularning ko‘rinma yulduz kattaliklari bilan quyidagicha bog‘lanishda bo‘lishini oson anglash mumkin:

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

yoki bu tenglikning har ikkala tomonini logarifmlab,

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

ifodaga ega bo‘lamiz. Bu ifoda *Pogson formulasi* deb yuritiladi.

Xulosa qilib aytganda, yulduz kattaliklarining shkalasi deb, kuzatiladigan yoritgichlar yoritilganliklarini solishtiradigan logarifmik shkalaga aytildi.

Odamning normal ko‘zi 6- kattalikkacha bo‘lgan yulduzlarni ko‘radi. Ravshan yulduzlardan Veganing (Lira yulduz turkumining eng yorug‘ yulduzi) yulduz kattaligi $+0,04^m$ ni, Veneraniki $-4,4^m$ (eng ravshan paytida)ni, to‘linoyники $-12,5^m$ ni, Quyoshniki esa $-26,7^m$ ni tashkil etadi. Hozirgi zamon teleskoplari ko‘zimiz ko‘radigan xira yulduzlardan 100 mln martagacha xira bo‘lgan (yulduz kattaligi $+24^m$, $+25^m$) yulduzlarni ko‘ra oladi.



1. Nega yulduzlar osmonning muhim obyektlari deb qaraladi?
2. Yulduzlarning ko‘rinma kattaliklari ularning o‘lchamlariga tegishli kattalikmi yoki ravshanligiga tegishli kattalikmi?
3. Yulduzlarning ravshanligi deganda, ular tomondan qayerda hosil qilingan yoritiganlik anglashiladi?
4. Yulduzlarning ko‘rinma kattaliklari va ularning yoritilanliklari orasidagi munosabat qanday nom bilan ataladi?
5. Pogson formulasini yozib tushuntiring.

2- §. Absolut yulduz kattaligi

Yulduzlarning ko‘rinma yulduz kattaliklari ularning to‘la yorqinliklarini (ulardan vaqt birligi ichida ajraladigan to‘la nurlanish energiyasining miqdorini) solishtirishga imkon bermaydi. Chunki bir xil yorqinlikka ega bo‘lgan turli masofada yotuvchi ikki yulduzning ko‘rinma yulduz kattaliklari bir xil bo‘lmasligi oldingi paragrafdan ma’lum. Binobarin, yulduzlarning masofalarini bilmay turib, ularning ko‘rinma kattaliklariga ko‘ra, yorqinliklarini solishtirishning hech iloji yo‘q. Bu masalani hal etish uchun astronomlar barcha yulduzlarni Yerdan (yoki Quyoshdan) bir xil masofaga keltirib, yulduz kattaliklarini aniqlashni va keyin shu asosda ularning haqiqiy yorqinliklarini solishtirishni maqsad qildilar. Bunday masofa sifatida astronomlar 10 parsekli masofani oldilar. Shunday qilib, yulduzlarning bizdan 10 parsek masofaga keltirilganda aniqlangan ko‘rinma yulduz kattaliklari ularning *absolut yulduz kattaliklari* deb ataladigan bo‘ldi va *M* harfi bilan belgilandi. Bu 10 parsekli standart masofa taxminan $2 \cdot 10^6$ astronomik birlikka teng bo‘ladi. Binobarin, Quyoshni 10 parsek masofaga eltgandan keyingi intensivligi uning 1 a.b. masofada turgandagi intensivligidan $\frac{1}{(2 \cdot 10^6)^2}$ marta, ya’ni $4 \cdot 10^{12}$ marta kamayadi. Intensivlikning har 100 marta kamayishi 5 yulduz kattaligiga to‘g‘ri kelishi e’tiborga olinsa, unda intensivlikning $4 \cdot 10^{12}$ marta kamayishi yulduz kattaligining 31,5 marta ortishiga olib keladi. Binobarin, 10 pk masofaga «eltilgan» Quyoshning ko‘rinma yulduz kattaligi $-26,7 + 31,5 = 4,8$ ni tashkil etar ekan. Boshqacha aytganda, Quyoshning absolut yulduz kattaligi



$$M_{\odot} = +4,8$$

ga teng ekan.

Sentavr yulduz turkumining bizga eng yaqin joylashgan ravnshan yulduzining (Proksima) ko‘rinma yulduz kattaligi $m = 0$ bo‘lib, Quyoshdan uzoqligi 1,3 pk. U 10 pk masofaga eltilganda uning intensivligi $\left(\frac{10}{1,3}\right)^2 \approx 8^2 = 64$ marta kamayadi. Bu yulduz kattaligining 4,5 marta kamayishiga olib keladi. Demak, uning absolut yulduz kattaligi $M_{\text{pr}} = 0 + 4,5 = 4,5$ bo‘ladi. Bundan ko‘rinishicha, biror yulduzning ko‘rinma yulduz kattaligi va ungacha bo‘lgan masofa parseklarda ma’lum bo‘lsa, uning absolut yulduz kattaligini oson aniqlash mumkin ekan. Buning uchun astronomlar ushbu maxsus hisoblash formulasini ham aniqlashgan:

$$M = m + 5 - 5 \lg r,$$

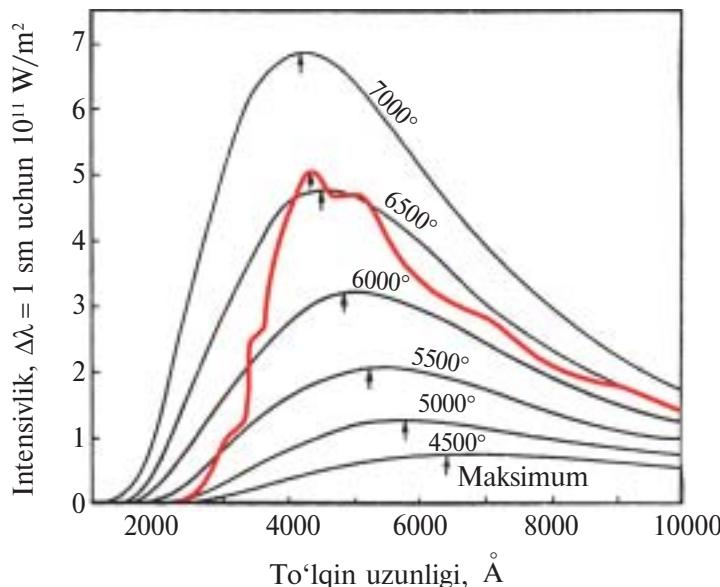
bu yerda r — yulduzgacha parseklarda ifodalangan masofa.



1. Yulduzlarning ko‘rinma yulduz kattaliklariga tayanib, ularning haqiqiy yorqinliklarini solishtirib bo‘ladimi?
2. Yulduzlarning absolut yulduz kattaligi deb qanday ko‘rinma kattaligiga aytildi?
3. Yulduzlarning ko‘rinma va absolut kattaliklari orasidagi munosabatni ifodalovchi formulani yozing. Bu yerda r nimani ifodelaydi va qanday birliklarda o‘lchanadi?

3- §. Yulduzlarning rangi va temperaturasi

Yulduzli osmonga diqqat bilan qaragan kishi yulduzlar birlaridan ranglari bilan farqlanishini oson payqaydi. Ma’lumki, temir qizdirilayotganda, u dastlab to‘q qizilrangga, keyin temperaturasi orta boshlagach, zarg‘aldoq, sariq va oxirida oqrangga kiradi. Shunga o‘xshab, yulduzlarning rangi ham ularning sirt temperaturalari haqida ma’lumot beradi. Xususan, Quyoshimiz sariq-rangdagi yulduz hisoblanadi, sirtida temperaturasi 6000 K atrofida. To‘q qizilrangda ko‘rinadigan yulduzlarning temperaturasi 2500–3000 K, zarg‘aldoq rangdagilariniki 3500–4000 K, oqrangdagi yulduzlarning temperaturasi esa 17000–18000 K atrofida bo‘ladi.



109- rasm. Yulduzlar spektrida energiyaning taqsimlanishi
(quyuq chiziq – Quyosh uchun).

Osmonda ko‘rinadigan yulduzlar ichida eng «qaynog‘i» ko‘k – havorang tusda bo‘lib, ularning temperaturalari 25000–50000 K orasida bo‘ladi.

Yulduzlarning temperaturasini aniqlashning bir necha xil usuli mavjud bo‘lib, ulardan biriga ko‘ra, u yulduzlarning spektrida energiyaning taqsimlanishidan topiladi. Bunda nurlanish energiyasining maksimumi to‘g‘ri kelgan to‘lqin uzunligiga tayangan holda Vinning ushbu siljish qonunidan foydalaniлади (109- rasm):

$$\lambda_{\max} \cdot T = 0,29 \text{ grad} \cdot \text{sm.}$$

Shuningdek, yulduz spektrining turli uchastkalaridagi nurlanish energiyasining farqiga ko‘ra, astronomlar ularning aniq rangini belgilaydilar va so‘ngra yulduzning topilgan bu rang ko‘rsatgichi asosida ham yulduzlarning temperaturalarini aniqlaydilar. Yulduzlarning rangi ko‘krangga yaqinlashgan sayin ularning temperaturalari ortib boradi. Bunday usullar bilan topilgan yulduz temperaturasi faqat uning sirtiga taalluqli bo‘lib, ularning ichki qismiga tegishli temperaturalari yulduzlarning spektri, mas-



sasi, zichligi va aniqlangan ichki bosimiga ko‘ra nazariy hisoblashlar yordamida topiladi. Bunday yo‘l bilan topilgan yulduzlarning ichki qismiga xos temperaturalar bir necha milliondan o‘nlab million gradusgacha (markazida) boradi. Quyoshning markazida temperatura 16 million gradusni tashkil etadi. Qaynoq yulduzlarda esa u 100 million gradusgacha boradi.



1. Yulduzlarning temperaturasi ularni xarakterlaydigan qanday kattaliklardan hisoblanadi? Negaligini tushuntiring.
2. Yulduzlarning rangi ularning sirt temperaturasining ko‘rsatkichi bo‘la oladimi?
3. Yulduzlarning temperurasiga ko‘ra ranglari qanday o‘zgaradi?
4. Yulduzlarning temperaturalarini aniqlashning qanday usullarini bilasiz?
5. Yulduzlar sirt temperaturalarining quiyi va yuqori chegaralari qanday?
6. Quyoshni yulduz sifatida rangi va temperaturasi qanaqaligini aytинг.

4- §. Yulduzlar yorqinligi

Ko‘pchilik yulduzlar ko‘rinma ravshanliklari bilan birlariga o‘xshasa-da, aslida tabiatlari bilan bir-biridan keskin farq qilishi aniqlangan. Buning sabablaridan biri – ularning turli masofalarda yotishi bo‘lsa, ikkinchisi – ularning turli quvvat bilan nurlanishlaridandir.

Yulduzning nurlanish quvvati uning *yorqinligi* deyilib, u yulduzdan bir sekundda chiqadigan to‘la nurlanish energiyasi bilan xarakterlanadi. Yulduzlarning yorqinligi, ko‘pincha Quyosh yorqinligi birligida ifodalanadi. Quyoshning undan kelayotgan nurlanish energiyasiga ko‘ra topilgan yorqinligi $3,8 \cdot 10^{26}$ W ni tashkil etadi.

Ko‘rinma yulduz kattaligi m_{\odot} bo‘lgan Quyoshni (1 a.b. masofada) ma’lum r a.b. masofaga eltgandan keyingi ko‘rinma yulduz kattaligi m' ga ortib, ular orasida quyidagicha munosabat mayjud:

$$m' = m_{\odot} + 5 \lg r_{\text{a.b.}}$$

Xuddi shunday masofada (r_{ab}) joylashgan yulduzning ko‘rinma yulduz kattaligi m_* va Quyoshning ko‘rinma yulduz kattaligi m' orasidagi farq, yulduz Quyoshga nisbatan qancha marta ko‘p



nurlanish energiyasiga, boshqacha aytganda, yulduz va Quyoshning yorqinliklarining nisbati $\frac{L_*}{L_\odot}$ qanchaga tengligi ushbu formula yordamida topiladi:

$$m' - m_* = 2,5 \lg \left(\frac{L_*}{L_\odot} \right),$$

bu yerdan

$$\lg \left(\frac{L_*}{L_\odot} \right) = 0,4(m' - m_*) = 0,4(m_\odot - m_* + 5 \lg r_{\text{a.b.}}).$$

Demak, bu nisbat $\frac{L_*}{L_\odot}$ Quyosh va yulduzning ko‘rinma yulduz kattaliklari va yulduzgacha bo‘lgan masofaga (astronomik birliklarda ifodalangan) bog‘liq bo‘lar ekan.

Agar Quyosh va ixtiyoriy yulduz absolut yulduz kattaliklarida (M_\odot va M_*) berilgan bo‘lsa, u holda ularning yorqinliklari nisbatining logarifmi ushbu ifodadan topiladi:

$$\lg \left(\frac{L_*}{L_\odot} \right) = 0,4(M_\odot - M_*).$$

Yulduzlarning yorqinliklarini o‘rganishdan ma’lum bo‘ldiki, ularning yorqinliklari 0,0001 Quyosh yorqinligidan to bir necha o‘n ming Quyosh yorqinligigacha chegarada o‘zgarar ekan.

Juda katta yorqinlikka ega bo‘lgan yulduzlar ichida gigantlar va o‘tagigantlar alohida o‘rin tutadi. Gigantlarning asosiy qismi nisbatan past sirt temperaturasiga ($3,4 \cdot 10^3$ K) ega bo‘lib, qizilrangda bo‘lganidan ularga *qizil gigantlar* deb nom berilgan. Aldebaran (Savr yulduz turkumining eng yorug‘ yulduzi), Arktur (Hokizboqar yulduz turkumidagi eng ravshan yulduz) kabi yulduzlar gigantlarning tipik vakillaridan hisoblanadi.

O‘tagigantlar esa yorqinliklari Quyoshnikidan o‘n ming martalab ortiq bo‘lgan yulduzlar bo‘lib, ularning rangi turlicha bo‘ladi. Ko‘krangdagi o‘tagigantlarga misol qilib Rigelni (arabcha «Rij-al-Javzo» ning buzilgan talaffuzi – «Pahlavonning oyog‘i» – Orion yulduz turkumining betasi); qizil o‘tagigantlarga – Antaresni (Aqrab yulduz turkumidagi eng ravshan yulduz), Betelgey-



zeni (arabcha «Ibt-al-Javzo» ning buzilgan talaffuzi – «Pahlavonning o'ng yelkasi» – Orionning eng ravshan yulduzi) keltirish mumkin.

Turli yorqinlikdagi yulduzlarning spektrlari ham bir-birlari dan biroz farq qiladi. Shu tufayli, ba'zan spektrdagи chiziqlarga ko'ra ham uning yorqinligini baholash mumkin. Shu yo'l bilan yorqinliklari aniqlangan yulduzlarning ko'rinda yulduz kattaliklari yordamida ulargacha masofalarni aniqlash mumkin bo'ladi. Yulduzlarga masofalarni aniqlashning bu usuli *spektral parallaks* usuli deb yuritiladi.



1. Yulduzlarning yorqinligi deganda nima anglashiladi?
2. Yulduzlarning absolut kattaliklari va yorqinliklari orasida qanday bog'lanish mavjud?
3. Yulduzlarning ko'rinda yulduz kattaliklariga qarab, ularning yorqinliklarini baholash mumkinmi?
4. Yulduzlarning yorqinliklari Quyosh yorqinligi birligida ($L_{\odot} = 1$) qanday chegaralarda o'zgaradi?
5. Yulduzlarning yorqinligi ularning temperaturasiga bog'liqmi? O'lchamiga-chi?

5- §. Yulduzlarning spektri va spektral sinflari

Astronomlar yulduzlarga tegishli muhim ma'lumotlarni ularning spektrlarini tahlil qilib qo'lga kiritadilar. Yulduzlarning spektri, xususan, Quyoshning spektri ham chiziqli yutilish spektri bo'lib, yorug' tutash spektrining fonida atomlar, ionlar va molekulalarga tegishli yutilish (fraungofer) chiziqlaridan tashkil topadi.

Yulduzlarning spektrlari bir-biridan ularda to'lqin uzunligi bo'yicha nurlanish energiyasining turlicha qiymat bilan taqsimlanishiga ko'ra farqlanadi. Shuningdek, bu spektrlar, ularda atmosferaning kimyoviy tarkibini aks qilgan turli elementlarga tegishli chiziqlari va shu chiziqlarning intensivliklari bilan ham bir-biridan farq qiladi.

Temperaturalari bir-biriga yaqin yulduzlarning kimyoviy tarkibi bir-biridan keskin farq qilmaydi. Yulduzlar spektrida eng ko'p tarqalgan elementlar – vodorod bilan geliydir. Bu elementlarning yulduz spektrida kuzatilgan intensivlik darajasi, mazkur



yulduz atmosferasining fizik holatini belgilab, ko‘p jihatdan uning temperaturasiga bog‘liq bo‘ladi.

Yulduzlarning spektrlari yettita asosiy spektral sinflarga guruhlangan. Ular lotin alifbosida ifodalanib, quyidagi tartibda joylashadi: O–B–A–F–G–K–M. Ma’lum sinfga guruhlangan spektrlar, o‘z navbatida, yana o‘ntadan sinfchalarga ajratilgan. Masalan, A sinf yulduzлари A0, A1, A2, … A9 sinfchalarga bo‘lingan (Quyosh o‘z spektriga ko‘ra G2 sinfga kiradi).

Sinflar ketma-ketligi, eng avvalo, yulduzlarning temperaturasi va ranglari ketma-ketligida o‘z aksini topadi. Nisbatan sovuq – qizil yulduzlarning spektrida neytral atomlarning va hatto molekular birikmalarning chiziqlari ko‘p uchragani holda, qaynoq havorang yulduzlarning spektrida ionlashgan atomlarning chiziqlari ko‘p uchraydi.

O sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida ionlashgan geliy, uglerod, azot va kislorodning intensiv yutilish chiziqlari, shuningdek, spektrning ultrabinafsha qismida ayrim kimyoviy element atomlarining ko‘p marta ionlashgan chiziqlari ham uchraydi. Havorang bunday yulduzlarning temperaturasi 25000–30000 gradusgacha boradi.

B sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida neytral geliy chiziqlari juda intensiv bo‘ladi. Oq-ko‘kish rangdagi bunday yulduzlarning temperaturasi ~17000 K atrofida.

A sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida vodorodning yutilish chiziqlari intensiv bo‘lib, yulduz oqrangda, temperaturasi ~11000 K bo‘ladi.

F sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida vodorod chiziqlari kuchsizlanib, kalsiyning ionlashgan chiziqlari intensiv bo‘ladi. Och sarg‘ish rangli, temperaturasi ~7000 K.

G sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida (jumladan, Quyoshnikida) metallarga tegishli neytral va qisman ionlashgan atomlarning chiziqlari intensiv va keng tarqalgan. Vodorodning chiziqlari ancha kuchsizlangan (intensivligi pasaygan) bo‘ladi. Temperaturasi ~6000 K.

K sinfga kiruvchi yulduzlar spektrida, metallarning yutilish chiziqlari bilan birga, molekular birikmalarning ham chiziqlari kuzatiladi. Rangi zarg‘aldoq, temperaturasi ~3500 K.



M sinfga kiruvchi yulduzlar spektrida esa molekulalarning spektral polosalari (ayniqsa titan oksidiga tegishli) intensiv tus oladi. Qizilrangli, temperaturasi 2500 K.

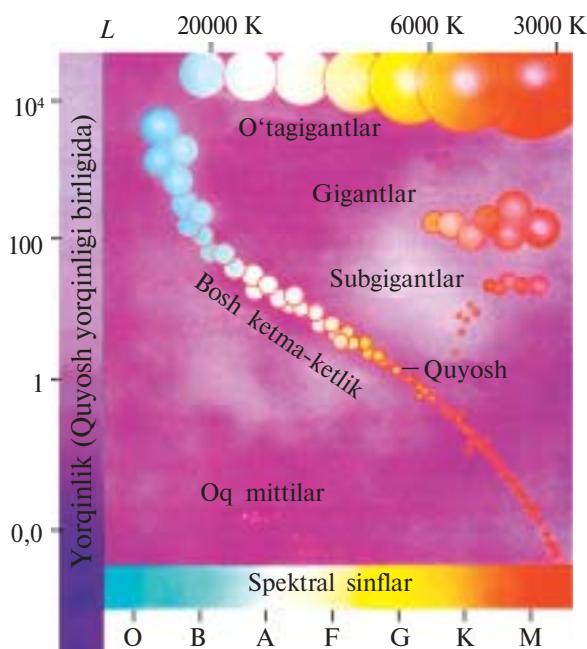
Yulduzlar spektrining turlicha bo‘lishi ularning atmosferasidagi fizik sharoitga, kimyoviy tarkibining turli-tumanligiga va, eng muhimmi, turli xil temperaturaga ega ekanliklari bilan tushuntiriladi. Yulduzning temperaturasi ortgan sayin uning atmosferasidagi molekulalar atomlarga parchalanadi. Yanada yuqori temperaturada atomlar ham parchalanib, elektronlarini yo‘qotadi va ionlarga aylanadi. Bu narsa yulduzlarning spektral sinflarini tahlilidan oson ko‘rinadi.



1. Yulduzlarning aksariyati qanday spektrga ega?
2. Yulduzlarning spektral sinflari haqida nima bilasiz?
3. Yulduzlarning spektral sinflari ularning temperaturasi va rangiga qanday bog‘langan?
4. Quyoshga o‘xshash yulduzlarning rangi va spektri taxminan qanday?
5. Qaynoq (O sinf) va nisbatan sovuq (M sinf) yulduzlarning spektrida qanday farq bor?

6- §. Spektr-yorqinlik diagrammasi

Yulduzlarning spektral sinflari va ularning temperaturalari orasida bog‘lanish borligi kuzatishlardan ma’lum bo‘ldi. Shuningdek, yulduzlarning yorqinligi ularning absolut yulduz kattaliklari orqali ifodalanishi ham mumkin ekanligi aniq bo‘lgach, olimlar bu ikki juft bog‘lanishlar orasida ham bog‘lanish bo‘lishi kerak degan gumon bilan uni qidirishga kirishdilar. Bunday bog‘lanishni bir-biridan bexabar holda XX asrning boshlarida daniyalik astronom Gershpprung va amerikalik astrofizik Ressel aniqladilar. Ular yulduzlarning yorqinliklari va spektral sinflari orasidagi bog‘lanishni xarakterlovchi grafikni oldilar. Ma’lum bo‘lishicha, agar koordinata o‘qlaridan biri bo‘yicha yulduzlarning spektral sinflari, ikkinchisi bo‘yicha esa ularning absolut yulduz kattaliklari qo‘yilsa, yulduzlarning bu parametrlari orasidagi bog‘lanishlari bir necha guruhga ajralgan holdagi grafik ko‘rinishda namoyon bo‘lar ekan. Bunday bog‘lanishlarni ifodalovchi diagramma keyinchalik



110- rasm. Spektr-yorqinlik diagrammasi.

spektr-yorqinlik yoki *Gersshprung–Ressel diagrammasi* deb ataladigan bo‘ldi. Spektr-yorqinlik diagrammasida yulduzlarning absolut yulduz kattaliklariga parallel o‘qda, logarifmik shkalada yulduzlarning yorqinliklarini (Quyosh yorqinligi birligida, $L_{\odot} = 1$), spektral sinflari o‘qiga parallel o‘qda esa ularning rang ko‘rsatkichlarini yoki effektiv temperaturalarini olish mumkin (110- rasm).

Gersshprung–Ressel diagrammasi umumiy fizik tabiatga ega bo‘lgan yulduzlarni turli guruhlarga ajratib, ularning temperaturasi, yorqinligi, spektral sinfi va absolut kattaliklari kabi parametrlari orasidagi bog‘lanishlarni aniqlashga imkon beradigan va yulduzlar fizikasini o‘rganishda muhim ahamiyat kasb etgan diagramma hisoblanadi.

Bu diagrammada yulduzlarning asosiy qismi *bosh ketma-ketlik* deyiluvchi egrilik bo‘ylab joylashib, uning chap qismida yorqinliklari yuqori bo‘lgan boshlang‘ich spektral sinflarga tegishli



yulduzlar joylashadi va o‘ng tomonga borgan sayin yulduzlarning yorqinliklari (binobarin, temperaturalari) pasaya borib, keyingi sinflarga tegishli yulduzlar (bosh ketma-ketlik egriligidan) joy oladi.

Bosh ketma-ketlik egriligidan yuqorida nisbatan past temperaturali, biroq diametri juda katta va shuning uchun ham yuqori yorqinlikka ega bo‘lgan, absolut yulduz kattaliklari -4^m , -5^m li o‘tagigant va gigant (absolut yulduz kattaliklari 0^m atrofida) yulduzlar joylashadi. Diagrammaning quyi qismida, asosan A spektral sinfiga va nisbatan kam yorqinlikka ega bo‘lgan alohida guruh – mitti yulduzlar joylashadi.

Diagrammada yulduzlarning bir tekis taqsimlanmasligi ularning yorqinliklari va temperaturalari orasida sezilarli bog‘lanish borligidan darak beradi. Bu bog‘lanish, ayniqsa, bosh ketma-ketlikka 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-ketliklarning ochilishiga olib keladi. Mazkur ketma-ketliklar *yorqinlik sinflari* deb yuritiladi va ular I dan VII gacha rim raqamlari bilan belgilanadi (111- rasm). Bu raqamlar esa, o‘z navbatida, yulduzning spektral sinfidan keyin qo‘yiladi.

Yorqinlik sinflari bo‘yicha yulduzlar quyidagicha guruhlarga taqsimlanadi:

I sinf – o‘tagigantlar. Bu yulduzlar Gersshprung–Ressel diagrammasining tepe qismidan joy olib, o‘zлари ham yana bir necha ketma-ketliklarga (I_{ao} , I_a , I_{ab} va I_b) bo‘linadi.

II sinf – ravshan gigantlar;

III sinf – gigantlar;

IV sinf – subgigantlar;

V sinf – bosh ketma-ketlikning yulduzlari;

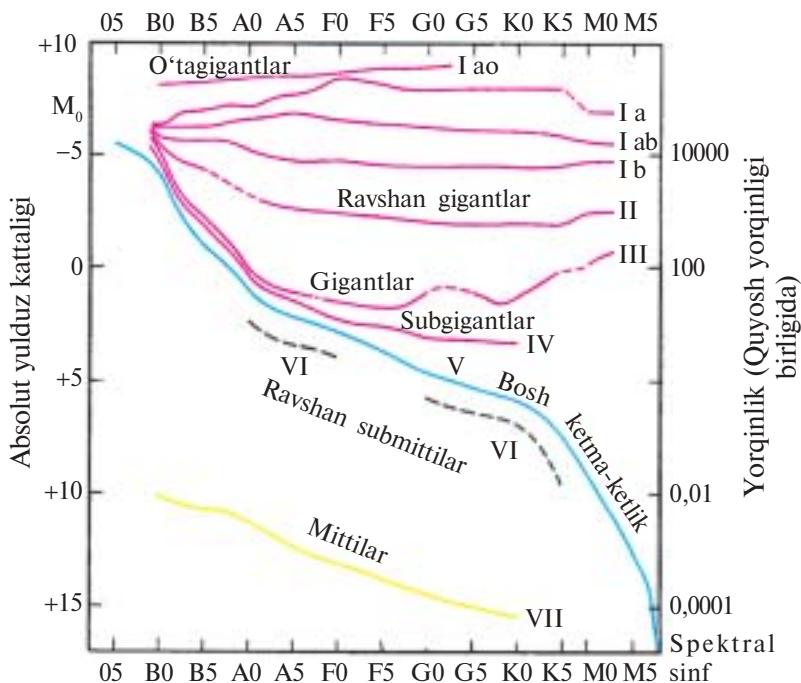
VI sinf – ravshan submittilar. Bosh ketma-ketlikdan taxminan bir yulduz kattaligiga farq qilib, uning ostidan joy oladi;

VII sinf – oq mitti yulduzlar, diagrammaning quyi qismidan joy oluvchi yulduzlardir.

Biror yulduzni ma’lum yorqinlik sinfiga tegishliligi spektral sinfnинг maxsus belgilari orqali aniqlanadi. Masalan, o‘tagigantlarning spektri spektrida keng chiziqlari bo‘lgan oq mitti yulduz-



VIII. Yulduzlar



111- rasm. Yulduzlarning yorqinlik sinflari.

larnikidan farq qilib, ingichka hamda konturi juda chuqur (intensivligi yuqori) spektral chiziqlarga ega bo‘ladi. Ma’lum spektral sinfga tegishli mitti yulduzlarning shunday spektral sinfdagi gigantlardan farqi shundaki, mitti yulduzlarning spektrida ayrim metall chiziqlari gigantlarnikiga nisbatan kuchsiz bo‘lgani holda, boshqa metallarga tegishli chiziqlari, intensivliklariga ko‘ra, juda kam farq qiladilar.

Yulduzlarning spektral sinflari ularning yorqinlik sinflari bilan qo‘shib o‘rganilganda, yulduzlarning absolut kattaliklarini aniqlashga imkon beradi. Yulduzlarning aniqlangan absolut yulduz kattaliklari esa, o‘z navbatida, yulduz largacha masofani aniqlashga imkon beradi.

Yulduzar yorqinligining ularning spektridagi aniq chiziqlar intensivliklarining nisbatiga empirik bog‘liqligiga asoslangan yulduz largacha masofalarini aniqlash metodi, yuqorida eslatilganidek, spektral parallaks metodi deb yuritiladi.



Spektral parallaks metodining trigonometrik metodlardan afzalligi shundaki, spektral parallaks juda katta masofada yotgan va spektrlarini olish imkon bo‘lgan barcha yoritgichlarning ham masofalarini aniqlashga imkon beradi (VIII, 4- §).



1. Spektr-yorqinlik diagrammasi yulduzlarga tegishli qanday fizik parametrlarni o‘zaro bog‘laydi?
2. Bu diagrammadagi yulduzlarga tegishli «spektral sinflar» va «yorqinlik» o‘qlariga, mos ravishda, parallel joylashgan o‘qlarda qanday parametrlar joylashadi?
3. Bosh ketma-ketlikda yotuvchi yulduzlar qanday xususiyatlari bilan gigantlar va mittilardan farq qiladi?
4. Gigant va o‘tagigant yulduzlar qanday yulduzlar?
5. Mitti yulduzlar-chi?
6. Yulduzlarning yorqinlik sinflaridan qaysilarini bilasiz?

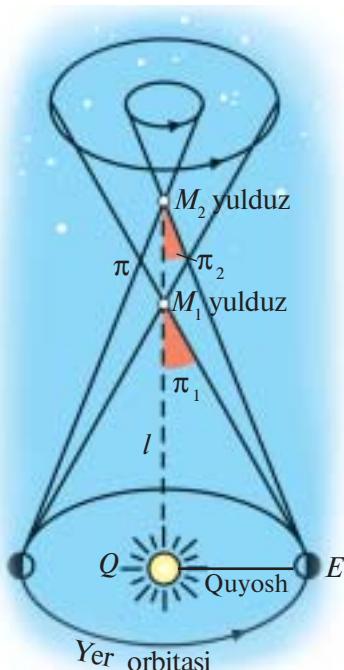
7- §. Yillik parallaks va yulduzlargacha masofani aniqlash

Yulduzlargacha masofani aniqlash ularning yillik parallaktik siljishlariga asoslanadi. Quyosh atrofida radiusi qariyb 150 million kilometrli aylana bo‘ylab harakatlanayotgan Yerdagi kuzatuvchi, yaqindagi yulduzlarning uzoqdagi yulduzlar fonida siljib, bir yilda aylana (yulduz Yer orbita tekisligiga tik yo‘nalishda joylashganda), ellips (yulduz Yer orbita tekisligiga burchak ostida joylashganda) chizishini kuzatadi.

Yoritgichning parallaktik siljishi deb yuritiluvchi bunday chizmalarning (aylana yoki ellips) yoy o‘lchami, yulduzning uzoqligiga ko‘ra turlicha kattalikda bo‘lib, u mazkur yoritgichdan qaralganda, qarash chizig‘iga tik bo‘lgan Yer orbitasi radiusining ko‘rinish burchagi π ni o‘lhashga imkon beradi (112- rasm). Yoritgichning yillik parallaksi deyiluvchi bu π burchak esa, o‘z navbatida, shu yoritgichning Quyosh sistemasidan (demak, Yerdan) uzoqligini o‘lhashga imkon beradi. Darhaqiqat, to‘g‘ri burchakli uchburchak QEM_1 (yoki QEM_2)dan

$$\sin \pi'' = \frac{r}{l} \quad \text{yoki} \quad l = \frac{r}{\sin \pi''},$$

bu yerda r – Yer orbitasining radiusini, l – esa yoritgichgacha masofani xarakterlaydi. Yillik parallaks burchagi π juda kichik bo‘lib, yoy sekundining ulushlarida o‘lchanidan, yoritgichga-

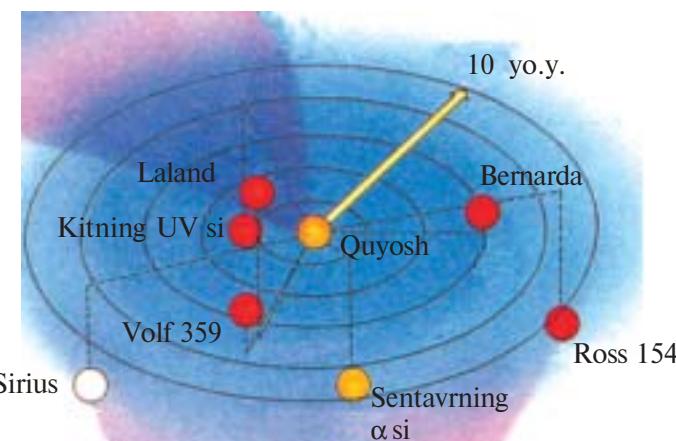


112- rasm. Yulduzlarning yillik parallaksi.

cha masofa ($r = a \cdot b$): $l = \frac{r}{\pi \cdot \sin l''} = \frac{1 \cdot 206265}{\pi} a \cdot b$ formula yordamida hisoblanadi. Agar masofa parseklarda o'lchansa $l = \frac{1}{\pi''}$ bo'ladi.

Birinchi marta 1886-yilda shunday usul bilan Vega (Liraning alfasini)ning yillik parallaksi o'lchanib, bu yulduzgacha masofani mashhur Pulkovo (Rossiya) observatoriyasining asoschisi V.Y.Struve aniqladi. Bunday usul bilan nisbatan yaqin ($\pi \geq 0,01''$) yulduzlarga masofalar aniqlanadi. Shunday usul bilan Quyoshdan 10 yorug'lik yilicha masofada yotgan yulduzlar 113- rasmda keltirilgan. Juda uzoqdagi yulduzlarga masofa esa ularning ko'rinxma va absolut kattaliklari (m, M) asosida ushbu formula yordamida topiladi:

$$\lg r = \frac{m - M}{5} + 1 \text{ (pk).}$$



113- rasm. Quyoshdan 10 yo.y. masofagacha joylashgan yulduzlar.



1. Yulduzlarning yillik parallaksi deb nimaga aytildi?
2. Ma'lum bir yulduz uchun yillik parallaks burchagini chizmada ko'rsating.
3. Yulduzning berilgan yillik parallaks burchagiga ko'ra uning uzoqligi parseklarda qanday topiladi?
4. Yillik parallaks yulduzlargacha masofani hisoblashning yagona usulimi?
5. Yulduzlargacha masofani o'lhashning yana qanday usuli mavjud?
6. Spektral parallaks asosida yulduzlargacha masofa qanday topiladi?
7. Bu usullardan qaysi biri Quyoshga nisbatan yaqin yulduzlar uchungina qo'llaniladi?

8- §. Yulduzlarning o'lchamlarini hisoblash

Yulduzlar juda uzoq masofada bo'lganliklaridan, eng yirik teleskoplar orqali qaralganda ham, ular asosan nuqta shaklida ko'rindi. Faqat ayrim yulduzlarning burchak o'lchamlarinigina maxsus teleskoplar – yulduz interferometrlari yordamida o'lhashning iloji bor.

Yulduzning bu usul bilan aniqlangan ko'rinchma diametri (d''), ungacha masofa L ma'lum bo'lganda, yulduzning chiziqli o'lchami (diametri) D ushbu ifodadan topiladi: $D = L \sin d''$. Biroq, aksariyat yulduzlar nuqta ko'rinishida bo'lganidan, ularning o'lchamlarini topish uchun boshqa usuldan foydalilaniladi.

Ma'lumki, yulduzlarni absolut qora jism deb qarab, ularning to'la nurlanish quvvatini Stefan–Bolsman qonuniga ko'ra $L_* = S_* \cdot \sigma T_*^4$ deb yozish mumkin. Bu yerda σ – Stefan–Bolsman doimiysi $5,7 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$, S – yulduzning sirtini (shar sirti), T – sirt temperaturasini ifodalaydi. Shar sirti $S = 4\pi R^2$ bo'lganidan yulduzlarning yorqinligi $L_* = 4\pi R_*^2 \cdot \sigma T_*^4$ bo'ladi. Agar bu ifodani Quyosh uchun yozsak: $L_\odot = 4\pi R_\odot^2 \cdot \sigma T_\odot^4$ bo'ladi. Bu ifodalarning mos tomonlarining nisbatini olsak, $\frac{L_*}{L_\odot} = \left(\frac{T_*}{T_\odot} \right)^4 \cdot \left(\frac{R_*}{R_\odot} \right)^2$ ifodaga erishamiz.

Yulduzning yorqinligi L_* va temperaturasini boshqa yo'llar bilan aniqlab, uning radiusini Quyosh radiusi birliklarida ($R_\odot = 1$) yuqorida tenglikdan topsak, u



$$\lg R_* = \frac{1}{2} \lg \frac{L_*}{L_\odot} - 2 \lg \frac{T_*}{T_\odot}$$

bo‘ladi.

Quyoshning radiusi uning ko‘rinma radiusiga ($\rho = 16'$) ko‘ra,

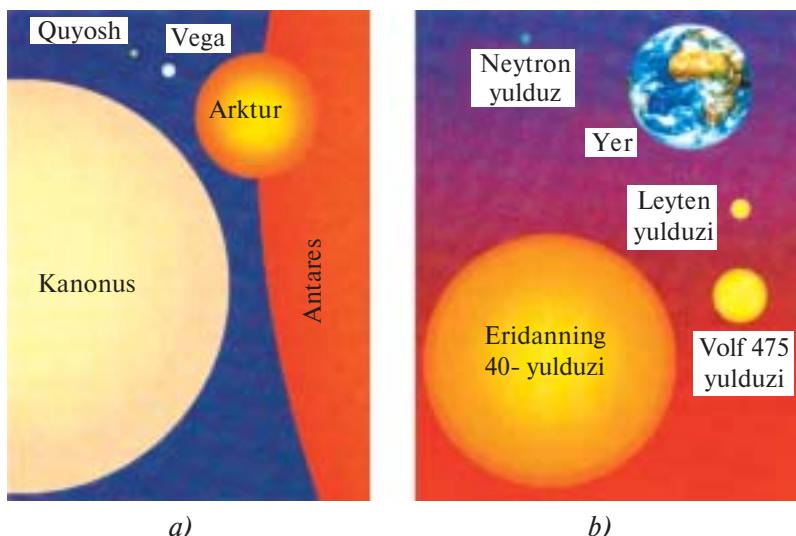
$$\operatorname{tg} \rho = \frac{R_\odot}{\Delta},$$

bu yerda $\Delta = 1,5 \cdot 10^{11}$ m – Quyoshdan Yergacha o‘rtacha məsofa. U holda Quyoshning radiusi:

$$R_\odot = 1,5 \cdot 10^{11} \cdot \operatorname{tg} 16' \approx 7 \cdot 10^8 \text{ m}$$

yoki taxminan 700000 kilometrga teng.

Gigant va o‘tagigant yulduzlar ichida radiusi Quyoshnikidan ming martacha kattalari uchraydi. Sefey yulduz turkumidagi VV deb nomlangan yulduzning radiusi Quyoshnikidan 6000 marta katta-lik qiladi. Katta It yulduz turkuming eng yorug‘ yulduzi Siriusning radiusi Quyoshnikidan 2 martacha katta, ya’ni 1400000 km. Ba’zi yulduzlar esa, aksincha, Quyoshdan bir necha o‘nlab marta kichik va diametrlari planetalarniki kabi, atigi bir necha ming kilo-



114- rasm. Quyosh o‘lchami gigant yulduzlar (a) va Yer o‘lchami mitti yulduzlar (b) bilan solishtirilganda.



metrni tashkil etadi. Bunday yulduzlarning aksariyati oqrangda bo‘lib, *oq mittilar* deb yuritiladi. 114- rasmida qizil gigantlar va oq mittilarning o‘lchamlari Quyoshning va Yerning o‘lchamlari bilan solishtirilgan.



1. Yulduzlarning o‘lchamlarini aniqlashning qanday usullarini bilasiz?
2. Yulduzlarning yorqinliklari va radiuslari orasida qanday bog‘lanish mavjud?
3. Gigant va o‘tagigant yulduzlarning radiusini Quyosh radiusi bilan solishtiring.
4. Mitti yulduzlarni Yer va Quyosh radiuslari bilan solishtirib baho lang.

9- §. Yulduzlarning massalarini hisoblash

Yulduzlarni xarakterlovchi eng muhim kattaliklardan biri ularning massalaridir. Yulduzlarga tegishli ko‘plab parametrlar u yoki bu darajada massalariga bog‘liqdir. Boshqa parametrlaridan farqli o‘laroq, yulduzlarning massalarini aniqlash eng murakkab masalalardan hisoblanadi. Agar yulduzning atrofida yo‘ldoshi bo‘lsa, yulduzning unga gravitatsion ta’siri asosida yulduzning massasini baholash mumkin.

Shu yo‘l bilan Quyoshning atrofida aylanuvchi planetalarning davrlari va Quyoshdan o‘rtacha uzoqliklariga ko‘ra aniqlangan Quyoshning massasi $2 \cdot 10^{30}$ kg ni tashkil etadi.

Yulduzlar atrofida ularning xususiy yo‘ldoshlarining aksariyat holda ko‘rinmasligi (ayrimlarini hisobga olmaganda) tufayli bu usul bilan ularning massalarini aniqlashning iloji yo‘q. Biroq ko‘p hollarda yulduzlar qo‘shaloq holda uchrab, ularning umumiyligi massa markazi atrofida aylanish davrlariga ko‘ra massalarini hisoblashning imkonи mavjud. Bunda Keplerning Nyuton tomonidan aniqlashtirilgan qonunidan foydalilaniladi. Qo‘shaloq yulduzlarning bu usul bilan aniqlangan massalari, hisoblashlarning ko‘rsatishi-cha, 0,1 Quyosh massasidan 100 Quyosh massasigacha bo‘lar ekan. Massalari $10-50 M_{\odot}$ chegarasida bo‘lgan yulduzlar nisbatan kam uchraydi.



Eng kichik massali yulduzlar ham planetalardan yuzlab marta ortiq massaga ega. 0,1 Quyosh massasidan kichik «yulduzlar» yorug‘lik nurlarida nurlana olmaydi, ya’ni yulduz sifatida namoyon bo‘la olmaydi.

Massalari aniqlangan yulduzlarni ularning yorqinliklari bilan solishtirib o‘rganish natijasida, bu ikki fizik kattalik orasida bog‘-lanish borligi aniqlandi: yulduzning yorqinligi uning massasining taxminan to‘rtinchı darajasiga proporsional ekan, ya’ni:

$$\frac{L_*}{L_\odot} = \left(\frac{M_*}{M_\odot} \right)^4.$$

Bundan ko‘rinishicha, yulduz Quyoshdan uch barobar ortiq massaga ega bo‘lsa, uning yorqinligi Quyoshnikidan 81 marta ortiq bo‘lar ekan.

Massa va yorqinlik orasidagi bunday bog‘lanish asosida yorqinliklari aniqlangan yulduzlarning massalarini topish mumkin. Bu hozirgacha astronomiyada yo‘ldoshi aniqlanmagan yoki qo‘shaloq sistemani tashkil etmagan yakka yulduzlarning massalarini aniqlashning birdan bir yo‘li hisoblanadi.



1. Alohida olingan yulduzning massasini hisoblash mumkinmi?
2. Qo‘shaloq yulduzlarning massalari qanday qonunga tayanib topiladi?
3. Quyoshning massasi qanday topilgan?
4. Yulduzlarning yorqinliklari, ularning massalari bilan qanday munosabatda bo‘ladi?
5. Yulduzlarning massalari Quyosh massasi birligida qanday chegaralarda o‘zgaradi?

10- §. Qo‘shaloq yulduzlar

Bir qarashda osmonda yulduzlar yakka-yakka uchraydigandek tuyulsa-da, aslida ularning ko‘pchiligi ikitadan, uchtadan va undan ham ko‘proq holda o‘zaro dinamik bog‘langan ko‘rinishda bo‘ladi. Bular ichida ayniqsa qo‘shaloqlari (ya’ni juft holdagilari) ko‘proq uchraydi. Biroq qo‘shaloq ko‘ringan yulduzlarning hammasi ham aslida qo‘shaloq bo‘lavermaydi. Ularni ichida turli masofalarda yotib, o‘zaro hech ham dinamik bog‘lan-



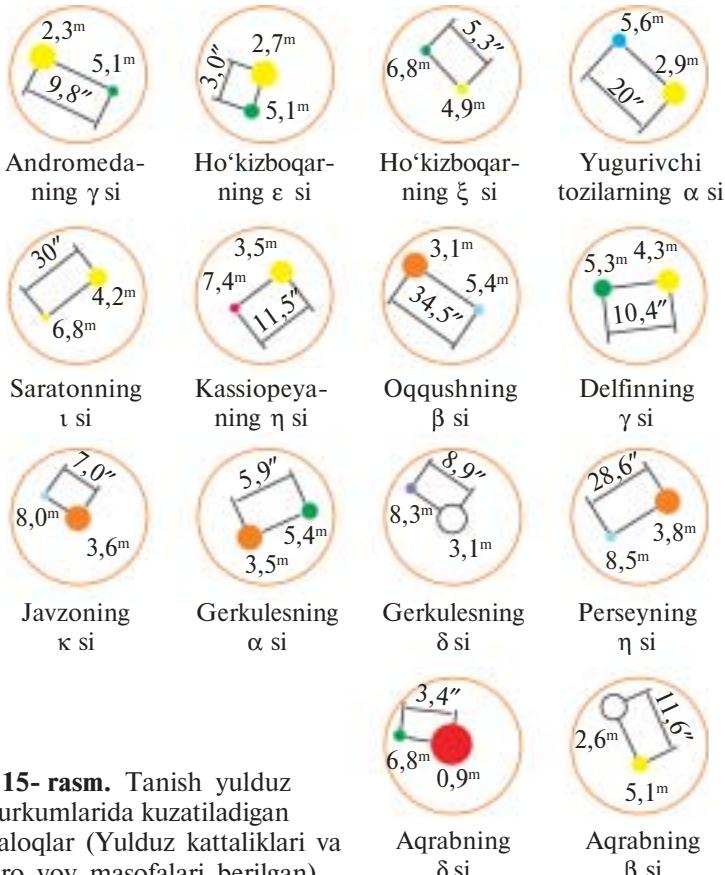
magan va ma'lum bir qarash chizig'i yaqinida yotganlardan osmonda bir-biriga yaqindek tuyulganlari ham ko'p bo'ladi. Bunday yulduzlar *optik qo'shaloqlar* deyiladi. Bizni o'zaro dinamik bog'langan haqiqiy yoki fan tili bilan aytganda, *fizik qo'shaloq* yulduzlar qiziqtiradi.

Agar fizik qo'shaloq yulduzlarning tashkil etuvchilari, quvvatli teleskop bilan qaralganda, bir-biridan bevosita ajratib ko'rish mumkin bo'lgan yoy masofada joylashgan bo'lsa, ularni *vizual qo'shaloqlar* deyiladi. O'zaro juda kichik burchak masofada joylashgan qo'shaloq yulduzlarni bevosita ajratib ko'rishning hech iloji yo'q bo'lib, ularning qo'shaloqligi fotometrik yoki spektral metod yordamida aniqlanadi. Shunga ko'ra ular, mos ravishda, *tutiluvchi qo'shaloqlar* va *spektral qo'shaloqlar* deb yuritiladi.

Vizual qo'shaloq yulduzga misol qilib, ko'pchilikka yaxshi tanish bo'lgan, Katta Ayiq (Cho'mich) yulduz turkumidagi «cho'-mich bandi»ning oxiridan ikkinchi yulduzini olish mumkin. Qadimda arablar u yulduzga Alqor (Chavandoz) deb ot qo'yishgan. Uning yaqinidagi ko'z zo'rg'a ilg'aydigan yulduzcha Mitsar deb nomlanadi. Bu ikki yulduz o'zaro dinamik bog'lanishdagi vizual qo'shaloqlardir. Ularning orasi atigi 11'. Oddiy dala durbini orqali vizual qo'shaloqlardan ko'pini ko'rish mumkin (115- rasm). 116- rasmda vizual qo'shaloqlarning vakili Katta Ayiqning ξ sining asosiy yulduzga nisbatan kuzatilgan yo'ldoshning orbitasi keltirilgan.

Tutiluvchi qo'shaloq yulduzlarning tipik vakili qadimda arablar aniqlagan va Algul («Devning ko'zi» ma'nosini beradi) deb atagan Persey yulduz turkumining β yulduzidir. Bu qo'shaloq yulduzlarning orbita tekisliklari qarash chizig'i bo'ylab yotganidan, umumiylashtirilgan massa markazi atrofida aylanayotganda, ular bir-birini to'sib o'tadi va, natijada bu hol yulduz ravshanligini davriy ravishda (~3 sutkalik) o'zgartirib, qo'shaloqligidan darak beradi (117- rasm).

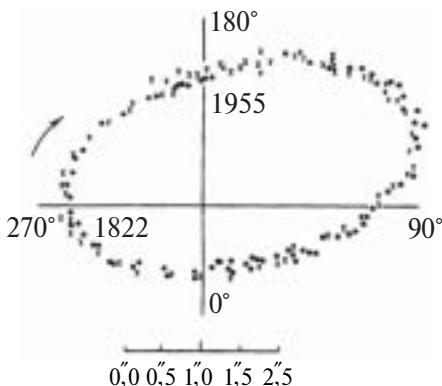
Va, nihoyat, *spektral qo'shaloq* yulduzlarning qo'shaloqligi, ularning ustma-ust tushgan spektralaridagi umumiylashtirilgan chiziqlarning (har ikkala yulduz spektrida ham mavjud chiziqlarning) bir-biriga nisbatan davriy siljishidan bilinadi.



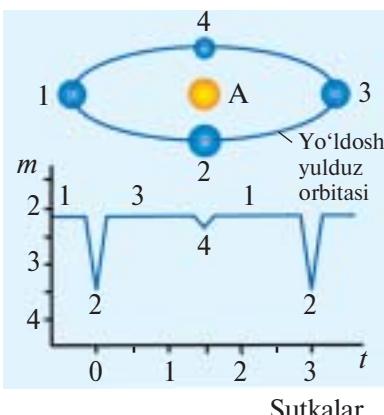
115- rasm. Tanish yulduz turkumlarida kuzatiladigan qo'shaloqlar (Yulduz kattaliklari va o'zaro yoy masofalari berilgan).

Ko'pchilik qo'shaloqlarni haqiqiy qo'shaloqmi yoki optik qo'shaloqligini aniqlash uchun ularning harakatlarini uzoq yillar kuzatishga to'g'ri keladi. Haqiqiy qo'shaloqlar tashkil etuvchilarining xususiy harakatlari deyarli bir xil ko'rinishda bo'ladi. Hozirga qadar turli metodlar yordamida topilgan zinch qo'shaloq yulduzlarning soni o'nlab mingni tashkil etadi. Ulardan 10% ga yaqinining nisbiy (bos yulduzga nisbatan) orbitalari aniqlangan.

Qo'shaloq yulduzlarning tashkil etuvchilari fazoda Kepler qonunlariga bo'yungan holda harakatlanib, ularning har ikkalasi ham ularning umumiy massalari markazi atrofida o'zaro o'xshash ellipslar bo'ylab harakatlanadi. Qizig'i shundaki, yo'ldosh yulduzning bos yulduz atrofidagi nisbiy harakat trayektoriyasi ham



116- rasm. Vizual qo'shaloq yulduz (Katta Ayiqning ё yulduzi) orbitasi.



117- rasm. Tutiluvchi qo'shaloq yuldziz:

1 – asosiy yulduzning (A) yo'ldosh yulduz bilan to'silishi; 4 – yo'ldosh yulduzning asosiy yulduz bilan to'silishi.

aynan shunday ekssentrisitetli ellipsdan iborat bo'ladi. Hosil bo'lgan bunday ellipsning katta yarim o'qi tashkil etuvchi yulduzlar elliptik orbitalarining katta yarim o'qlarining yig'indisidan iborat bo'ladi.

Agar qo'shaloq yulduzlarning umumiy massa markaziga nisbatan orbitalari katta yarim o'qlarining nisbati ma'lum bo'lsa, shu asosda ularning massalari nisbatini aniqlash mumkin. Shuningdek, yo'ldosh yulduz nisbiy orbitasining katta yarim o'qi asosida, Keplerning umumlashgan 3- qonunidan foydalanib, yulduzlar massalarining yig'indisini ham topish mumkin. Bino-barin, bu ikki tenglamadan foydalanib, qo'shaloq yulduz komponentlarining massalarini alohida-alohida topishning imkonini mavjud. Shu sababdan qo'shaloq yulduzlarni o'rganish yulduzlar evolutsiyasiga doir bilimlarning shakllanishida muhim ahamiyat kasb etadi. Chunki oxir-oqibatda yulduzlarning taqdirini ularning massalari belgilaydi.



1. Haqiqiy qo'shaloq yulduzlar va optik qo'shaloq yulduzlar bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?
2. Fizik qo'shaloq yulduzlarning qanday turlari bor?



3. Vizual qo'shaloq yulduzlar deb qanday qo'shaloqlarga aytildi?
4. Tutiluvchi qo'shaloq yulduzlar deb-chi? Tutiluvchi qo'shaloqlar ning ravshanlik egriligi nimasi bilan davriy xarakter kasb etadi?
5. Spektral qo'shaloq yulduzlarning qo'shaloqligi qanday bilinadi?
6. Qo'shaloq yulduzlar qanday nuqta atrofida elliptik orbitalar bo'ylab harakatlanadi?

11- §. Fizik o'zgaruvchan yulduzlar

Fizik o'zgaruvchan yulduzlar ravshanliklarning o'zgarishi, tutiluvchi qo'shaloq yulduzlar ravshanliklarining davriy o'zgarishidan farqli o'laroq, shu yulduzlarning qa'rida kechadigan fizik jarayonlar tufayli sodir bo'ladi. Fizik o'zgaruvchan yulduzlar, ravshanliklarning o'zgarish xarakteriga ko'ra pulsatsiyalanuvchi va eruptiv o'zgaruvchan yulduzlarga bo'linadi.

1. Pulsatsiyalanuvchi o'zgaruvchan yulduzlar – ravshanliklarning bir maromda o'zgarishi bilan xarakterlanadi. Bu xildagi o'zgaruvchan yulduzlar ravshanliklarining o'zgarishi, asosan, ularning sirt qatlamlarining pulsatsiyalanishi hisobiga bo'lgani uchun ham ular shunday nomlanadi. Pulsatsiyalanish tufayli bunday yulduzlarning radiuslari ortayotganda ularning yorqinligi va temperaturasi maksimumga erishadi, aksincha kichrayayotganda (ya'ni yulduz siqilayotganda) esa yorqinligi va temperaturasi kamayadi. Pulsatsiyalanuvchi o'zgaruvchan yulduzlar davrlarining uzunligi va ravshanliklarning o'zgarish darajasiga ko'ra sefeidlarga va Liraning RR tipidagi yulduzlarga bo'linadi.

Sefeidlar ravshanliklarning egriligi alohida shaklga ega bo'lib, ularning asosiy fizik kattaliklaridan hisoblangan ko'rinchma yulduz kattaliklarining vaqt bo'yicha o'zgarish davri bir necha sutkadan bir necha o'nlab sutkagacha yetadi. Bunday yulduzlar ravshanligining egriligi Sefey yulduz turkumi δ yulduzining o'zgarishiga o'xshaganligi uchun ham ular *sefeidlар* deb ataladi (118- rasm).

Sefeidlar ravshanligining o'zgarishi 0,1 dan 2,0 yulduz kattaligi chegarasida bo'ladi.

Sefeidlar chaqnashining maksimumida F spektral sinfga mansub yulduz ko'rinishida bo'lib, minimumida G sinfiga mansub yulduz ko'rinishini oladi. Ravshanliklarning bunday o'zgarishi yulduz temperaturasining o'rtacha 1500 gradusga o'zgarishiga mos keladi. Sefeidlar spektrida kuzatiladigan chiziqlar uning ravshanligi

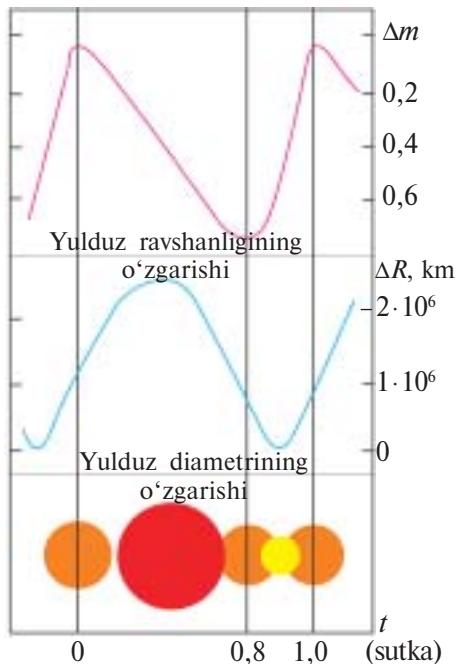


o'zgarishining fazasiga mos ravishda qizil yoki binafsha tomonga siljib turadi. Bunday siljishlar ham davriy xarakterga ega bo'lib, qizil siljishning maksimumi sefeid ravshanligining minimumiga, binafsha siljishning maksimumi esa ravshanlikning maksimumiga to'g'ri keladi. Sefeidlarning davrlari va ravshanliklari orasida bog'lanish mavjud bo'lib, ular ravshanliklarining ortishi davrlarining ortishida o'z aksini topadi.

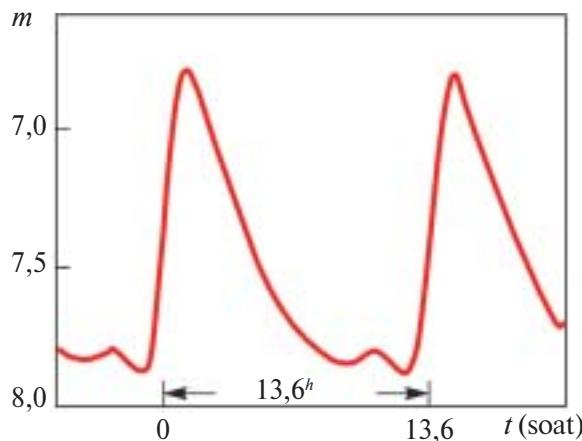
Sefeidlar F va G sinflarga kiruvchi gigant va o'tagigant yulduzlar bo'lganidan ularni Galaktikamizdan tash-qaridagi obyektlarda ham ko'rishning imkonи bor.

Liraning RR tipidagi o'zgaruvchan yulduzlar A spektral sinfiga kiruvchi gigant yulduzlar bo'lib, ravshanligining o'zgarish intervali 1–2 yulduz kattaligiga qadar boradi. Spektral sinflarining o'zgarishi A va F sinflar bilan chegaralanadi. Bu tipdagi yulduzlar ravshanliklarining o'zgarish davri 0,05 sutkadan 1,2 sutkagacha bo'lib, juda katta aniqlik bilan kuzatiladi (119- rasm).

Sefey yulduz turkumining β si yoki Katta It yulduz turkumining β si tipidagi fizik o'zgaruvchan yulduzlar ravshanligining egriligi bo'yicha RR tipidagi yulduzlarni eslatsa-da, yorqinligining juda kam o'zgarishi (0,2 yulduz kattaligida) bilan ulardan farq qiladi. Bu tipdagi yulduzlarning o'zgarish davri 3 soatdan 6 soatgacha borib, sefeidlarniki kabi, ravshanliklarining o'zgarishi davriga bog'liq bo'ladi.



118- rasm. Sefeid (Sefeyning δ tipidagi yulduz)larning ravshanligi (Δm) va radiusining o'zgarish (ΔR) egriliklari.



119- rasm. Liraning RR o‘zgaruvchi yulduzi ravshanligining o‘zgarishi.

O‘zgaruvchan yulduzlarning bu ikki asosiy turidan tashqari uzun davrli o‘zgaruvchi yulduzlar ham mavjud.

Savr yulduz turkumining RV tipidagi yulduzlar ravshanligining o‘zgarish davri nisbatan qat’iyligi 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.

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 5,5 yulduz kattaligigacha yetadi. Bunday yulduzlar yorqinligining maksimumida, ravshanligining minimumida uning spektrida kuzatilgan metall chiziqlar o‘rnini vodorodning emission chiziqlari egallaydi.



1. Fizik o‘zgaruvchi yulduzlarning qanday fizik parametrlari davriy ravishda o‘zgaradi?
2. O‘zgaruvchi yulduzlarning qanday turlarini bilasiz?
3. Sefeidlar deb qanday pulsatsiyalanuvchi yulduzlarga aytildi?
4. Uлarni o‘zgarishining xarakterli xususiyatlari nimada?
5. Liraning RR rusumidagi o‘zgaruvchi yulduzlarning o‘zgarishi, sefeidlardan farqli o‘laroq qanday kechadi?



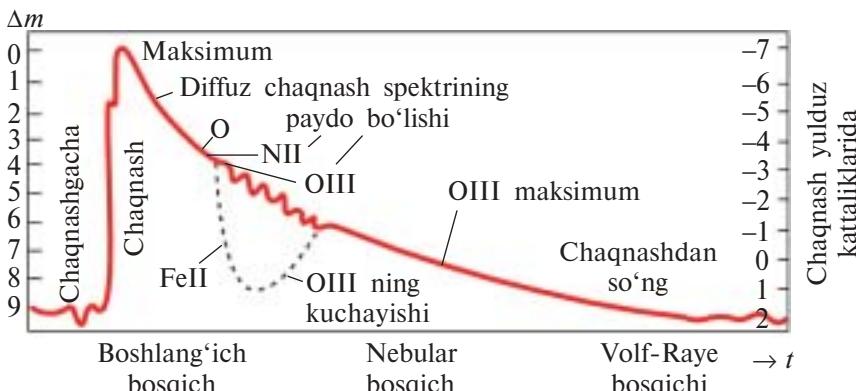
12- §. Eruptiv o'zgaruvchan yulduzlar

Eruptiv o'zgaruvchan yulduzlar nisbatan kichik yorqinlikka ega bo'lgan yulduzlar (asosan, mitti yulduzlar) bo'lib, ularning o'zgaruvchanligi vaqt-vaqt bilan qaytalanuvchi chaqnash ko'rinishida bo'ladi. Bunday chaqnashlar mazkur yulduzlardan plazmaning uloqtirilishi (erupsiyasi) bilan tushuntirilgani uchun ham ular eruptiv o'zgaruvchan yulduzlar deb yuritiladi. Eruptiv yulduzlarning tipik vakillari yangi va o'tayangi yulduzlardir.

Yangi yulduzlar eruptiv o'zgaruvchan yulduzlarning ma'lum bosqichini o'zida aks ettirib, «yangi» degan nom ularga shartli ravishda berilgan.

Bunday yulduzlar, aslida eskidan mavjud yulduzlar bo'lib, o'z evolutsiyasining ma'lum bosqichida chaqnash tufayli ravshanligi 10–13 yulduz kattaligigacha ortib, oddiy ko'z bilan ko'rinishidan ravshan yulduzga aylanadi. O'z chaqnashlarining maksimumida, ularning absolut yulduz kattaliklarining o'ttacha miqdori 8,5 yulduz kattaligigacha borib, bunda ular A–F spektral sinflarga mansub o'tagigant yulduzlar ko'rinishiga juda o'xshab ketadi.

Yangi yulduzlarning chaqnash egriligi alohida ko'rinishga ega bo'lib, u chaqnash jarayonini bir necha bosqichga ajratib o'rganishga imkon beradi (120- rasm). Chaqnashning dastlabki bosqichi juda tez, 2–3 sutkada ro'y berib, maksimumga erishishidan oldin bir «to'xtab oladi». Maksimumdan so'ng, yulduz yorqinligi



120- rasm. Yangi yulduzning chaqnash egriligi.



pasaya borib, dastlabki holatiga yetishi uchun ba'zan yillar o'tadi. Yorqinlikning dastlabki 3 yulduz kattaligiga qadar pasayish bosqichi deyarli bir tekis kechadi. Yorqinlikning keyingi 3 yulduz kattaligi pasayishi o'rta bosqich deyilib, bunda yulduz yorqinligi bir tekis tushishi yoxud tushish tebranishlar bilan kechishi mumkin va, nihoyat, chaqnash so'nishining oxirgi bosqichi yana bir tekis kechib, oqibatda yulduz chaqnashgacha bo'lgan yorqinligiga erishadi.

Yangi yulduzlarning chaqnash mexanizmi haqida hozirgacha aniq bir fikrga kelinmagan. Bu to'g'ridagi mavjud gipotezalarning biriga ko'ra, yulduzning chaqnashi uning ichida kechayotgan fizik jarayonning oqibati deyilsa, boshqasida bu hodisada tashqi omillar ta'siri asosiy rol o'ynaydi deb qaraladi.

Yangi yulduzlarning portlash jarayoni, zich qo'shaloq yulduzlarning o'zaro modda almashinishi natijasida ro'y beradi, degan gipoteza bu borada e'tiborga sazovor gipotezalardan sanaladi. Bordi-yu, asosiy yulduzning vodorodga boy bir qism moddasi, yo'ldosh hisoblanmish oq mitti yulduz sirtiga tushsa, uning sirtida termoyadro sintezi bilan kechadigan portlash (chaqnash) ro'y berib, katta miqdorda energiya ajraladi. Yangi yulduzlar chaqnash davrida to'la nurlanish energiyasi $10^{38}-10^{39}$ J ni tashkil etib, buni Quyosh bir necha o'n ming yildagina berishi mumkin.

Yulduz sirtida portlash ro'y berganda, uning sirtidan ulkan massali moddasi ($\text{taxminan } 10^{-4}-10^{-5} M_{\odot}$) $1500-2000$ km/s gacha tezlik bilan uloqtiriladi. Oqibatda, yangi yulduz atrofida tarqalayotgan gaz ulkan tumanlikni vujudga keltiradi. Kuzatishlar natijasida, nisbatan yaqinda joylashgan barcha yangi yulduzlar ning atrofida, haqiqatan ham, kengayuvchi shunday gaz tumanliklar kuzatadi.

To hozirga qadar fanga 300 ga yaqin chaqnagan yangi yulduz ma'lum bo'lib, ularning 150 ga yaqini o'zimizning Galaktikamizda, 100 ga yaqini qo'shni Andromeda tumanligida kuzatilgan.

O'tayangi yulduzlar ham eruptiv o'zgaruvchan 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. Yulduz o‘z ravshanligining maksimumiga erishganda o‘zi joylashgan Galaktika ravshanligiga, ba’zan undan ham bir necha marta ko‘p ravshanlikka ega bo‘ladi. Ravshanligining maksimumida, uning absolut yulduz kattaligi -18 dan to -19 yulduz kattaligigacha yetadi. 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 yulduzlarning umumiy nurlanish energiyasi 10^{41} – 10^{42} Joulni tashkil etadi.

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 quvvatililaridan hisoblanadi. Bu yulduzni, uning portlashdan so‘ng bir necha kun davomida kunduzi ham ko‘rishning iloji bo‘ldi. Chaqnash paytida bunday yulduzlar, 0,1 dan to 1,0 Quyosh massasiga miqdoriga teng o‘z moddasini 6000 km/s gacha tezlik bilan yulduzlararo bo‘shliqqa uloqtiradi. Salkam 1000 yilga yaqin vaqt o‘tganiga qaramay, bu yulduzdan uloqtirilgan gaz massasi, hozirgi kunda ham, sekundiga salkam 1000 km tezlik bilan kengayishda davom etmoqda. Chaqnagan yulduz atrofida tarqalayotgan bu gaz massasi juda ulkan gaz tumanlikni hosil qilgan. Savr yulduz turkumidagi bu tumanlik Qisqichbaqasimon tumanlik nomi bilan mashhur (121- rasm). 1572- yili boshqa bir o‘tayangi yulduz daniyalik astronom Tixo Brage tomonidan Kassiopeya yulduz turkumida, 1604- yili esa Kepler tomonidan Ilon Eltuvchi yulduz turkumida kuzatildi.



121- rasm. Savr yulduz turkumidagi Qisqichbaqasimon tumanlik – 1054- yilda portlagan o‘tayangi yulduzning qoldig‘i.



VIII. Yulduzlar

Garchi o‘tayangi yulduzlarning chaqnash mexanizmiga doir masala hali uzil-kesil hal etilmagan bo‘lsa-da, biroq bu hodisa 2–3 Quyosh massasiga teng yulduzlar evolutsiyalarining oxirgi bosqichlarida vujudga keladigan nomuvozanatlilikning oqibati ekanligi aniq.



- 1.** Eruptiv o‘zgaruvchi yulduzlar deb qanday o‘zgaruvchi yulduzlarga aytildi?
- 2.** Yangi yulduzlar chaqnashi qanday kechadi? Ular haqiqatan ham yangimi?
- 3.** O‘tayangi yulduzlar yangi yulduzlardan nimasi bilan farq qiladi?
- 4.** Galaktikamizda nechta o‘tayangi yulduz kuzatilgani haqida ma’lumotlar bor?
- 5.** O‘tayangi yulduzlarning qoldig‘i qanday osmon obyektlariga aylanadi?
- 6.** Qisqichbaqasimon tumanlik qaysi o‘tayangi yulduzning qoldig‘i ekanini bilasizmi?



IX

KOINOTNING TUZILISHI VA EVOLUTSIYASI

1- §. Galaktikalarning ochilishi. Bizning Galaktika

XX asrning boshlariga qadar Koinot, bizning yagona yulduzlar sistemamiz – Galaktikamiz bilan chegaralangan degan fikr hukmronlik qilardi. Keyinchalik olimlar, Galaktikamizdan tashqarida yana ko‘p yirik yulduz sistemalari mavjud degan fikrga keldilar. Uzoqdagi bunday yirik yulduz sistemasi tumanlik shaklida bo‘lishini anglagan astronomlar, birinchi navbatda, ularni osmonning turli tomonlaridan joy olgan tumanliklardan izladilar.

Bunda ko‘pchilik tumanliklar yulduzlardan tarkib topmaganligi spektrlaridagi emission (nurlanish) chiziqlari tomonidan oshkor qilinib, ular aslida yulduzlararo diffuz gaz tumanliklar ekanligi ayon bo‘ldi. Biroq shu bilan birga olimlar spektrlari yulduzlearning spektriga o‘xhash o‘nlab yulduzlarning yirik to‘dalarini ham topdilar. Bularning tipik vakili Andromeda tumanligi edi. Unda spiral strukturali yenglar ham kuzatilib, bu tashqi galaktikalardan biri ekanligiga shubha qolmadи.

Andromeda yulduz turkumida joylashgan bu tumanlik Galaktikamiz chegarasidami yoki undan tashqaridagi mustaqil galaktika ekanligini aniqlash uchun ungacha masofani aniqlash zarur edi. Bu muammoni XX asrning 20- yillarida amerikalik astronom E.Habbl hal qildi. U ko‘zgusining diametri 2,5 m li reflektordan Andromeda tumanligini kuzatib, unda ba’zi yulduzlarni, jumladan, Sefidlarning aniq tasvirini ko‘rdi. U sefeidlarning davri asosida tumanlikkacha masofani aniqladi. Bu masofa shu qadar katta chiqdiki, bundan olim, ushbu tumanlik Bizning Galaktikamizga hech daxli bo‘lmagan alohida mustaqil yulduzlar sistemasi – galaktikaligini darrov fahmladi.



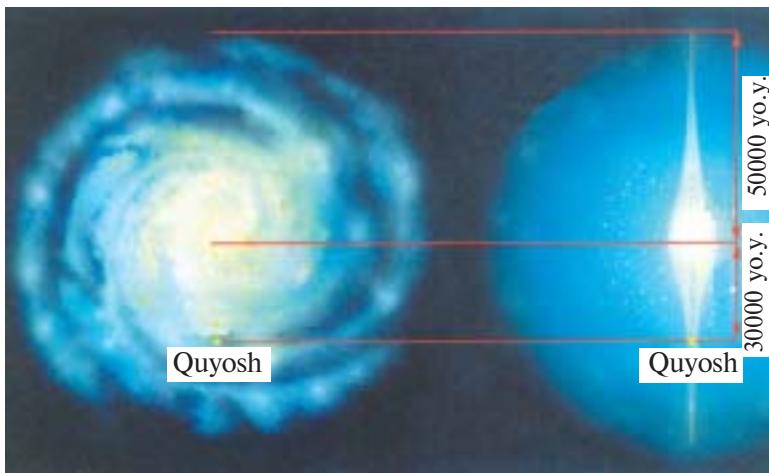
122- rasm. Galaktikamizning «belbog‘i» hisoblanmish – Somon Yo‘li.

Endi, Quyoshimizni bir yulduz sifatida o‘z ichiga olgan, o‘zimizning yulduzlar sistemamiz – Galaktikamiz ustida to‘xtalaylik.

Tunda qorong‘i osmonga qarasak, butun osmon bo‘ylab cho‘zilgan yorug‘ – somon to‘kilgan yo‘lni eslatuvchi va yoshligimizdan bizga kattalar Somon Yo‘li deb tushuntirgan tasmaga ko‘zimiz tushadi. Haqiqatan ham, bu Galaktikamizning yulduzlar nisbatan zinch joylashgan «belbog‘» qismi hisoblanib, osmon ekvatori tekisligi bilan 62 gradusli burchak tashkil etadi (122- rasm).

Somon Yo‘li bo‘ylab kuzatilsa, uning hamma qismining kengligi bir xil emasligi ma’lum bo‘ladi. Oddiy dala durbini yoxud kichikroq teleskopdan Somon Yo‘liga qaralgandayoq, u g‘ij-g‘ij yulduzlardan tashkil topganini ko‘ramiz, faqat uning ayrim qislariда yulduzlar deyarli ko‘rinmaydi. Buning sababi, Somon Yo‘lining shu qismida joylashgan chang bulutlar bo‘lib, ularning ortida joylashgan yulduzlarning nurlanishlari bu bulutlarda butunlay yutilib, bizga ko‘rinmay qoladi. Osmonda ko‘rinadigan barcha yulduzlar Galaktikamizning tarkibini tashkil qiladi.

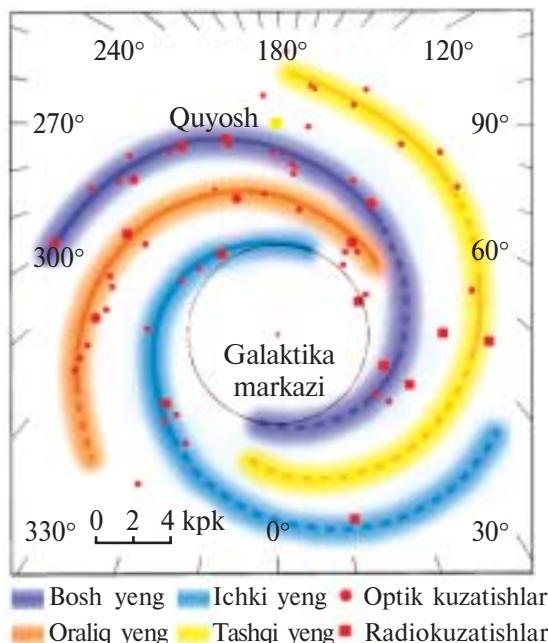
Bizning Quyosh ham (bir oddiy yulduz sifatida) shu ulkan yulduzlar sistemasining a’zosi bo‘lgani uchun biz uni Bizning Galaktikamiz deb nomlaganmiz. Galaktikamizga kiruvchi yulduzlarning asosiy qismining fazoda egallagan shakli qavariq linza



123- rasm. Galaktikamizning ust va yon tomondan ko‘rinishi.

ko‘rinishiga o‘xshaydi. Bunday ko‘rinishdagi Galaktikamizning diametri salkam 100 ming yorug‘lik yiliga, qalinligi esa 7 ming yorug‘lik yiliga tengdir. Quyosh sistemasi Galaktikamizning markazidan uning radiusining $\frac{2}{3}$ qismiga teng masofada (33 ming yorug‘lik yili) joylashadi (123- va 124- rasmlar). Agar Galaktikamiz diskiga (ya’ni Somon Yo‘li tekisligiga) tepadan turib, boshqacha aytganda, uning tekisligiga tik yo‘nalish tomonda turib qaralsa, Galaktikamiz markazdan spiral ko‘rinishda tarqaluvchi va soat mayatnigi prujinasini eslatuvchi yenglar ko‘rinishini oladi (124- rasmla qarang). Quyosh sistemasi tomondan qaralganda, Galaktikamizning markazi yadrosi Qavs yulduz turkumiga proyeksiyalanadi.

Hisob-kitoblar, Galaktikamizda 150 mldr ga yaqin yulduz borligini ma’lum qiladi. Yulduzlar Galaktikamizning asosiy qismini tashkil qiladi. Biroq bu degan so‘z, u faqat yulduzlardan tuzilgan degani emas, unda yulduzlardan tashqari yulduzlarning turli sistemalari (karrali yulduzlar, yulduz to‘dalari va g‘ujlari), yulduzlararo gaz va chang muhit (bulutlar va tumanliklar), kosmik nurlar, vodorod atomlarining gazlari va boshqalar uchraydi. Maxsus kuzatishlar esa yulduzlarning ulkan bu to‘dasi, jumladan, gaz va chang tumanliklar Galaktikamiz markazi atrofida aylal-



124- rasm. Galaktikamizning spiral «yenglari» (ust tomondan qaralganda).

nishini ma'lum qiladi. Barcha yulduzlar, jumladan, Quyosh (o'z «oilal a'zolari» – planetalarni ergashtirib), Galaktikamiz yadrosi atrofida Somon Yo'li tekisligiga (Galaktikamizning ekvator tekisligi ham deyiladi) parallel ravishda aylanadi. Bunda yulduzlarning tezliklari ularning Galaktikamiz yadrosiga yaqin yoki uzoq joylashishiga ko'ra har xil bo'ladi. Quyosh va uning yaqinida joylashgan yulduzlarning aylanish tezliklari sekundiga 240 km ni tashkil qilib, aylanish davri taxminan 200 mln yilga tengdir.



1. Tashqi galaktikalar qachon va kim tomonidan ochildi?
2. Tashqi galaktikalar qanday usul bilan topildi?
3. Somon Yo'li Galaktikamizning qanday qismiga to'g'ri keladi?
4. Galaktikamizda taxminan qancha yulduz bor?
5. Uning o'lchamlari haqida nima bilasiz?
6. Galaktikamizning ko'rinishini ko'z oldingizga qanday keltirasiz?
7. Quyosh sistemasi Galaktikamizning qayeridan joy olgan?
8. Galaktikamizda yulduzlardan tashqari yana qanday yirik obyektlar bor?



2- §. Yulduzlarning sharsimon va sochma to‘dalari

Galaktikamizda 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. O‘nlab 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 guruhga – *sochma* va *sharsimon* to‘dalarga bo‘linadi. *Sochma 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 sochma yulduz to‘dalari bo‘lib, ularning diametri 1,5 parsekdan 20 parsekkacha boradi. Sochma yulduz to‘dalarining yaxshi o‘rganilgan vakili – Savr yulduz turkumidagi Hulkar deb nomlangan to‘da bo‘lib, Quyosh sistemasidan o‘rtacha 130 parsekli masofada joylashgan (125- rasm). Boshqa bir sochma yulduz to‘da – Giadlar esa bizdan salkam 40 pk li masofada yotadi.

Sharsimon yulduz to‘dalari sochma yulduz to‘dalaridan kimyoviy tarkibi bilan farqlanadi. Xususan, sochma 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 sochma yulduz to‘dalarining paydo bo‘lishida turlicha sharoit mavjud bo‘lganidan dalolat beradi. Shuningdek, bu *sharsimon* to‘dalar hali og‘ir elementlarga boyib ulgurmagan sferik shakldagi protogalaktik gaz tumanligidan paydo bo‘lgan degan ilmiy gipotezaning tug‘ilishiga sabab bo‘lgan.



125- rasm. Hulkar deb nomlangan yulduzlarning sochma to‘dasi.



126- rasm. 20000 dan ortiq yulduzni qamragan M-13 yulduzlarning sharsimon to‘dasi.

tipik vakili Gerkules yulduz turkumida joylashgan M-13 deb nomlangan to‘da bo‘lib, u 20 mingga yaqin yulduzni o‘z ichiga oladi, bizdan uzoqligi 24 ming yorug‘lik yiliga teng (126- rasm).



1. Yulduz to‘dalari necha xil bo‘ladi?
2. Sharsimon yulduz to‘dalarining o‘lchamlari va tarkibi haqida nimalar bilasiz?
3. Sochma yulduz to‘dalari sharsimonlaridan qanday farq qiladi?
4. Sochma yulduz to‘dalari o‘lchamlari va tarkibi haqida gapirib bering.
5. Sharsimon va sochma yulduz to‘dalarining vakillari sifatida qaysi to‘dalarini bilasiz?

3- §. Yulduzlararo chang va gaz

Yulduzlar osmoni tushirilgan fotorasmlarda ular bir tekis taqsimlanmaganini sezish mumkin. Buning asosiy sababi, ayrim yulduzlar kam kuzatiladigan sohalarda nurlanishni kuchli yutadigan yirik *chang materiyaning* borligidir. Yulduzlararo bunday nurlanishni kuchli yutuvchi materiyaning borligini bundan yuz yildan ko‘proq vaqt oldin taniqli astronom Y.V.Struve bashorat qilgan edi. 1930- yillarda yulduzlararo bunday muhitning mavjudligi uzil-kesil tasdiqlandi.

Sharsimon to‘dalar, yulduzlarining ko‘pligi va aniq sferik shakliga ko‘ra, sochma yulduz to‘dalariga nisbatan yulduzlar fonida yaqqol ajralib ko‘rinadi. Sharsimon to‘dalarining o‘rtacha diametri 40 pk atrofida bo‘lib, Galaktikamizda bunday to‘dalardan 100 ga yaqini topilgan. Sharsimon to‘dalar, sochmalaridan farq qilib, Galaktikamizning markaziga tomon ularning konentratsiyasi keskin ortib boradi. Sharsimon to‘dalarning



Bunday nurlanishni kuchli yutuvchi chang muhitining borligiga Janubiy Krest yulduz turkumida proyeksiyalanadigan «Ko‘mir qopi» va Orion yulduz turkumida joylashgan «Ot boshi» tumanliklari yorqin misol bo‘la oladi (127- 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 ko‘rish 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 yutilish yulduzlarning ko‘rinma kattaligini



127- rasm. Mashhur «Ot boshi» deb ataluvchi chang tumanlik.

$$\Delta m = 1,2^m$$

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 ulkan 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‘rishi qiyinlashtiradi.

Yulduzlararo fazoda nurni yutuvchi bunday moddaning borligi, yana bir hodisa – nuring yulduzlararo qizarishi bilan tasdiqlangan. Bu hodisani miqdor jihatidan xarakterlash uchun,



yulduzning kuzatilgan rang ko'rsatgichi Cl_k bilan uning spektriga mos rang ko'rsatkichi Cl_s orasidagi farq bilan belgilanadigan rang orttirmasi CE degan tushuncha kiritiladi: $CE = Cl_k - Cl_s$. Aniq bir rangdagi yutilish kattaligi yulduz kattaligining o'zgarishi bilan quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta m = \gamma CE,$$

bu yerda γ – proporsionallik koeffitsiyentini ifodalab, 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_0 uning kuzatilgan yulduz kattaligi m_k orqali quyidagicha topiladi:

$$m_0 = m_k - \Delta m = m_k - \gamma CE.$$

Quyosh atrofida 1000 pk li masofada joylashgtan 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 yulduzlararo yutuvchi muhit tomonidan taxminan 4 martacha susaytirilgan bo'lar ekan.

Gazsimon tumanliklar. Tim qorong'i osmonda yulduzlararo gaz hatto qurollanmagan ko'z bilan ham ko'rish mumkin bo'lган eng mashhur gaz tumanlik Orion yulduz turkumida joylashgan bo'lib, uning eni 6 pk gacha cho'zilgan (128- rasm). Shuningdek, Qavs yulduz turkumida Laguna, Omega va Uchtarmoqli, Oqqush yulduz turkumida Shimoliy Amerika va Pelikan, Yakkashox yulduz turkumida Rozetka (129- rasm) kabi taniqli gaz tumanliklar mavjud. Bu xildagi jami obyektlarning soni 400 ga yaqin.

Bu tumanliklarning spektri vodorodning H_α va H_β , ikki qayta ionlashgan kislородning OIII chiziqlari ($\lambda = 5007 \text{ \AA}$, $\lambda = 4950 \text{ \AA}$), azot va boshqa elementlarning emission chiziqlaridan tashkil topib, tutash spektri juda xira fonda ko'rindi. Aksariyat hollarda tumanlikning ichida yoki uning yon atrofida qaynoq O yoki B0 sinfiga tegishli yulduz uchraydi. Bunday yulduz quvvatli ultrabianfsha nurlanishning manbayi bo'lib, uning yaqinida joylashgan tumanlik gazining atomlari tomonidan yutilib, ularni ionlanishiga



128- rasm. Orion yulduz turkumidan joy olgan ulkan Orion gaz tumanligi.



129- rasm. Yakkashox yulduz turkumidagi «Rozetka» gaz tumanligi.

va nurlanishga majbur etadi. Bunda yulduzning quvvatli ultrabianfsha nurlanishing asosiy qismi gaz atomlarini ionlashtirishga sarf bo‘lib, kam qismi, oqibatda issiqlikka aylanadigan elektronlarning 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 ultrabianfsha nurlarning 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 10^4 K ga teng temperatura mazkur tumanlikning issiqlik radionurlanishi orqali tasdiqlanadi.

Neytral vodorodning Galaktika bo‘ylab taqsimlanishi. Vodorodning yulduzlararo fazadan joy olgan sovuq gazlarda kuzatiladigan neytral chizig‘i, bu sohalarning fizik xossalari va tabiatlarini qisman bo‘lsa-da 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 li to‘lqindagi nurlanishlarini o‘rganish orqali erishiladi.

21 sm li to‘lqin uzunligida nurlanayotgan vodorod atominining umumiyligi soni shu qadar ko‘pki, natijada galaktika tekisligida yotgan qalinligi 1 kpk li muhit 21 sm li radionurlanishlar uchun



butunlay tiniqmas holatda bo‘ladi. Shuning uchun ham Galaktika tekisligida yotgan neytral vodorod harakatsiz holda bo‘lganda, uning 1 kpk li masofadan, ya’ni Galaktika radiusining 6 protsent qismidan narida ko‘rishning iloji yo‘q. Biroq bu hol faqat Galaktika markazi va unga qarama-qarshi yotgan yo‘nalishlar uchungina o‘rinli bo‘lib (chunki bu yo‘nalishlarda harakatlar qarash chizig‘iga perpendikular yo‘nalishda bo‘lib, uning radial tashkil etuvchisi nolga teng bo‘ladi), qolgan barcha yo‘nalishlarda, Galaktikaning aylanishi tufayli, turli obyektlarning nuriy tezliklarining farqi masofaning ortishi bilan ortib boradi. Shuning uchun ham Galaktikaning nuriy tezligining ma’lum qiymati bilan xarakterlanadigan turli sohalari o‘rganilayotgan to‘lqin uzunligining dopplercha 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.



1. Yulduzlararo chang muhit qanday aniqlangan?
2. Yulduzlararo chang orqali o‘tgan yulduzlarning nurlanishida qanday o‘zgarishlar bo‘ladi?
3. Diffuz gaz tumanliklar chang tumanliklardan nimasi bilan farq qiladi?
4. Diffuz gaz tumanliklarning spektri qanday xususiyatlarga ega?
5. Diffuz tumanliklarning nurlanishiga sabab nima?
6. Yulduzlararo chang va diffuz tumanliklar ichida eng taniqliarinining nomlarini ayting.

4- §. Galaktikada yulduzlarning taqsimlanishi (mustaqil o‘qish uchun)

Yulduzlarga masofalarni bilish ularning fazodagi taqsimotini aniqlashga, binobarin, Galaktikamizning strukturasini o‘rganishga imkon beradi. Galaktikaning turli qismlarida yulduzlar sonini baholash uchun yulduzlarning zichligi tushunchasi kiritiladi. Yulduzlarning zichligi 1 kub parsek hajmdagi yulduzlarning sonini xarakterlaydi. Hisob-kitoblar, Galaktikamizning Quyosh



atrofidagi sohada yulduzlarning zichligi 0,12 ekanligini ma'lum qiladi. Bu degani, 8 pk^3 dan ortiqroq hajmga bitta yulduz to'g'ri keladi degani bo'ladi.

Osmomonning turli qismlarida yulduzlarning zichligini aniqlash uchun osmonning har bir kvadrat gradus yuzasiga to'g'ri kelgan yulduzlar sonini hisoblash zarur bo'ladi. Bunday hisoblashlar, yulduzlarning konentratsiyasi, Somon Yo'li tekisligiga yaqinlashgan sayin keskin ortib borishini ko'rsatadi. Bu hol Galaktikamiz o'qi bo'yicha 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 (123- rasmga qarang).

Yulduzlarni Galaktikamizda taqsimlanishi to'g'risidagi boshqa bir muhim xulosaga ko'ra, osmonning ma'lum bir sohasida barcha yulduzlarning hisobini birdaniga emas, balki har bir yulduz kattaligiga alohida-alohida, ya'ni dastlab ko'rinma yulduz kattaligi $m \leq k$ yulduzgacha bo'lgan yulduzlar sonini, so'ngra $m \leq k + 1$ kattalikkacha bo'lgan yulduzlar sonini va hokazo hisoblash orqali erishish mumkin.

Agar bunda yulduzlarning zichligi masofaning ortishi bilan o'zgarmaydi va ularning barchasi bir xil yorqinlikka ega deb faraz qilinsa, u holda yulduzlar xiralashgan sayin (ya'ni ko'rinma yulduz kattaliklari ortgan sayin) ular sonining ortib borishi, osmonning qaralayotgan aniq yuza birligiga proyeksiyalanayotgan hajming orta borishi tufayli oson tushuntiriladi. Osmonning ma'lum bir sohasida m yulduz kattaligiga va undan kichik ko'rinma kattalikka ega bo'lgan yulduzlar, ilgari aniqlangan $M = m + 5 - 5 \lg r$ formulaga ko'ra ushbu radius bilan chegaralangan shar sektori ichida joylanadi:

$$\lg r_m = 1 + 0,2(m - M). \quad (1)$$

Barcha yulduzlarning yorqinliklari bir xil deb olganimiz tufayli ularning barchasining absolut yulduz kattaliklari ham bir xil M bo'ladi. Unda $m + 1$ yulduz kattaligiga teng va undan kichik yulduz kattaligiga ega bo'lgan yulduzlar esa r_{m+1} radiusli shar sektori ichida yotib, u



$$\lg r_{m+1} = 1 + 0,2[(m+1) - M] \quad (2)$$

dan topiladi.

Bu tenglamalardan keyingisidan oldingisini ayirsak,

$$\lg r_{m+1} - \lg r_m = 0,2 \quad \text{yoki} \quad \lg \frac{r_{m+1}}{r_m} = 0,2 \quad (3)$$

ga erishamiz.

Yulduzlarning zichligi o‘zgarmaganda, yulduzlarning soni ular egallagan hajmning (binobarin radiuslarining) kubiga proporsional bo‘lishini e’tiborga olsak,

$$\frac{N_{m+1}}{N_m} = \left(\frac{r_{m+1}}{r_m} \right)^3 = (10^{0,2})^3 = 10^{0,6}, \quad (4)$$

bundan

$$\lg \frac{N_{m+1}}{N_m} = 0,6 \quad (5)$$

yoki

$$\frac{N_{m+1}}{N_m} \approx 4 \quad (6)$$

bo‘ladi. Bu *Zeyeliger qonuni* (yoki teoremasi) deyiladi. 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, $m = 17$ kattalikdagi 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



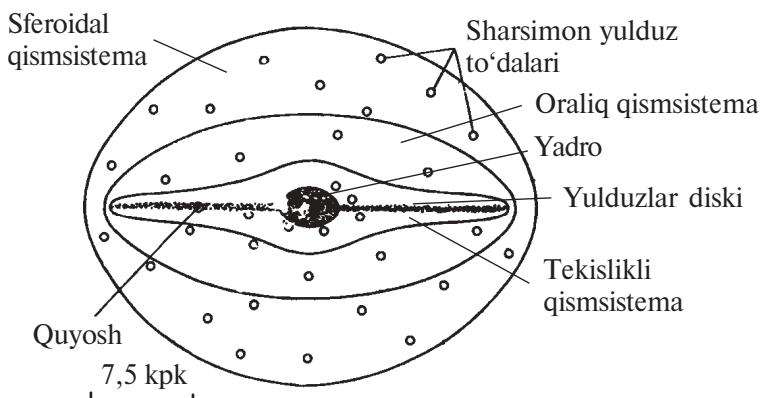
sezilarli yutilishi bo‘lmasa, bundan Galaktikamizning cheklanganligi haqida xulosa kelib chiqadi.

Qilingan mulohazalar aslida yanada murakkab bir masalaning yechilishi uchun bir asos bo‘ladi, xolos. Bu masala yulduzlar aslida bir xil yorqinlikka ega emasligini va kuzatish natijalariga ko‘ra yulduzlararo muhit tomonidan yulduzlarning nurlanishlari sezilarli yutilishi tufayli ularni hisobga olinishi zarurligi hisobiga juda murakkab masalalardan sanaladi. Bu masalani hal qilishda, yulduzlarning yorqinliklarini baholash uchun fazoning ma’lum sohasida M dan $M + 1$ absolut yulduz kattaligigacha bo‘lgan yulduzlar umumiy yulduzlar sonining qancha qismini tashkil etishini hisobga oladigan yorqinlik funksiyasi $f(M)$ 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 yetarlicha hal qilingan bo‘lib, Galaktikamiz uning ekvator tekisligiga (Somon Yo‘li tekisligiga) nisbatan simmetrik ko‘rinishdagi qutblari bo‘yicha siqilgan ko‘rinishga ega ekanligi oshkor bo‘ladi. Galaktikamiz markazi, Quyosh sistemasida qaralganda, oldin aytganimizdek, Qavs yulduz turkumida proyeksiyalanadi. Uning ekvatorial koordinatalari $\alpha = 17^{\text{h}}40^{\text{m}}$ va $\delta = 29^{\circ}$ ni tashkil etadi. Galaktika markaziga yaqinlashgan sayin yulduzlarning zichligi orta boradi. Shunday qilib, Galaktikamizda yulduzlarning zichligi uning ekvator tekisligi va markaziga tomon ortib borish tendensiyasiga ega.

Yulduzlar zichligini uning keskin kamayadigan masofalarida hamda Quyosh atrofi sohasida aniqlash, Galaktikamizning o‘lchamlari haqida ma’lumot beradi. Aniqlanishicha, Quyosh Galaktikamiz markazidan taxminan 10 kpk masofada, Quyoshdan Galaktikamiz markazidan qarama-qarshi tomonda yotuvchi uning chegarasigacha masofa esa 5000 pk bilan xarakterlanadi. Bundan Galaktikamizning diametri 30 kpk atrofida ekanligi ma’lum bo‘ladi. Quyoshning Galaktika tekisligidan uzoqligi esa (Shimoliy qutb tomonga) 25 pk ni tashkil etadi.

Galaktika tarkibining katta qismini tashkil etgan obyektlar – O va B sinfga kiruvchi yulduzlar, sefeidlar, sochma yulduz to‘da-



130- rasm. Galaktikamizning asosiy tashkil etuvchilar.

lari, o‘tayangi yulduzlarning bir qismi va yulduz assotsiatsiyalari Galaktikamizning ekvator tekisligida yotuvchi ingichka qalinlikdagi tekislik bilan chegaralangan fazoda joylashadi. Bu obyektlar haqida gap ketganda, ularni Galaktikamizning tekislikli qism sistemasining obyektlari deb eslanadi.

Biroq Galaktikamizning boshqa obyektlari, xususan, Liraning RR, Sumbulaning W, o‘tayangilarning boshqa bir qismi, submittilar, sharsimon yulduz to‘dalari egallagan hajm – diametri Galaktik tekislik bilan ifodalanadigan ellipsoid bilan chegaralanadi (130- rasm). Shuning uchun ham ular Galaktikamizning sferoidal (ba’zan sferik) qism sistemasi obyektlari degan umumiy nom bilan ataladilar. Galaktikamiz kinematikasini o‘rganish, u Andromeda tumanligining strukturasiga o‘xshash spiral strukturaga ega ekanligini tasdiqlaydi.



1. Galaktikada yulduzlarning taqsimlanishi qanday qonunga bo‘ysunadi?
2. Bizning Galaktikamizda uning ekvator tekisligiga tomon yulduzlarning konsentratsiyasi qanday o‘zgaradi?
3. Yulduzlarning zichligi unda qaysi yo‘nalishda maksimumga erishadi?



5- §. Tashqi galaktikalar. Galaktikalarning sinflari va spektrlari

Galaktikamizdan tashqi astronomiyaning shakllanishi, yuqorida eslatilganidek, XX asrning 20- yillarda, yulduz turkumlarida proyeksiyalangan ayrim tumanliklarni, Galaktikamizdan tash-qarida yotuvchi, biznikiga o‘xshash tashqi galaktikalar ekanligi aniqlanishi bilan boshlandi.

Ulkan tashqi galaktikalardan biri Andromeda yulduz turku-mida proyeksiyalanib ko‘rinadi va shu yulduz turkumining nomi bilan Andromeda galaktikasi (ba’zan Andromeda tumanligi) deb yuritiladi (131- rasm). Andromeda tumanligi bizdan 2 million yorug‘lik yiliga teng masofada yotadi. Havo tiniq bo‘lgan tog‘lik rayonlarda tunda uni oddiy ko‘z bilan ko‘rsa bo‘ladi. U osmonda xira tuman dog‘ shaklida ko‘rinadi.

Galaktikalar Koinotda keng tarqalgan bo‘lib, bizga qo‘shni boshqa shunday galaktika M-51 nomi bilan mashhur (132- rasm). Ungacha masofa 1,8 million yorug‘lik yilini tashkil qildi. Osmonning Janubiy yarim sharida joylashgan noto‘g‘ri formadagi bizga qo‘shni galaktikalar Katta va Kichik Magellan bulutlari deb nom olgan.

Tashqi galaktikalar o‘z o‘lchamlariga ko‘ra, turlicha kattalik-larda uchrab, eng yiriklari milliardlab, mittilari esa bir necha mil-ionlab yulduzni o‘z ichiga oladi. Gigant galaktikalarning o‘lcham-



131- rasm. Andromeda yulduz turkumidan joy olgan mashhur Andromeda tumanligi (galaktikasi).



132- rasm. Yuguruvchi tozilar yulduz turkumidagi taniqli M-51 spiral galaktika.



lari 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 xolos. Galaktikalar haqidagi ma‘lumotlarni o‘z ichiga olgan kataloglardan biri B.A.Voronsov-Velyaminov 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‘lsa-da, ko‘pchiligini ba’zi o‘xshash tomonlarini inobatga olib, bir necha tipga ajratish mumkin. Birinchi bo‘lib, 1925- yilda astronom E.Xabbl galaktikalarning tashqi ko‘rinishlariga ko‘ra, quyidagi uchta sinfga bo‘lishni taklif etdi: elliptik (E), spiral (S) va noto‘g‘ri (Irr) galaktikalar.

Elliptik galaktikalar, tashqi ko‘rinishi ellips yoxud 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 holda biror-bir struktura elementi kuzatilmaydi (133- rasm).

Spiral galaktikalar juda keng tarqalgan bo‘lib, kuzatiladigan galaktikalarning qariyb yarmi shu xildagi galaktikalardan hisoblanadi. Boshqa galaktikalardan farq qilib, ularning strukturasi aniq spiral yenglardan iborat bo‘ladi. Andromeda va Bizning



Galaktikamiz spiral galaktikalarning tipik vakillaridan hisoblanadi. Spiral galaktikalar ham ikkiga bo‘linadi. Ularning biri, bizning Galaktikamizga o‘xshashlari S (yoki SA) bilan belgilanib, spiral struktura markaziy quyulma — yadrodan boshlanadi (134-a rasm). SB deb belgilanuvchi ikkinchi xilida esa spiral shoxobchalar yadro

133- rasm. Elliptik galaktika.



a)



b)

134- rasm. Spiral galaktikalar:

a) spiral markazdan o'suvchi; b) spiral markaziy ko'prikdir o'suvchi.

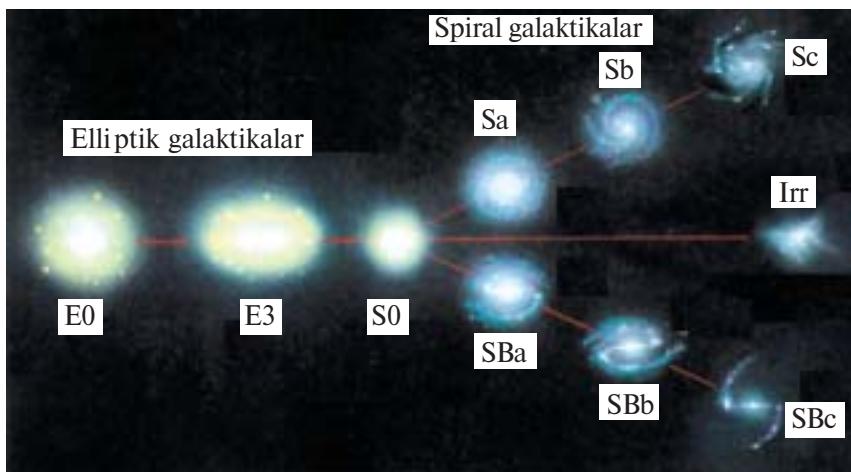
o'rnidagi diametr bo'ylab cho'zilgan ko'priksimon strukturaning uchlaridan boshlanadi (134-b rasm). Spiral galaktikalar, yenglarining rivojlanish darajasiga ko'ra, yana qo'shimcha Sa, Sb, Sc, Sd (yoki SBa, SBb, SBc, SBd) sinflarga bo'linadi.

Spiral va elliptik galaktikalar oralig'idagi (strukturaga ko'ra) galaktikalar linzasimon galaktikalar (S0) 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 umumiyo'q ko'rinish strukturasi mavjud bo'lmay, ularning har biri o'zicha noyob ko'rinishga ega bo'ladi.

Galaktikaning tashqi ko'rinishi uning yoshi bilan bog'liq bo'lib, galaktika evolutsiyasining ma'lum bosqichiga mos keladi (135- rasm).

Galaktikalarning spektri. Galaktikamizdan tashqi tumanliklarning spektri yulduzlarning spektrini eslatib, yutilish chiziqlaridan tashkil topadi. Ular tarkibiga ko'ra, A, F va G sinflarga kiruvchi yulduzlarning spektridan faqat ayrim gaz tumanliklarining spektrlarida uchraydigan emission chiziqlari borligi bilan farq qiladi. Bundan kuzatilgan tumanliklar, yulduzlar sistemasi va diffuz materiyadan tashkil topganligi ayon bo'ladi.



135- rasm. Galaktikalarning evolutsiyasi.

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 qismalarining rang ko‘rsatkichlari ham, yulduzlarning rang ko‘rsatkichlarini aniqlash metodi asosida aniqlanadi.



1. Tashqi galaktikalardan birinchi kashf etilgani qaysi bir galaktika?
2. Bizga qo‘shti galaktikalardan qaysilarini bilasiz?
3. Tashqi galaktikalargacha masofalarni aniqlashning qaysi usullari haqida eshitgansiz?
4. Tashqi galaktikalarning qanday sinflarini bilasiz?
5. Spiral, elliptik va noto‘g‘ri galaktikalar bir-birlaridan qanday xusiyatlari bilan farq qildi?
6. Galaktikalarning spektrlari ularning sinfiga bog‘liqmi? Bog‘liq bo‘lsa, ularning spektrlarida qanday farq bor?



6- §. Radiogalaktikalar

Oxirgi 40 yil ichida astronomlar 10 mingdan ortiq diskret radionurlanish manbalarini ochib, bu manbalarning ro'yxatlari (kataloglari)ni tuzdilar. Bular ichida Uchinchi Kembrij katalogi (qisqacha 3C) to'laligi bilan boshqalardan ajralib turadi. Bunday quvvatli radiomanbalardan bir qanchasi o'zimizning Galaktika-mizga tegishli bo'lib, aksariyat holda ular o'tayangi yulduzlar chaqnashining qoldiqlari hisoblanadi.

Biroq, ko'p hollarda, radionurlanishning manbalari tashqi galaktikalar bo'lib, ularning radiodiapazonda nurlanish energiyasi, optik diapazondagi nurlanish energiyasining atigi 10^{-6} qisminigina tashkil etadi.

Spiral va noto'g'ri tipdagi galaktikalar ham kuchsiz radionurlanish manbalaridan bo'lib chiqdi. Ularning detsimetrlı diapazonda nurlanish energiyasi taxminan 10^{32} W ni tashkil etadi. Shu diapazonda elliptik galaktikalarning radionurlanishi ularnikidan 100 martacha ortiq bo'lib, quvvati 10^{36} W gacha boradi.

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 radiogalaktikalardan biri «Oqqush A» deb ataladi. Spektridagi qizilga siljishga ko'ra, aniqlangan uning masofasi taxminan 330 Mpk ga teng. Eng uzoqdagi radiogalaktikalarning vakili «Sentavr A» esa Bizning Galaktikamizdan taxminan 2500 Mpk masofada yotadi. Ularning radionurlanishi noissiqlik xarakter kasb etib, magnit maydonlarida relyativistik (yorug'lik tezligiga yaqin tezliklar bilan harakatlanuvchi) elektronlarning keskin tormozlanishi oqibatida vujudga kelgan nurlanishlari bilan tushuntiriladi.



1. Galaktikalar radiodiapazonda ham nurlanadimi?
2. Radiogalaktikalar deb qanday galaktikalarga aytildi?
3. Galaktikalarning radionurlanishi ularning sinflariga bog'liqmi?
4. Qaysi sinfga kiruvchi galaktikalar radiodiapazonda kuchli nurlanadi?
5. Qanday taniqli radiogalaktikalarni bilasiz?



7- §. Kvazarlar

Radiodiapazonda juda katta quvvat bilan nurlanadigan Galaktikamizdan tashqi obyektlardan biri *kvazarlar* deb ataluvchi obyektlardir. Birinchi kvazar 1960-yilda Uchburchak yulduz turkumida 16^m kattalikdagi yulduzga o‘xshash obyekt sifatida kashf etilib, shartli ravishda 3C48 nom bilan ataldi. 1963-yilda 13-yulduz kattaligiga ega bo‘lgan shunday radioobyekt Sunbula yulduz turkumida topilib, u 3- Kembrij katalogida 3C273 nom bilan qayd etildi.

Uzoq vaqtga qadar bu obyektlarning spektrlarini tahlil qilish mushkul 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. Natijada, ular Bizning Galaktikamizga daxli bo‘lmagan va milliardlab yorug‘lik yili bilan o‘lchanadigan ulkan masofalarda yotuvchi o‘taquvvatli radioobyektlar bo‘lib chiqdi. Ayni paytda bir necha yuzlab kvazarlar kashf etilgan bo‘lib, ulardan OQ172 nomlanganigacha masofa 10 milliard yorug‘lik yilidan ham ko‘p chiqadi.

Kvazarlarning nurlanish quvvati hayratga soladigan darajada yuqori bo‘lib, yorqinliklari $10^{40}-10^{41}$ W ni tashkil etadi. Bu – kvazarlar yuz milliardlab yulduzi bo‘lgan eng quvvatli galaktikalar ning yorqinligidan 100, hatto 1000 marta ko‘p quvvat bilan nurlanadigan osmonning noyob obyektlari degani bo‘ladi. Shu xususiyatlarga ko‘ra kvazarlar Koinotning eng sirlı obyektlaridan hisoblanadi. Olimlar hozircha kvazarlarni, galaktikalar evolutsiya-sining uncha uzoq davom etmaydigan bir bosqichi bo‘lsa kerak, deb taxmin qilmoqdalar. Shuningdek, ba’zan ular kvazarlarni gravitatsion siqilishni boshidan kechirayotgan va shu tufayli katta energiya bilan nurlanayotgan milliardlab Quyosh massasiga ega bo‘lgan ulkan gaz buluti quyulmasi ko‘rinishida ko‘z oldilariga keltiradilar.



1. Kvazarlar qaysi diapazonda katta quvvat bilan nurlanuvchi obyektlar hisoblanadi?
2. Birinchi topilgan kvazarlar qanday atalgan?



3. Kvazarlar Galaktikamizga tegishli obyektlarmi?
4. Ulargacha masofa taxminan qancha parsekkacha boradi?
5. Ularning urlanish quvvati qanday chegaralarda baholanadi?

8- §. Galaktikalarning Koinotda taqsimlanishi

Galaktikalarning fazoda taqsimlanishini o‘rganish ham yulduzlarning galaktikada taqsimlanishini o‘rganishdagi kabi bo‘lib, osmonning ma’lum uchastkasidagi (aksariyat 1 kvadrat gradusda) galaktikalar soni N_m deganda, shu uchastkadagi yulduz kattaligi m va undan kichik kattalikdagi galaktikalarning soni anglashiladi.

Agar galaktikalar fazoda bir tekis taqsimlanadi deb faraz qilinsa, yulduzlar statistikasida aniqlanganidek (IX, 3- §),

$$\frac{N_{m+1}}{N_m} \approx 4$$

bo‘ladi.

Bu muammo, birinchi marta, 2,5 metrlik reflektorda 1283-uchastkada yulduz kattaliklari 20^m gacha obyektlar 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 osmon sferasiga (u jami 41253 kv. gradusni tashkil qiladi) to‘g‘ri keladigan galaktikalar soni esa $5,4 \cdot 10^6$ ga teng chiqdi. Dunyodagi eng yirik teleskop yordamida 24 yulduz kattaligigacha obyektlarni (jumladan, galaktikalarni ham) ko‘rish mumkinligiga e’tibor qilinsa, unda butun sferada 1,4 milliard galaktikani kuzatish mumkinligi aniqlandi (136- rasm).

Xabbl, shuningdek, barcha yo‘nalishlar uchun Zeeliger teoremasi o‘rinli ekanligini isbotlab, galaktikalarning fazoda taqsimlanishi bir jinsligina 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



136- rasm. Osmonning uncha katta bo‘limgan (bir necha kv. gradus) qismida kuzatiladigan tashqi galaktikalar.

va boshqa yana bir qancha yulduz sistemalari bilan birgalikda (jami 35 taga yaqin galaktika) mahalliy galaktik to‘dani hosil qilishi ma’lum bo‘ladi.

Ayni paytda shu xildagi 4000 ga yaqin galaktikalarning mahalliy to‘dasi ma’lum. Bunday to‘dalarning o‘rtacha diametri 8 Mpk atrofida. Yirik galaktik to‘dalardan biri Veronika Sochlari yulduz turkumida proyeksiyalanib, salkam 40000 ga yaqin galaktikani o‘z ichiga oladi. 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 Sunbula yulduz turkumiga proyeksiyalanadi. Unda yettita gigant galaktika (ulardan biri «Sunbula A» radiogalaktikasi) va o‘nta gigant spiral galaktika kuzatiladi. Bu gigant galaktikalar bir necha mahalliy galaktikalar to‘dasini (jumladan, bizning mahalliy to‘damizni ham) o‘z ichiga olgan o‘tagalaktikaning 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'tagalaktikani ro'yxatga olganlar.



1. Galaktikalarning Koinotda taqsimlanishi qanday qonuniyat asosida o'r ganiladi?
2. 1 kv. gradus maydonga 24^m yulduz kattaligigacha to'g'ri keladigan galaktikalarning taxminiy soni qanchaga boradi?
3. Bizning Galaktikamizni o'z ichiga olgan mahalliy galaktik to'damizda taxminan qancha galaktika bor?
4. Hozirgacha aniqlangan mahalliy galaktik to'dalarning soni taxminan qanchani tashkil qildi?
5. Yirik galaktik to'dani o'z ichiga olgan Veronika Sochlari yulduz turkumida taxminan qancha galaktika mavjud?
6. Bir necha mahalliy galaktik to'dalarni o'z ichiga olgan to'da qanday nom bilan ataladi?

9- §. Kosmologiya elementlari

(mustaqil o'qish uchun)

Kosmologiya – Koinotni bir butun deb qarab, uning xususiyatlarni va rivojlanishini o'r ganadigan fandir.

Kosmologiyaning maqsadi, Koinotning Metagalaktika deb nom olgan, radiusi 3000 Mpk bilan chegaralangan va bevosita kuzatiladigan fazo qismining nazariyasini yaratishdir.

Ma'lumki, nisbiylik nazariyasiga ko'ra, katta massali obyektlarning mavjudligi fazo va vaqtning xossalariiga ta'sir etadi. Bizga tanish bo'lgan Yevklid geometriyasidagi fazoning xususiyatlari (misol uchun uchburchak ichki burchaklarining yig'indisi, parallel chiziqlarning xossalari va boshqalar) katta massali obyektlar yaqinida o'zgaradi, boshqacha aytganda, fazo «egiladi». Alovida osmon jismлari, jumladan, yulduzlar tomonidan vujudga keltirilgan fazoning bu egilishi juda kichik miqdorni tashkil etadi. Xususan yorug'lik nuri Quyosh yaqinidan o'tayotib egiladi va o'z yo'nalishini o'zgartiradi. Bu effekt Quyosh to'la tutilganda, uning yonida ko'rinaldigan yulduzlardan kelayotgan nurlarning yo'nalishini o'r ganish bilan tasdiqlangan. Bu o'zgarish, kutilganidek, juda kichik miqdorni tashkil etib, u o'lhash aniqligi chegarasida kuzatildi.



Biroq, barcha galaktikalar va o'tgalaktikalar ulkan massalalining ta'siri, fazoda sezilarli kattalikdagi egrilikni vujudga keltirib, fazoning xossalariiga, binobarin, butun Koinot evolutsiyasiga sezilarli ta'sir qiladi.

Koinot bo'ylab massaning ixtiyoriy taqsimlanishida nisbiylik nazariyasini asosida fazo va vaqtning xossalarni aniqlash masalasi juda murakkab masalalardan biri bo'lib, uning yechimini topish juda mushkul. Shuning uchun ham mazkur masalani qo'yishdan oldin Koinot tuzilishining ma'lum sxemasini qabul qilishga to'g'ri keladi. Koinotning modeli deb yuritiluvchi bunday sxemalarning eng soddasini quyidagi holatlarga asoslanadi:

- koinotda, katta masshtablarda modda bir tekis taqsimlangan;
- fazoning xossalari hamma yo'nalihlarda bir xil (izotrop).

Bunday fazo ma'lum egrilikka ega bo'lib, unga mos model Koinotning *bir jinsli izotrop modeli* deyiladi.

Koinotning bir jinsli izotrop modeli uchun yaratilgan Eynshteynnning tortishish nazariyasiga oid tenglamalari yechimining ko'rsatishicha, uning ayrim bir jinsli bo'lmagan qismlari orasidagi masofa o'zgarmas saqlanib qola olmaydi. Bu degani Koinot yoki siqilishni yoki, aksincha, kengayishni boshidan kechirmog'i lozim degani bo'ladi.

Darvoqe, kuzatishlar ixtiyoriy ikki galaktikaning vaqt o'tishi bilan bir-biridan uzoqlashishini va uzoqlashish tezligi, ular orasidagi masofaning ortishi bilan ortib borishini ma'lum qiladi, boshqacha aytganda, Koinot kengayayotganidan darak beradi. Nisbatan kichik masofalarda bu bog'lanish chiziqli bo'lib, unda proporsionallik koefitsiyenti rolini Xabbl doimiysi (H) o'ynaydi. Aytilganlardan ma'lum bo'lishicha, ixtiyoriy ikki ulkan massali osmon jismlari orasidagi masofa vaqtning funksiyasidir. Bunday funksianing ko'rinishi, fazo egriligining ishorasiga bog'liq bo'ladi. Agar egrilik manfiy bo'lsa, Koinot doimo kengayishni «boshidan kechiradi». Yevklid fazosiga mos nolinchi egrilikda Koinotning kengayish tezligi nolga intiladi. Va nihoyat, musbat egrilikka ega kengayuvchi Koinot, o'zining ma'lum bosqichida siqilish bilan almashinishi mumkin. Bir jinsli izotrop modelda fazoning egriligi moddaning o'rtacha zichligining miqdoriga bog'liq bo'ladi. Ikkinchchi hol (nolinchi egrilik) zichlikning kritik zichlikka teng miqdorida ro'y beradi.



Moddaning kritik zichligi Xabbl doimiysi H va gravitatsion doimiylik G orqali quyidagicha topiladi:

$$\rho_{kr} = \frac{3H^2}{8\pi G},$$

bu yerda $H = 55 \text{ km/(s} \cdot \text{Mpk)}$, $\rho_{kr} = 5,0 \cdot 10^{-30} \text{ g/sm}^3$.

Galaktikada mavjud barcha obyektlarning massalarini ino-batga olganda, Metagalaktikaning o'rtacha zichligining qiymati taxminan $5 \cdot 10^{-31} \text{ g/sm}^3$ ni tashkil etadi.

Bu yerda galaktikalar orasidagi ko'rinxmas muhitning massasi hisobga olinmaganligi tufayli zichlikning aniqlangan bu qiymati asosida real fazo egriliginining ishorasi haqida aniq bir narsa deyish qiyin.

Shuningdek, Koinotning yana ham real modelini «empirik yo'l» bilan tanlash imkoniyatlari mavjud bo'lib, juda uzoqdagi (nurlari bir necha yuz million yoxud milliard yillarda yetib keladigan) obyektlarning spektrlarida qizilga siljishlarini, so'ngra ularga tayanib tezliklarini aniqlash va bu tezliklarni boshqa-boshqa metodlar yordamida aniqlangan ulargacha masofalar bilan solishtirish asosida amalga oshiriladi. Aynan shu usul yordamida Koinotning kengayish tezligining vaqt bo'yicha o'zgarishini kuzatishlar asosida aniqlash mumkin bo'ladi. Biroq hozirgi zamон kuzatishlari fazo egriliginining ishorasi haqida ishonch bilan biror narsa deydigan darajada aniqlikka ega emas. Faqat Koinot fazosi egriligi nolga yaqinligini ishonch bilan aytish mumkin.

Bu o'rinda Xabbl doimiysining bir jinsli izotrop Koinot uchun ajoyib xususiyati borligini eslatish o'rinni. Uni anglash uchun bu doimiylikka teskari kattalik ($1/H$) vaqt bilan o'lchanishiga, ya'ni $1/H = 6 \cdot 10^{17} \text{ s}$ yoki $20 \text{ mlrd yilligiga}$ e'tiborni qarataylik. Bu qiymat Metagalaktikaning to hozirgi holatiga qadar kengayishi uchun ketgan vaqtini ifodalashini (agar qadimda kengayish tezligi o'zgarmagan deb qaralsa) tushunish qiyin emas. Biroq, shuni ta'kidlash joizki, Koinotning kengayish tezligining, uzoq o'tmishda va hozirda o'zgarmasligi olimlar tomonidan yaxshi o'rganilmagan. Koinot haqiqatan ham bir vaqlar alohida bir holatda (zichligi, bosimi va temperaturasi kabi fizik parametrlariga ko'ra) bo'lganligi, 1965-yilda relikt (qoldiq) nurlanish deb ataluvchi



kosmik radionurlanishning ochilishi bilan tasdiqlandi. Uning spektri issiqlik nurlanishi spektriga mos kelib, Plank egriligini beradi. Bu egrilik asosida aniqlangan uning temperaturasi esa 3 K ga mos keladi (bu nurlanishning maksimumi taxminan 1 mm li to'lqin uzunligiga to'g'ri keladi). Relikt nurlarning xarakterli xususiyati shundaki, u barcha yo'nalishlar bo'yicha bir xil intensivlikka, ya'ni izotrop xossaga ega. Shu tufayli bu nurlanishni alohida bir obyekt yoki sohaning nurlanishi deb qarab bo'lmaydi.

Bunday radionurlanishni «qoldiq nurlanish» deb atalishining boisi, u Koinotning katta zichlikka ega bo'lgan (boshqacha aytganda hali o'z nurlanishlari uchun ham tiniqmas) davriga tegishli nurlanishining qoldig'i deb taxmin qilinishidadir.

Hisob-kitoblar u davrda Koinotning zichligi $\rho = 10^{-20} \text{ g/sm}^3$ bo'lganini (ya'ni har kub santimetriga ~ 10000 ta atom to'g'ri kelganini) ma'lum qiladi. Boshqacha aytganda zichlik, hozirgi davrdagidan milliard martadan ziyod bo'lganini ko'rsatadi. Zichlik, radiusning kubiga proporsionalligidan, qadimda ham Koinotning kengayishi hozirdagidek tezlik bilan bo'lgan deb faraz qilinsa, u davrda obyektlar orasidagi masofalar hozirigidagidan ming marta kam bo'lganligi ma'lum bo'ladi. Nurlanishning to'lqin uzunligi 1 mm ham shuncha marta kam bo'lganidan, u davrda kvantlarning to'lqin uzunligi 1 mikron atrofida bo'lib, unga mos temperatura 3000 K ga yaqin bo'lgan, degan xulosaga kelish mumkin.

Shunday qilib, relikt nurlanishning mayjudligi qadimda Koinot faqat katta zichlikkagina emas, balki yuqori temperaturaga ham ega bo'lganidan darak beradi.

Yuqoridagi mulohazalardan ko'rinishicha, kosmologiyada hali ko'p muammolar hal qilinishi zarurligiga qaramay, u Koinotning tuzilishi va rivojlanishiga tegishli umumlashgan qonunlar haqida tasavvurlar bera oladi. Shuning uchun ham bu nazariya *qaynoq koinot nazariyasi* deyiladi.

Shuningdek, astronomiyaning bu bo'limi misolida, o'quvchilarda to'g'ri ilmiy dunyoqarashni shakllantirishda qanchalik buyuk ahamiyat kasb etishi o'z-o'zidan ko'rinish turibdi. Koinotning bu xil umumiy qonunlarini o'rganish orqali biz, materiya, fazo va vaqt xossalalarini yanada chuqurroq anglaymiz. Bu muammo-



larning Koinot ko‘lamida o‘rganilishi faqat fizika yoki astronomiya fanlari uchungina emas, balki moddiy dunyoning qonunlarini umumlashtirish yo‘lida falsafa fani uchun ham juda muhim hisoblanadi.



- 1.** Kosmologiya nimani o‘rganadi?
- 2.** Koinotning hozirgi zamон kuzatish asboblari bilan ko‘rish mumkin bo‘lgan qismi qanday nom bilan ataladi?
- 3.** Metagalaktika deganda nimani tushunasiz?
- 4.** Koinot ayni paytda qanday jarayonni «boshidan kechirmoqda»: siqilishnimi yoki kengayishnimi?
- 5.** Relikt nurlanish deb qanday nurlanishga aytildi?
- 6.** Koinotning kengayishi qanday qonuniyat asosida aniqlanadi?
- 7.** «Qizilga siljish» deganda nimani tushunasiz?
- 8.** «Kritik zichlik» tushunchasi haqida nima bilasiz?

MUSTAQIL O'QISH UCHUN MAHALLIY MATERIALLAR

1. Ulug'bek rasadxonasi va uning bosh «teleskopi»



Toshkentda Mirzo
Ulug'bekka o'rnatilgan
haykal.

XV asrda qurilib, ishga tushirilgan Samarqand rasadxonasi va uning bosh «teleskopi» — sekstantning dovrug'i temuriylar mamlakati hududidan chiqib, dunyoga taraldi.

Bunga qadar ishlataligan eng yirik astronomik kuzatish asbobi, X asrda Reyda (Eron) Sulton Faxr ad-Davla saroyida ishlagan xo'jandlik Abu Mahmud Hamid ibn Xizr al-Xo'jandiy tomonidan ishga tushirilgan radiusi 20 metr keladigan sekstant (aylananing oltidan bir qismi shunday ataladi) edi. O'sha davrda yashab ijod etgan xurosonlik mashhur astronom Abul Vafo al-Buzjoniy esa radiusi 7 metr keladigan kvadrant bilan ish ko'rganini o'rta asr qo'lyozmalari ma'lum qiladi.

XIII asrda dunyoga dong'i ketgan Marog'a rasadxonasida Nasiriddin at-Tusiy tomonidan ishga tushirilgan kvadrantning radiusi ham 10 metr atrofida bo'lgan. Baxtga qarshi, Samarqand rasadxonasining qurilish vaqtini va jarayoni kabi uning bosh «teleskop»iga doir aniq ma'lumotlar ham bizgacha yetib kelmagan. Rasadxona qoldiqlarining arxeolog V.L.Vyatkin tomonidan 1908-yilda o'rganilgani, shuningdek, tarixchi Abdurazzoq Samarqandiy va Zahiriddin Muhammad Boburning o'z asarlarida keltirgan ma'lumotlari ham Ulug'bek rasadxonasining tashqi ko'rinishini va asosiy kuzatish asbobini kishi ko'z o'ngida yaqqol gavdalantira olmaydi. 1908- yilda rasadxona qoldiqlarini qazish ishlarining dastlabki kunlari dayoq arxeolog V. L.Vyatkin rasadxonaga tegishli bir g'isht qalinligidagi, balandligi ikki metrcha keladigan, diametri salkam 48 metrli aylana devorning «izi»ni topdi. Ushbu devor tashqi tomonidan



koshinli qoplamaga ega bo‘lganligi, uning yaxshi saqlangan shimoliy qismi sinchiklab o‘rganilganda oson aniqlandi. G‘isht devor ustiga tekis marmar plitalar yotqizilgan bo‘lib, uning ichki qismi yaqinida aylana yoyi bo‘ylab, ma’lum chuqurlikka ega bo‘lgan va to‘rtburchak shaklda kesilgan ariqcha mavjud edi. Aftidan, bu chuqurcha bo‘ylab gradus, minut va yoy sekundlarining shtrixlari muhrlangan mis plastinka joylashtirilgan bo‘lib, u butun aylananing uzunligi bo‘ylab yotqizilgan. Shuningdek, marmar plitalarning mazkur aylana yoyi bo‘ylab bir xil masofalarda o‘yib yozilgan o‘nlik sonlarni ifodalovchi harflari bo‘lgan. Shularni e’tiborga olganda, mazkur aylana yoritgichlarning azimutlarini (yoritgichdan o‘tkazilgan vertikal aylana asosining gorizontning Janub nuqtasidan yoy uzoqliklarini) o‘lhash uchun ishlatilganligi ma’lum bo‘ladi. Aylana markaziga yaqin joyda esa uncha baland bo‘lмаган ikki g‘isht qalinligidagi ikkita devor bilan o‘zaro ajratilgan uchta zina topilib, ular pastga qarab yo‘nalgan edi. Bu zinalar tozalanib, pastga tushilganda, to‘sish devorlarning ustiga ham marmar plitalar qoplanganligini va ularda ham katta gorizontal aylananing marmar qoplamaridagi kabi ariqchasi borligi aniqlandi. Marmar plitalarga o‘yib yozilgan sonlardan ma’lum bo‘ldiki, bir-biridan 51 santimetr



Ulug‘bek o‘rta asrlarning dunyoga mashhur astronomlari davrasida (chapdan uchinchi; Yan Gaveliyning (XVII a.) «Yulduzlar atlasi»dan).

uzoqlikdagi bu to'sinlar, aslida yoritgichlarning balandliklarini o'lchash imkonini beradigan rasadxonaning bosh astronomik asbobi – sekstantning yoyi ekan. Keyingi tadqiqotlar ushbu meridian yoyining radiusi 40,2 metr bo'lganligini ma'lum qildi.

Sekstant yoyidagi ingichka o'yiq chiziqchalar bilan belgilangan shtrixlar orasi 70,2 santimetrdan bo'lib, u 1° ga to'g'ri keladi, $1'$ ga to'g'ri kelgan sekstant yoyi uzunligi esa 11,7 millimetrnini tashkil etadi. Bosh «teleskop» yoyining uzunligi salkam 50 metrga teng bo'lib, uning janub tomonida joylashgan dioptr (tuyruk)ning yer sathidan balandligi 28 metrga borardi.

Meridian yoyining saqlanib qolgan qismiga ko'ra, bu ulkan burchak o'Ichagich astronomik asbob yoyining uzunligi, aylana uzunligining to'rtdan birimi yoki oltidan bir qismi bo'lganmi, boshqacha aytganda, kvadrant bo'lganmi yoki sekstantligini aniqlash juda mushkul, shu bois bu masala bir necha o'n yillar davomida tortishuvlarga sabab bo'ldi. V.L.Vyatkin qazilmalari, bu ulkan asbobning qoldig'i (qoyaga o'yilgan chuqurlikdagi qismi) janub tomonda yer sathidan 11 metr chuqurlikkacha tushganligini ma'lum qildi. Youning ostki chetida 90° li belgi bo'lib, undan yer sathigacha 45° li yowni tashkil qiladi. Yer sathidan biroz pastda, yoy uzilgan joyda 57° li yoy belgisi topildi. Biroq shunisi qiziq ediki, topilgan marmar plitalarda abjad hisobida ko'rsatilgan yoy graduslarining belgilari 57° dan 80° ga qadar sonlar — harfiy belgilar aylanachalar ichida ko'rsatilgan bo'lib, yoy minuti va sekundi belgilarini aks ettirgan mis halqani kiygizish uchun ariqcha ham mavjud bo'lgani holda, 80° dan 90° gacha bo'lgan oxirgi 10 gradusli yoyda uning bo'laklarini ifodalovchi harfiy belgilar ham shuningdek, minut, sekund yoylari aks etilgan mis plastinkalarni joylashtirishga mo'ljallangan ariqchalar ham yo'q edi. Bu – mazkur astronomik asbob, zenitdan 10° li yoy masofagacha uzoqlikdan o'tuvchi yoritgichlarni kuzatishni maqsad qilmagan va uning ishchi qismi 80° dan boshlangan, boshqacha aytganda, balandligi eng yuqori nuqtasida 80° gacha boradigan yoritgichlarnigina kuzatishga mo'ljallangan deb xulosa qilishga asos beradi. Mazkur asbobning yer sathidan ustki qismidagi yoyi qanday uzunlikda bo'lgani hamon muammo bo'lib, qazilma paytida, M.Y.Massonning yozishicha, yoning bu qismiga tegishli 19° va 20° dan 21° gacha harfiy belgilar



bitilgan plitalar topilgan (19° bitil- gan marmar taxta ancha keyin topilgan). Hozirga qadar 22° dan 57° gacha abjad harflarida sonlar bitilgan plitalar topilganicha yo‘q. 19° dan so‘ng 0° gacha plitalar xususida esa aytish mumkinki, aslida mazkur asbob yoyining bu qismi aniq bo‘lganligini tasdiqlovchi birorta dalil hozirga qadar ham topilmagan. Gap shundaki, rasadxonaning faoliyatini aks ettirgan ko‘plab tarixiy manbalar bu asbob, asosan, Quyoshni, Oyni va planetalarni kuzatishga mo‘ljallangan asbob bo‘lganligini tasdiqlaydi. Samarqand sharoitida osmon ekvatorining gorizontga og‘maliga 50° atrofida (chunki Samarqandning kengligi taxminan 40° , binobarin, $90^{\circ} - 40^{\circ} = 50^{\circ}$) bo‘lib, Quyoshning yillik ko‘rinma yo‘li tekisligining (ekliptikaning) osmon ekvatoriga og‘maligi $23^{\circ}26'$ bo‘lganligi sababli u yerda Quyoshning balandligi yil davomida $26^{\circ},5$ dan $73^{\circ},5$ gacha o‘zgaradi. Oy orbitasi tekisligining ekliptika tekisligiga, boshqacha aytganda, Yer orbitasi tekisligiga, og‘maligi $5^{\circ}9'$ ligini e’tiborga olsak, Samarqandda Oyning balandligi $21^{\circ},5$ dan $78^{\circ},5$ gacha o‘zgarishi ma’lum bo‘ladi. Planetalar masalasiga kelsak, ular ichida ekliptika tekisligiga eng katta og‘ishga ega, qurollanmagan ko‘z bilan ko‘rish mumkin bo‘lgan planeta Merkuriy bo‘lib, uning orbitasi tekisligining ekliptika tekisligiga og‘maligi taxminan 7° ni tashkil qiladi. Binobarin, uncha murakkab bo‘limgan hisoblashlar, Samarqand osmonida uning balandligi $19^{\circ},5$ dan $80^{\circ},5$ gacha o‘zgarishini ma’lum qiladi. Bu ma’lumotlarning oddiyigina tahlilidan ko‘rinadiki, Samarqand osmonida Quyosh, Oy va boshqa planetalarni kuzatish va ularning harakatlarini o‘rganish uchun mazkur rasadxona bosh «teleskopi» yoyining 19° dan 0° gacha qismining bo‘lishiga hech zaruriyat yo‘q ekan. Yana shuni eslatish joizki, qadim Misrdagi, Xitoy va Bag‘doddagi ming yillar ilgari qurilgan rasadxonalar ham asosan, Quyosh, Oy va beshta yorug‘ planetani kuzatishga mo‘ljallab qurilganligi ma’lum. Chunki saroy munajjimlari u davrlarda o‘z tolenomalarini tuzishda aynan shu yoritgichlarning holatlarigagina tayanan edilar.

Ulug‘bek rasadxonasi bosh «teleskopi» yoyining darajalangan, ya’ni 19° dan 80° gacha bo‘lgan ishchi qismi aylana uzunligining taxminan oltidan bir qismi ekanligini e’tiborga olib, uni hech ikkilanmay sekstant bo‘lgan deyish mumkin. Biroq shunga qaramay, olimlar orasida bu asbobning sekstant bo‘lganmi yoki



kvadrantligi haqidagi tortishuvlar uzoq yillar davom etdi. Va, nihoyat, taniqli o'zbek olimi, arabshunos va astronom G'. Jalolov 1941- yilning may—iyun oylarida taniqli matematik Qori-Niyoziy va V.Shcheglovlar bilan rasadxona qoldiqlarini o'rganish bo'yicha tashkil etilgan ilmiy ekspeditsiyada ishtirok qildi. Ekspeditsiyadan qaytgach, G'.Jalolov Koshiyning astronomik asboblarga sharhi bilan tanishib, unda keltirilgan beshinchi asbob «Sudus al-Faxriy» («Faxriy sekstanti») ga e'tibor qildi va uni o'rgandi. 1944- yilda Toshkent Astronomik observatoriyanining ilmiy Kengashida olim bu haqda ma'ruza qilib, «Sudus al-Faxriy»ni o'rganish natijalarini Samarqand rasadxonasining bosh asbobi qoldiqlari bilan taqqosladi va Ulug'bek rasadxonasining bosh «teleskopi» sekstant bo'lganligining foydasiga bir talay dalillar keltirdi. Bu ma'ruza natijasi tan olinib, 1947- yili u sobiq Ittifoq Fanlar akademiyasiga qarashli «Астрономический журнал» deb ataladigan ilmiy jurnalning iyul sonida chop etildi. Unda G'. Jalolov Ulug'bek rasadxonasining bosh «teleskopi»ning sekstantligini tasdiqlovchi quyidagi ilmiy dalillarni keltiradi.

1. Samarqand rasadxonasining sekstanti Jamshid Koshiyning rasadxona uchun zarur bo'lgan astronomik asboblarning bayoni yozilgan «Nuzxat-al-xadaiq» risolasida keltirilgan «Sudus al-Faxriy»ning o'lchamlari bilan to'la mos keladi.

2. Alisher Navoiyning zamondoshi taniqli alloma Abdal Ali Birjandiy o'zining «Sharhi «Zij-Ko'ragoniy» asarida ekliptikaning osmon ekvatoriga og'maligi haqida shunday yozadi: «Bu og'malikning turli qiymatlarda chiqishining sababi, uni o'lchami, qurilishi va aniqligi bilan farqlanuvchi turli asboblarda amalga oshirilishi bilan tushuntiriladi. Qadim zamonlarda bu og'malik, Ptolemeyning «Almajistiy»sida bayon qilingan tosh kvadrant yordamida o'lchangan. Biroq Faxr ad-Davla zamonida o'tgan Mahmud Xo'jandiy hatto yoy sekundlarini ham o'lhashga imkon beradigan va «Sudus al-Faxriy» nomi bilan yuritilgan boshqa bir asbobni o'ylab topdi. Samarqand rasadxonasida ham bu og'malikni «Sudus al-Faxriy» asbobi bo'yicha aniqlashgan.

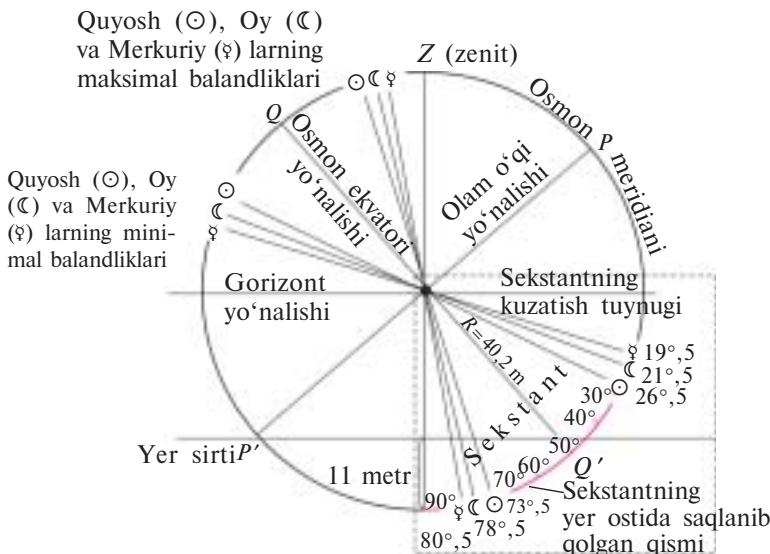
3. Sharqda so'nggi qurilgan observatoriyalardan biri bo'lgan Jaypur rasadxonasining astronomi Savoy Jay Singx (1686—1743) Hindiston podshohi Muhammadshohga bag'ishlangan «Muham-



madshoh ziji»ning so‘zboshisida shunday yozadi: «Musulmon dunyosining maktablariga hurmat yuzasidan, Samarqand observatoriyasida qurilgan astronomik asboblardan diametri 8 gazli halqa asbob – Faxriy sekstanti bizning rasadxonamizda ham qurilgan».

Shularga qaramay, rasadxonaning bosh «teleskopi», aslida qanaqa bo‘lganligi hozirgacha ham tortishuvlarga sabab bo‘lib kelayotgan bo‘lsa-da, uning ishchi qismi sekstant bo‘lganiga hech qanday shubha yo‘q. Chunki, eslatilganidek, Samarqand shahrining kengligida Quyosh, Oy va oddiy ko‘z bilan ko‘rinadigan barcha planetalarning «izi» bu asbobda «aks qilganda», ularning balandligi, asbob yoyining 20° dan 80° gacha bo‘lgan qismi 60° li yoyga teng bo‘lib, aylana yoyining oltidan bir qismini, ya’ni sekstantni tashkil qildi.

Shunga e’tiboran, astronom G’. Jalolovning Ulug‘bek rasadxonasining bosh asbobi sekstantligi foydasiga keltirgan yuqoridagi dalillari, ayrimlar olimning haligacha mazkur astronomik asbobni, asossiz ravishda, kvadrant deb ishlatishlariga hech o‘rin qoldirmaydi.





2. O'zbekiston Respublikasi FA astronomiya instituti va uning filiallari



O'zbekiston Respublikasi FA astronomiya institutining ma'muriy binosi.

va Xovyu yulduz soati o'rnatildi. 1890- yilda observatoriya mudir etib taniqli geodezist, olim, professor Sh.I.Pomeransev tayinlandi.

O'rta Osiyo va Qozog'istonda astronomik va geodezik ishlarni jonlantirish maqsadida 1927- yili observatoriya qoshida vaqt bo'limi ochilib, o'sha yili passaj instrument, astronomik soatlar va xronograf kabi asboblarga buyurtma berildi. 1928- yildan vaqt bo'limi astronomik, geodezik, gravimetrik, seysmometrik va boshqa aniq vaqt xizmatlarini amalga oshirish maqsadida ritmik signallar uzatishni yo'nga qo'ydi.

Vaqt bo'limida aniq va geografik uzunliklarni aniqlash masalalari bilan uzoq yillar observatoriyaning sobiq direktori V.P.Shcheglov rahbarligida P.P.Loginov, B.V.Yasevich, O.S.Tursunov, E.Sanaqulov va E.Inog'omov kabi iqtidorli olimlar shug'ullandilar.

1919- yili O'rta Osiyo hududida $39^{\circ}08'$ kenglikda joylashgan beshinchchi Xalqaro Chorjo'y kenglik stansiyasi o'z faoliyatini yakunlagach, shu kenglikda joylashgan Yukayya va Geytersberg (AQSH), Mitsuzava (Yaponiya) va Karloforte (Italiya) Xalqaro kenglik stansiyalari xizmatini yaxshilash maqsadida, O'rta Osiya hududida yangi joy tanlash masalasi qo'yildi. Bunday joy Qashqadaryo viloyatidagi Kitob shahri yaqinidan topildi. Ulug'bek

1966- yildan Respublika FA astronomiya instituti nomi bilan qayta tashkil etilgan Toshkent astronomik observatoriyasi O'rta Osiyo ning eng birinchi ilmiy-tadqiqot markazlaridan hisoblanadi. Observatoriyada birinchi astronomik kuzatishlar 1873- yilda boshlandi. XIX asrning 80- yillaridayoq observatoriyada Repsold meridian doirasi, Mers 6 dyuymlik refraktori

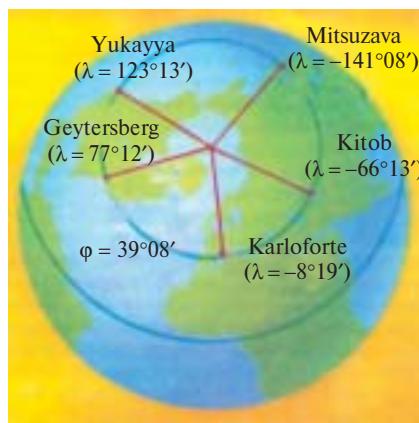


nomi bilan atalgan Kitob Xalqaro kenglik stansiyasi, 1920- yillarning oxirida, kenglik xizmatini o'tash uchun Germaniyaning mashhur Bamberg firmasida tayyorlangan zenit-teleskop ($d = 110$ mm, $f = 1290$ mm), Vanshaf zenit-teleskopi ($d = 68$ mm, $f = 870$ mm) va passaj instrumentlarini ishga tushirdi.

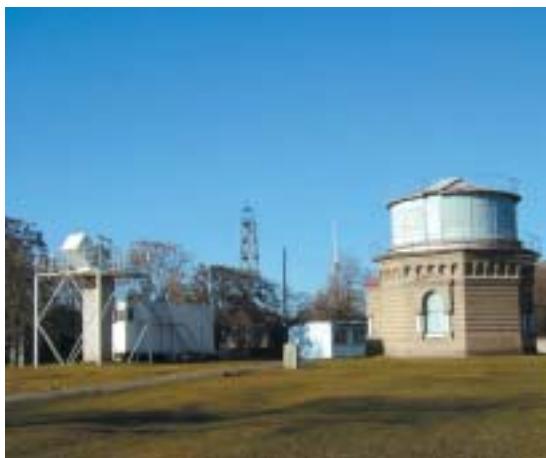
Uzoq yillardan buyon Kitob filialida A.M.Kalmikov rahbarligida S.Eshonqulov, D.Fozilova kabi bir guruh olimlar Xalqaro kenglik xizmatini amalga oshirish bo'yicha samarali mehnat qilib kelmoqdalar.

1932- yili Quyoshni tadqiq qilish bo'yicha Toshkent observatoriysi qoshida Quyosh aktivligini o'rganish laboratoriyasi tashkil etildi. Mazkur laboratoriyada Quyoshdag'i aktiv jarayonlarning fizik tabiatini va Quyosh aktivligi faoliyatini uzoq yillar o'rganishda Y.M.Slonim, I.Sattorov, Z.B.Korobova va K.F.Kuleshova kabi taniqli astronomlarning xizmati katta bo'ldi.

Toshkent observatoriyasida o'zgaruvchan yulduzlarni o'rganish, mashhur pulkovolik (Sankt-Peterburg) astrofiziklar F.A.Bredixin va A.A.Belopolskiylarning tavsiyasi bilan 1893- yilda Toshkent observatoriyasiga jo'natilgan, o'sha zamonning eng yirik va yuqori sifatli teleskopi – normal astrografning ishga tushirilishi (1895- y.) bilan boshlandi. O'zgaruvchan yulduzlar laboratoriyasida bunday yulduzlarning turli xillari taniqli astronomlardan V.V.Stratonov, B.V.Kukarkin, N.F.Florya, I.M.Ishchenko, V.S.Shevchenko, M.M.Zokirov va K.Grankinlar tomonidan o'rganilib, ulardan bir necha o'n mingga yaqini haqidagi ma'lumotlar maxsus kataloglarda yoritildi. Ayni paytda mayda planetalar harakatini o'rganish bo'yicha tuzilgan salmoqli ilmiy dastur asosida ularni E.Mirmahmudov rahbarligidagi guruh amalga oshirmoqda.



Kitob Xalqaro kenglik stansiyasi kengligida ($39^{\circ}08'$) joylashgan dunyoning boshqa xalqaro stansiyalari.



Toshkent astronomiya observatoriyasida 1895-yilda ishga tushirilgan normal astrograf deb ataluvchi teleskop (o'ngda) va Quyosh seysmologiyasini o'rganishga mo'ljalangan maxsus teleskop (chapda).

1941- yildan 1945- yilgacha bo'lgan urush davrida Toshkent observatoriyasida sobiq Ittifoq FA Bosh astronomik observatoriyasining S.I.Belyavskiy rahbarligidagi bir guruh xodimlari, Ulug'bek nomidagi Kitob Xalqaro kenglik stansiyasida esa Semeiz (Qrim) astronomik observatoriyasining professori G.N.Neuymen boshliq xodimlari boshpana topib, har ikkala guruh xodimlari ham o'zbek astronomlari bilan hamkorlikdagi ish rejalarini asosida tadqiqot ishlarini bajardilar.

Professor Neuymen Kitobda ishlab yurib topgan o'nlab mayda planetalaridan biriga, O'zbekistonda ishlab yurgan yillardan esdalik sifatida, «O'zbekistoniya» deb nom berdi. Vatanimiz nomi bilan ataladigan bu mayda planeta xalqaro katalogdan 1351 tartib raqami bilan joy oldi.

1957- yili Toshkent astronomik observatoriyasining filiali – Kitob Xalqaro kenglik stansiyasining Xalqaro geofizik yil dasturida ishtirok etishi munosabati bilan Toshkent observatoriyasining vaqt bo'limida ikkinchi passaj instrumenti, sutkasiga 0,0003 sekund aniqlik bilan yuradigan kvarts soati, 3TL-180 rusumli zenith-teleskop va Quyosh fizikasi laboratoriyasida, xromosfera-fotosfera teleskopi ishga tushirildi. Mazkur teleskop yordamida Quyoshning xromosfera qatlamida ro'y beradigan aktiv hodisalar muntazam tadqiq qilina boshladi.

Birinchi Yer sun'iy yo'ldoshi uchirilishi munosabati bilan observatoriya qoshida «Fotografik astrometriya» laboratoriysi



ishga tushirildi. Laboratoriya mudir etib A.A.Latipov tayinlandi. Qator yillar mobaynida bu bo'limda A.Rahimov, X.Ishmuhamedov, Sh.Pirimqulov, Y.M.Ivanov va A.Qodirovlар tarqoq yulduz to'dalaridagi yulduzlarning xususiy harakatlarini, mayda planetalarning aniq koordinatalari, YSY larning harakatlarini o'rganib, ularning orbita elementlari aks etgan jadvallarini tuzdilar.

Astronomiya tarixiga oid talay ishlар (birinchi navbatda Sharq astronomiyasi tarixiga oid ishlар) G'.Jalolov va V.P.Shcheglov tomonidan amalga oshirildi. Ayniqsa, sharqshunos G'.Jalolovning Abu Rayhon Beruniyning astronomik merosi, Ulug'bek observatoriyasining qurilishi tarixi, Ulug'bek astronomiya mакtabining faoliyati va ilmiy merosiga oid ishlari, ajdod buyuk astronomlarimizning astronomiya fani rivojiga qo'shgan hissasi va merosi bilan dunyoga tanitishi olimning salmoqli xizmatlaridan hisoblanadi. Bir necha yil davomida, sobiq Ittifoq FA qoshidagi Astronomik Kengashning astronomiya tarixi bo'yicha komissiya a'zosi sifatida faoliyat ko'rsatgan G'.Jalolov o'rta asr Sharq astronomlari hayoti va ijodiga tegishli o'nlab maqola va tezislarini sobiq Ittifoq hamda chet el ilmiy jurnallarida e'lon qildi.

1966- yili Toshkent astronomik observatoriysi Respublika Fanlar akademiyasining astronomiya institutiga aylantirildi. Institutning qoshida beshta bo'lim (aniq vaqt xizmati, meridian astrometriya, fundamental astrometriya, Quyosh fizikasi va o'zgaruvchi yulduzlar) va Kitob Xalqaro kenglik stansiyasi filiali tasdiqlandi. 1963- yili observatorianing yangi ma'muriy va laboratoriylar korpusi foydalanishga topshirildi. 1966- yili institutda katta Quyosh teleskopi (ASU-5) ASP-20 deb nomlanuvchi quvvatli spektrografi bilan ishga tushirildi.

O'tgan asrnинг 60- yillarda O'rta Osiyo va Qozog'iston hududlarida astronomik iqlimini (atmosferaning sokinligi, ochiq tunlarining ko'pligi, uning tiniqlik darajasi va h.k.) o'rganish bo'yicha ekspeditsiya ish olib bordi. Natijada ko'p yillik izlanishlar muvaffaqiyatli yakunlanib, dunyoda eng yuqori astroiqlim sharoitiga ega bo'lган joylardan biri – Qashqadaryo viloyatidagi Kitob shahridan 100 kilometrcha chamasи narida joylashgan Maydanak tog'laridan topildi va u yerda institut filialini tashkil etish maqsadida astronomik kuzatish asboblarini o'rnatish



Institutning eng qadimiy astronomik kuzatuv
asboblari bilan jihozlangan muzeyi.

boshlandi (61- rasmga qarang). Ayni paytda mazkur Baland tog‘ observatoriyasida tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

1990- yili Astronomiya instituti qoshida Galaktikalar astronomiyasi bo‘limi tashkil etilib, unga prof. S.N.Nuriddinov rahbar etib tayinlandi. Qisqa vaqt ichida bu bo‘lim taniqli yosh tadqiqotchilar ijodiy guruhiiga aylandi. Ayni paytda bu guruhda kvazarlar va galaktikalar fizikasi, yulduzlarning sharsimon hamda tarqoq to‘dalari dinamikasi va fizikasi bilan M.Ibragimov, M.Mominov, E.Rahmatov, K.Mirtojiyeva kabi yosh olimlar samarali tadqiqot ishlarini amalga oshirmoqdalar.

1990- yilda Astronomiya institutiga rahbarlik qilish yosh, iqtidorli va tashkilotchi olim f.m.f.d. Sh.A.Egamberdiyev zimmasiga yuklatildi. Qisqa vaqt ichida u boshqargan iqtidorli olimlar – S.P.Ilyosov, Sh.Xoliqov va boshqalardan iborat guruh Quyosh fizikasining yangi yo‘nalishi – Quyosh seysmologiyasi (gelioseysmologiya) bo‘yicha Xalqaro IRIS va TON programmalari bo‘yicha tadqiqot ishlarida faol ishtirok etib, katta yutuqlarni qo‘lga kiritdilar. Gelioseysmologiya bo‘yicha Fransiya va Tayvan olimlari bilan hamkorlikda tadqiqot ishlarini Astronomiya instituti huddida, Qumbel tog‘ida (Chimyon) va, ayni paytda, Parkentda o‘rnatalgan maxsus teleskoplar yordamida samarali olib bormoqdalar.



Institut qoshida o‘rta asrlar teleskoplari, soatlari va noyob kuzatish asboblaridan tashkil topgan muzey va astronomiya sohasida yuz yildan ortiq vaqt mobaynida yig‘ilgan adabiyotlarga boy kutubxonada jahonning turli mamlakatlarida va turli tillarida nashr etilgan 50 mingdan ortiq kitoblar saqlanmoqda. Ular ichida talay noyob qadimiy asarlar ham mavjud. Shulardan biri XVII asrda yashab ijod etgan taniqli polyak astronomi Yan Gaveliyning «Astronomiya darakchisi» asaridir. Mazkur asar 1690- yilda Polshaning Gdansk shahrida chop etilgan bo‘lib, hozir eng nodir nuxsalardan biri hisoblanadi. Uning biz uchun qimmatli joyi yana shundaki, bu asar sahifalarida buyuk vatandosh allomamiz Ulug‘bekning Samarqand rasadxonasida tuzgan yulduzlar jadvali (ziji), shuningdek, jahon tasviri y san‘atida noyob hisoblangan Ulug‘bekning tasviri ham bor.

Kutubxonada kosmonavtikaning «otasi» K.E.Siolkovskiyning hayotlik paytida nashr etilgan va shaxsan o‘zi Toshkent observatoriyasiga yo‘llagan kitoblari ham saqlanmoqda. Ularning birida mashhur olim o‘z qo‘li bilan bitgan quyidagi so‘zlarni o‘qiymiz: «Minnatdor muallifdan. K.Siolkovskiy, 1928- y., 10- aprel».

Yerning ekvatorial radiusi	6378,16 km
Yerning qutbiy radiusi	6356,78 km
Yer hajmiga teng shar radiusi	6371,03 km
Yulduz sutkasining uzunligi	$23^{\text{h}} 56^{\text{m}} 4^{\text{s}}$, 091 o'rtacha quyosh vaqt
O'rtacha quyosh sutkasining uzunligi	$24^{\text{h}} 03^{\text{m}} 56^{\text{s}}$, 555 yulduz vaqt
Yilning uzunligi (o'rtacha vaqt bilan):	

$$\begin{aligned} \text{tropik yil} & 365^{\text{d}},2422 = 365^{\text{d}} 5^{\text{h}} 48^{\text{m}} 46^{\text{s}} \\ \text{yulduz yili} & 365^{\text{d}},2564 = 365^{\text{d}} 6^{\text{h}} 9^{\text{m}} 10^{\text{s}} \end{aligned}$$

Oyning uzunligi (o'rtacha vaqt bilan):

$$\begin{aligned} \text{sinodik oy} & 29^{\text{h}},5306 = 29^{\text{d}} 12^{\text{h}} 44^{\text{m}} 3^{\text{s}} \\ \text{yulduz oyi} & 27^{\text{d}},3217 = 27^{\text{d}} 7^{\text{h}} 43^{\text{m}} 12^{\text{s}} \\ \text{ajdaho oyi} & 27^{\text{d}},2122 = 27^{\text{d}} 5^{\text{h}} 5^{\text{m}} 36^{\text{s}} \end{aligned}$$

Quyosh haqida ma'lumotlar

Quyosh parallaksi	$8'',8$
Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofa	149600000 km
Diametri	$D_{\odot} = 109$, $12 D_{\oplus} = 1392000$ km
Yuzi	$S_{\odot} = 11930$ $S_{\oplus} = 608,7 \cdot 10^{10}$ km 2
Hajmi	$V_{\odot} = 1303800 \cdot V_{\oplus} = 1,412 \cdot 10^{33} \cdot \text{sm}^3 = 1,4 \cdot 10^{18}$ km 3
Massasi	$M_{\odot} = 332958 m_{\oplus} = 1,99 \cdot 10^3$ kg
O'rtacha zichligi	$\rho_{\odot} = 0,255$ $\rho_{\oplus} = 1,410$ g/sm 3
Quyosh sirtida erkin tushish tezlanishi	$G_{\odot} = 2,738 \cdot 10^4$ sm/s 2
Quyosh sirtida parabolik (kritik) tezlik	$v_{\text{par}} = 617,7$ km/s
Quyosh ekvatoridagi nuqtaning sinodik aylanish davri	$27^{\text{d}},275$
Quyosh ekvatorining ekliptikaga og'maligi	$7^{\circ}15'00''$
Quyosh doimisining o'rtacha qiymati	$1,388 \cdot 10^6$ erg/s·sm 2
Vaqt birligi ichida ajraladigan umumiy nurlanish energiyasi ..	$3,88 \cdot 10^{33}$ erg/s
Quyosh harakatining apeksi	$\alpha = 18^{\text{h}}00^{\text{m}}$, $\delta = +30^{\circ}$
Galaktika markazi atrofida Quyoshning tezligi	240 km/s
Galaktika markazi atrofida Quyoshning aylanish davri	200 mln yil

Yer haqida ma'lumotlar

Massasi	$M_{\oplus} = 5,98 \cdot 10^{27}$ g
Ekvatorial radiusi	6378,160 km
Yer aylanishining burchak tezligi	$15'',041$ s $^{-1}$
Ekvatordagi nuqtaning chiziqli tezligi	465,119 m/s
ϕ geografik kenglamaga ega bo'lgan yer sirtidagi nuqtaning chiziqli tezligi	465,119 cos ϕ m/s
Orbitadagi eng katta tezligi (perigeliyda)	30,27 km/s
Orbitadagi minimal tezligi (afeliyda)	29,27 km/s
Quyoshga tomon Yerning tezlanishi	0,59 sm/s 2
Yerda erkin tushish tezlanishi	980,665 sm/s 2
Yer o'qining ekliptika o'qi atrofida aylanish (pretessiya hodisisi tufayli) davri	25725 yil
Shimoliy geomagnit qutbining koordinatalari	$\varphi = 78^{\circ},6$; $\lambda = 70^{\circ},1$
Geomagnit qutblarda kuchlanganligining kattaligi	0,63 E

Oy haqida ma'lumotlar

Oyning o'rtacha sutkalik parallaksi	57°2'',61
Yerdan o'rtacha uzoqligi	384400 km
Ko'rinma eng katta burchak diametri	33°32''
Ko'rinma eng kichik burchak diametri	29°20''
Diametri	3476 km = 0,27234 d_{\oplus} _{ekv}
Hajmi	$2195,3 \cdot 10^7 \text{ km}^3 = 0,020266 V_{\oplus}$
Yuzi	$3,791 \cdot 10^7 \text{ km}^2 = 0,0743 S_{\oplus}$
Massasi	$7,35 \cdot 10^{25} \text{ g} = 0,012300 m_{\oplus}$
O'rtacha zichligi	$3,350 \text{ g/sm}^3 = 0,607 \bar{\rho}_{\oplus}$
Oy sirtida erkin tushish tezlanishi	1,623 m/s ²
Kritik tezlik	2,38 km/s
Oy orbitasi tekisligining ekliptikaga og'maligi	5°8' 43'',4
Oy ekvatori tekisligining ekliptika tekisligiga o'rtacha og'maligi (og'ish burchagi 6°31' dan 6°51' ga qadar o'zgaradi)	6°40',7
Yerdan qaraganda Oy yuzasining ko'rinmaydigan qismi	0,410
O'rtacha ko'rinma burchak tezligi	12°,15
Orbita bo'ylab o'rtacha tezligi	1,023 km/s
Yer ta'sirida olgan tezlanishi	0,272 sm/s ²
Oyning aylanish davriga teng siderik davri	27 ^d 7 ^h 43 ^m 11 ^s ,47
Sinodik davri (Quyoshga nisbatan to'la aylanish davri)	29 ^d 12 ^h 44 ^m 2,78 ^s
Oyda tush paytida temperatura	+120 °C
Oyda yarim kechada temperatura	-150 °C

Quyosh tutilishlari

Tutulish kuni	Tutulish turi	Maksimumga erishish vaqtি	Tutulish eng yaxshi kuzatiladigan joy
3- oktabr 2005- y.	Halqasimon	9 ^h 32 ^m	Soya tasmasi: Atlantika okeani, Afrika, Ispaniya, Hind okeani
29- mart 2006- y.	To'liq	9 ^h 07 ^m	Soya tasmasi: Atlantika okeani, Afrika, Yevropa, Osiyo
22- sentabr 2006- y.	Halqasimon	12 ^h 09 ^m	Soya tasmasi: Atlantika okeanining janubiy qismi
19- mart 2007- y.	Qisman	-	Yevropaning shimoliy sharqi, Osiyo
11- sentabr 2007- y.	Qisman	-	Janubiy Amerika, Antarktida, Tinch okeani janubiy qismi
7- fevral 2008- y.	Halqasimon	7 ^h 12 ^m	Soya tasmasi: Antarktida, Tinch okeani janubiy qismi
1- avgust 2008- y.	To'liq	7 ^h 27 ^m	Soya tasmasi: Grenlandiya, Arktika, G'arbiy Sibir, Xitoy
26- yanvar 2009- y.	Halqasimon	12 ^h 56 ^m	Soya tasmasi: Hind okeani, Indoneziya
22- iyul 2009- y.	To'liq	11 ^h 40 ^m	Soya tasmasi: Osiyoning janubiy-sharqi, Tinch okeani
15- yanvar 2010- y.	Halqasimon	16 ^h 11 ^m	Afrika, Hind okeani, Osiyoning janubiy-sharqi

Planetalarga oid ma'lumotlar

Plane-talar	Ekvator-rial radiusi (km)	Quyoshdan o'rtacha uzoqligi (mln km)	Massasi m_{\oplus}	$10^{27} g$	P_{\oplus}	g/sm^2	Hajmi (Yer hajmi birli-gida)	O'z o'qi atrofida aylanish davri	Orbita sifrida kiritlik tezlik (km/s)	Orbital tez-ligi (km/s)	Quyosh atrofida aylanish davri
Merkuriy	2437	57,91	0,055	0,330	0,99	5,45	0,56	58 ^d ,65	7°0'	0,2056	0,38
Venera	6050	108,21	0,816	4,872	0,95	5,25	0,86	243 ^d ,16	3°23'	0,0068	0,90
Yer	6378	149,60	1,000	5,978	1,00	5,52	1,00	23 ^b 56 ^m 04 ^s	0°00'	0,0167	1,00
Mars	3394	227,94	0,107	0,642	0,71	3,94	0,15	24 ^b 37 ^m 23 ^s	1°51'	0,0933	0,38
Yupiter	71400	778,3	317,84	1900	0,24	1,34	1310	9 ^h 50 ^m	1°18'	0,0484	2,66
Saturn	60400	1429,3	95,17	568	0,13	0,70	750	10 ^h 14 ^m	2°29'	0,0558	1,15
Uran	24800	2875,03	14,59	87	0,26	1,41	57	10 ^h 42 ^m	0°46'	0,0471	0,98
Neptun	25050	4504,4	17,25	103	0,29	1,58	60	15 ^h 48 ^m	1°47'	0,0085	1,12

MUNDARIJA

So‘zboshi.....	3
----------------	---



I. KIRISH

1- §. Astronomiya fani va uning kelib chiqishi	6
2- §. Qisqacha tarixiy ocherk	7
2.1. Qadimgi Yunonistonda olam tuzilishi haqidagi tasavvurlar	7
2.2. Sharq olimlarining astronomiya sohasidagi meroslari	8
2.3. Yevropada astronomiyaning rivoji	10
2.4. Zamонавија astronomiya va kosmosni o‘zlashtirishning ahamiyati	10
3- §. Yoritgichlarning ko‘rinma holatlari. Yulduz turkumlari	14
4- §. Quyosh, Oy, planetalar va yulduzlarning ko‘rinma harakatlari...	16
5- §. Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanishiga dalillar	18



II. AMALIY ASTRONOMIYA ASOSLARI

1- §. Osmon sferasi, uning asosiy nuqta, aylana va chiziqlari	20
2- §. Quyoshning yillik ko‘rinma harakati. Ekliptika	22
3- §. Osmon koordinatalari	24
4- §. Yulduzlarning xaritalari	26
5- §. Olam qutbining balandligi va joyning geografik kengligi orasidagi bog‘lanish	27
6- §. Turli geografik kengliklarda osmon sferasining sutkalik ko‘rinma aylanishi	28
7- §. Astronomik kuzatishlar asosida joyning geografik kengligini taxminiy aniqlash	31
8- §. Yoritgichlarning kulminatsiyasi va kulminatsiya balandliklari	32
9- §. Vaqt ni o‘lchashning asoslari	33
10- §. Kalendrarlar (taqvimlar).....	37
11- §. Umar Xayyom kalendari	39



III. OLAM TUZILISHI HAQIDAGI TASAVVURLAR. OSMON MEXANIKASINING ELEMENTLARI

1- §. Quyosh sistemasining tuzilishi	42
2- §. Quyosh sistemasining a’zolari va o‘lchamlari	45
3- §. Planetalarining konfiguratsiyalari va ko‘rinish shartlari	47
4- §. Planetalarining Quyosh atrofida harakatlari. Ularning davrlari ...	49
5- §. Kepler qonunlari	50
6- §. Quyosh sistemasini jismlarigacha masofalarni aniqlash.....	52
7- §. Astronomiyada uzunlik birliklari	54
8- §. Quyosh sistemasini jismlarining o‘lchamlarini aniqlash	55

9- §. Butun olam tortishish qonuni	57
10- §. Osmon jismlarining massalarini hisoblash	57
11- §. Oyning harakati va fazalari	59
12- §. Quyosh va Oy tutilishlari	60



IV. KOSMONAVTIKA ELEMENTLARI

1- §. Kosmonavtika va uning boshqa fanlar bilan aloqasi.....	64
2- §. Uchish paytida kosmik apparatga (KA) ta'sir etuvchi kuchlar	68
3- §. Vaznsizlik	69
4- §. Tortishishning markaziy maydoni	70
5- §. Tortishishning markaziy maydonida jismning harakati	72
6- §. Ta'sir sferasi va KA trayektoriyalarini taxminiy hisoblash.....	77
7- §. Yer sun'iy yo'ldoshlarining orbita elementlari	79
8- §. Yer atmosferasida SY orbitasining evolutsiyasi	80
9- §. Sun'iy yo'ldosh harakatiga Oy va Quyoshning ta'siri	81
10- §. SY larning Yer sirtiga nisbatan harakati	82
11- §. Orbital manyovrlar.....	83
12- §. Oyga uchish trayektoriyalari	87
13- §. Oy sirtiga qo'nish	90
14- §. Planetalarga uchish trayektoriyalari	92
15- §. Planetalarga uchishda Yer va mo'ljallangan planetaning tortish kuchini hisobga olish	94



V. ASTROFIZIK METODLAR VA ASBOBLAR

1- §. Teleskoplar. Optik teleskoplar	98
2- §. Radioteleskoplar	102
3- §. Ulug'bek rasadxonasi	104
4- §. O'zbekistonda astronomiya	106



VI. QUYOSH – ENG YAQIN YULDUZ

1- §. Quyosh haqida umumiy ma'lumotlar	108
2- §. Quyosh fotosferasi: donadorlik va mash'allar	111
3- §. Quyosh dog'lari – magnit orollari	113
4- §. Protuberanslar – alanga «til»lari	114
5- §. Quyosh chaqnashlari	116
6- §. Quyosh «toji»	118
7- §. Quyosh energiyasining manbayi	119
8- §. Quyosh aktivligi va uning Yerga ta'siri	121



VII. PLANETALAR VA ULARNING YO'LDOSSHARI

1- §. Merkuriy (Utorud)	126
2- §. Venera (Zuhra)	129

3- §. Yer – planeta	134
4- §. Oy	137
5- §. Mars (Mirrix)	144
6- §. Yupiter (Mushtariy)	151
7- §. Saturn (Halqali Zuhal)	159
8- §. Uran	163
9- §. Neptun (qalam uchida topilgan planeta)	165
10- §. Mitti planetalar va mayda osmon jismlari	168
11- §. Mayda planetalar (asteroidlar)	170
12- §. Kometalar («dumli yulduzlar»)	174
13- §. Meteorlar («uchar yulduzlar») va meteor «yomg‘irlari»	180
14- §. Meteoritlar	183



VIII. YULDUZLAR

1- §. Ko‘rinma yulduz kattaligi	190
2- §. Absolut yulduz kattaligi	192
3- §. Yulduzlarning rangi va temperaturasi	193
4- §. Yulduzlar yorqinligi	195
5- §. Yulduzlarning spektri va spektral sinflari	197
6- §. Spektr-yorqinlik diagrammasi	199
7- §. Yillik parallaks va yulduzlargacha masofani aniqlash	203
8- §. Yulduzlarning o‘lchamlarini hisoblash	205
9- §. Yulduzlarning massalarini hisoblash	207
10- §. Qo‘shaloq yulduzlar	208
11- §. Fizik o‘zgaruvchan yulduzlar	212
12- §. Eruptiv o‘zgaruvchan yulduzlar	215



IX. KOINOTNING TUZILISHI VA EVOLUTSIYASI

1- §. Galaktikalarning ochilishi. Bizning Galaktika	219
2- §. Yulduzlarning sharsimon va sochma to‘dalari	223
3- §. Yulduzlararo chang va gaz	224
4- §. Galaktikada yulduzlarning taqsimlanishi	228
5- §. Tashqi galaktikalar. Galaktikalarning sinflari va spektrleri	233
6- §. Radiogalaktikalar	237
7- §. Kvazarlar	238
8- §. Galaktikalarning Koinotda taqsimlanishi	239
9- §. Kosmologiya elementlari	241

MUSTAQIL O‘QISH UCHUN MATERIALLAR

1. Ulug‘bek rasadxonasi va uning bosh «teleskopi»	246
2. O‘zbekiston Respublikasi FA astronomiya instituti va uning filiallari	252
ILOVA	258
	263

Mamadazimov M.

22.6

M23

Astronomiya: Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun darslik / M. Mamadazimov; O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta-maxsus ta'lif vazirligi, O'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi markazi. — 11- nashri — T.: «O'qituvchi» NMIU, 2013. — 264 b.

ISBN 978-9943-02-683-4

UO'K: 372.852(075)

KBK 22.6я722

MAMADMUSO MAMADAZIMOV

ASTRONOMIYA

*Akademik litsey va kasb-hunar
kollejlari uchun darslik*

11- n a s h r i

*«O'qituvchi» nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent – 2013*

Muharrirlar: *N. G'oipov*

Muqova rassomi va bezovchi *M. Kudryashova*

Tex. muharrir *T. Greshnikova*

Musahhihlar: *Z. Sodiqova, M. Ibrohimova*

Kompyuterda sahifalovchi *N. Ahmedova*

Nashriyot litsenziyasi AI № 161 14.08.2009. Original-maketdan bosishga ruxsat etildi 11.09.2013. Bichimi 60×90¹/₁₆. Kegli 11 shponli. TimesTAD garn.

Ofset bosma usulida bosildi. Sharqli b. t. 16,5. Hisob-nashriyot t. 14,8.

Adadi 4430 nusxa. Buyurtma №

Original maket O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining «O'qituvchi» nashriyot-matbaa ijodiy uyida tayyorlangan. 700129, Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30- uy // Toshkent, Yunusobod dahasi, Yangishahar ko'chasi, 1- uy. Shartnoma № 07-96-13.