



## 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 darajasini) bir-birlaridan farqlash uchun astronomiyada yulduz kattaligi degan tushuncha qabul qilingan. Yoritgichning yarqiroqligi, undan Yergacha yetib kelgan nurlanish intensivligi bo‘lib, u yoritgichning umumiy nurlanishining arziyas qisminigina tashkil etadi.

Ma‘lumki, yoritgichlarning ko‘rinma nurlanish intensivliklari, ularning nurlanishni qayd qiluvchi priyomniklarda (ko‘z, foto-plastinka, fotoelement va boshqalar) hosil qilgan *yoritilganlik*lariga ko‘ra aniqlanadi. Astronomiyada yoritgichlarning yarqiroqligi fizikadagi kabi yoritilganlik 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 sezgiriligiga tayan-gan holda yunonlik astronom Gipparx boshlab bergan. 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 sezgiriligining 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

$$E_1 = 100 E_2$$

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 aytiladi.

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‘linoyniki  $-12,5^m$  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 yoritilganlik anglashiladi?
4. Yulduzlarning ko‘rinma kattaliklari va ularning yoritilganliklari 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 ka-

mayadi. 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 ravshan 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:

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

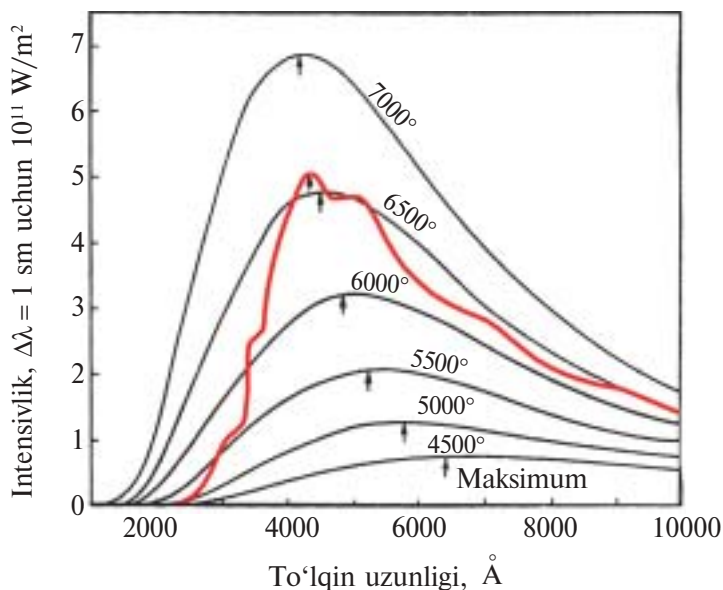
bu yerda  $r$  — yulduzgacha parseklarda ifodalangan masofa.



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

### 3- §. Yulduzlarning rangi va temperaturasi

Yulduzli osmonga diqqat bilan qaragan kishi yulduzlar birbirlaridan 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 temperaturallari 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 energiyanning taqsimlanishi (quyuq chiziq – Quyosh uchun).

Osmonda koʻrinadigan yulduzlar ichida eng «qaynogʻi» koʻk – havorang tusda boʻlib, ularning temperaturalari 25000–50000 K orasida boʻladi.

Yulduzlarning temperaturasini aniqlashning bir necha xil usuli mavjud boʻlib, ulardan biriga koʻra, u yulduzlarning spektrida energiyanning taqsimlanishidan topiladi. Bunda nurlanish energiyasining maksimumi toʻgʻri kelgan toʻlqin uzunligiga tayangan holda Vinning ushbu siljish qonunidan foydalaniladi (109- rasm):

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

Shuningdek, yulduz spektrining turli uchastkalaridagi nurlanish energiyasining farqiga koʻra, astronomlar ularning aniq rangini belgilaydilar va soʻngra yulduzning topilgan bu rang koʻrsatgichi asosida ham yulduzlarning temperaturalarini aniqlaydilar. Yulduzlarning rangi koʻkrangga yaqinlashgan sayin ularning temperaturalari ortib boradi. Bunday usullar bilan topilgan yulduz temperaturasi faqat uning sirtiga taalluqli boʻlib, 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 milliiondan 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 temperaturasiga ko‘ra ranglari qanday o‘zgaradi?
4. Yulduzlarning temperaturalarini aniqlashning qanday usullarini bilasiz?
5. Yulduzlar sirt temperaturalarining quyi va yuqori chegaralari qanday?
6. Quyoshni yulduz sifatida rangi va temperaturasi qanaqaligini ayting.

#### 4- §. Yulduzlar yorqinligi

Ko‘pchilik yulduzlar ko‘rinma ravshanliklari bilan bir-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 mavjud:

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

Xuddi shunday masofada ( $r_{\text{a.b.}}$ ) 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

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

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, qizil-rangda bo'lganidan ularga *qizil gigantlar* deb nom berilgan. Aldebaran (Savr yulduz turkumining eng yorug' yulduzi), Arktur (Ho'kizboqar 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-birlaridan biroz farq qiladi. Shu tufayli, ba'zan spektrdagi chiziqlarga ko'ra ham uning yorqinligini baholash mumkin. Shu yo'l bilan yorqinliklari aniqlangan yulduzlarning ko'rinma yulduz kattaliklari yordamida ulargacha masofalarni aniqlash mumkin bo'ladi. Yulduzlargacha 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'rinma 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 yulduzlari 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 molekullarning spektral polosalari (ayniqsa titan oksidiga tegishli) intensiv tus oladi. Qizilrangli, temperaturasi 2500 K.

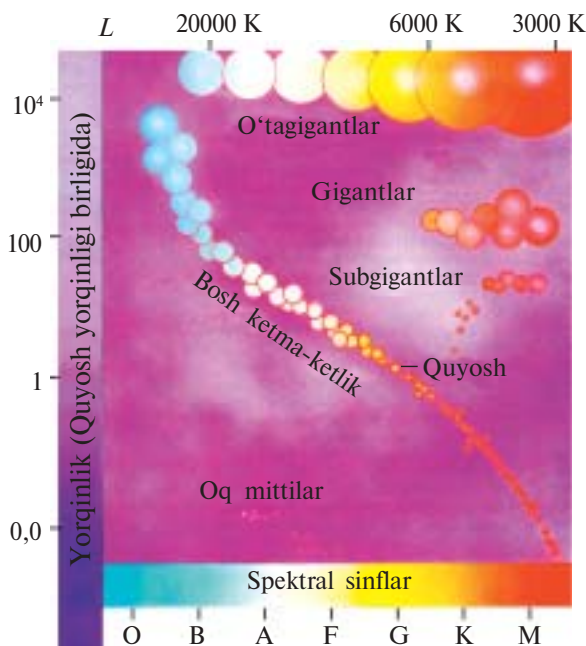
Yulduzlar spektrining turlicha bo'lishi ularning atmosferasidagi fizik sharoitga, kimyoviy tarkibining turli-tumanligiga va, eng muhimi, turli xil temperaturaga ega ekanliklari bilan tushuntiriladi. Yulduzning temperaturasi ortgan sayin uning atmosfera-sidagi molekullar atomlarga parchalanadi. Yanada 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 Gersshprung 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 guruhlariga 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 guruhlariga taqsimlanadi:

I sinf — o'tagigantlar. Bu yulduzlar Gersshprung—Ressel diagrammasining tepa qismidan joy olib, o'zlari ham yana bir necha ketma-ketliklarga ( $I_{ao}$ ,  $I_a$ ,  $I_{ab}$  va  $I_b$ ) bo'linadi.

II sinf — ravshan gigantlar;

III sinf — gigantlar;

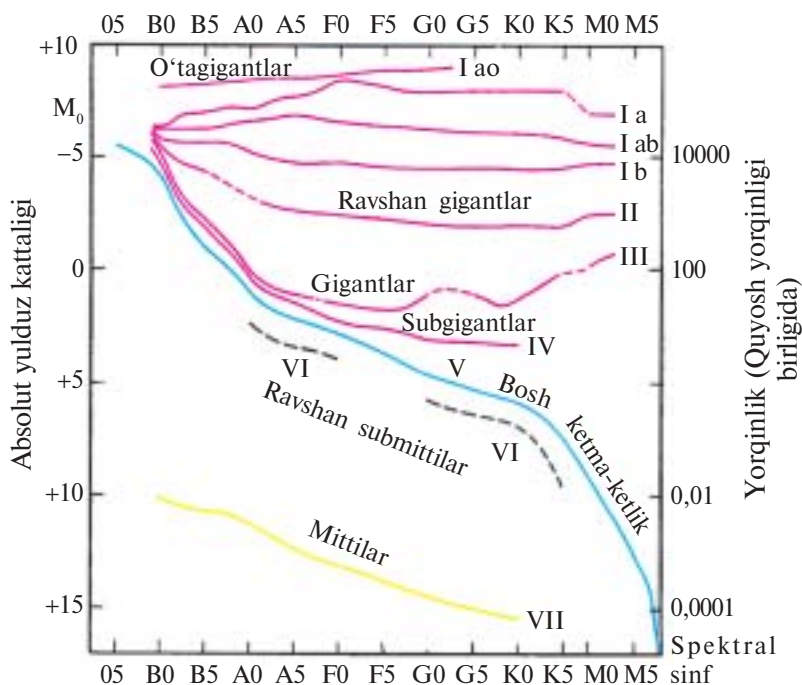
IV sinf — subgigantlar;

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 sinfning maxsus belgilari orqali aniqlanadi. Masalan, o'tagigantlarning spektri spektrida keng chiziqlari bo'lgan oq mitti yulduz-



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, yulduzlargacha masofani aniqlashga imkon beradi.

Yulduzlar yorqinligining ularning spektridagi aniq chiziqlar intensivliklarining nisbatiga empirik bog'liqligiga asoslangan yulduzlargacha 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 imkoni bo'lgan barcha yoritgichlarning ham masofalarini aniqlashga imkon beradi (VIII, 4- §).



1. Spekt-r-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?

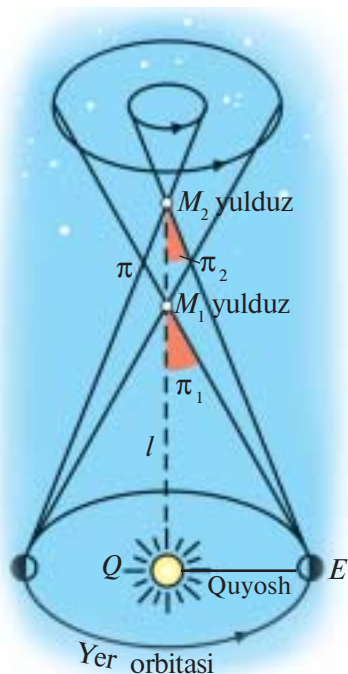
## 7- §. Yillik parallaks va yulduzlargacha masofani aniqlash

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 chizmalarining (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  $\pi$  ni o'lchashga imkon beradi (112- rasm). Yoritgichning yillik parallaksi deyiluvchi bu  $\pi$  burchak esa, o'z navbatida, shu yoritgichning Quyosh sistemasidan (demak, Yerdan) uzoqligini o'lchashga 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  $\pi$  juda kichik bo'lib, yoy sekundining ulushlarida o'lchanganidan, yoritgichga-

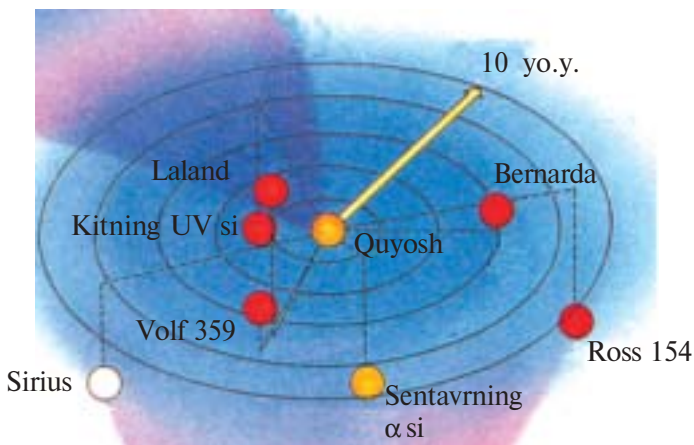


112- rasm. Yulduzlarning yillik parallaksi.

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

Birinchi marta 1886- yilda shunday usul bilan Vega (Liraning alfa-si)ning yillik parallaksi o'lchanib, bu yulduzgacha masofani mashhur Pul-kovo (Rossiya) observatoriyasining asoschisi V.Y.Struve aniqladi. Bunday usul bilan nisbatan yaqin ( $\pi \geq 0,01''$ ) yulduzlargacha masofalar aniqlanadi. Shunday usul bilan Quyoshdan 10 yorug'lik yilicha masofada yotgan yulduzlar 113- rasmda keltirilgan. Juda uzoqdagi yulduzlargacha masofa esa ularning ko'rinma 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 aytiladi?
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'lchashning 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'rinadi. Faqat ayrim yulduzlarning burchak o'lchamlarinigina maxsus teleskoplar – yulduz interferometrlari yordamida o'lchashning iloji bor.

Yulduzning bu usul bilan aniqlangan ko'rinma 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 foydalaniladi.

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  $\sigma$  – Stefan–Bolsman doimiysi  $5,7 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ ,  $S$  – yulduzning sirtini (shar sirti),  $T$  – sirt temperaturasi 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 temperaturasi boshqa yo'llar bilan aniqlab, uning radiusini Quyosh radiusi birliklarida ( $R_\odot = 1$ ) yuqoridagi 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,

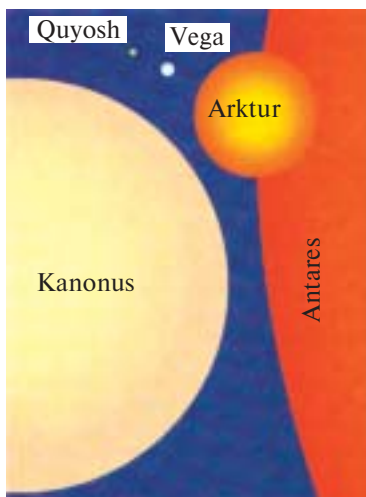
$$\operatorname{tg} \rho = \frac{R_\odot}{\Delta},$$

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

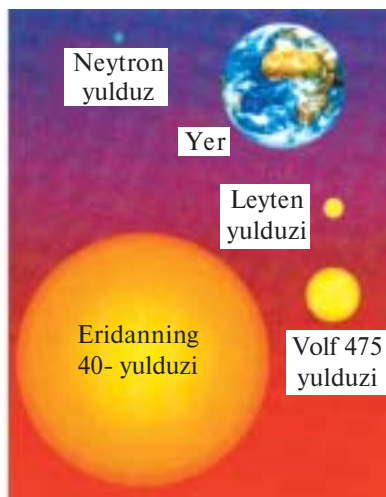
$$R_\odot = 1,5 \cdot 10^{11} \cdot \operatorname{tg} 16' \approx 7 \cdot 10^8 \text{ m}$$

yoki taxminan 700000 kilometr ga teng.

Gigant va o'tagigant yulduzlar ichida radiusi Quyoshnikidan ming martacha kattalari uchraydi. Sefey yulduz turkumidagi VV deb nomlangan yulduzning radiusi Quyoshnikidan 6000 marta kattalik qiladi. Katta It yulduz turkumining 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-



a)



b)

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



metrni tashkil etadi. Bunday yulduzlarning aksariyati oq rangda bo'lib, *oq mittilar* deb yuritiladi. 114- rasmda 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 baholang.

## 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 umumiy massa markazi atrofida aylanish davrlariga ko'ra massalarini hisoblashning imkoni mavjud. Bunda Keplerning Nyuton tomonidan aniqlashtirilgan qonunidan foydalaniladi. Qo'shaloq yulduzlarning bu usul bilan aniqlangan massalari, hisoblashlarning ko'rsatishicha, 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» yorugʻlik nurlarida nurlana olmaydi, yaʼni yulduz sifatida namoyon boʻla olmaydi.

Massalari aniqlangan yulduzlarni ularning yorqinliklari bilan solishtirib oʻrganish natijasida, bu ikki fizik kattalik orasida bogʻlanish borligi aniqlandi: yulduzning yorqinligi uning massasining taxminan toʻrtinchi darajasiga proporsional ekan, yaʼni:

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

Bundan koʻrinishicha, yulduz Quyoshdan uch barobar ortiq massaga ega boʻlsa, uning yorqinligi Quyoshnikidan 81 marta ortiq boʻlar ekan.

Massa va yorqinlik orasidagi bunday bogʻlanish asosida yorqinliklari aniqlangan yulduzlarning massalarini topish mumkin. Bu hozirgacha astronomiyada yoʻldoshi aniqlanmagan yoki qoʻshaloq sistemani tashkil etmagan yakka yulduzlarning massalarini aniqlashning birdan bir yoʻli hisoblanadi.



1. Alohida olingan yulduzning massasini hisoblash mumkinmi?
2. Qoʻshaloq yulduzlarning massalari qanday qonunga tayanib topiladi?
3. Quyoshning massasi qanday topilgan?
4. Yulduzlarning yorqinliklari, ularning massalari bilan qanday munosabatda boʻladi?
5. Yulduzlarning massalari Quyosh massasi birligida qanday chegaralarda oʻzgaradi?

## 10- §. Qoʻshaloq yulduzlar

Bir qarashda osmonda yulduzlar yakka-yakka uchraydigandek tuyulsa-da, aslida ularning koʻpchiligi ikkitadan, uchmadan va undan ham koʻproq holda oʻzaro dinamik bogʻlangan koʻrinishda boʻladi. Bular ichida ayniqsa qoʻshaloqlari (yaʼni juft holdagilari) koʻproq uchraydi. Biroq qoʻshaloq koʻringan yulduzlarning hammasi ham aslida qoʻshaloq boʻlavermaydi. Ularni ichida turli masofalarda yotib, oʻzaro hech ham dinamik bogʻlan-



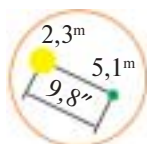
magan va ma'lum bir qarash chizig'i yaqinida yotganlaridan osmonda bir-biriga yaqindek tuyulganlari ham ko'p bo'ladi. Bunday yulduzlar *optik qo'shaloqlar* deyiladi. Bizni o'zaro dinamik bog'langan haqiqiy yoki fan tili bilan aytganda, *fizik qo'shaloq* yulduzlar qiziqtiradi.

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.

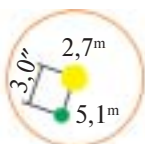
Vizual qo'shaloq yulduzga misol qilib, ko'pchilikka yaxshi tanish bo'lgan, Katta Ayiq (Cho'mich) yulduz turkumidagi «cho'mich bandi»ning oxiridan ikkinchi yulduzini olish mumkin. Qadimda arablar u yulduzga Alqor (Chavandoz) deb ot qo'yishgan. Uning yaqinidagi ko'z zo'rg'a ilg'aydigan yulduzcha Mitsar 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  $\xi$  sinining 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  $\beta$  yulduzidir. Bu qo'shaloq yulduzlarning orbita tekisliklari qarash chizig'i bo'ylab yotganidan, umumiy massa markazi atrofida aylanayotganda, ular bir-birini to'sib o'tadi va, natijada bu hol yulduz ravshanligini davriy ravishda ( $\sim 3$  sutkalik) o'zgartirib, qo'shaloqligidan darak beradi (117- rasm).

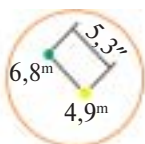
Va, nihoyat, *spektral qo'shaloq* yulduzlarning qo'shaloqligi, ularning ustma-ust tushgan spektrlaridagi umumiy chiziqlarning (har ikkala yulduz spektrida ham mavjud chiziqlarning) bir-biriga nisbatan davriy siljishidan bilinadi.



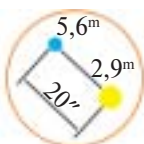
Andromeda-  
ning  $\gamma$  si



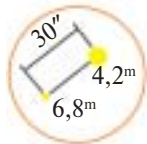
Ho'kizboqar-  
ning  $\epsilon$  si



Ho'kizboqar-  
ning  $\xi$  si



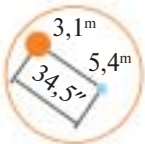
Yugurivchi  
tozilarning  $\alpha$  si



Saratonning  
 $\epsilon$  si



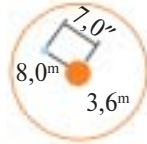
Kassiopeya-  
ning  $\eta$  si



Oqqushning  
 $\beta$  si



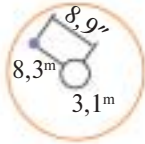
Delfinning  
 $\gamma$  si



Javzonning  
 $\kappa$  si



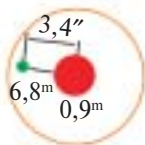
Gerkulesning  
 $\alpha$  si



Gerkulesning  
 $\delta$  si



Perseyning  
 $\eta$  si



Aqrabning  
 $\delta$  si

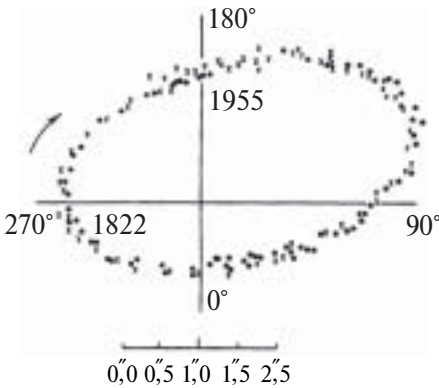


Aqrabning  
 $\beta$  si

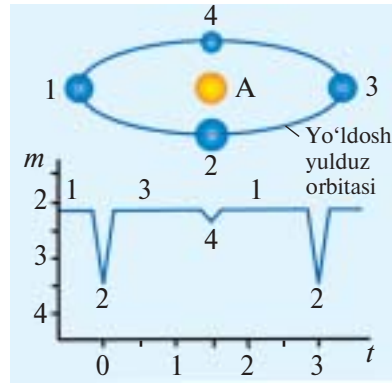
**115- rasm.** Tanish yulduz  
turkumlarida kuzatiladigan  
qo'shaloqlar (Yulduz kattaliklari va  
o'zaro yoy masofalari berilgan).

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 zich qo'shaloq yulduzlarning soni o'nlab mingni tashkil etadi. Ulardan 10% ga yaqinining nisbiy (bosh yulduzga nisbatan) orbitalari aniqlangan.

Qo'shaloq yulduzlarning tashkil etuvchilari fazoda Kepler qonunlariga bo'ysungan 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 bosh yulduz atrofidagi nisbiy harakat trayektoriyasi ham



**116- rasm.** Vizual qo'shaloq yulduz (Katta Ayiqning  $\xi$  yulduzi) orbitasi.



Sutkalar

**117- rasm.** Tutiluvchi qo'shaloq yulduz:

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

aynan shunday eksentrisitetli 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 imkoni 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 aytiladi?
4. Tutiluvchi qo'shaloq yulduzlar deb-chi? Tutiluvchi qo'shaloqlarning 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, ravshanliklarining o'zgarish xarakteriga ko'ra pulsatsiyalanuvchi va eruptiv o'zgaruvchan yulduzlarga bo'linadi.

**1. Pulsatsiyalanuvchi o'zgaruvchan yulduzlar** — ravshanliklarining 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 ravshanliklarining o'zgarish darajasiga ko'ra sefeidlarga va Liraning RR tipidagi yulduzlarga bo'linadi.

**Sefeidlar** ravshanliklarining egriligi alohida shaklga ega bo'lib, ularning asosiy fizik kattaliklaridan hisoblangan ko'rinma yulduz kattaliklarining vaqt bo'yicha o'zgarish davri bir necha sutkadan bir necha o'nlab sutkagacha yetadi. Bunday yulduzlar ravshanligining egriligi Sefey yulduz turkumi  $\delta$  yulduzining o'zgarishiga o'xshaganligi uchun ham ular *sefeidlar* 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 sinfga mansub yulduz ko'rinishini oladi. Ravshanliklarining bunday o'zgarishi yulduz temperaturasining o'rtacha 1500 gradusga o'zgarishiga mos keladi. Sefeidlar spektrida kuzatiladigan chiziqlar uning ravshanligi



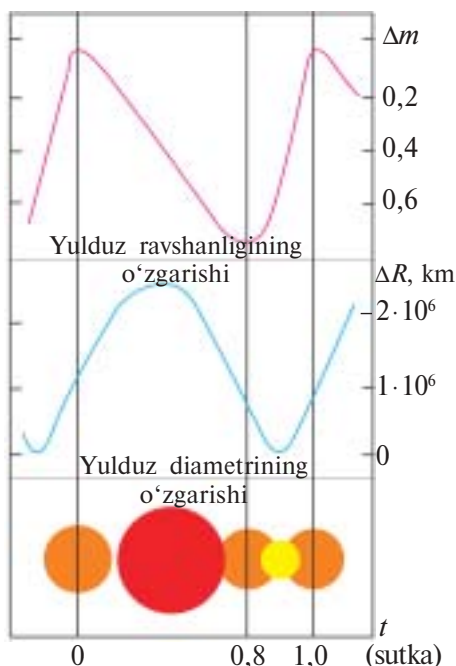


o'zgarishining fazasiga mos ravishda qizil yoki binafsha tomonga siljib turadi. Bunday siljishlar ham davriy xarakterga ega bo'lib, qizil siljishning maksimumi sefeid ravshanligining minimumiga, binafsha siljishning maksimumi esa ravshanlikning maksimumiga to'g'ri keladi. Sefeidlarning davrlari va ravshanliklari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

Sefeidlar F va G sinflariga kiruvchi gigant va o'tagigant yulduzlar bo'lganidan ularni Galaktikamizdan tashqaridagi obyektlarda ham ko'rishning imkoni bor.

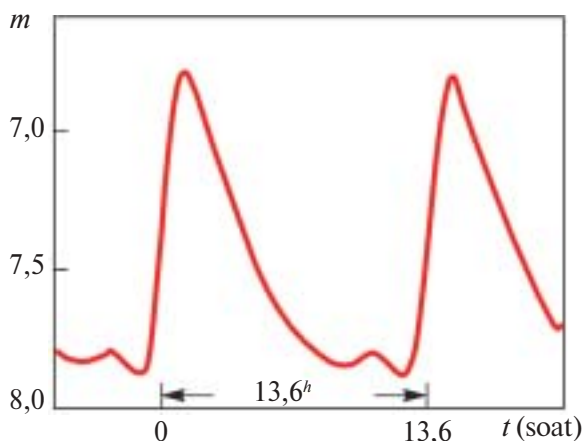
**Liraning RR tipidagi o'zgaruvchan yulduzlar** A spektral sinfiga kiruvchi gigant yulduzlar bo'lib, ravshanligining o'zgarish intervali 1–2 yulduz kattaligiga qadar boradi. Spektral sinflarining o'zgarishi A va F sinflar bilan chegaralanadi. Bu tipdagi yulduzlar ravshanliklarining o'zgarish davri 0,05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

Sefey yulduz turkumining  $\beta$  si yoki Katta It yulduz turkumining  $\beta$  si tipidagi fizik o'zgaruvchan yulduzlar ravshanligining egriligi bo'yicha RR tipidagi yulduzlarni eslatganda, 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  $\delta$  tipidagi yulduz)larning ravshanligi ( $\Delta m$ ) va radiusining o'zgarish ( $\Delta R$ ) 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'iyli 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 aytiladi?
4. Ularni o'zgarishining xarakterli xususiyatlari nimada?
5. Liraning RR rusumidagi o'zgaruvchi yulduzlarning o'zgarishi, sefeidlardan farqli o'laroq qanday kechadi?



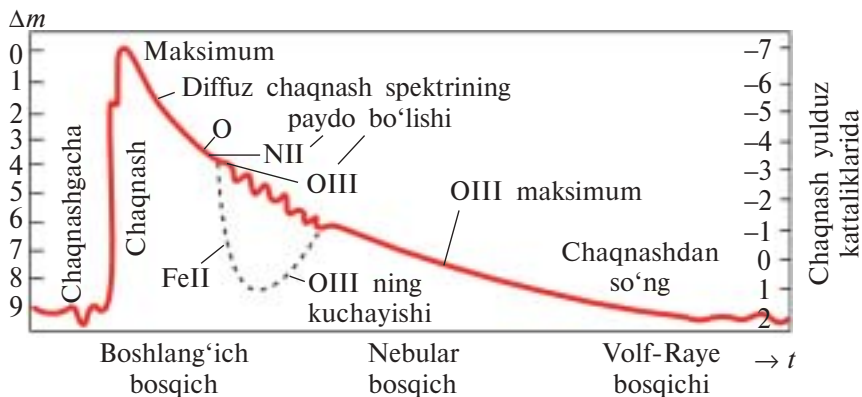
## 12- §. Eruptiv o'zgaruvchan yulduzlar

Eruptiv o'zgaruvchan yulduzlar nisbatan kichik yorqinlikka ega bo'lgan yulduzlar (asosan, mitti yulduzlar) bo'lib, ularning o'zgaruvchanligi vaqt-vaqti 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'rinadigan ravshan yulduzga aylanadi. O'z chaqnashlarining maksimumida, ularning absolut yulduz kattaliklarining o'rtacha 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 (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 yulduzlarning 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.



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

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 quvvat-lilaridan 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 massa-sigacha 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.



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 nomuvozanatlikning oqibati ekanligi aniq.



1. Eruptiv o'zgaruvchi yulduzlar deb qanday o'zgaruvchi yulduzlarga aytiladi?
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 yulduzlarning spektriga o‘xshash 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 qolmadi.

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, Sefeidlarning 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 «belbogʻi» hisoblanmish — Somon Yoʻli.

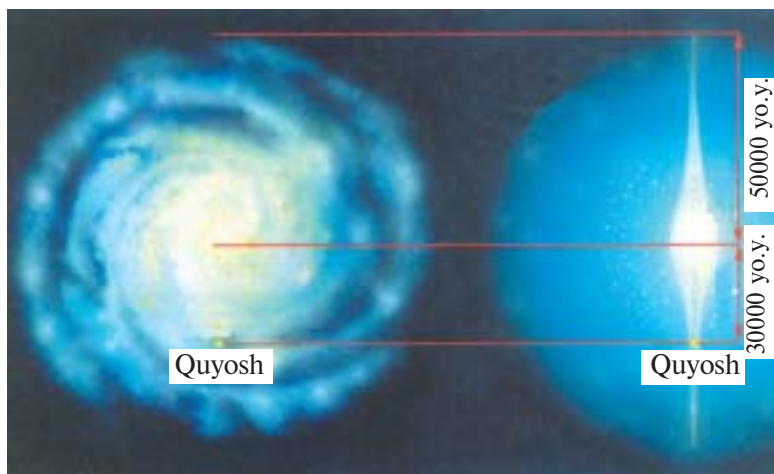
Endi, Quyoshimizni bir yulduz sifatida oʻz ichiga olgan, oʻzimizning yulduzlar sistemamiz — Galaktikamiz ustida toʻxtalaylik.

Tunda qorongʻi osmonga qarasak, butun osmon boʻylab choʻzilgan yorugʻ — somon toʻkilgan yoʻlni eslatuvchi va yoshligimizdan bizga kattalar Somon Yoʻli deb tushuntirgan tasmaga koʻzimiz tushadi. Haqiqatan ham, bu Galaktikamizning yulduzlar nisbatan zich joylashgan «belbogʻ» qismi hisoblanib, osmon ekvatori tekisligi bilan 62 gradusli burchak tashkil etadi (122- rasm).

Somon Yoʻli boʻylab kuzatilsa, uning hamma qismining kengligi bir xil emasligi maʼlum boʻladi. Oddiy dala durbini yoxud kichikroq teleskopdan Somon Yoʻliga qaralgandayoq, u gʻij-gʻij yulduzlardan tashkil topganini koʻramiz, faqat uning ayrim qismlarida yulduzlar deyarli koʻrinmaydi. Buning sababi, Somon Yoʻlining shu qismida joylashgan chang bulutlar boʻlib, ularning ortida joylashgan yulduzlarning nurlanishlari bu bulutlarda butunlay yutilib, bizga koʻrinmay qoladi. Osmonda koʻrinadigan barcha yulduzlar Galaktikamizning tarkibini tashkil qiladi.

Bizning Quyosh ham (bir oddiy yulduz sifatida) shu ulkan yulduzlar sistemasining aʼzosi boʻlgani uchun biz uni Bizning Galaktikamiz deb nomlaganmiz. Galaktikamizga kiruvchi yulduzlarning asosiy qismining fazoda egallagan shakli qavariq linza



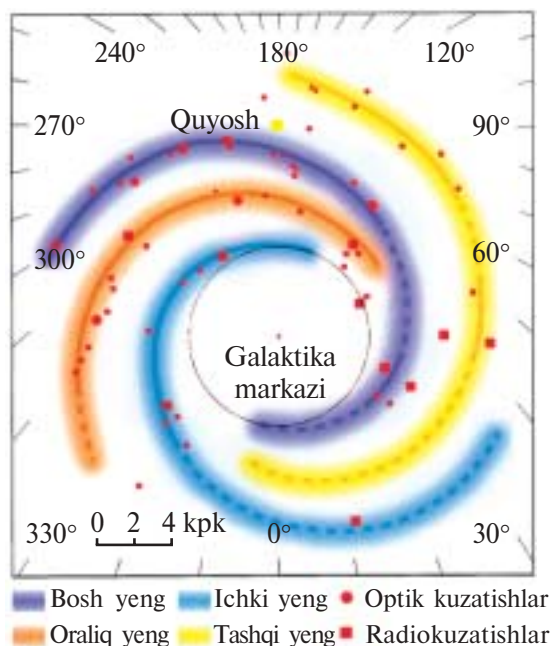


**123- rasm.** Galaktikamizning ust va yon tomondan ko'inishi.

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- rasimga qarang). Quyosh sistemasi tomondan qaralganda, Galaktikamizning markaziy yadrosi Qavs yulduz turkumiga proyeksiyalanadi.

Hisob-kitoblar, Galaktikamizda 150 mlrd 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 ayla-





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

nishini ma'lum qiladi. Barcha yulduzlar, jumladan, Quyosh (o'z «oila 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, uchradan, 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.

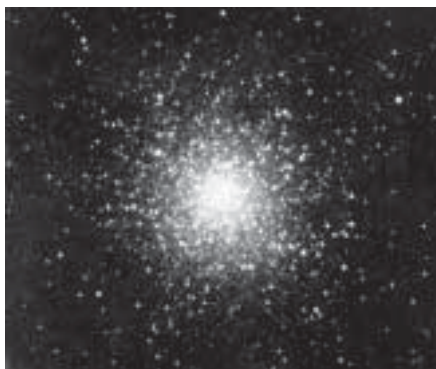
Tashqi ko‘rinishiga ko‘ra yulduz to‘dalari ikki guruhga — *sochma* va *sharsimon* to‘dalarga bo‘linadi. *Sochma yulduz to‘dalari* bir necha o‘n yulduzdan bir necha minggacha yulduzlarni o‘z ichiga olgani holda, sharsimon to‘dalar o‘n mingdan yuz minggacha yulduzlarni o‘z ichiga oladi.

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.

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‘dalarning 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 konsentratsiyasi keskin ortib boradi. Sharsimon to‘dalarning

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 sohalarida 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.



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  $3^\circ$  ni tashkil etadi. Teleskop bilan kuzatil-



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

ganda uning ko'rish chegarasida kuzatiladigan xira yulduzlarning soni tumanlikdan tashqarida shunday maydonda kuzatiladigan yulduzlar sonidan taxminan 3 marta 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

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

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'rishni qiyinlashtiradi.

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



yulduzning kuzatilgan rang ko'rsatgichi  $Cl_k$  bilan uning 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  $\gamma$  – 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 joylashgan yulduzlar uchun rang orttirmasi  $0,5^m$  ga teng bo'lib, unga mos  $\Delta m$

$$\Delta m = 1,5^m,$$

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'lgan 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  $H_\alpha$  va  $H_\beta$ , ikki qayta ionlashgan kislorodning OIII chiziqlari ( $\lambda = 5007 \text{ \AA}$ ,  $\lambda = 4950 \text{ \AA}$ ), azot va boshqa elementlarning emission chiziqlaridan tashkil topib, tutash spektri juda xira fonda ko'rinadi. Aksariyat hollarda tumanlikning ichida yoki uning yon atrofida qaynoq O yoki B0 sinfiga tegishli yulduz uchraydi. Bunday yulduz quvvatli ultrabinafsha 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 ultrabinafsha nurlanishining asosiy qismi gaz atomlarini ionlashtirishga sarf bo'lib, kam qismi, oqibatda issiqlikka aylanadigan elektronlarning kinetik energiyasini o'ttirishga ketadi.

Ionlashgan gazda erkin elektronlarning atom bilan bog'langan holatga o'tishi bilan kechadigan rekombinatsiya hodisasi kuzatilib, bunda atomlar, dastlab yutilgan qattiq ultrabinafsha 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 fazodan joy olgan sovuq gazlarda kuzatiladigan neytral chizig'i, bu sohalarining 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 atomining umumiy 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 uchun-gina 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 taniqli-larining nomlarini ayting.

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

Yulduzlargacha masofalarni bilish ularning fazodagi taqsimotini aniqlashga, binobarin, Galaktikamizning strukturasi 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,  $8 \text{ pk}^3$  dan ortiqroq hajmga bitta yulduz to'g'ri keladi degani bo'ladi.

Osmonning 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 konsentratsiyasi, 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 hajmning orta borishi tufayli oson tushuntiriladi. Osmo'ning 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



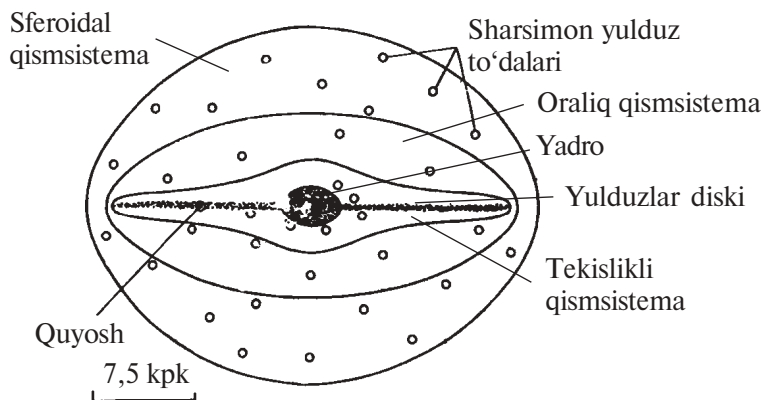
sezilarli yutilishi bo'lmasa, bundan Galaktikamizning cheklanganligi haqida xulosa kelib chiqadi.

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  $\alpha = 17^h40^m$  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 etuvchilari.

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 sistemasini obyektlari degan umumiy nom bilan ataladilar. Galaktikamiz kinematikasini o'rganish, u Andromeda tumanligining strukturasi o'xshash spiral strukturaga ega ekanligini tasdiqlaydi.



1. Galaktikada yulduzlarning taqsimlanishi qanday qonunga bo'y-sunadi?
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- yillarida, yulduz turkumlarida proyeksiyalangan ayrim tumanliklarni, Galaktikamizdan tashqarida yotuvchi, biznikiga o'xshash tashqi galaktikalar ekanligi aniqlanishi bilan boshlandi.

Ulkan tashqi galaktikalardan biri Andromeda yulduz turkumida 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 qiladi. 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 kattaliklarda uchrab, eng yiriklari milliardlab, mittilari esa bir necha millionlab 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 yilgacha) 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.

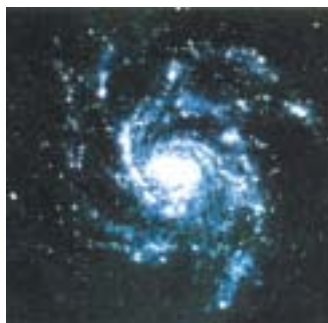
*Elliptik galaktikalar*, tashqi ko'rinishi ellips yoxud doira ko'rinishga ega bo'lgan galaktikalardir. Bunday galaktikalar uchun xarakterli xususiyatlardan biri ularning ravshanligi markazidan chetga tomon bir tekis pasayib boradi. Ularning ichida ajralgan holda biror-bir struktura elementi kuzatilmaydi (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'prikdan o'suvchi.

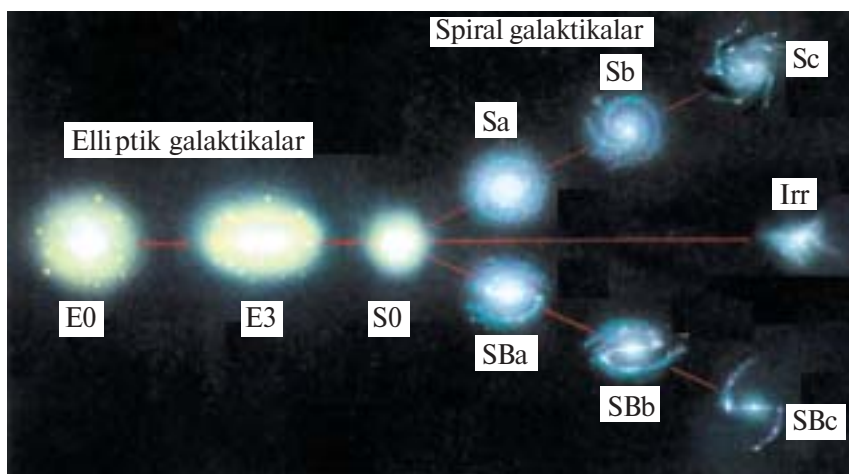
o'rnida diametr bo'ylab cho'zilgan ko'priksimon strukturaning uchlaridan boshlanadi (134-*b* rasm). Spiral galaktikalar, yenglarining rivojlanish darajasiga ko'ra, yana qo'shimcha Sa, Sb, Sc, Sd (yoki SBa, SBb, SBc, SBd) sinflarga bo'linadi.

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 umumiy 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).

*Galaktikalarining 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 qismlarining rang ko‘rsatkichlari ham, yulduzlarning rang ko‘rsatkichlarini aniqlash metodi asosida aniqlanadi.



1. Tashqi galaktikalardan birinchi kashf etilgani qaysi bir galaktika?
2. Bizga qo‘shni 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 xususiyatlari bilan farq qiladi?
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 manbalarining 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 Galaktikamizga 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 detsimetrli 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 aytiladi?
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 radio-obyektlar 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 xususiyatlariga ko'ra kvazarlar Koinotning eng sirli 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 nurlanish quvvati qanday chegaralarda baholanadi?

## 8- §. Galaktikalarining Koinotda taqsimlanishi

Galaktikalarining 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 galaktikalarining 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, galaktikalarining 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'lmagan (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 galaktikalarining 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  $12^\circ$  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'tagalaktika*ning quyulmasi bo'lishi ham mumkin degan taxmin bor. Bunday o'tagalaktika<sup>ning</sup> 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'rganiladi?
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 qiladi?
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 xususiyatlarini va rivojlanishini o'rganadigan 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 xossalriga 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». Alohida osmon jismlari, 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'rinadigan yulduzlardan kelayotgan nurlarning yo'nalishini o'rganish bilan tasdiqlangan. Bu o'zgarish, kutilganidek, juda kichik miqdorni tashkil etib, u o'lchash aniqligi chegarasida kuzatildi.



Biroq, barcha galaktikalar va oʻtagalaktikalar ulkan massalarining taʼsiri, fazoda sezilarli kattalikdagi egrilikni vujudga keltirib, fazoning xossalriga, binobarin, butun Koinot evolutsiyasiga sezilarli taʼsir qiladi.

Koinot boʻylab massaning ixtiyoriy taqsimlanishida nisbiylik nazariyasi asosida fazo va vaqtning xossalarini aniqlash masalasi juda murakkab masalalardan biri boʻlib, uning yechimini topish juda mushkul. Shuning uchun ham mazkur masalani qoʻyishdan oldin Koinot tuzilishining maʼlum sxemasini qabul qilishga toʻgʻri keladi. Koinotning modeli deb yuritiluvchi bunday sxemalarning eng soddasi quyidagi holatlarga asoslanadi:

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

Bunday fazo maʼlum egrilikka ega boʻlib, unga mos model Koinotning *bir jinsli izotrop modeli* deyiladi.

Koinotning bir jinsli izotrop modeli uchun yaratilgan Eynshteynning tortishish nazariyasiga oid tenglamalari yechimining koʻrsatishicha, uning ayrim bir jinsli boʻlmagan qismlari orasidagi masofa oʻzgarmas saqlanib qola olmaydi. Bu degani Koinot yoki siqilishni yoki, aksincha, kengayishni boshidan kechirmogʻi lozim degani boʻladi.

Darvoqe, kuzatishlar ixtiyoriy ikki galaktikaning vaqt oʻtishi bilan bir-biridan uzoqlashishini va uzoqlashish tezligi, ular orasidagi masofaning ortishi bilan ortib borishini maʼlum qiladi, boshqacha aytganda, Koinot kengayayotganidan darak beradi. Nisbatan kichik masofalarda bu bogʻlanish chiziqli boʻlib, unda proporsionallik koeffitsiyenti rolini Xabbl doimiysi ( $H$ ) oʻynaydi. Aytilganlardan maʼlum boʻlishicha, ixtiyoriy ikki ulkan massali osmon jismlari orasidagi masofa vaqtning funksiyasidir. Bunday funksiyaaning koʻrinishi, fazo egriligining ishorasiga bogʻliq boʻladi. Agar egrilik manfiy boʻlsa, Koinot doimo kengayishni «boshidan kechiradi». Yevklid fazosiga mos nolinchi egrilikda Koinotning kengayish tezligi nolga intiladi. Va nihoyat, musbat egrilikka ega kengayuvchi Koinot, oʻzining maʼlum bosqichida siqilish bilan almashinishi mumkin. Bir jinsli izotrop modelda fazoning egriligi moddaning oʻrtacha zichligining miqdoriga bogʻliq boʻladi. Ikkinchi hol (nolinchi egrilik) zichlikning kritik zichlikka teng miqdorida roʻy beradi.



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

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

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

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

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

Shuningdek, Koinotning yana ham real modelini «empirik yoʻl» bilan tanlash imkoniyatlari mavjud boʻlib, juda uzoqdagi (nurlari bir necha yuz million yoxud milliard yillarda yetib keladigan) obyektlarning spektrlarida qizilga siljishlarini, soʻngra 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 boʻyicha oʻzgarishini kuzatishlar asosida aniqlash mumkin boʻladi. Biroq hozirgi zamon kuzatishlari fazo egriligining ishorasi haqida ishonch bilan biror narsa deydigan darajada aniqlikka ega emas. Faqat Koinot fazosi egriligi nolga yaqinligini ishonch bilan aytish mumkin.

Bu oʻrinda Xabbl doimiysining bir jinsli izotrop Koinot uchun ajoyib xususiyati borligini eslatish oʻrinli. Uni anglash uchun bu doimiylikka teskari kattalik ( $1/H$ ) vaqt bilan oʻlchanishiga, yaʼni  $1/H = 6 \cdot 10^{17} \text{ s}$  yoki 20 mlrd yilligiga eʼtiborni qarataylik. Bu qiymat Metagalaktikaning to hozirgi holatiga qadar kengayishi uchun ketgan vaqtni ifodalashini (agar qadimda kengayish tezligi oʻzgarmagan deb qaralsa) tushunish qiyin emas. Biroq, shuni taʼkidlash joizki, Koinotning kengayish tezligining, uzoq oʻtmishda va hozirda oʻzgarmasligi olimlar tomonidan yaxshi oʻrganilmagan. Koinot haqiqatan ham bir vaqtlar alohida bir holatda (zichligi, bosimi va temperaturasi kabi fizik parametrlariga koʻra) boʻlganligi, 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'liq 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 qilinishidir.

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 hozirgidagidan ming marta kam bo'lganligi ma'lum bo'ladi. Nurlanishning to'liq uzunligi 1 mm ham shuncha marta kam bo'lganidan, u davrda kvantlarning to'liq uzunligi 1 mikron atrofida bo'lib, unga mos temperatura 3000 K ga yaqin bo'lgan, degan xulosaga kelish mumkin.

Shunday qilib, relik nurlanishning mavjudligi 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'rinib turibdi. Koinotning bu xil umumiy qonunlarini o'rganish orqali biz, materiya, fazo va vaqt xossalarini 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 zamon 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 aytiladi?
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 dovruq‘i temuriylar mamlakati hududidan chiqib, dunyoga taraldi.

Bunga qadar ishlatilgan 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 vaqti 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 kunlaridayoq 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 tomondan



koshinli qoplamaga ega boʻlganligi, uning yaxshi saqlangan shimoliy qismi sinchiklab oʻrganilganda oson aniqlandi. Gʻisht devor ustiga tekis marmar plitalar yotqizilgan boʻlib, uning ichki qismi yaqinida aylana yoyi boʻylab, maʼlum chuqurlikka ega boʻlgan va toʻrt-burchak shaklda kesilgan ariqcha mavjud edi. Aftidan, bu chuqurcha boʻylab gradus, minut va yoy sekundlarining shtrixlari muhrlangan mis plastinka joylashtirilgan boʻlib, u butun aylananing uzunligi boʻylab yotqizilgan. Shuningdek, marmar plitalarning mazkur aylana yoyi boʻylab bir xil masofalarda oʻyib yozilgan oʻnlik sonlarni ifodalovchi harflari boʻlgan. Shularni eʼtiborga olganda, mazkur aylana yoritgichlarning azimutlarini (yoritgichdan oʻtkazilgan vertikal aylana asosining gorizontning Janub nuqtasidan yoy uzoqliklarini) oʻlchash uchun ishlatilganligi maʼlum boʻladi. Aylana markaziga yaqin joyda esa uncha baland boʻlmagan ikki gʻisht qalinligidagi ikkita devor bilan oʻzaro ajratilgan uchta zina topilib, ular pastga qarab yoʻnalgan edi. Bu zinalar tozalanib, pastga tushilganda, toʻsiq devorlarning ustiga ham marmar plitalar qoplanganligini va ularda ham katta gorizontaal aylananing marmar qoplamalaridagi kabi ariqchasi borligi aniqlandi. Marmar plitalarga oʻyib yozilgan sonlardan maʼlum boʻldiki, bir-biridan 51 santimetr



Ulugʻbek oʻrta asrlarning dunyoga mashhur astronomlari davrasida (chapdan uchinchi; Yan Gaveliyning (XVII a.) «Yulduzlar atlas»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'yi chiziqlar bilan belgilangan shtrixlar orasi 70,2 santimetrdan bo'lib, u  $1^\circ$  ga to'g'ri keladi,  $1'$  ga to'g'ri kelgan sekstant yoyi uzunligi esa 11,7 millimetrni tashkil etadi. Bosh «teleskop» yoyining uzunligi salkam 50 metrga teng bo'lib, uning janub tomonida joylashgan diopter (tuynuk)ning yer sathidan balandligi 28 metrga borardi.

Meridian yoyining saqlanib qolgan qismiga ko'ra, bu ulkan burchak o'lchagich astronomik asbob yoyining uzunligi, aylana uzunligining to'rtidan 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.Vyatin qazilmalari, bu ulkan asbobning qoldig'i (qoyaga o'yilgan chuqurlikdagi qismi) janub tomonda yer sathidan 11 metr chuqurlikkacha tushganligini ma'lum qildi. Yoyning ostki chetida  $90^\circ$  li belgi bo'lib, undan yer sathigacha  $45^\circ$  li yoyni tashkil qiladi. Yer sathidan biroz pastda, yoy uzilgan joyda  $57^\circ$  li yoy belgisi topildi. Biroq shunisi qiziq ediki, topilgan marmar plitalarda abjad hisobida ko'rsatilgan yoy graduslarining belgilari  $57^\circ$  dan  $80^\circ$  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,  $80^\circ$  dan  $90^\circ$  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  $10^\circ$  li yoy masofagacha uzoqlikdan o'tuvchi yoritgichlarni kuzatishni maqsad qilmagan va uning ishchi qismi  $80^\circ$  dan boshlangan, boshqacha aytganda, balandligi eng yuqori nuqtasida  $80^\circ$  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, yoyning bu qismiga tegishli  $19^\circ$  va  $20^\circ$  dan  $21^\circ$  gacha harfiy belgilar



bitilgan plitalar topilgan ( $19^\circ$  bitilgan marmar taxta ancha keyin topilgan). Hozirga qadar  $22^\circ$  dan  $57^\circ$  gacha abjad harflarida sonlar bitilgan plitalar topilganicha yoʻq.  $19^\circ$  dan soʻng  $0^\circ$  gacha plitalar xususida esa aytish mumkinki, aslida mazkur asbob yoyining bu qismi aniq boʻlganligini tasdiqlovchi birorta dalil hozirga qadar ham topilmagan. Gap shundaki, rasadxonaning faoliyatini aks ettirgan koʻplab tarixiy manbalar bu asbob, asosan, Quyoshni, Oyni va planetalarni kuzatishga moʻljallangan asbob boʻlganligini tasdiqlaydi. Samarqand sharoitida osmon ekvatorining gorizontga ogʻmaliga  $50^\circ$  atrofida (chunki Samarqandning kengligi taxminan  $40^\circ$ , binobarin,  $90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$ ) boʻlib, Quyoshning yillik koʻrinma yoʻli tekisligining (ekliptikaning) osmon ekvatoriga ogʻmaligi  $23^\circ 26'$  boʻlganligi sababli u yerda Quyoshning balandligi yil davomida  $26^\circ,5$  dan  $73^\circ,5$  gacha oʻzgaradi. Oy orbitasi tekisligining ekliptika tekisligiga, boshqacha aytganda, Yer orbitasi tekisligiga, ogʻmaligi  $5^\circ 9'$  ligini eʼtiborga olsak, Samarqandda Oyni balandligi  $21^\circ,5$  dan  $78^\circ,5$  gacha oʻzgarishi maʼlum boʻladi. Planetalar masalasiga kelsak, ular ichida ekliptika tekisligiga eng katta ogʻishga ega, qurollanmagan koʻz bilan koʻrish mumkin boʻlgan planeta Merkuriy boʻlib, uning orbitasi tekisligining ekliptika tekisligiga ogʻmaligi taxminan  $7^\circ$  ni tashkil qiladi. Binobarin, uncha murakkab boʻlmagan hisoblashlar, Samarqand osmonida uning balandligi  $19^\circ,5$  dan  $80^\circ,5$  gacha oʻzgarishini maʼlum qiladi. Bu maʼlumotlarning oddiygina tahlilidan koʻrinadiki, Samarqand osmonida Quyosh, Oy va boshqa planetalarni kuzatish va ularning harakatlarini oʻrganish uchun mazkur rasadxona bosh «teleskopi» yoyining  $19^\circ$  dan  $0^\circ$  gacha qismining boʻlishiga hech zaruriyat yoʻq ekan. Yana shuni eslatish joizki, qadim Misrdagi, Xitoy va Bagʻdoddagi ming yillar ilgari qurilgan rasadxonalar ham asosan, Quyosh, Oy va beshta yorugʻ planetani kuzatishga moʻljallab qurilganligi maʼlum. Chunki saroy munajjimlari u davrlarda oʻz tolenomalarini tuzishda aynan shu yoritgichlarning holatlarigagina tayanar edilar.

Ulugʻbek rasadxonasi bosh «teleskopi» yoyining darajalangan, yaʼni  $19^\circ$  dan  $80^\circ$  gacha boʻlgan ishchi qismi aylana uzunligining taxminan oltidan bir qismi ekanligini eʼtiborga olib, uni hech ikkilanmay sekstant boʻlgan deyish mumkin. Biroq shunga qaramay, olimlar orasida bu asbobning sekstant boʻlganmi 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 observatoriyasining ilmiy Kengashida olim bu haqda ma'ruza qilib, «Sudus al-Faxriy»ni o'rganish natijalarini Samarqand rasadxonasi 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'lchashga 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.

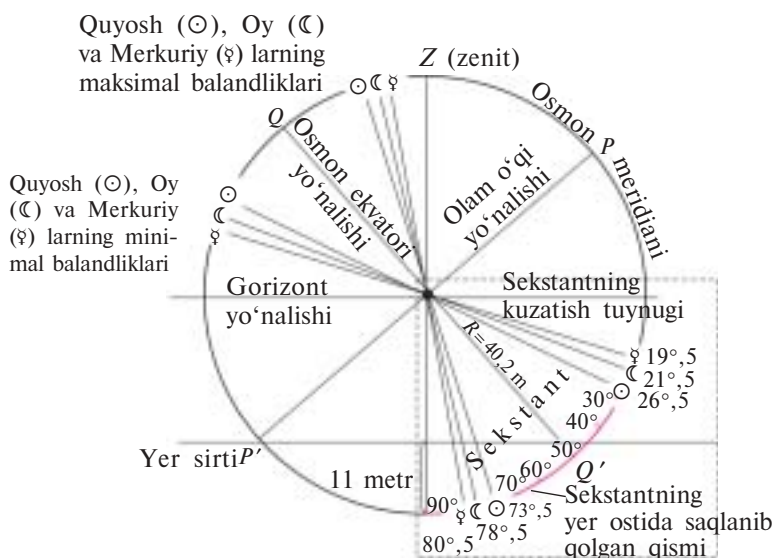
3. Sharqda so'nggi qurilgan observatoriyalardan biri bo'lgan Jaypur rasadxonasining astronomi Savoy Jay Singx (1686—1743) Hindiston podshohi Muhammadshohga bag'ishlangan «Muham-



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  $20^\circ$  dan  $80^\circ$  gacha bo'lgan qismi  $60^\circ$  li yoyga teng bo'lib, aylana yoyining oltidan bir qismini, ya'ni sekstantni tashkil qiladi.

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.



Ulug'bek sekstantida Quyosh, Oy va planetalar harakatining «aks etishi».





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



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

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

va Xovyu yulduz soati o'rnatildi. 1890- yilda observatoriyaga 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'lga 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 beshinchi 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

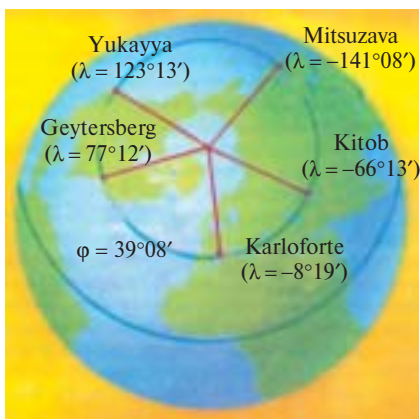


nomi bilan atalgan Kitob Xalqaro kenglik stansiyasi, 1920- yillarning oxirida, kenglik xizmatini o'tash uchun Germaniyaning mashhur Bamberg firmasida tayyorlangan zenit-teleskop ( $d=110$  mm,  $f=1290$  mm), Vanshaf zenit-teleskopi ( $d=68$  mm,  $f=870$  mm) va passaj instrumentlarini ishga tushirdi.

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 observatoriyasi qoshida Quyosh aktivligini o'rganish laboratoriyasi tashkil etildi. Mazkur laboratoriyada Quyoshdagi 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'ljallangan 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.Neuymin boshliq xodimlari boshpana topib, har ikkala guruh xodimlari ham o'zbek astronomlari bilan hamkorlikdagi ish rejalari asosida tadqiqot ishlarini bajardilar.

Professor Neuymin 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 kvars soati, 3TL-180 rusumli zenit-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.

Birinci Yer sun'iy yo'ldoshi uchirilishi munosabati bilan observatoriya qoshida «Fotografik astrometriya» laboratoriyasi



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

Astronomiya tarixiga oid talay ishlar (birinchi navbatda Sharq astronomiyasi tarixiga oid ishlar) 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 maktabining 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 tezislari sobiq Ittifoq hamda chet el ilmiy jurnallarida e'lon qildi.

1966- yili Toshkent astronomik observatoriyasi 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 observatoriyaning yangi ma'muriy va laboratoriyalar korpusi foydalanishga topshirildi. 1966- yili institutda katta Quyosh teleskopi (ASU-5) ASP-20 deb nomlanuvchi quvvatli spektrografi bilan ishga tushirildi.

O'tgan asrning 60- yillarida 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'lgan joylardan biri — Qashqadaryo viloyatidagi Kitob shahridan 100 kilometrecha chamasi narida joylashgan Maydanak tog'laridan topildi va u yerda institut filialini tashkil etish maqsadida astronomik kuzatish asboblari 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.Nuritdinov rahbar etib tayinlandi. Qisqa vaqt ichida bu bo'lim taniqli yosh tadqiqotchilar ijodiy guruhiga aylandi. Ayni paytda bu guruhda kvazarlar va galaktikalar fizikasi, yulduzlarning sharsimon hamda tarqoq to'dalari dinamikasi va fizikasi bilan M.Ibragimov, M.Mo'minov, 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 hududida, Qumbel tog'ida (Chimyon) va, ayni paytda, Parkentda o'rnatilgan maxsus teleskoplar yordamida samarali olib bormoqdalar.



Institut qoshida o'rta asrlar teleskoplari, soatlari va noyob kuzatish asboblariidan tashkil topgan muzey va astronomiya sohasida yuz yildan ortiq vaqt mobaynida yig'ilgan adabiyotlarga boy kutubxona mavjud. 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 nusxalardan 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 tasviriy 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'qiyimiz: «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 .....          | $23^h 56^m 4^s$ , 091 oʻrtacha quyosh vaqti |
| Oʻrtacha quyosh sutkasining uzunligi ..... | $24^h 03^m 56^s$ , 555 yulduz vaqti         |
| Yilning uzunligi (oʻrtacha vaqt bilan):    |   |
| tropik yil                                 | $365^d,2422 = 365^d 5^h 48^m 46^s$          |
| yulduz yili                                | $365^d,2564 = 365^d 6^h 9^m 10^s$           |
| Oyning uzunligi (oʻrtacha vaqt bilan):     |   |
| sinodik oy                                 | $29^h,5306 = 29^d 12^h 44^m 3^s$            |
| yulduz oyi                                 | $27^d,3217 = 27^d 7^h 43^m 12^s$            |
| ajdaho oyi                                 | $27^d,2122 = 27^d 5^h 5^m 36^s$             |

### **Quyosh haqida maʼlumotlar**

|   |   |
|---|---|
| Quyosh parallaksi .....   | 8",8  |
| Quyoshgacha boʻlgan oʻrtacha masofa .....                       | 149600000 km  |
| Diametri .....  | $D_{\odot} = 109,12 \cdot D_{\oplus} = 1392000 \text{ km}$  |
| Yuzi .....  | $S_{\odot} = 11930 \cdot S_{\oplus} = 608,7 \cdot 10^{10} \text{ km}^2$   |
| Hajmi .....   | $V_{\odot} = 1303800 \cdot V_{\oplus} = 1,412 \cdot 10^{33} \cdot \text{sm}^3 = 1,4 \cdot 10^{18} \text{ km}^3$ |
| Massasi .....   | $M_{\odot} = 332958 \cdot m_{\oplus} = 1,99 \cdot 10^3 \text{ kg}$  |
| Oʻrtacha zichligi .....   | $\rho_{\odot} = 0,255 \cdot \rho_{\oplus} = 1,410 \text{ g/sm}^3$   |
| Quyosh sirtida erkin tushish tezlanishi .....                   | $G_{\odot} = 2,738 \cdot 10^4 \text{ sm/s}^2$   |
| Quyosh sirtida parabolik (kritik) tezlik .....                  | $v_{\text{par}} = 617,7 \text{ km/s}$   |
| Quyosh ekvatoridagi nuqtaning sinodik aylanish davri .....      | $27^d,275$  |
| Quyosh ekvatorining ekliptikaga ogʻmaligi .....                 | $7^{\circ}15'00''$  |
| Quyosh doimiysining oʻrtacha qiymati .....                      | $1,388 \cdot 10^6 \text{ erg/s} \cdot \text{sm}^2$  |
| Vaqt birligi ichida ajraladigan umumiy nurlanish energiyasi ... | $3,88 \cdot 10^{33} \text{ erg/s}$  |
| Quyosh harakatining apeksi .....                                | $\alpha = 18^h00^m$ , $\delta = +30^{\circ}$  |
| Galaktika markazi atrofida Quyoshning tezligi .....             | 240 km/s  |
| Galaktika markazi atrofida Quyoshning aylanish davri .....      | 200 mln yil   |

### **Yer haqida maʼlumotlar**

|   |   |
|---|---|
| Massasi .....   | $M_{\oplus} = 5,98 \cdot 10^{27} \text{ g}$         |
| Ekvatorial radiusi .....  | 6378,160 km   |
| Yer aylanishining burchak tezligi .....   | $15'',041 \text{ s}^{-1}$                           |
| Ekvatoridagi nuqtaning chiziqli tezligi .....   | 465,119 m/s   |
| φ geografik kenglamaga ega boʻlgan yer sirtidagi nuqtaning chiziqli tezligi .....       | $465,119 \cos \varphi \text{ m/s}$                  |
| 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 <sup>2</sup>                              |
| Yerda erkin tushish tezlanishi .....  | 980,665 sm/s <sup>2</sup>                           |
| Yer oʻqining ekliptika oʻqi atrofida aylanish (pretessiya hodisasi 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 $d_{\oplus}$                                     |
| 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 <sup>2</sup>   |
| 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<br>(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 <sup>2</sup>  |
| Oyning aylanish davriga teng siderik davri .....   | 27 <sup>d</sup> 7 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> ,47 |
| Sinodik davri (Quyoshga nisbatan to'la aylanish davri) .....   | 29 <sup>d</sup> 12 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 2,78 <sup>s</sup>  |
| Oyda tush paytida temperatura .....  | +120 °C  |
| Oyda yarim kechada temperatura .....   | -150 °C  |

## Quyosh tutilishlari

| Tutulish kuni        | Tutulish turi | Maksimumga erishish vaqti       | Tutulish eng yaxshi kuzatiladigan joy                         |
|----------------------|---------------|---------------------------------|---|
| 3- oktabr 2005- y.   | Halqasimon    | 9 <sup>s</sup> 32 <sup>m</sup>  | Soya tasmasi: Atlantika okeani, Afrika, Ispaniya, Hind okeani |
| 29- mart 2006- y.    | To'liq        | 9 <sup>s</sup> 07 <sup>m</sup>  | Soya tasmasi: Atlantika okeani, Afrika, Yevropa, Osiyo        |
| 22- sentabr 2006- y. | Halqasimon    | 12 <sup>s</sup> 09 <sup>m</sup> | 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 <sup>s</sup> 12 <sup>m</sup>  | Soya tasmasi: Antarktida, Tinch okeani janubiy qismi          |
| 1- avgust 2008- y.   | To'liq        | 7 <sup>s</sup> 27 <sup>m</sup>  | Soya tasmasi: Grenlandiya, Arktika, G'arbiy Sibir, Xitoy      |
| 26- yanvar 2009- y.  | Halqasimon    | 12 <sup>s</sup> 56 <sup>m</sup> | Soya tasmasi: Hind okeani, Indoneziya                         |
| 22- iyul 2009- y.    | To'liq        | 11 <sup>s</sup> 40 <sup>m</sup> | Soya tasmasi: Osiyoning janubiy-sharqi, Tinch okeani          |
| 15- yanvar 2010- y.  | Halqasimon    | 16 <sup>s</sup> 11 <sup>m</sup> | Afrika, Hind okeani, Osiyoning janubiy-sharqi                 |

### Planetalar o'ld ma'lumotlar

| Planetalar | Ekvatorial radiusi (km) | Quyoshdan o'rtacha uzoqligi (mln km) | Massasi      |             | O'rtacha zichligi |          | Hajmi (Yer hajmi birligi) | O'z o'qi atrofiga aylanish davri                | Orbitasining ekkipitkaga og'maligi | Ekssentrit-siteti | Erkin tushish tezlanishi, $g_{\oplus} = 1$ | Planeta sirtida kritik tezlik (km/s) | Quyosh atrofiga aylanish davri | Orbital tezligi (km/s) |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------------|----------|---------------------------|---|------------------------------------|-------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
|            |                         |                                      | $m_{\oplus}$ | $10^{27}$ g | $\rho_{\oplus}$   | $g/cm^3$ |                           |   |                                    |                   |  |                                      |                                |                        |
| Merkuriy   | 2437                    | 57,91                                | 0,055        | 0,330       | 0,99              | 5,45     | 0,56                      | 58 <sup>d</sup> ,65                             | 7°0'                               | 0,2056            | 0,38                                       | 4,3                                  | 87 <sup>a</sup> ,97            | 48,0                   |
| Venera     | 6050                    | 108,21                               | 0,816        | 4,872       | 0,95              | 5,25     | 0,86                      | 243 <sup>d</sup> ,16                            | 3°23'                              | 0,0068            | 0,90                                       | 10,4                                 | 224 <sup>d</sup> ,7            | 35,0                   |
| Yer        | 6378                    | 149,60                               | 1,000        | 5,978       | 1,00              | 5,52     | 1,00                      | 23 <sup>b</sup> 56 <sup>m</sup> 04 <sup>s</sup> | 0°00'                              | 0,0167            | 1,00                                       | 11,2                                 | 365 <sup>d</sup> ,26           | 30,0                   |
| Mars       | 3394                    | 227,94                               | 0,107        | 0,642       | 0,71              | 3,94     | 0,15                      | 24 <sup>b</sup> 37 <sup>m</sup> 23 <sup>s</sup> | 1°51'                              | 0,0933            | 0,38                                       | 5,0                                  | 686 <sup>d</sup> ,98           | 24,1                   |
| Yupiter    | 71400                   | 778,3                                | 317,84       | 1900        | 0,24              | 1,34     | 1310                      | 9 <sup>b</sup> 50 <sup>m</sup>                  | 1°18'                              | 0,0484            | 2,66                                       | 60,4                                 | 4332 <sup>d</sup> ,59          | 13,1                   |
| Saturn     | 60400                   | 1429,3                               | 95,17        | 568         | 0,13              | 0,70     | 750                       | 10 <sup>b</sup> 14 <sup>m</sup>                 | 2°29'                              | 0,0558            | 1,15                                       | 36,2                                 | 10759 <sup>d</sup> ,21         | 9,6                    |
| Uran       | 24800                   | 2875,03                              | 14,59        | 87          | 0,26              | 1,41     | 57                        | 10 <sup>b</sup> 42 <sup>m</sup>                 | 0°46'                              | 0,0471            | 0,98                                       | 21,8                                 | 30685 <sup>d</sup>             | 6,8                    |
| Neptun     | 25050                   | 4504,4                               | 17,25        | 103         | 0,29              | 1,58     | 60                        | 15 <sup>b</sup> 48 <sup>m</sup>                 | 1°47'                              | 0,0085            | 1,12                                       | 23,5                                 | 60188 <sup>d</sup>             | 5,4                    |

# MUNDARIJA

|                 |   |
|-----------------|---|
| Soʻzboshi ..... | 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. Zamonaviy astronomiya va kosmosni<br>oʻzlashtirishning ahamiyati ..... | 10 |
| 3- §. Yoritgichlarning koʻrinma holatlari. Yulduz turkumlari .....          | 14 |
| 4- §. Quyosh, Oy, planetalar va yulduzlarning koʻrinma harakatlari...       | 16 |
| 5- §. Yerning oʻz oʻqi atrofida aylanishiga dalillar .....                  | 18 |



## II. AMALIY ASTRONOMIYA ASOSLARI

|  |    |
|--|----|
| 1- §. Osmon sferasi, uning asosiy nuqta, aylana va chiziqlari .....                          | 20 |
| 2- §. Quyoshning yillik koʻrinma harakati. Ekliptika .....                                   | 22 |
| 3- §. Osmon koordinatalari .....   | 24 |
| 4- §. Yulduzlarning xaritalari .....   | 26 |
| 5- §. Olam qutbining balandligi va joyning geografik kengligi<br>orasidagi bogʻlanish .....  | 27 |
| 6- §. Turli geografik kengliklarda osmon sferasining sutkalik<br>koʻrinma aylanishi .....    | 28 |
| 7- §. Astronomik kuzatishlar asosida joyning geografik kengligini<br>taxminiy aniqlash ..... | 31 |
| 8- §. Yoritgichlarning kulminatsiyasi va kulminatsiya balandliklari ....                     | 32 |
| 9- §. Vaqtni oʻlchashning asoslari .....   | 33 |
| 10- §. Kalendarlar (taqvimlar) .....   | 37 |
| 11- §. Umar Xayyom kalendari .....   | 39 |



## III. OLAM TUZILISHI HAQIDAGI TASAVVURLAR. OSMON MEXANIKASINING ELEMENTLARI

|   |    |
|---|----|
| 1- §. Quyosh sistemasining tuzilishi .....                              | 42 |
| 2- §. Quyosh sistemasining aʼzolari va oʻlchamlari .....                | 45 |
| 3- §. Planetalarning konfiguratsiyalari va koʻrinish shartlari .....    | 47 |
| 4- §. Planetalarning Quyosh atrofida harakatlari. Ularning davrlari ... | 49 |
| 5- §. Kepler qonunlari .....  | 50 |
| 6- §. Quyosh sistemi jismlarigacha masofalarni aniqlash .....           | 52 |
| 7- §. Astronomiyada uzunlik birliklari .....                            | 54 |
| 8- §. Quyosh sistemi jismlarining oʻlchamlarini 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<br>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- §. Protuberaneslar – 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'LDOSHLARI**

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 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 Zuhali) .....                                | 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 yulduzlarga 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 spektrlari ..... | 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 |
|-------------|-----|

**Mamadazimov M.**  
22.6 **Astronomiya:** Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari  
M23 uchun darslik / M. Mamadazimov; O'zbekiston  
Respublikasi oliy va o'rta-maxsus ta'lim 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 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Kegli 11 shponli. TimesTAD garn.  
Ofset bosma usulida bosildi. Shartli 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.