

22.63  
31-53

388

CH. SHERDANOV, I. SATTOROV

ASTROFIZIKADAN  
LABORATORIYA ISHLARI



C1-3000019626

№ 63  
№ 53

*Рахмонов А.*

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

**NIZOMIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT PEDAGOGIKA  
UNIVERSITETI**

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
ULUG'BEK NOMIDAGI ASTRONOMIYA INSTITUTI**

**ASTROFIZIKADAN LABORATORIYA ISHLARI**

011929/1  
TOSHKENT – 2008 y.

## **ASTROFIZIKADAN LABORATORIYA ISHLARI**

Pedagogika instituti va universitetlarining fizika-matematika fakulteti talabalari uchun o'quv-metodik qo'llanma

Qo'llanmada 20 ta laboratoriya ishining tavsifi, ularga mos planshetlar va ishni bajarish uchun zarur ba'zi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan jadvallar keltirilgan.

Qo'llanma pedagogika universiteti va institutlarining fizika-matematika fakulteti "Fizika va astronomiya" ta'lim yo'nalishidagi bakalavriat talabalari uchun mo'ljallangan. Lekin undan shu ta'lim yo'nalishdagi magistratura talabalari va aspiranlari ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar: p.f.d., prof. M.M. Mamadazimov  
f.-m.f.n., dots. K.T. Mirtajieva

Muharrir: f.-m.f.n., dots. E.N. Rasulov

Qo'llanma Nizomiy nomidagi TDPU Ilmiy Kengashining 2008 yil 27 noyabrdagi qarori bilan nashirga tavsiya etilgan

© Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat pedagogika universiteti

## SO‘Z BOSHI

Talabalarning umumiy astrofizika kursidan laboratoriya ishlarini bajarishi ularning mazkur fandan olgan nazariy bilimlarini mustahkamlash va amaliyotga tadbiiq etishga katta yordam beradi. Masalalar yechish ham muhim ahamiyatga ega albatta, lekin laboratoriya ishlari talabalarni ilmiy-tadqiqot metodlari va printsiplari bilan tanishtiradi.

Hozirgi vaqtda pedagogika universiteti talabalari laboratoriya ishlarini bajarishda I. Sattarov tomonidan tuzulgan ishlardan, B.G‘. Qodirov va b. ning “Astrofizikadan kompyuterda laboratoriya ishlari” (B.F. Qodirov, I. Sattarov, U.Sh. Begimkulov «Astrofizikadan kompyuterda laboratoriya ishlari, Toshkent, 2002»), qisman M.M. Dagaevning “Umumiy astronomiya kursidan laboratoriya praktikumi” (M.M. Dagaev, «Лабораторный практикум по курсу общей астрономии», Москва, 1972) kabi qo‘llanmalaridan foydalanib kelmoqda. Bu qo‘llanmalardagi ba‘zi ma‘lumotlarning eskirganligi, ko‘pchilik laboratoriya ishlarini faqat planshetlar yordamida olib borilishi va asosan hisoblashlardan iboratligi, shuningdek ayrim jihoz (masalan, kompyuter kabi) larning etishmasligi talabalarga topshiriqlarni bajarishda noqo‘layliklar tug‘dirmoqda.

Mualliflar o‘z oldiga avvalo yangi ma‘lumotlarni va kompyuter texnologiyalarining so‘ngi yutuqlarini hisobga olgan holda butun kurs dasturiga mos o‘zbek tilida yozilgan qo‘llanma yaratishni maqsad qilib qo‘ygan. Shuning uchun mazkur qo‘llanmaga B. Qodirov va b. qo‘llanmasida keltirilgan 7 ta ishning barchasi kiritildi. Bu ishlarning vazifalari qayta tuzub chiqildi va hisobot shakllari tartibga keltirildi. Ba‘zi ishlarning (mas., 9-laboratoriya ishi “Yulduzlarni spektral sinflashtirish”) ikki xil varianti berilgan bo‘lib, bunda o‘qituvchi imkoniyatiga qarab (talabalar yo kompyuterda yoki auditoriyada planshet yordamida ishni bajarishlari mumkin) ishni tanlaydi.

Mualliflar qo‘llanma sifatini yaxshilashda yordamlarini ayamagan Nizomiy nomidagi TDPU professori M. Mamadazimov, O‘zMU dotsentlari K. Mirtajieva va R. Ziyaxanov, shuningdek, O‘zR FA Astronomiya instituti ilmiy ishlar bo‘yicha direktor muovini S. Il‘yasovlarga o‘z minnatdorchilini bildiradi.

Bunday qo‘llanma o‘zbek tilida birinchi marta yozilganligi uchun, unda kamchiliklar uchrashi tabiiy. Mualliflar qo‘llanmaga nisbatan bildirilgan e‘tiroz, taklif va mulohazalarni minnatdorchilik bilan qabul qiladi.



## KIRISH

“Astrofizikadan laboratoriya ishlari” deb nomlangan ushbu qo‘llanmada 20 ta ishning tavsiflari va ularga mos planshetlar hamda ba‘zi ma‘lumotlardan iborat jadvallar keltirilgan.

Har bir laboratoriya ishi uning nomi va maqsadi, ishni bajarish uchun zarur qo‘llanmalar, asosiy va qo‘shimcha adabiyotlar ro‘yxati, mustaqil yechish uchun tavsiya etilgan masalalar, nazariya va topshiriqlardan iborat. Nazariy qismida asosiy tushuncha va formulalar berilgan. Ishni bajarishga kirishishdan oldin tavsiya etilgan adabiyotlar va masalalar bilan tanishib chiqish zarur. Bu talabalarga ish mazmunini to‘la tushunishga yordam beradi. Tavsiya etilayotgan adabiyotlar kvadrat qavs ichidagi (masalalar esa qavssiz) raqamlar bilan ko‘rsatilgan.

Topshiriqlar arab raqamlari bilan belgilangan bir nechta bandlardan iborat. Ko‘pchilik topshiriqlarda bir xil vazifalar lotin hariflari bilan bir necha variantda berilgan, bu ishni bajarishda vaqtdan yutish imkonini beradi. Ba‘zi ishlarni bajarish uchun planshetlardan nusxa ko‘chirish kerak bo‘ladi.

Qo‘yilgan masalani hal qilishda boshlang‘ich ma‘lumotlar muhim ahamiyatga ega. Bunday ma‘lumotlarni olishda asosiy qo‘llanmalar P.G. Kulikovskiyning “Navaskor astronomlar ma‘lumotnomasi” (П.Г. Куликовский, «Справочник любителя астрономии», 2001), K.U. Allenning “Astrofizik kattaliklar” (К.У. Аллен, Астрофизические величины, 1977), Astronomiya geodeziya jamiyati (AGJ)ning Astronomik kalendar – doimiy qismi (Астрономический календарь-постоянная часть, под ред. Абалакина, 1981), Astronomik kalendar – haryillik ya‘ni o‘zgaruvchan qismi (Астрономический календарь - переменная часть, ежегодник, har yangi o‘quv yili uchun chiqiriladi) hisoblanadi. Bu qo‘llanmalarsiz ba‘zi laboratoriya ishlari o‘zining ilmiy-metodik ma‘nosini yo‘qotsa, ba‘zilarini esa umuman bajarib bo‘lmaydi. Hozirgi paytda bunday ma‘lumotnomalar o‘rmini bosa oladigan kompyuter dasturlari mavjudki, ular bilan tanishib chiqish foydadan holi bo‘lmaydi.

Laboratoriya ishlarini bajarish jarayonida olingan natijalarning xatoligini baholash va ularni tabiat hodisalari bilan solishtirish har jihatdan foydali. Shunday qilinsa, talabalar o‘zlarini yo‘l qo‘ygan xatolarni tushunib yetishadi va ularni tuzatishlari oson bo‘ladi.

Har bir talaba biror ishni bajargandan so‘ng qisqacha yozma hisobot tayyorlaydilar. Vazifalarni bajarishda hisob-kitob ishlari uchun kalkulyatordan tashqari kompyuterda biror dasturlash tili, masalan Beysikdan foydalanishlari maqsadga muvofiq. Shuningdek, hisobot shakllarini kamida bir hafta oldin tayyorlashlari lozim, bu ularga topshiriqlarni muvoffaqiyotli bajarishlarida muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

## 1-Laboratoriya ishi YORITGICHLARNING KO'RINMA YULDUZIY KATTALIGI VA FOTOMETRIK KO'RSATGICHLARI

*Ishning maqsadi: Yulduz kattaligining astrofizik va fizik kausaliklar bilan bog'lanishini o'rganish.*

*Qo'llanma: logarifmik jadval; kalkulyator; fizik va astrofizik birliklar keltirilgan jadvallar.*

*Adabiyot: [1], II Bob, 10-§; [3], Ilova G; [6], III Bob, 1-§; [7], 5 Bob, 35, 46-§§; [11], I Bob, 1-§; [15], 24 Laboratoriya ish.*

*Qo'shimcha adabiyot: [9], 2-ma'ruza; [13], 3 band, 101-106 b.; [16], T. II, I Bob, 1-§.*

*Masalalar: [8], № 4, 13, 43, 44, 48, 49, 52-64, 83, 84.*

Yulduzlarning yorug'ligi maxsus fotometrik birlikda, yulduziy kattalikda o'lchanadi. Yulduziy kattalik ( $m$ ) osmon yoritgichi Yer yuzida (teleskop fokal tekisligida) hosil qilayotgan yoritilganlik ( $E$ ) bilan logarifmik bog'lanishga ega. Ikkita yulduz uchun bu bog'lanish Pogson formulasi orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$m_2 - m_1 = 2,5 \lg \frac{E_1}{E_2}. \quad (1)$$

Bu formuladan birinchi yulduziy kattalikka ega yulduz ikkinchi kattalikdagi yulduzga qaraganda 2,512 marta ko'p yoritishi (yoritilganlik hosil qilishi) kelib chiqadi. Haqiqatdan, agar  $m_1=1$  va  $m_2=2$  bo'lsa,  $\lg \frac{E_1}{E_2} = -\frac{1}{2,5}$  yoki

$E_1/E_2 = 10^{-0,4} = 2,512$ . Yulduz kattaliklar shkalasining hisob boshi xalqaro kelishuvga asosan belgilangan. Masalan, vizual nurlarda Qutb Yulduzining yulduziy kattaligi  $m_v = +2^m,12$  ga teng deb qabul qilingan. Bu hisob bo'yicha Sirius (Katta Itning  $\alpha$ -si) ning yulduziy kattaligi  $m_s = -0^m,86$ , Quyoshniki  $m_q = -26^m,8$ , to'lin Oyniki  $m_o = -12^m,73$  ga teng.

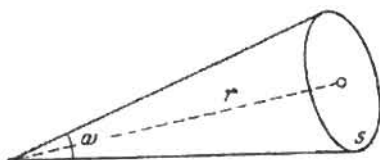
Ma'lumki, yoritilganlik  $E$  lyukslarda o'lchanadi va u yorikichdan kelayotgan nurlanish oqimi ( $F$ ) yo'nalishiga tik qo'yilgan sirtning ( $S$ ) yuza birligiga tushayotgan oqimga

$$E = \frac{F}{S}, \left( \frac{\text{lyumen}}{\text{m}^2} \right) \text{ teng. } \left( 1 \text{ lyuks} = \frac{1 \text{ lyumen}}{1 \text{ m}^2} \right) \quad (2)$$

Yoritilganlik yoritgichning haqiqiy yorug'lik sochish qobiliyatini belgilay olmaydi. Chunki, yoritgichdan uzoqlashgan sari u masofaning kvadratiga teskari proporsional tarzda kamayib boradi. Yoritgichning haqiqiy yorug'ligini uning yorug'lik kuchi ( $I$ ) belgilaydi.

$$I = \frac{F}{\omega}, \quad \left[ \frac{\text{lyumen}}{\text{steradian}} \right] = [\text{kandella}] \quad (3)$$

U bir birlik (steradian) fazoviy burchak ( $\omega$ ) ichida sochilayotgan nurlanish oqimiga teng (1-rasm) va kandellalarda o'lchanadi. Ma'lumki, fazoviy burchak  $\omega = \frac{S}{r^2}$  (\*).



Bu yerda  $r$  – yoritgichning uzoqligi,  $S$  – undan kelayotgan nurlanish oqimiga tik o'rnatilgan sirtning yuzasi. Agar (2) ga (3) dan  $F$  ni va (\*) dan  $S$  ni topib qo'ysak,

$$E = \frac{F}{S} = \frac{I\omega}{\omega r^2} = \frac{I}{r^2}, \quad (4)$$

1-rasm

Endi (4) ni (1) ga qo'yamiz,

$$m_2 - m_1 = 2,5 \lg \left( \frac{I_1}{I_2} \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2 \right) \text{ yoki } \lg \frac{I_1}{I_2} = 0,4(m_2 - m_1) - 2(\lg r_2 - \lg r_1). \quad (5)$$

## V A Z I F A

Quyosh yozgi tiniq osmonda bo'lganda Yer yuzida  $E_{\odot} = 100\,000$  lyuks yoritilganlik hosil qiladi. Yer atmosferasidan tashqarida Quyosh nurlariga tik qo'yilgan ekranda esa  $E_A = 135\,000$  lyuks yoritilganlik hosil qiladi.

a) Quyoshning yulduziy kattaligini bilgan holda quyidagilar aniqlansin:

- 1) To'lin Oy hosil qiladigan yoritilganlik;
- 2) Sirius hosil qiladigan yoritilganlik;
- 3) Kononus hosil qiladigan yoritilganlik;
- 4) Qutb Yulduzi hosil qiladigan yoritilganlik;
- 5) Elongatsiya paytida Venera ( $m_v = -4^m,28$ ) hosil qiladigan yoritilganlik;
- 6) Qarama-qarshi turishda Yupiter ( $m_v = -2^m,6$ ) hosil qiladigan yoritilganlik;

7) Qarama-qarshi turishda Saturn ( $m_v = +0,7$ ) hosil qiladigan yoritilganlik;

8) Qarama-qarshi turishda Uran ( $m_v = +5,5$ ) hosil qiladigan yoritilganlik.

b) Bir xalqaro sham (kandella)  $r=1$  km uzoqlikdagi  $m_v=0^m.8$ ) yulduziy kattalikka ega bo'lishini bilgan holda quyidagi yoritgichlarning yorug'lik kuchi (I) hisoblansin.

1) Quyosh ( $m_v = -26^m.8$ );

2) To'lin Oy ( $m_v = -12^m.73$ );

3) Sirius (Katta Itning  $\alpha$ -si,  $m_v = -1^m.58$ ,  $\pi=0''.376$ ,  $r = \frac{1}{\pi}$  pk);

4) Konopus (Kilning  $\alpha$ -si,  $m_v = -0^m.86$ ,  $\pi=0''.017$ ,  $r = \frac{1}{\pi}$  pk);

5) Qutb Yulduzi ( $m_v = +2^m.12$ ,  $r = \frac{1}{\pi}$  pk);

6) Elongasiya paytida Venera ( $m_v = -4^m.28$ ,  $r=1$  a.b.);

7) Qarama-qarshi turishda Yupiter,  $r=a_{pl}-a_{\oplus}$

8) Qarama-qarshi turishda Saturn.

c) Vizual nurlarda yorug'likning mexanik ekvivalenti  $1 \text{ lm} = 0,00147 \text{ Vt}$  va  $F=ES$  ni bilgan holda

1) Quyoshdan;

2) Oydan;

3) Siriusdan;

4) Kanopusdan;

5) Qutb Yulduzidan;

6) Elongatsiyadagi Veneradan;

7) Qarama-qarshi turishdagi Yupiterdan;

8) Qarama-qarshi turishdagi Saturndan kelayotgan va  $S=1 \text{ m}^2$  yuzaga tushayotgan nurlanish oqimining quvvatini hisoblang.

### 1-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot.

Yoritgichlarning asosiy fotometrik ko'rsatgichlari

Yoritgichlar	$m_v$	$E_{\oplus}$ (lk)	$E_A$ (lk)	$r$ (km)	$I$ (kd)	$F$ (lm)
Quyosh						
Oy						
Sirius						
Konopus						
Qutb Yulduzi						
Venera						
Yupiter Saturn						
Uran						

## 2-Laboratoriya ishi TUTASH SPEKTRDA ENERGIYANING TAQSIMLANISHI

*Ishning maqsadi:* Yulduz kattaligining astrofizik va fizik kattaliklar bilan bog'lanishini o'rganish.

*Qo'llanma:* logarifmik jadval; fizik va astrofizik birliklar keltirilgan jadvallar; kalkulyator.

*Adabiyot:* [1], III Bob, 23-§; [3], 2 Bob, 2.1, 2.2-§§, Ilova B; [6], III Bob, 2-§; [7], 5 Bob, 44-§; [11], I Bob, 2-§; [16], T.II, I Bob, 3-§.

*Qo'shimcha adabiyot:* [4], I Bob, 4-§; [9], 3-ma'ruza, 1,2-§§; [13], 3 band, 106÷110 b.  
*Masalalar:* [8], № 50, 51, 78, 96+102, 139, 149.

Qizdirilgan jism nurlanishining spektral tarkibi uning temperaturasiga bog'liq. Temperatura 1000 K bo'lganda jism qizil nurlarni, 6000 K bo'lganda sariq nurlarni ko'proq sochadi. Temperatura 8000 K ga etganda u sochayotgan nurlanish oq va yorug' bo'ladi, temperatura 10000 K dan oshgach, yoritkichning nurlanishi ko'kimtir tus oladi. Temperatura ko'tarilishi bilan yoritkich spektrining qisqa to'lqinli chegarasi binafsha nurlar tomon siljiy boradi shu bilan birgalikda spektrda energiya maksimumi ko'tarila boshlaydi va qisqa to'lqinlar tomon siljiy boradi.

Absolyut qora jism (atrof-muhit bilan energiya almashinmaydigan, energetik muvozanatdagi jism) spektrida energiyaning taqsimlanishi Plank formulasi yordamida aniqlanadi:

$$\epsilon_{\nu} d\nu = \frac{2\pi h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} d\nu \quad (1)$$

Bu yerda  $\epsilon_{\nu}$  - spektrda nurlanish zichligi,  $\epsilon_{\nu} d\nu$  - tasmaning 1  $sm^2$  yuzasidan barcha yo'nalishlar bo'ylab  $\nu$  dan to  $\nu + d\nu$  oraliqgacha bo'lgan intervalda sochilayotgan oqim quvvati. Uning birligi  $erg/sm^3 \cdot sek$ . Hisoblashlarni to'lqin uzunligi uchun bajarish maqsadga muvofiq. Ma'lumki,  $\nu = \frac{c}{\lambda}$ ,  $d\nu = -\frac{c}{\lambda^2} d\lambda$  u holda

$$\epsilon_{\lambda} d\lambda = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} d\lambda \quad (2)$$

$h=6,62 \cdot 10^{-27} erg \cdot sek$ , Plank doimiysi

$c=2,997925 \cdot 10^{10} sm/sek$

$\lambda$ -to'lqin uzunligi,  $sm$

$k$ -Boltsman doimiysi  $k=1,38062 \cdot 10^{-16} erg/grad$ .

$T$ -temperatura,  $K$ .

Bir birlik to'liqin ( $sm$ ) uzunligi oralig'i uchun oqim

$$F_{\lambda} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda T}} - 1} \quad [erg / sm^2 \cdot sek] \quad (3)$$

Bu yerda  $\lambda$ - $sm$  larda. Belgilash kiritamiz:

$$c_1 = 2\pi hc^2 = 3,74185 \cdot 10^{-16} erg \cdot \frac{sm^2}{sek} \quad va \quad c_2 = \frac{hc}{k} = 1,43883 sm \cdot grad^{-1}$$

U holda  $F_{\lambda} = \frac{c_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1}$  bo'ladi.

$\epsilon_v dv = F_v = hv \cdot N_v$  shaklda yozish mumkin. Bu yerda  $hv$ -nurlanish kvanti energiyasi,  $N_v$ -bunday kvantlar soni. U holda (1) dan

$$N_v = \frac{2\pi v^2}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{hv}{kT}} - 1} \quad (4)$$

(4) formula jismning  $1 sm^2$  yuzasidan  $1 sek$  da va  $1 chastota$  oralig'ida chiqqan fotonlar soni. (4) ni to'liqin uzunligi uchun yozsak:

$$N_{\lambda} = \frac{2\pi c}{\lambda^4} \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1} \quad va \quad F_{\lambda} = \frac{hc}{\lambda} N_{\lambda} \quad (5)$$

Spektning qizil tomoni oxiri uchun  $1 > e^{\frac{hc}{\lambda T}}$  va (3) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$F_{\lambda} = \frac{2\pi ckT}{\lambda^4} = \frac{c_1}{c_2} \frac{T}{\lambda^4} \quad (6)$$

Reley-Jins formulasi.

Spektrni binafsha uchun  $e^{\frac{hc}{\lambda T}} > 1$  va (3) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$F_{\lambda} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} = \frac{c_1}{\lambda^5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} \quad (7)$$

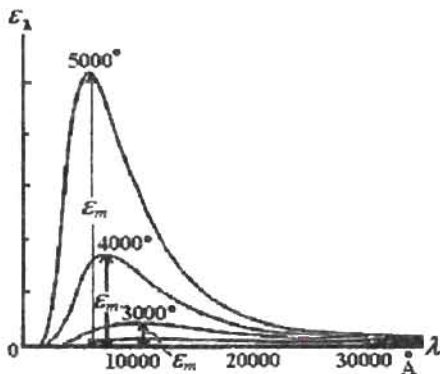
Vin taqsimoti.

Maksimal oqimga mos keladigan to'liqin uzunligi  $\lambda_{max}$  (2-rasm)

$$T\lambda_{max} = 0,28979 sm \cdot grad \quad yoki \quad \lambda_{max} = \frac{0,28979}{T} sm. \quad (8)$$

Bu yerda  $T$ - $K$  larda ifodalanadi. Fotonlar oqimi maksimumini hisoblash uchun (5) dan foydalanamiz. Fotonlarning maksimal soni  $N_m$  -  $\lambda_m$  to'liq uzunlikka to'g'ri keladi.

$$\lambda_m = \frac{0.36698}{T} \text{ sm, } T\text{-}K \text{ larda} \quad (9)$$



2-rasm

Absolyut qora jismning 1  $\text{sm}^2$  yuzasidan barcha tomonga sochilayotgan to'la (barcha to'liq uzunliklariga sochilayotgan energiya yig'indisi) Stefan-Boltsman formulasi orqali ifodalanadi:

$$f = \int_0^\infty F_\lambda d\lambda = \sigma T^4 \quad (10)$$

$\sigma = 5,6696 \cdot 10^{-8} \text{ erg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{grad}^4)$ ,  $T$  -  $K$  larda. Absolyut qora jism to'la nurlanishining intesivligi (yorug'lik kuchi)

$$I = \frac{\sigma T^4}{\pi} = 1,80468 \cdot 10^{-8} T^4, \text{ [erg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{sr} \cdot \text{grad}^4)] \quad (11)$$

Absolyut qora jismning spektrida nurlanish intesivligi

$$I_\lambda = \frac{F_\lambda}{\pi} = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda T}} - 1} \quad (12)$$

## VAZIFA

Talabalarga har xil spektr sinfiga mansub yulduzlarning temperaturasi beriladi:

1) 3500 va 9000K; 2) 4500 va 7000 K; 3) 4000 va 6000 K; 4) 5000 va 8000 K; 5) 3000 va 9500 K; 6) 2500 va 15000K; 7) 2000 va 18000 K; 8) 1500 va 8500 K.

a) spektrida ( $\lambda=0,3$  dan  $0,8\mu$  gacha,  $0,05\mu$  qadam bilan)  $F_\lambda$  ni hisoblang va  $\lambda$  bo'yicha o'zgarish grafigini chizing.

b) spektrida ( $\lambda=0,3$  dan  $0,8\mu$  gacha,  $0,05\mu$  qadam bilan)  $N_\lambda$  ni hisoblang va grafigini chizing.

c)  $\lambda_{max}$  (monoxromatik oqim  $F_\lambda$  maksimumi) va  $\lambda_m$  (monoxromatik fotonlar  $N_\lambda$  oqimi (soni)) ni hisoblang.

d) to'la oqim quvvati ( $f$ ), to'la nurlanish intesivligi ( $I$ ) va spektrida nurlanish intesivligi ( $I_\lambda$ ) ni hisoblang.

e) barcha variantlar natijalarini tahlil qiling.

### 2-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot.

a-b. Ma'lum bir temteraturali jismning turli to'liqin uzunliklardagi nurlanish oqimi va fotonlar soni.

Variant	$T(K)$	$\lambda(\mu)$	$F_\lambda$	$N_\lambda$	$T(K)$	$\lambda(\mu)$	$F_\lambda$	$N_\lambda$
I	3500	0,3			9000	0,3		
		0,35				0,35		
		0,4				0,4		
		0,45				0,45		
		0,5				0,5		
		0,55				0,55		
		0,6				0,6		
		0,65				0,65		
		0,7				0,7		
		0,75				0,75		
		0,8			0,8			

$F_\lambda \sim f(\lambda)$  va  $N_\lambda \sim f(\lambda)$  bog'lanish grafiklari taqdim qilinadi.

c-d.

Variant	$T(F_\lambda)$	$\lambda_{max}$	$T(N_\lambda)$	$\lambda_m$	$f$	$I$	$I_\lambda$

e. tanli natijalari:



### 3-Laboratoriya ishi

## SPEKTRAL CHIZIQLARNING TO'LQIN UZUNLIGI, INTENSIVLIGI VA KENGLIGI

*Ishning maqsadi: Spektral chiziqlarning hosil bo'lish jarayonini o'rgatish va ularning to'lqin uzunligi, intensivligi, kengligini hisoblash.*

*Qo'llanma: logarifmik jadval; kalkulyator; matematik, fizik va astronomik jadvallar; so'rovnoma (spravochnik).*

*Adabiyot: [1], III Bob, 23-§; [3], 2 Bob, 2.3, 2.4-§§, 5 Bob, 5.8.(2, 3)-§§, Ilova C; [4], I Bob, 5-§; II Bob, 8, 9-§§; [5], I Bob, 1+4-§§, VI Bob, 70+77-§§; [9], 3-ma'ruza, 3+5-§§.*

*Qo'shimcha adabiyot: [7], 3 Bob, 15-§, IV Bob, 26-§; [11], I Bob, 2-§.*

*Masalalar: [8], № 108, 109, 110, 128+131, 135, 136, 140, 150, 155, 162, 163, 298.*

Qizdirilgan jismlarning nurlanishi har xil rang (to'lqin uzunlik, energiya)-dagi emission (yorug') chiziqlardan iborat spektrga ajraladi. Gazni tashkil etgan ko'plab atomlar (ion, molekula) ni yuqori energiyali (energetik) holatdan past energetik holatga o'tishi natijasida emission spektral chiziq hosil bo'ladi.

Bor modeliga ko'ra yuqori energiyali holat (elektron egallagan orbita) past holatdan bosh kvant soni  $n$  bilan farq qiladi. Eng oddiy vodorod (H) atomini ko'raylik. U bitta protondan va uning atrofida aylanadigan elektrondan iborat. Elektron proton atrofida har xil radiusga ega konsentrik aylanalar, har xil eksstentsitetga va yarim o'qqa ega elliptik orbitalar bo'ylab aylanishi mumkin. Bu orbitalar bo'ylab harakatga har xil energiya mos keladi. Biroq, atom ixtiyoriy energiya qabul qila olmaydi, balki ma'lum, qat'iy energetik sathlarni egallashi mumkin. Bor pastulatiga ko'ra elektronning impuls momenti

$$mvr = \left(\frac{h}{2\pi}\right) \cdot n \quad (1)$$

bu yerda  $n=1,2,3,\dots$ ,  $h$ -Plank doimiysi  $\frac{h}{2\pi}$  ga karrali bo'lgan qiymatlarni qabul qilishi mumkin. Harakatdagi elektronga Kulon kuchi  $F_k = \frac{ze^2}{r^2}$  va markazdan qochma kuch  $F_{\text{ny}} = \frac{m\mathcal{G}^2}{r}$  ta'sir qiladi va bu kuchlar absalyut qiymati bo'yicha bir-biriga teng:  $\frac{m\mathcal{G}^2}{r} = \frac{ze^2}{r^2}$ , bu yerdan

$$\frac{ze^2}{mr} = \mathcal{G}^2 \quad (2)$$

(1) dan 9 ni topib (2) ga qo'ysak,  $\frac{n^2 h^2}{m^2 r^2 4\pi^2} = \frac{e^2 z}{mr}$   
bundan

$$r = \frac{n^2 h^2}{ze^2 m 4\pi^2} \quad (3)$$

Endi elektronni to'la energiyasini hisoblaylik. Uning kinetik energiyasi  $E_k = \frac{m v^2}{2} = \frac{ze^2}{2r}$ , potentsial energiyasi esa  $E_p = \int F_1 dr = -\frac{ze^2}{2r} + c$ . U holda to'la energiya  $E = E_k + E_p = -\frac{ze^2}{2r} + c$  yoki

$$E = -\frac{z^2 e^4 2\pi^2 m}{n^2 h^2} = -\tilde{R} \frac{z^2}{n^2} \cdot hc \quad (4)$$

$\tilde{R} = \frac{2\pi^2 e^4 m}{ch^3} = 109737,303 \text{ sm}^{-1}$ -Ridberg soni (bir  $sm$  da to'liqlinlar soni). (4) ning ikkala tomonini  $hc$  ga bo'lsak,

$$\frac{E}{hc} = -\frac{z^2 \tilde{R}}{n^2} = T(n) \quad (5)$$

$T$ -term, energetik sathni belgilovchi miqdor, u  $[sm^{-1}]$  birlikka ega va bosh kvant soni ( $n$ ) orqali ifodalanadi.

Vodorod atomi uchun  $z=1$  va uning eng past energiyali holatiga ( $n=1$ ) mos keladigan term  $T(1) = \tilde{R}$ , undan yuqorida joylashgan term uchun  $n=2$  va  $T(2) = \tilde{R}/4$  va h.k.

Emission spektral chiziq yuqori holat ( $n_2$ ) dan past holat ( $n_1$ ) ga ( $n_2 > n_1$ ) o'tish natijasida hosil bo'ladi va bunday chiziqning to'liqlin uzunligi Balmer formulasi yordamida hisoblanadi:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_{n_2} - E_{n_1}}{ch} = \tilde{R} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (6)$$

Odatda angstromlar ( $1\text{\AA} = 10^{-8} \text{ sm}$ )da o'lchanadi va vodorod atomining eng past energiyali holati uchun  $n=1$  va u asosiy holat deb ataladi. Unga nisbatan yuqori turgan holat uchun  $n=2$  va bu holat (birinchi) uygongan holat deyiladi. Birinchi o'yg'ongan holatdan asosiy holatga o'tish natijasida hosil bo'ladigan spektral chiziq **rezonans chiziq** deb ataladi, vodorod uchun uning to'liqlin uzunligi  $\lambda$  quyidagi formuladan topiladi:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{912} \left( 1 - \frac{1}{4} \right) = \frac{1}{912} \cdot \frac{3}{4} \text{ yoki } \lambda = 912 \cdot \frac{4}{3} = 1216 \text{ \AA}$$

Geliy ioni He (yoki HeII) ham vodorod atomi singari bitta elektronga ega va  $z=2$ .

$$HeII \text{ ning rezonans chizig'ining } \lambda(HeII) = \frac{912 \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right)^{-1}}{z^2} = \frac{912 \cdot 4}{4 \cdot 3} = 304 \text{ \AA}$$

Bu yerda biz cheksiz katta massaga ega bo'lgan atom uchun hisoblangan  $\tilde{R}$  dan foydalandik. Bu to'g'ri emas. Chunki geliy yadrosi 4 ta og'ir zarradan iborat va uning atrofida bitta elektronni harakati vodorodnikidan farq qiladi. Fizkaning maxsus kurslarida vodorodsimon ionlar uchun  $\tilde{R}$  ning qiymatlari jadval sifatida keltiriladi. Undan foydalanib vodorodsimon ionlar (*HeII, LiIII, BeIV, BV, OVIII, NeX, ScXXI, FeXXVI*) uchun rezonans chiziqning to'lqin uzunligini hisoblash mumkin. Rezonans chiziqlar atom (ion) ning asosiy energetik holatidagi (ion) lar sonini hisoblashda qo'llaniladi. Masalan, Quyosh toji spektrida *FeXXVI* qayd qilingan.

Yuqorida keltirilgan formulalarni murakkab (ikkita, uchta, ... elektronli) atomlarga qo'llab bo'lmaydi. Bunday atomlarning energetik sathlari kvant mexanikasi tenglamalarini echish asosida aniqlanadi va fizik eksperimentlardan topiladi.

## SPEKTRAL CHIZIQNING INTENSIVLIGI

Chiziqning intensivligi (qizdirilgan gazning bir birlik yuzasidan bir birlik fazoviy burchak ichida sochilayotgan quvvat) uni hosil qilishda ishtirok etayotgan atomlar soni ( $N_s$ ) ga va unga mos keladigan energetik sathdan boshqa sathga o'tish ehtimoliga bog'liq. Uygongan (yuqori energiyali) holatdan boshqa holatga uch xil yo'l bilan o'tishi mumkin: spontan (o'z-o'zidan, beixtiyor), majburiy yuqoriga, majburiy pastga. Biz bu erda majburiy o'tishlarga to'xtalmaymiz, ularni hisobga olish murakkab masala.

Spontan o'tish ehtimoli atomni shu sathda bo'lish vaqtiga teskari proporsional miqdordir, ya'ni  $k$  sathdan pastgi  $k > n$  larga o'tish ehtimoli

$$A_{kn} = \frac{1}{\sum_{s=1}^{k-1} t_{ks}} \quad (7)$$

Vodorod atomining birinchi o'yg'ongan holatda bo'lish vaqti  $t_1 = 2 \cdot 10^{-9} \text{ sek}$  va undan asosiy holatga o'tish ehtimoli  $A_{21} = 4,7 \cdot 10^8 \text{ sek}^{-1}$ . Ikkinchi o'yg'ongan holatda bo'lish vaqti  $t_2 = (A_{31} + A_{32})^{-1} = 10^{-8} \text{ sek}$ . Ixtiyoriy yuqori holat ( $k$ ) dan asosiy holatga o'tish ehtimoli  $A_{k1} = \frac{1,2 \cdot 10^{10}}{k^3} \text{ sek}^{-1}$  (8) va  $k$  dan  $k-1$  ga o'tish  $A_{k,k-1} = \frac{6 \cdot 10^9}{k^3} \text{ sek}^{-1}$  (9) formulalar yordamida hisoblash mumkin.

Astrofizik amaliyotda o'tish ehtimoli o'rnida ostsilyatorlar kuchi deb ataladigan, o'lchamga ega bo'lmagan ko'rsatgich ( $f$ ) qo'llaniladi.

$$A_{n-1} = \frac{8\pi e^2 \nu_{n-1}^3}{mc^3} \cdot \frac{g_n}{g_{n-1}} \cdot f_{n-1} \quad (10)$$

Bu yerda  $g$  - energetik sathning statistik vazni,  $\nu$  - chastota,  $e$  va  $m$  - elektronning zaryadi va massasi,  $c$  - yorug'lik tezligi.

Spektral chiziqda sochilayotgan quvvat (intensivlik)

$$E_{n-1} = A_{n-1} h \nu_{n-1} \int N_n d\nu \quad (11)$$

ga teng. Bu yerda  $N_n$  -chiziqni hosil qilishda ishtirok etayotgan energetik sathdagi atomlar konsentratsiyasi,  $d\nu$  -elementar hajm.  $k$ -sathdagi atomlar soni bilan asosiy holatdagi atomlar soni nisbati Boltsman formulasi orqali topiladi:

$$\frac{N_n}{N_1} = \frac{g_n}{g_1} e^{-\frac{E_n - E_1}{kT}} \quad (12)$$

$\chi_1, \chi_n$  -birinchi va  $k$ - holatlardan ionlanish potentsiali,  $K$  - Boltsman doimiysi,  $T$  - o'yg'onish temperaturasi. Vodorod atomlarini o'yg'ongan holatlar bo'yicha taqsimlanishi  $T$ -ga bog'liq. Masalan  $n=2$  va  $n=1$  sathlardagi atomlar soni nisbati

$$\frac{N_2}{N_1} = 4 \cdot e^{-\frac{117900}{T}} \quad (13)$$

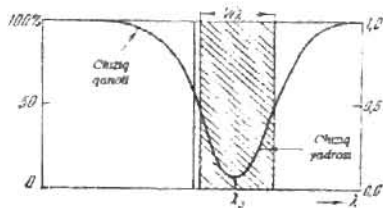
Agar  $T$  yuqori bo'lsa, atomlarning bir qismi ionlanadi. Bunday hollarda taqsimlanishni hisoblaganda ionlar ( $NI$ ) va ( $N_e$ ) konsentratsiyasini hisobga olish zarur. Vodorod atomi uchun, masalan, ionlar konsentratsiyasini ( $NI$ ) asosiy holatdagi atomlar konsentratsiyasi ( $N_1$ ) ga nisbati

$$N_e \frac{NI}{N_1} = 2,24 \cdot 10^{13} \cdot T^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{137200}{T}} \quad (14)$$

formula yordamida hisoblanishi mumkin.  $N_e$  -elektronlar konsentratsiyasi.

### SPEKTRAL CHIZIQNING KENGLIGI VA UNI KENGAYTIRUVCHI JARAYONLAR

Spektral chiziqlarning tabiiy kengligi- $W_\lambda$  (3-rasm) unga tegishli energetik sathlarning kengligiga ( $\Delta E$ ) bog'liq.



3-rasm

Energetik sathning kengligi esa atomni bu sathda bo'lish vaqti ( $t_s$ ) ga teskari proporsionaldir. Bu ko'rsatkichlar bir-biri bilan Geyzenberg noaniqligi orqali bog'langan, ya'ni

$$\Delta E \cdot t_s = \frac{h}{2\pi} \quad (15)$$

Spektral chiziqda sochilayotgan foton energiyasi  $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$  ga teng. Uning elementar orttirmasi esa,  $\Delta E = \Delta(h\nu) = -\frac{hc}{\lambda^2} \Delta\lambda$ ,  $\Delta\lambda$  – chiziqning nisbiy kengligi. U holda (15) dan

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2\pi c} \cdot \frac{1}{t_s} \quad (16)$$

Vodorod atomining uchinchi sathdan ikkinchi sathga o'tishi natijasida hosil bo'ladigan  $\lambda = 6563 \text{ \AA}$  chiziqning tabiiy kengligi

$$\Delta\lambda = \frac{(6500)^2}{6,28 \cdot 3 \cdot 10^{11}} \cdot \frac{1}{10^{-9}} = 2,24 \cdot 10^{-9} \text{ \AA}$$

Quyosh spektrida vodorod chiziqlarining kengligi bundan bir necha yuz marta katta. Bunga sabab atomlarning betartib harakati tufayli ro'y berayotgan Dopler effekti ta'sirida kengayishdir.

Haqiqatdan, agar nurlanish chiqarayotgan atom kuzatuvchi tomon  $g$  tezlikda uchib kelayotgan bo'lsa, u chiqarayotgan fotonning to'liq uzunligi  $-\lambda$ , qo'zg'almas yoki kuzatish chizig'iga tik yo'nalishda harakat qilayotgan atomniki ( $\lambda_0$ ) dan  $\Delta\lambda$  ga qisqa bo'ladi, ya'ni

$$\lambda - \lambda_0 = -\Delta\lambda \frac{g}{c} \lambda_0 \quad \text{yoki} \quad \Delta\lambda = -\frac{g}{c} \lambda_0 \quad (17)$$

Bu yerda  $c$  - yoruglik tezligi.

Betartib harakat qilayotgan atomlarning bir qismining tezligi kuzatuvchiga yo'nalgan bo'lsa, bir qismi undan qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi. Bu esa ular sochayotgan fotonlar yig'indisini xarakterlaydigan chiziqni kengayishiga sababchi bo'ladi. Kengayish miqdorini baholaylik. Atomlarning tezliklar bo'yicha taqsimlanishi *Maksvell tezliklar taqsimotiga* bo'ysunadi va ularning o'rtacha kvadratik tezligi  $\overline{v^2} = \frac{2kT}{m}$  ga teng. Bunday tezlik bilan atomlarning bir qismi kuzatuvchi tomon, bir qismi esa undan teskari tomon harakat qiladi deb hisoblasak, chiziqning Dopler kengayishi

$$\Delta\lambda_D = \frac{\lambda_0}{c} \cdot \sqrt{\frac{2kT}{m}} = \frac{\lambda_0}{c} \cdot \sqrt{\frac{2RT}{\mu}} \quad (18)$$

Quyosh moddasining molyar massasi -  $\mu = 0,65 \text{ g/mol}$ , universal gaz doimiysi  $-R = 8,31 \cdot 10^7 \text{ erg/grad}\cdot\text{mol}$ . Agar  $T = 6000 \text{ K}$  bo'lsa, vodorodning  $\lambda = 6563 \text{ \AA}$  chizig'ining Dopler kengligi  $\Delta\lambda_D \approx 0,3 \text{ \AA}$ . Bu tabiiy kenglikdan 150 marta katta, demakdir. (17) formuladan foydalanib yoritgichning nuriy tezligi  $\vartheta$  ni ham hisoblab topish mumkin ( $\vartheta_n$  - kuzatuvchi tomon manfiy).

$$\vartheta_n = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} c \quad (19)$$

## V A Z I F A

1. Vodorod atomi energetik sathlarining o'yg'onish potentsiali, termlariga mos keladigan to'lqin soni hisoblansin (barcha talabalar uchun umumiy vazifa). Har bir talaba uchun alohida quyidagi o'tishlar natijasida hosil bo'ladigan chiziqning to'lqin uzunligi hisoblansin:  $p=2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 2, 4 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 1, \dots$

2. Vodorodsimon ionlar uchun rezonans chiziqning to'lqin uzunligi hisoblansin: HeII, LiIII, BeIV, BV, OVIII, NeX, FeXXVI, ScXXI

3. Vodorod atomining quyidagi spontan o'tishlari ehtimoli, bu o'tishlar boshlanadigan sathda atomning bo'lish vaqti hisoblansin:  $3 \rightarrow 2, 4 \rightarrow 2, 3 \rightarrow 1, k \rightarrow n$ .

4. Quyidagi temperaturalarda vodorod atomining o'yg'ongan holatlar bo'yicha taqsimlanishi, ya'ni  $\frac{N_2}{N_1}, \text{Ne} \frac{N_{III}}{N_I}$  lar hisoblansin.

- 1)  $T=3500 \text{ K}$ ; 2)  $T=4500 \text{ K}$ ; 3)  $T=6000 \text{ K}$ ; 4)  $T=8000 \text{ K}$ ; 5)  $T=11000 \text{ K}$ ;  
6)  $T=15000 \text{ K}$ ; 7)  $T=21000 \text{ K}$ ; 8)  $T=26000 \text{ K}$ .

5. 3-vazifadagi o'tishlarda hosil bo'lgan chiziqlarning to'liq uzunligi va tabiiy kengligi hisoblansin. Shu o'tishlarda va  $T=6000\text{ K}$ ,  $11000\text{ K}$ ,  $20000\text{ K}$  haroratda hosil bo'lgan chiziqlarning Dopler kengligi hisoblansin.

### 3-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot.

1. Atomning o'yg'onish potentsiali, termlariga mos to'liq soni va o'tish chiziqlarining to'liq uzunligi.

Talabaning F.I.Sh.	$U\text{ (eV)}$	$N$	$p$ -o'tishlar	$\lambda\text{ (Å)}$
			2→1 3→2 4→3 3→1	

2-3. Ionlar rezonans chizig'ining to'liq uzunligi, vodorod atomining spontan o'tishlari ehtimoli va sathda atomning bo'lish vaqti.

Ionlar	$\lambda$ - rezonans (Å)	spontan o'tish	$A_k\text{ (sek}^{-1}\text{)}$	$t_k\text{ (sek)}$
HeII LiIII BeIV BV OVIII NeX FeXXVI ScXXI				

4-5. Turli temperaturalarda vodorod atomining o'yg'ongan holatlar bo'yicha taqsimlanishi, o'tishlarga mos to'liq uzunligi va tabiiy kengligi.  $T=6000\text{ K}$ ,  $11000\text{ K}$ ,  $20000\text{ K}$  larda hosil bo'lgan chiziqlarning Dopler kengligi.

$T\text{ (K)}$	$\frac{N_2}{N_1}$	$\frac{N_{eIII}}{N_1}$	$p$ o'tishlar	$\lambda\text{ (Å)}$	$\Delta\lambda\text{ (Å)}$	$T\text{ (K)}$	$\Delta\lambda_D\text{ (Å)}$
3500						6000	
4500							
6000							
8000						11000	
11000							
15000							
21000						20000	
26000							

#### 4-Laboratoriya ishi

### QUYOSH ENERGIYASINING CHIQISHI

*Ishning maqsadi: Quyosh atmosferasi qatlamlarida energiyaning yutilishi va sochilishini namoyish qilish. Quyosh spektrida energiyasining taqsimlanishini o'rganish.*

*Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Kompyuter (Pentium), CLEA yozilgan CD-ROM yoki 3,5 dyumli disketka.*

*Adabiyot: [2], I Bob, 2-§, [4], III Bob, 16+18-§§; [7], 9 Bob, 80, 82-§§; [12], I Bob, 1.3, 1.4-§§; [14], 3-Laboratoriya ishi;*

*Qo'shimcha adabiyot:[10], I Bob, 1.4-§; [13], 6 band, 246-250 b.;[16], I Bob, 2+4-§§.*




*Masalalar: [8], № 132, 133, 134, 137, 138, 141+147.*

Mazkur ishda Quyosh energiyasini uning ichki qatlamlaridan tashqi qatlamlari tomon tarqalishi, atmosfera qatlamlari orqali o'tishi, bu qatlamlarda yutilishi va sochilishining nurlanish zarralari, fotonlar vositasida namoyish etiladi. Har bir foton ma'lum energiya (kvant)ga ega. U atmosferadan o'tayotganda atomlar tomonidan yutiladi. Ishda Quyosh atmosferasida kvant (foton)larning yutilish darajasi hisoblanadi. Quyosh spektrida energiyaning taqsimlanishi o'rganiladi. Ana shu jarayonlar monitorda namoyish etiladi va yutilish miqdori o'lchanadi.

#### Ish quyidagi ikki qismdan iborat:

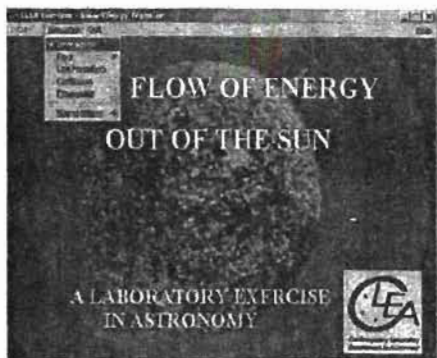
1) Birinchi qismda fotonlarni atomlar tomonidan yutilishi (**Interaction**), Quyosh o'zagida hosil bo'lgan fotonning «sayohati» (**Flow**), spektral chiziq hosil bo'lishi (**Line Formation**) va tutash spektrni («**Continuum**») shakllanishi simulyatsiya (*multifilm*) sifatida namoyish etiladi.

2) Ikkinchi qism «**Experiment**» deb ataladi va unda har xil energiyali fotonlarning atmosferadagi H, O, Mg, Na va Ca atomlari tomonidan yutilishi namoyish etiladi va yutilish miqdori (foizlarda) aniqlanadi. Fotonlar energiyasi (1.5 eV dan 3.2 eV gacha) va sonini o'zgartiradigan (1 dan 100 gacha) dastaklar bilan ta'minlangan.

Ishni bajarish tartibi: CD-ROM yoki disketkani kompyuterga qo'yib CLEA instsolyasiya (o'ratish) qilinadi. Odatda CLEA kompyuterning «C» diskiga o'ratiladi. C-diskni oching va CLEA belgili tugmani bosib, ekranda barcha ishlar ro'yxati chiqadi, ular orasidan sunlab belgisini toping, uning ustiga kursorni qo'yib, sichqonchani chap tomonini ikki marta bosib; ekranda 16 ta fayldan iborat fayllar to'plami paydo bo'ladi, ular orasidan CLEA\_SUN belgisini topib ikki marta bosib, ekranda ishning birinchi (I) sahifasi ochiladi, uning yuqori chap qismida «CLEA Exercise-Solar Energy Transfer» yozuv, undan pastda «Log In», «Simulation», «Quit» bu qatorning o'ng tomonida



«Help» (yordamchi) yozuvlar bor (4-rasm). «Log In» ustiga kursorni qo'yib sichqonchani chap tomonini bossangiz sahifa o'rtasida yangi sahifa «Student



4-rasm

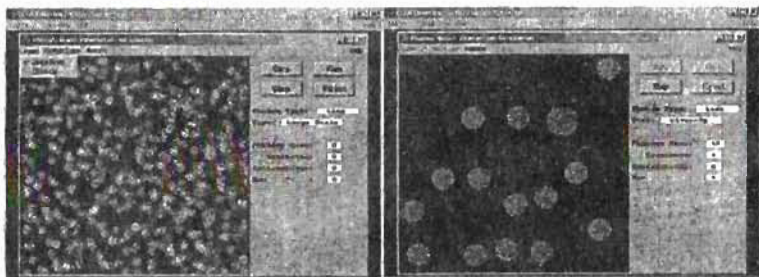
Account» ochiladi. Bu safardagi katalarga talabalarning ismlari va ishning raqami yoziladi. Endi sahifaning o'ng tomonidagi «Ok» tugmani bosib, yana bitta kichik sahifacha ochiladi va u «Login Complete» (kiritish tugadi) deb xabar beradi, agar undagi – «Yes» - tugmani bossangiz ishning ikkinchi (II) sahifasi ochiladi, u «THE FLOW OF ENERGY OUT OF THE SUN» ya'ni «Quyoshning energiya oqimi» deb nomlangan. Sahifaning yuqori chap burchagida (ikkinchi qator) «Log In», «Simulation», «Quit» yozuvlar bor. «Simulation» ni bosib, uning pastida «Interaction» (o'zaro ta'sir), «Flow» (oqim), «Line Formation» (spektral chiziq hosil qilish), «Continuum», (tutash spektr) «Experiment» yozuvlar bor. «Interaction» ni bossangiz ishning uchinchi (III) sahifasi ochiladi, u «Photon-Atom Interaction Simulation» deb nomlangan va unda fotonlarning atomlar tomonidan yutilish va chiqarilish jarayoni namoyish etiladi. Sarlavha pastida «View», «Photon Type», «Return» yozuvlar bor. Sahifaning o'ng tomonida yutilish va chiqarilish jarayonini namoyish etadigan «Step» va «Run», to'xtatadigan «Stop» va jarayonni takrorlash uchun kompyuterni tayyorlaydigan «Reset» tugmalari bor (5-rasm, chapda).

## FOTONLAR BILAN ATOMLARNING QO'SHILISHI VA AJRALISHI (Kvant yutilishi va chiqarilishi)

Atom kvant (foton) yutganda o'yg'ongan holatga o'tadi. Bu jarayon yashil halqalar (elektron qobiq) bilan o'ralgan atom qobug'ining kengayishi sifatida tasvirlangan (5-rasm, o'ngda). Chap tomondan, Quyoshning ichki qismidan kelayotgan foton (oq sharcha) atom bilan to'qnashganda atom o'yg'ongan holatga o'tadi (shishadi), kvant yutiladi (yo'qoladi), biroq uyg'ongan holatga o'tgan atom tez orada past energiyali holatga o'tayotib kvant (foton, bizning animatsiyada oq sharcha) chiqaradi. Bu foton endi ixtiyoriy tomonga qarab harakat qiladi va boshqa atom bilan to'qnashadi. Foton yo'lida atom bo'lsa bas, u yutilib yana chiqariladi. Bu jarayon ko'p marotaba ro'y berishi mumkin. «Interaction» ana shu jarayonnamoyish etadi. Buni ishga tushirish uchun (III) sahifaning o'ng tomonidagi «Run» belgili tugmani bosib. Foton turi («Photon

Type») spektral chiziq chastotasiga mos kelsa («Line») yutilish-sochilish jarayoni ko'p marta takrorlanadi. Uni «Run» pastidagi yozuvlar («Scattered», «Max—""—""») to'g'risidagi kattaliklarda ko'rish mumkin.

Sochilgan fotonlar sonini «Scatted» to'g'risidagi raqam, chapdan kelayotgan fotonlar sonini «Photon Sent» to'g'risidagi raqam ko'rsatadi. Aks holda («Continuum»), ya'ni foton chiziq chastotasidan farq qiladigan chastotaga ega bo'lsa yutilish – chiqarish jarayoni kam ro'y beradi («Scattered» to'g'risidagi raqam «Photon Sent» to'g'risidagidan ancha kam, odatda o'n marta). Bu jarayon «View»→«Close Up» holatda bo'lganda yaxshi ko'rinadi. «Stop» ni bossangiz simulyatsiya to'xtaydi. «Reset» ni bossangiz pastdagi yozuvlar, raqamlar o'chiriladi (nolga aylanadi) va hisobni qayta takrorlash mumkin. «Return» ni qayta bossangiz «Interaction» tugashni so'rovchi sahifa chiqadi, agar «Yes»- ni bossangiz II sahifaga qaytadi.



5-rasm

## QUYOSH O'ZAGIDA HOSIL BO'LGAN FOTONNING HARAKATI (IV sahifa)

Ikkinchi (II) sahifadagi «Simulation» yozuvni bosing, uning pastida «Flow» yozuv, undan o'ngda «I Photon» va «Diffusion» yozuvlar chiqadi. Agar «I Photon» bossangiz, bitta fotonni, «Diffusion» bosangiz ko'plab fotonlarni birin ketin fazoga sochilish jarayoni (traektoriyasi) namoyish etiladi (6-rasm, chapda).

Quyosh o'zagida hosil bo'lgan foton cheksiz ko'p marta yutilib-sochilib Quyosh sirtiga yaqinlashadi va sirdan fazoga sochiladi (to'g'ri chiziq). Shuni aytish kerak, foton Quyoshning atmosfera qatlamidan ham o'tadi. Agar uning chastotasi birorta atom chastotasiga to'g'ri kelsa, u atmosfera atomlari tomonidan ko'p marta yutilib-sochilishi mumkin (buni biz yuqorida «Simulation»→

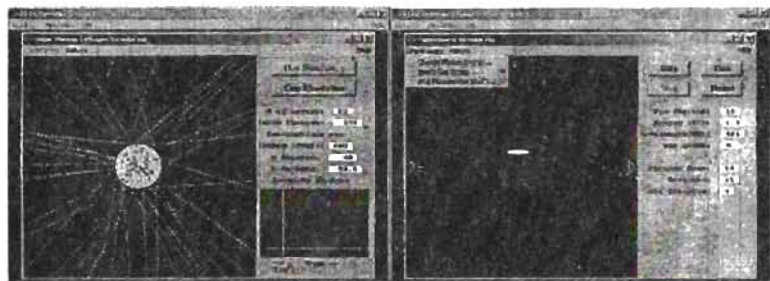
«Interaction»→ «Line» da ko'rgan edik), aks holda u kam marra (10 martadan kam) «yutilib-sochiladi» (buni biz yuqorida «Simulation»→ «Interaction»→ «Continuum»da ko'rgan edik). «Interaction»→«Diffusion» misolida Quyoshdan foton sochilishining grafigi IV sahifaning o'ng pastki qismida chizib boriladi.

## SPEKTRAL CHIZIQ HOSIL BO'LIH JARAYONI

### («Line Formation»)

(V sahifa)

«Return» ni bosib II sahifaga qayamiz va «Simulation»→«Line Formation» ni ishga tushiramiz (V sahifa). Sahifaning o'ng tomonidagi «Run» ni bosamiz, chap tomonda foton (oq sharcha) lar chiqib boshlaydi va har bir foton sahifa o'rtasidagi qizil silindr (atmosfera) ga tushadi va undan ixtiyoriy tomonga sochiladi. Bu sochilgan fotonlarning bir qismi kuzatuvchiga (o'ng tomondagi ko'zga) kelishi mumkin. Ko'zga tushgan fotonlarning soni avtomatik ravishda sanaladi va «Detected» yozuv to'g'risidagi katakchada ko'rinadi (6-rasm, o'ngda). Bu yozuv ustidagi «Photon Sent» yozuv to'g'risida chapdan chiqqan fotonlar soni ko'rinadi (uni o'zgartirish mumkin), buning uchun «Params» ni bosib «# of Photons» yozuvli sahifa chiqadi, uning katagiga fotonlar sonini (1 dan 100 gacha) yozish mumkin. Bu ishni bir necha marra takrorlash kerak.



6-rasm

Natijada Quyoshning ichki qatlamlaridan chiqayotgan fotonlardan nechtasi atmosferadan o'tib kuzatuvchi tomon sochilganini aniqlash mumkin. Tajriba shuni ko'rsatadiki 15 ta fotonidan 14 tasi atmosferada yutiladi, natijada spektral chiziq hosil bo'ladi va bittasi kuzatuvchiga etib keladi, ya'ni spektral chiziqda Quyosh atmosferasi notiniq va ichki qatlamlardan chiqayotgan fotonlarni ko'pchiligi undan o'tolmaydi. Spektral chiziqda atmosferaning notiniqligi chiziqni hosil qilayotgan atomni yutish koeffitsientiga bog'liq. Masalan, Quyosh atmosferasi Ca ioni chiziqlari (H  $\lambda$ 3968 Å va K  $\lambda$ 3933 Å) va vodorod atomining

qizil chizig'i ( $\lambda 6563 \text{ \AA}$ ) da nihoyatda notiniq yoki Quyosh tasviri xira, biroq shu atomlarning boshqa chiziqlarda u ancha oydin, ya'ni yorug'. Shunday qilib, foizlarda ifodalanib qayd qilingan («**Detected**») fotonlar soni Quyoshdan biz tomon kelayotgan energiya miqdorini va qayd qilinmagan atomlar soni («**Not Detected**») esa atmosferada yutilib qolgan energiya miqdorini ko'rsatadi.

## TUTASH SPEKTRDA FOTONNING SOCHILISHI

### (VI sahifa)

«**Return**» ni bosib II sahifaga qaytamiz va «**Simulation**» → «**Continuum**» bosamiz, VI sahifa ochiladi, uning o'ng tomonidagi «**Run**» ni bosdik havo rang maydonning chap tomonidan (atmosfera ostidan) chiqayotgan fotonlar qizil tsilindr (atmosfera) orqali o'tib ko'zga etib kela boshlaydilar («**Detected**»). Kam hollarda foton atmosferada yutiladi va qayta sochilib chetga chiqib ketadi, ya'ni kuzatuvchiga etib kelmaydi («**Not Detected**» qarshisida bunday fotonlar soni yig'ila boshlaydi). Shunday qilib, «**Continuum**» (*tutash spektr*)da atmosfera deyarli tiniq. Yutilgan fotonlar sonini kelayotgan fotonlar soniga nisbati atmosferaning yutish koeffitsientini yoki optik qalinligini ifodalaydi (0 dan 1 gacha).

## EKSPERIMENT (tajriba)

### (VII sahifa)

«**Return**» ni bosib II sahifaga qaytamiz va «**Simulation**» → «**Experiment**» ni bosamiz, VI sahifa singari sahifa ochiladi, uning chap yuqori burchagidagi «**Params**» yozuvni bosdik, yozuv pastida «**Change Photon Energy**» (*foton energiyasini o'zgartirish*), «**Select Gas Atoms**» (*gaz atomlarini tanlash*) o'ng tomonda ko'rsatgich bor, unga kursorni qo'ysangiz atmosferada qanday atomlar borligini ko'rsatuvchi sahifacha ochiladi. Birorta atomni, masalan, vodorodni tanlab, uning belgisi H ustiga kursorni qo'yib bosangiz belgi oldida ilmoq belgisi paydo bo'ladi. «**Params**» nomli tugma tajribada qo'llaniladigan fotonlar sonini (1 tadan 100 tagacha) «**# Photons (for Run)**» qo'yishda ishlatiladi. Sahifaning o'ng tomonidagi «**Step**», «**Run**», «**Stop**» va «**Reset**» tugmalaridan pastda **Run Photons, Energy (eV), Wavelength (nm), Gas Atoms** yozuvlar va ular to'g'risida kichik katakchalar bor. Bu katakchalarga tajriba parametrlari, simulyasiyada qo'llaniladigan fotonlar soni, ularning energiyasi va unga mos keladigan to'lqin uzunligi va atmosferada, foton yo'lidagi atom turi qo'yiladi. Ulardan pastroqda **Photon Sent, Detected, Not Detected** yozuvlar ketida oq kataklar bor. Bu kataklarda tajriba paytida o'zgarib turuvchi raqamlar ko'rinadi. Birinchi katakda atmosferaga tushgan fotonlar soni, ikkinchisida, atmosferadan o'tib kuzatuvchiga yotib kelgan fotonlar yig'indisi va uchinchisida atmosferada yutilib qolgan va etib kelmagan fotonlar yig'indisi.



Tajriba quyidagi tartibda bajariladi: simulyasiyada qo'llaniladigan fotonlar soni (u **Run Photons** ketidagi katakchada ko'rinadi) qo'yilgandan keyin foton energiyasi va uning yo'lida, atmosferadagi atom to'ri qo'yiladi va «**Run**» tugma bosiladi. Simulyasiya tugagach pastdagi katakchalarda hosil bo'lgan natijalar yozib olinadi. Bu amal 3 marta takrorlanib o'rtacha natijalar chiqariladi. Endi foton energiyasi o'zgartirilib (masalan, 1.6, 1.7, 1.8, ... 3.5 eV gacha tartibda) tajriba takrorlanadi. Natijalar yozib olingach, gaz atom (Gas Atoms) turi almatiriladi va tajriba takrorlanadi.

## O'LCHASH NATIJALARINI TAHLIL QILISH

Yuqoridagi tajribadan olingan natijalar atmosferaning fizik xossalarini aniqlashda qo'llaniladi. Masalan, qayd qilinmagan fotonlar sonini atmosferaga ichki qatlamlardan tushgan, simulyasiyada qo'llanilgan, fotonlar soniga nisbati atmosferadan berilgan to'lqin uzunlikda va gaz orqali chiqayotgan energiya miqdorini ko'rsatadi. Bu nisbiy miqdor atmosfera qanday turdagi gaz atomlarda qay darajada tiniqligini baholashga imkon beradi. Agar bu nisbat nolga teng bo'lsa, u holda atmosfera berilgan gaz uchun berilgan chastotada butunlay notiniq, degan xulosa chiqadi. Agar bu nisbat birga teng bo'lsa atmosfera berilgan gaz uchun berilgan chastotada butunlay tiniq, degan hulosasi chiqadi.

Yuqoridagi amalni berilgan gaz uchun har xil to'lqin uzunlik (energiya) larda bajarib chiqing va nisbiy natijalarni to'lqin uzunliklar bo'yicha o'zgarish grafigini chizing. Bu tajribani turli gazlar, masalan, vodorod, kislorod, magniy, natriy va kaltsiy uchun bajaring. Bu ishni bir necha talaba bajaradi. Tajribadan olingan natijalar va grafklar seminarida ma'ruza tarzida muhokama qilinadi.

## V A Z I F A

1. Katta va kichik masshtabda kvant (foton)ning atomda yutilishi va sochilishini namoyish qiling. Ular to'g'risidagi ma'lumotlarni yozib oling.
2. Quyosh o'zagida hosil bo'lgan foton yoki fotonlarning traektoriyasini va sochilishini kuzating. Uning sochilish grafigini tahlil qiling.
3. Yer atmosferasidagi turli hil atomlardan o'tayotgan fotonlar sonini qayd qiling. Tajribani kelayotgan foton energiyasini o'zgartirib qayta bajaring. Atmosferamizning tarkibi va notiniqligi to'g'risida xulosalar chiqaring.

**4-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot mustaqil ravishda tayyorlanadi.**

## 5-Laboratoriya ishi

### OPTIK TELESKOPLARNING ASOSIY KO'RSATKICHLARI

*Ishning maqsadi: Teleskopning ishlash printsipini o'rganish va u yordamida erishiladigan foydani baholash.*

*Qo'llanma: linzalar; botik parabolik kuzgu va optik (skamya) tizim; zarur javdallar; kalkulyator.*

*Adabiyot: [1], I Bob, 1÷6-§§; [3], 3 Bob, 3.4.(1)-§; [11], II Bob; [13], 4 band, 143-164 b.; [16], T. I, 1÷3, 5, 11-§§.*

*Qo'shimcha adabiyot: [6], IV Bob, 1÷13-§§; [9], 4 va 5 - ma'ruzalar;*

*Masalalar: [8], № 1, 2, 3, 5÷9, 11, 14, 15, 17÷20, 22, 23, 25, 26, 27, 42, 47, 50, 51.*

Astrofizik kuzatishlarga teleskop qo'llashdan maqsad, osmon yoritgichining yorug'roq va aniqroq tasvirini hosil qilishdir. Teleskopsiz oddiy ko'zga oltinchi yulduziy kattaligigacha bo'lgan yulduzlarga ko'rinadi, ya'ni bu  $m_0 = 6^m$  normal odam kuzi ilg'ay oladigan eng xira yulduzdir. Agar  $E=1$  lyuks yoritilganlik hosil qiladigan yulduzning ko'rinma kattaligi  $m = -14^m, 18$  ligini hisobga olsak, bunday yulduz Pogson formulasiga asosan  $E_0 = 10^{0,4(m-m_0)}$  lyuks yoritilganlik hosil qiladi. Ko'z qorachig'i diametri  $\delta$  bo'lsa, undan o'tayotgan va taassurot hosil qilayotgan oqim  $F_0 = E_0 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \delta^2$  bo'ladi. Agar endi kuzatishga  $d$  diametrga ega

teleskop qo'llasak, u holda ko'z qorachig'iga tushayotgan oqim  $F_r = E_0 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$  ga teng bo'ladi. Bu yerda  $d$  - teleskopning chiqish qorachig'i diametri. Agar uning chiqish qorachig'i ko'znikdek bo'lsa, ya'ni  $d = \delta$ . Bunday teleskop oddiy ko'z bilan kuzatishga qaraganda  $\frac{F_r}{F_0}$  marta ko'p nur yig'adi va shuncha marta foyda

beradi. Bu foyda yulduziy kattaliklarda  $2,5 \lg \frac{E_0}{E_r} = 2,5 \lg \left( \frac{D}{\delta} \right)^2 = 5 \lg \frac{D}{\delta}$  birlikka teng bo'ladi. Agar teleskop ob'ektivining diametri  $D$  ko'z qorachig'inikidan 100 marta katta bo'lsa foyda  $10^m$  yulduziy kattalikka etishi kerak, ya'ni bunday teleskopda  $16^m$  inchi kattalikdagi yulduzlar ham ko'rinishi kerak. Biroq, yulduz nurining bir qismi ob'ektivdan aks qaytadi, bir qismi yutiladi, natijada foyda 60 % gacha kamayadi. Bu teleskopning optik quvvatini  $0^m,5$  yulduziy kattalikka kamaytiradi. Shuning uchun vizual kuzatishlarda ob'ektivi  $D$  bo'lgan teleskopda ko'rinadigan eng xira yulduzning yulduziy kattaligi  $m$ , ni

$$m = m_0 + 2,5 \lg \left[ 0,6 \cdot \frac{D^2}{\delta^2} \right] \quad (1)$$

formula yordamida hisoblash mumkin.

Biroq, teleskop nafaqat nur dastasini yig'adi, balki yoritgichning tasvirini ham hosil qiladi. Tasvir ma'lum geometrik kattalikka ( $D$ ) ega va u teleskop ob'ektivining fokus masofasiga ( $F$ ) va yoritgichning burchak kattaligi ( $\alpha$ ) ga bog'liq, ya'ni  $l = Ft\alpha$ . Odatda osmon yoritgichlarining burchak kattaligi  $\alpha$  bir yoy gradusidan oshmaydi, shuning uchun taqriban  $t\alpha \approx \frac{\alpha^\circ}{57,3} = \frac{\alpha'}{3438} = \frac{\alpha''}{206265}$  qabul qilish mumkin. Shunday qilib, agar  $\alpha$  yoy graduslarida berilgan bo'lsa, yoritgich tasvirining chiziqli kattaligi  $l = \frac{Fsm}{57,3} \cdot \alpha^\circ$ , yoy minutlarida bo'lsa,  $l = \frac{Fmm}{3438} \cdot \alpha'$  va yoy sekundlarida bo'lsa,  $l = \frac{Fmm}{206265} \cdot \alpha''$  formulalar yordamida hisoblanishi mumkin.

Yoritgichning tasviri ( $S = \frac{1}{4}m^2$ ) kattalashtirilgan sari u hosil qilayotgan yoritilganlik  $E = \frac{F_L}{S} = \frac{\pi D^2 \frac{1}{4}}{\pi^2 \frac{1}{4}} \approx \frac{D^2}{F^2} = \left(\frac{D}{F}\right)^2$  tarzda kamaya boradi. Bu teleskopning

optik quvvatini yoki unda ko'rish mumkin bo'lgan eng xira yoritgichning yulduziy kattalik chegarasini pasaytiradi.

Shunday qilib, teleskopning optik quvvati uning diametriga to'g'ri, *fokus masofasiga* esa teskari proporsionaldir. U  $A = \frac{D}{F}$  kabi belgilanadi va teleskopning nisbiy *aperturasi (teshigi)* deb ataladi. Bu ko'rsatgichni sirti ko'rinadigan osmon yoritgichlariga qo'llash mumkin va unga ko'ra diametri  $D=5$  m bo'lgan teleskop ( $A = \frac{D}{F} = 1:3,3$ ) va kichik maktab teleskopi (refraktor) bir xil optik quvvatga ega. Biroq, sirti ko'rinmaydigan darajada kichik yoritgichlarga, masalan yulduzlarga nisbatan bu ko'rsatgichni qo'llab bo'lmaydi. Chunki, nuqtasimon (yulduz) yoritgichning tasviri kattalashmaydi va u difraksiyon gardish darajasida qolaveradi. Shuning uchun, yulduzlarga nisbatan teleskopning optik quvvati  $D^2$  ga proporsionaldir. Ikkinchi tomondan teleskop ob'ektivi diametri ( $D$ ) qancha katta bo'lsa difraksiyon gardish shuncha kichik bo'ladi. Demak, teleskopning optik quvvati shuncha katta bo'ladi.

Teleskop ob'ektivining diametri uning ajrata olish kuchini belgilaydi va u difraksiya hodisasi bilan bog'liq. Teleskopning ob'ektivi orqali utayotgan yassi to'lqin ob'ektiv chetlarida difraksiyalanadi (aylanib utadi) va uning fokusida difraksiyon manzara hosil qiladi. Manzara markazidagi aylana gardishcha yulduzning difraksiyon tasviri difraksiyon halqalar bilan o'ralgan. Difraksiyon manzaraning (gardishcha, halqalar) diametri ob'ektiv diametriga teskari proporsional ravishda o'zgaradi: ob'ektiv diametri qancha katta bo'lsa, gardishcha shuncha kichik bo'ladi va aksincha. Difraksiya nazariyasiga ko'ra, difraksiyon gardishchaning burchak radiusi

$$\alpha(\text{raduan}) = 1.22 \frac{\lambda}{D}, \quad (2)$$

bu yerda  $\lambda$ -nurlanishning to'liq uzunligi,  $D$ -ob'ektiv diametri. Vizual kuzatishlar ( $\lambda=5500 \text{ \AA}$ ) uchun  $\alpha' = \frac{14''}{D(\text{sm})}$  va  $\alpha=0.67F/D$  (mikron).  $\alpha$ -difraksiyon gardishchanning chiziqli kattaligi. Difraksiya hodisasi teleskopning ajrata olish kuchini chegaralaydi. Agar ikkita bir xil yorug'likdagi yulduzlar orasidagi burchak masofa  $\Delta < 2\alpha$  bo'lsa, ularning difraksiyon manzaralari bir-biri bilan qisman ustma-ust tushadi.  $\Delta$  kichraygan sari ustma-ust tushish kuchaya boradi va ma'lum minimal  $\Delta$  da yulduzlarni ajratib bo'lmaydi. Bu chegara teleskopning ajrata olish kuchini belgilaydi. Tajriba shuni kursatdiki, yulduzlar bitta yulduzdek bo'lib ko'rinadi, agar  $\Delta \leq 12''/D$  (sm) bo'lsa alohida ko'rinadi, agar  $\Delta > 12''/D$  (sm) bo'lsa alohida ko'rinmaydi.

Odam kuzining ajrata olish kuchi bir yoy minuti (yoki  $60''$ ) ga teng. Shuning uchun, yuqoridagi yulduzlarni alohida-alohida ko'rish uchun tasvirni kattalashtirish zarur. Bunda kattalashtirish darajasi  $G = 60 \cdot \frac{12}{D} = 5D$  (sm) ga teng.

Teleskopda osmon yoritgichlarini ko'rish uchun okulyar ishlatiladi. Okulyarning bir necha turlari mavjud. Masalan *Gyugens*, *Ramsden* okulyari. Okulyar teleskopning fokal tekisligi orqasiga shunday joylashtirilishi kerakki, uning oldingi fokal tekisligi ob'ektivning fokal tekisligi bilan ustma-ust tushsin. Shunday holdagina ob'ektivdan kirayotgan parallel nur dastasi okulyardan ham parallel holda chiqadi va yoritgich tasvirini ko'rish mumkin. Okulyardan chiqayotgan parallel nur dastasining diametri  $d$  teleskopning chiqish qorachig'i diametri  $\delta$  bilan teng bo'lganda, teleskop eng yuqori foyda beradi. Okulyarning fokus masofasi  $f$  bo'lsa, teleskopning kattalashtirishi

$$G = \frac{F}{f} \quad (3)$$

formula yordamida hisoblanadi.

$d = D \frac{f}{F}$  - teleskopning chiqish qorachigi diametri. U holda

$$G = \frac{D}{d} \quad (4)$$

bo'ladi.



Teleskop vizual kuzatishlarda eng yuqori foyda berishi uchun  $d \approx \delta$  ( $\delta$ -ko'z qorachig'i diametri) bo'lishi kerak. U holda uning kattalashtirishi  $g = \frac{D}{\delta}$  ( $g$ -teng qorachigiy kattalashtirish, odatda  $\delta = 6 \text{ mm}$ ). Agar  $G < g$  bo'lsa, yorug'lik isrof bo'ladi va  $G = g$  bo'lganda tasvirning ravshanligi yoritgichning ravshinligiga teng bo'ladi va  $G$  ortishi bilan ravshanlik tez kamaya boshlaydi.

Shunday qilib, ob'ektivning diametri  $D$  va fokus masofasi  $F$  teleskopning asosiy ko'rsatkichlaridir. Ob'ektiv diametri  $D$  uning nur uta oladigan qismining kengligi bo'lib, uni  $mm$  larga burchak ulchagich yordamida ulchash mumkin. Ob'ektivning fokus masofasi uning optik (skamya) tizimiga o'rnatilib o'lchanadi. Uning linzasi markazi optik tizim o'qiga perpendikulyar holda o'rnatiladi. Tizimning bir tomonida nuqtasimon yorug'lik manbai (elektr lampa) o'rnatiladi.  $S$ - kondensator linzadan o'tgan manba  $L$  nuri parallel holda ob'ektivga tushadi. Ekran  $E$  ni oldinga va orqaga (ob'ektiv tomon va unga qarshi) surish yo'li bilan unda yoritkichning  $L$  aniq tasviri hosil bo'lishiga erishiladi. Bunday holda ekkranning ob'ektivdan uzoqligi uning fokus masofasiga teng.

Agar yoritgich tasviri suratga tushirishga kerak bo'lsa, bunday hollarda fotoplastinka solingan kasseta teleskopning okulyar qo'yiladigan tomonidagi maxsus zich bekitiladigan kameraga joylashtiriladi. Teleskop yoritgichga qaratilganda va soat mexanizmi ishga tushirilgandan keyin ekspeditsiya beriladi. Ayrim hollarda kattalashtirilgan tasvir olish talab qilinadi. Bunday hollarda okulyar o'rniga kattalashtiradigan kamera o'rnatiladi. Kameraning bir tomonida linzalardan iborat qo'shimcha optik tizim, ikkinchi tomonida fotoplastinka joylashtiriladi

Bunday kamera bilan jihozlangan teleskopda tasvirning kattaligi

$$l' = f'tg\beta = f' \frac{F}{f} tg\alpha = \frac{f'}{f} Ftg\alpha \quad (5)$$

$\alpha$ -yoritgichning burchak diametri. Agar  $\frac{f'}{f} > 1$  bo'lsa kamera kattalashtiradi, aksincha  $\frac{f'}{f} < 1$  da kichraytiradi.

Kattalashtiruvchi astrograf teleob'ektiv sifatida ham yasalishi mumkin. Buning uchun ob'ektivning fokal tekisligi oldiga sochuvchi linza o'rnatiladi. Bunday teleob'ektivning fokus masofasi  $O$  - ob'ektivnikidan uzun bo'ladi, u ekvivalent fokus masofa deb ataladi va linzalar orasidagi masofaga ( $d$ ) bog'liq:

$$F_{dav} = \frac{F_1 F_2}{d - (F_1 + F_2)} \quad (6)$$

## V A Z I F A

1. Quyidagi yoritkichlar oddiy ko'z qorachig'ida hosil qiladigan yoritilganlik hisoblansin: a)  $m=6^m$ ; b)  $m=7^m$ ; c)  $m=8^m$ ; d)  $m=5^m$ ; e)  $m=4^m$ ; f)  $m=3^m$ ; g)  $m=2^m$ ; h)  $m=1^m$ .

2. Quyidagi teleskoplarda ko'rinadigan eng xira yulduzlarning ko'rinma kattaligi hisoblansin. Ular "Smena" fotoapparatiga ( $F=5\text{ sm}$ ,  $D=2\text{ sm}$ ) nisbatan qancha yutuq beradi? a)  $D = 10\text{ sm}$ ; b)  $D = 15\text{ sm}$ ; c)  $D = 20\text{ sm}$ ; d)  $D = 25\text{ sm}$ ; e)  $D = 30\text{ sm}$ ; f)  $D = 40\text{ sm}$ ; g)  $D = 50\text{ sm}$ ; g)  $D = 80\text{ sm}$ .

3. Maktab teleskopi ( $D=10\text{ sm}$ ,  $F=100\text{ sm}$ ) fokal tekisligida quyidagi osmon yoritkichlari tasvirining diametri hisoblansin.

a) Oy diametri; b) Venera pastki birlashuv paytida ( $\alpha = 30'',5$ ); c) Mars, qarama-qarshi turish paytida ( $\alpha = 8'',94$ ); d) Yupiter ( $40'',4$ ); e) Saturn ( $18'',2$ ); f) Merkuriy ( $0'',7$ ); g) Uran ( $3'',3$ ); h) Quyosh.

4. Ikkinchi vazifadagi teleskoplarning ajrata olish kuchi hisoblansin.

5. Ikkinchi vazifadagi teleskoplar uchun teng qorachig'iy ( $\delta=d=6\text{ mm}$ ) kattalashtirish va buning uchun zarur okulyarning fokus masofasi hisoblansin. 6. Uchinchi vazifadagi yoritkichlarni maktab teleskopi yordamida kuzatganda ular sirtini kurish uchun qanday kattalashtirish berish kerak?

**5-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot mustaqil ravishda tayyorlanadi.**

## 6-Laboratoriya ishi

### TELESKOPLARGA O'RNATILADIGAN SPEKTRAL ASBOBLAR VA ULARNING KO'RSATGICHLARI

*Ishning maqsadi: Yoritgichlardan kelayotgan nurlanish oqimini o'lchash, yoritgich nuri ustida dastlabki ishlov beruvchi asboblarning ishlash printsipi va asosiy kursatgichlari bilan tanishish.*

*Qo'llanma va jihozlar: optik skameya (o'rindiqli), rangli shishalar, interferentsion saralagich, spektrograf, ma'lumotnomalar, kalkulyator.*

*Adabiyot: [1], I Bob, 7, 8-§§; [3], 3 Bob, 3.4.(6)-§; [11], III Bob; [13], 4 band, 164-176 b.*

*Qo'shimcha adabiyot: [9], 9, 10-ma'ruzalar; [16], T. I, III, XVII Boblar.*

*Masalalar: [8], № 10, 12, 16, 21, 24, 28-40.*

Teleskopning ob'ektivi orqali o'tgan rang-barang nurlardan tashkil topgan oq nur, uning fokusida yigiladi va yoritgichning tasvirini hosil qiladi. Refraktorlarda yulduzning tasviri har xil rangli konsentrik halqalar va gardishcha ko'rinishga ega. Bu linzada har xil rangdagi nurlarni biroz farqli miqdorda sinishi bilan bog'liq va u xiromatik **aberratsiya** deb ataladi. **Xiromatik oberratsiya** tasvirning aniqligini buzadi. Barcha astrofizik ulchashlar ana shu tasvir ustida olib boriladi. Yoritgichdan kelayotgan nurlanish oqimining tarkibi, spektri nurlanishni hosil qilgan muhitning tempraturasiga bog'liq. Masalan, past tempratura ( $3000^{\circ}\text{C}$ ) da yoritgich spektrida qizil, o'rtacha tempraturada ( $6000^{\circ}\text{C}$ ) sariq va yuqori tempratura ( $20000^{\circ}\text{C}$ ) da ko'k nurlar eng yuqori intensivlikka ega bo'ladi. Agar biz yoritgichning tempraturasini aniqlamoqchi bo'lsak, uning spektrida energiyaning taqsimlanishini o'rganishimiz zarur. Buning uchun, yoritgichdan kelayotgan teleskopda yig'ilgan nurlanish spektrga yoyilishi va spektrni har xil kesimlarida ( $\lambda$ ) monoxromatik intensivlik o'lchanishi kerak. Bu ish spektrograf yordamida bajarilishi mumkin. Spektrografning ishlash printsipini o'rganishga o'tishdan oldin yoritgich nurlanishining ma'lum sohalarini ajratishga imkon beradigan spektral asboblardan tanishib chiqaylik. Gap shundaki, barcha yulduzlarning nurlanishini o'lchash mumkin bo'ladigan darajada intensiv spektrga yoyib bo'lmaydi. Chunki, birinchidan, yulduzning spektrida intensivlik, uning oq nurdagi tasviridagidan minglab marta kam bo'ladi. Oq nurda tasvir nuqtasimon va teleskopda yig'ilgan barcha nurlar shu nuqtaga tushadi, spektr esa bir necha  $sm$  uzunlikdagi rang-barang tasma ko'rinishiga ega va nurlanish priyomining yuzi birligiga tushayotgan energiya oq nurdagidan ancha kam bo'ladi. Ikkinchidan, spektrografda nurlanishning bir qismi isrof bo'ladi. Shuning uchun faqat yorug' ( $m < 10^m$ ) yulduzlarning spektrini olish mumkin. Xira yulduzlarning tempraturasini ularning rang ko'rsatkichiga ko'ra hisoblab topish mumkin. Yulduzning rang ko'rsatkichi uning ikki xil rang o'lchangan yulduziy kattaliklar ( $B-V$ ) ayirmasiga teng. Har xil rang nurlarda o'lchashlar nurlanish saralagichlar yordamida bajariladi. Bunday saralagichlar rangli optik shishalardan yoki *Fabri-Pero interferometri* singari ishlaydigan asbob tarzda yasaladi.

*Rangli optik shisha.* Rangli shisha optik shisha optik zavodlarda rangli shishadan, sirtlari yassi va paralel plastinka sifatida tayyorlanadi (qalinligi 1-5  $mm$  gacha) va ma'lum belgi bilan belgilanadi. Masalan, *KS*-qizil, *JS*-sariq, *SGS*-ko'k-havorang shisha, yoki *UG*-ultrabinafsha, *GG*-ko'k shisha. Bu optik saralagichlar ma'lum spektral oralqdagi nurlanishni o'tkazadi, oraliq tashqarisidagi nurlanishni esa o'tkazmaydi.

Har bir rang optik shisha zavodning laboratoriya sharoitida tekshiriladi va uning o'tkazish egri chizigi topiladi. Bu chiziq saralagichni o'tkazish koeffitsientini  $K_{\lambda}$  to'liq uzunligi buyiga taksimlanishini tasvirlaydi. Utkazish

koeffitsenti jadval tarzda ham beriladi. Bu ma'lumotlar saralagich bilan birga istemolchiga junatiladi. Masalan, *KS* yoki *RG* – qizil, infraqizil rangdagi nurlarni ( $6300 \text{ \AA} < \lambda < 2400 \text{ \AA}$ ) deyarli ( $\lambda < 5\%$ ) yutqazishsiz o'tkazadi,  $\lambda < 6000 \text{ \AA}$  nurlarni esa butunlay o'tkazmaydi yoki  $U G_2$ - $3000 \text{ \AA} < \lambda < 4000 \text{ \AA}$  oraliqni kam ( $\sim 40\%$ ),  $7000 \text{ \AA} < \lambda < 9000 \text{ \AA}$  ko'p ( $\sim 80\%$ ) yutilgan holda o'tkazadi, bu oraliqlar o'rtasidagi nurlanishni butunlay o'tkazmaydi. Ko'rinib turibdiki bitta rangli shisha keng ( $1000 \text{ \AA}$ ) spektral diapazonni ajratib berishi mumkin. Ikki xil rangli shisha yordamida yoki rangli shisha va ma'lum spektral sezgirlikka ega nurlanish priyomnigi qo'llash yo'li bilan o'lchash mumkin bo'lgan oraliqni ancha kichraytirish va keraksiz diapazonlarni kesib tashlash mumkin. Ajratilgan oraliq o'rtasida saralagich maksimal intinsivlikka ega bo'ladi. Rangli yulduziy kattalikni hisoblashda saralagichning o'tkazish koeffitsenti hisobga olinadi. Rangli optik shishalar va fotoplastinka yordamida  $m_{ph}$ ,  $m_{pv}$  - fotografik va fotovizual yulduziy kattaliklar tizimi ishlab chiqilgan va qo'llaniladi. Rangli optik shishalar va fotoelektron ko'paytirgich yordamida fotoelektrik yulduziy kattaliklar tizimi *UBV* ishlab chiqilgan va keng qo'llaniladi. Shuningdek, olti va ko'p rangli tizimlar mavjud. Rangli optik shishi teleskop ob'ektivi oldiga yoki nurlanish priyomnigi (fotoplastinka yoki elektrofotometr) oldiga qo'yilishi mumkin. Yulduz elektrofotometriada saralagichlar fokal tekislikda aylanadigan teshikli modulyatoridan keyin o'rnatiladi va yulduz nuri yo'lga birin ketin kiritiladi.

## INTERFERENTSION SARALAGICH (IS)

*IS Fabri-Pero (FP)* interferometriga o'xshash bo'ladi va ishlaydi. *FP* interferometridagi singari bu yerda ham yulduzdan kelayotgan va parallel holda *IS* tushayotgan nurlar uning ichidagi kumush surilgan va bir-biriga qat'iy parallel sirtlaridan aks qaytadi va interferentsiyalanadi. *IS* dan to'liq uzunligi ( $\lambda$ ) quyidagi tenglikni qanoatlantiradiganlarigina o'tadi, ya'ni  $\lambda = \frac{2h \cos \varphi}{k}$ . Bu yerda *h*-kumush surilgan parallel sirtlar orasidagi masofa, *k* – butun son.

Kumush surilgan sirtlardan aks qaytish qancha yukori bo'lsa chiqayotgan to'liqlar shuncha ingichka oraliqni ( $\Delta\lambda_{1/2}$ ) egallaydi va *IS* ni  $\lambda \pm \Delta\lambda_{1/2}$  to'liqlarni o'tkazishi shuncha yuqori bo'ladi. Bunday *IS* bir necha ( $\varphi=0$  bo'lganda  $\lambda_1=2h$ ,  $\lambda_2=h$ ,  $\lambda_3=2/3h$ ) o'tkazish polosa (soha) lariga ega. Ular bir-biridan ancha uzoqda joylashadi va ularni rangli optik shishalar yordamida tuzish mumkin. *IS* parallel nurlanishda ishlaydi, shuning uchun bunday saralagich teleskopning chiqish qorachig'iga joylashtiriladi. Yaxshi *IS* larning o'tkazish polosasi  $\Delta\lambda_{1/2} \approx 1 \text{ \AA}$  ga teng bo'ladi.

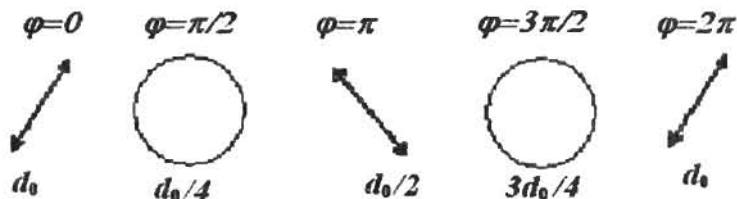
Yulduz elektrofotometrlarida kengligi taxminan  $\approx 100 \text{ \AA}$  bo'lgan *IS* lar qo'llaniladi (masalan ko'p rangli kalorometriyada shunday *IS* lar qo'llaniladi).

## VAZIFA

1.  $h=1\text{ mm}, 2\text{ mm}, 3\text{ mm}, 4\text{ mm}, \dots$  bo'lganda  $\lambda$  larni toping.
2. Ca II  $\lambda=3890\text{ \AA}$  ajratadigan IS ni hisoblang.

### INTERFERENTSION-POLYARIZATSION SARALAGICH (IPS)

Agar polyaroid orqali utgan parallel nur dastasi kvarts (yoki island shpati) plastinkaga, uning bosh o'qiga tik holda tushsa u plastinkadan oddiy va nooddiy nurga aylangan holda chiqadi. Polyaroid o'qi plastinka o'qi bilan  $45^\circ$  burchak hosil qiladi. Kvartsning oddiy ( $n_o$ ) va nooddiy ( $n_e$ ) nur uchun sindirish koeffitsenti har xil bo'lgani uchun plastinkadan o'tgan nur dastasi qutblangan bo'ladi. Plastinkaning ( $d_0$ ) qalinligi  $d_0 = \frac{\lambda}{n_e - n_o}$  ga teng bo'lganda oddiy va nooddiy to'lqinlar  $\varphi=2\pi$  faza siljishi oladi va nur dastasining qutblanishi dastlabki holatga keladi (7-rasm).  $d_0$  – kichik qiymatga ega va bunday yupqa kvarts plastinka yasash qiyin. Biroq  $d_0$  ga karrali qalinlik ( $d$ ) dagi kvarts plastinkalarda  $d=9d_0$  ham shunday manzara ro'y beradi.



7-rasm

Chunki bunday plastinka oddiy va nooddiy to'lqinlarga  $\varphi=18\pi$  faza siljishi beradi, ya'ni  $\varphi=2\pi \times 9 = 18\pi = 2k\pi$ . Bu holda dastlabkidek qutblangan to'lqinlar soni 9 marta ko'payadi va ular bir biridan etarli darajada uzoqda ( $\Delta\lambda=\lambda_1-\lambda_2$ ) joylashgan bo'ladi va ularni rangli shisha filtr yordamida ajratish mumkin. Agar endi qalinligi  $d=18d_0$  bo'lgan kvarts plastinka qo'ysak interferencesiyalar soni yana ikki marta ko'payadi va h.k. Agar bunday polyaroiddan  $d_0$  ta karrali qalinlikdagi kvarts plastinkalarni birini ketidan ikkinchisini, uning orqasiga uchinchisini va hakoza qo'yib dasta tuzsak bunday saralagich IPS deb ataladi va

uning o'tkazish polosasini kengligi  $\Delta\lambda_{1/2} \cong 0.5 \text{ \AA}$  bo'ladi. Bunday monoxromatik saralagich spektral chiziqda sochilayotgan nurlanishni ajratishga imkon beradi. Bu parallel yoki kichik burchak ostida yig'iluvchi nur dastasi yo'liga qo'yilishi mumkin. Uni uzun  $f > 5 \text{ m}$  fokus masofaga ega teleskopga, fokal tekislik oldiga qo'yish mumkin.

## V A Z I F A

1. Kvarts (island shpati) da oddiy ( $n_0$ ) va nooddiy nurlami sinish koeffitsientini surovnomadan toping.

2. Vodorodning  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ , Ca II ning k, natriyning D, geliyning  $\lambda=10831 \text{ \AA}$  chiziqlari uchun  $d_0$  ni hisoblang.

3. Agar  $d_0$  ni 10 marta katta olsak interferentsion maksimumlarning to'liq uzunliklari ayirmasini toping.

## Spektrograflar

Spektrograf teleskopning okulyar qismi yoki Kude fokusiga o'ratiladi.

Spektrograflar ikki xil bo'ladi: **Prizmali va Difraksion panjarali.**

1. *Pirizmali spektrograflar.* Bunday spektrografda (8-rasm) oq nurni rangli nurlarga yoyuvchi qismi kvarts prizma (P) hisoblanadi.

T-spektrografning kurish tirqishi

$O_1$  - kollimator

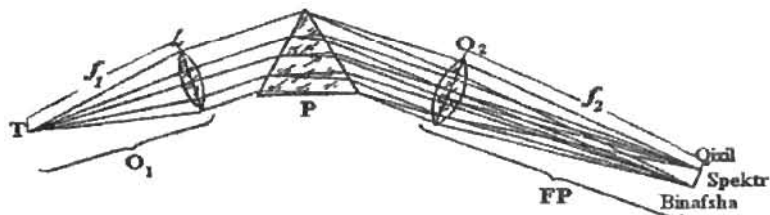
P – kvarts prizma

$O_2$  - kamera linzasi

FP - fotokamera

$f_1$  – kollimatorning fokus masofasi

$f_2$  – kamera linzasining fokus masofasi.



8-rasm

Spektrograf effektiv ishlashligi uchun kollimatorming optik kuchi  $A_1=d_1/f_1$  teleskopnikiga ( $A = D/F$ ) teng yoki biroz kichik bo'lishi, kamera linzaning diametri ( $d_2$ ) kolimatormiki  $d_1$  dan katta bo'lishi kerak. Kirish tirqishining kengligi  $s=\lambda d_1/f_1$ . Spektrografning bosh ko'rsatgichi – dispersiyasi, ya'ni – oq nurni rangli nurlarga yoyish kuchi yoki burchakiy dispersiya

$$\frac{dc_o}{d\lambda} = \frac{2 \sin \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1-n^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}} \cdot \frac{s}{(\lambda - \lambda_0)^2} \quad [\text{radian}/\text{\AA}] \quad (1)$$

$\alpha$  - prizmaning uchidagi burchagi,  $n$  - sindirish koeffitsenti,  $s$  – doimiy son.  $n$ -spektrning har xil qismlari uchun surovnomada beriladi. Masalan  $n_d$  – geliyning  $\lambda_d=5876 \text{ \AA}$  chizigi yoki  $n_c$  vodorodning  $\lambda_c=6563 \text{ \AA}$ ,  $n_f-\lambda_f=4861 \text{ \AA}$  chiziqlari atrofida sindirish koeffitsenti  $V = C = \frac{n_d - 1}{n_f - n_c}$  dispersiya koeffitsenti.

Chiziqli dispersiya

$$\frac{ds}{d\lambda} = f, \frac{dc_o}{d\lambda} \quad (2)$$

Spektrografning ajrata olish kuchi  $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$ ,  $\Delta\lambda$  Reley kriteriysiga mos keladi

(5 - Ish) yoki  $R = b \frac{dn}{d\lambda}$ ; bu yerda  $b$ -prizma asosining kengligi,  $\frac{dn}{d\lambda} \approx \frac{n_d - n_c}{\lambda_d - \lambda_c}$ ;

2. *Difraksion panjarali spektrograf.* Bunday spektrograf yonma-yon joylashgan tirqishlardan o'tayotgan nurlarning difraksiyasiga va interferentsiyasiga asoslangan. Astrofizikada, odatda, yassi ko'zgusimon difraksion panjara qo'llaniladi va u masus mashina yordamida parallel, teng ( $a$ ) oraliqda chiziqlar o'yilgan (chizilgan) ko'zgdan iborat bo'ladi. Bunday ko'zguna tushayotgan nur undan aks qaytadi va oraliqlar kichik bo'lgani uchun kuchli darajada difraksiyalanadi. Yonma-yon joylashgan tirqish (chiziq) lardan difraksiyаланган nur interferentsiyalanadi, ya'ni  $\phi$  burchak ostida tushayotgan nurlanish  $\varphi_{mk}$  yo'nalishlarda  $\sin \phi \pm \sin \varphi_{mk} = (2m+1) \cdot \lambda / 2a$  bir birlik fazalar farqiga va maksimal intensivlikka ega bo'ladi va  $\varphi_{mi}$  yo'nalishda  $\sin \phi \pm \sin \varphi_{mi} = m \cdot \lambda / 2$  yarim birlik fazalar farqiga va minimal intensivlikka ega bo'ladi. Agar nur panjaraga tik tushayotgan, panjara  $N$  ta shtrixdan tashkil topgan va shtrixlarning kengligi  $a$ , ular orasidagi masofa  $b$  bo'lsa, maksimumlar

$$\pm \sin \varphi_n = \pm n\lambda / N(a+b) \quad \text{yoki} \quad \sin \varphi = \pm m \cdot \lambda / (a+b) \quad (3)$$

bo'lgan  $\varphi_n$  yo'nalishlarga to'g'ri keladi va  $n=0, N, 2N, \dots$ , hamda  $m=0, 1, 2, \dots$ . Panjaradan qaytgan, difraksiyalangan nurning markaziy maksimumidan boshqa barcha maksimumlari spektrga ajraladi. Bu spektrlarda dispersiyani topish uchun panjara formulasi (3.3) ni  $\lambda$  bo'yicha differentsiallaymiz.

$$d\varphi/d\lambda = \pm m/(a+b) \cdot \cos\varphi. \quad (4)$$

Panjaraga tik yo'nalishda joylashgan spektr uchun  $\varphi \approx 0$  va  $\cos\varphi = 1$ . Agar  $C=1/(a+b)$  belgilash kiritsak, u holda  $d\varphi/d\lambda = \pm mC \cdot 10^7 \text{ radian/E}$ . Ey yerda  $C$ -difraksion panjaraning doimiysi deb ataladi va bir  $mm$  da shtrix (chiziq) lar soniga teng. Hozirgi paytda  $C=300, 600, 1200 \text{ shtrix/mm}$  panjaralar uchraydi.

Difraksion spektrga kamalak misol bo'laoladi. U, odatda, Quyoshga nisbatan qarama-qarshi tomonda yomg'ir yog'ayotgan paytda, yomg'ir tomchilari hosil qilgan suv "iplar"ni Quyosh yoritib turganda, ular sahnida kuzatiladi. Bu holda yomg'ir tomchilari hosil qilgan suv iplardan qaytgan Quyosh nurlari difraksiyalanadi va interferentsiyalanadi, natijada kamalak ko'rinadi. Kamalakni fontan suvi sahnida ham ko'rish mumkin. Bunda Quyosh orqa tomoningizda bo'ladi.

Panjaraga nur parallel tushganda spektr sifatli va panjaradan qaytgan rangli nurlar ham parallel bo'ladi. Shuning uchun difraksion spektrografda ham prizmalı spektrogrfdagi singari kollimator va kamera linzalar yoki botiq ko'zgusimon ob'ektivlar qo'llaniladi. Kollimator oldiga, uning fokal tekisligiga, kirish tirqishi (S) o'tatiladi. U panjara shtrixlariga parallel holda o'tatilishi kerak. Kamera ob'ektivi rangli parallel nurlarni o'z fokal tekisligiga yig'adi va u yerda  $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , ya'ni birinchi, ikkinchi va hokazo tartibli spektrlar hosil bo'ladi. Markaziy maksimum  $m=0$  oq nurdan iborat va uning ikkala tomonida simmetrik ravishda birinchi ( $m=\pm 1$ ) ikkinchi ( $m=\pm 2$ ) va hokazo difraksion tartib spektrlari joylashadi. Difraksion spektrografning chiziqiy dispersiyasi

$$ds/d\lambda = f_2 \cdot m \cdot C, \quad (mm/\text{Å}). \quad (5)$$

$f_2$ -kamera ob'ektivining fokus masofasi. ASY-5 tipidagi gorizontal Quyosh teleskopiga o'tatilgan ASP-20 markali spektrograf  $C=600 \text{ shtrix/mm}$  panjara bilan qo'rollangan. U avtokollimatsion (kollimator va kamera ob'ektivi vazifasini bitta botiq sferik ko'zgu bajaradi) tizmda yasalgan,  $f_2=750 \text{ sm}$ . Birinchi difraksion tartibda dispersiyasi  $ds/d\lambda=0,48, \text{ mm/\text{Å}}$ . Spektrografning kirish tirqishi kengligi  $\delta=f_1 \cdot \lambda/d_1$ . Ey yerda  $f_1$  va  $d_1$  kollimatorni fokus masofasi va diametri va ular nisbati gorizontal Quyosh teleskopi (ASY-5) nikidek bo'lishi kerak, ya'ni  $d_1/f_1=D/F$ . ASP-20 uchun  $\delta=35\lambda$  va  $\lambda=0,5\mu$  bo'lganda  $\delta=0,018 \text{ mm}$ . Amalda  $\delta$



biroz (1,5 barobargacha) kattaroq tanlanadi. ASP-20 da  $\delta=0,05$  mm gacha etkazilganda spektarning sifati buzilmaydi.

Difraksion spektrografning ajrataolish kuchi panjaradagi shtrixlarning umumiy soni (N) ga va difraksiya tartibi (m) ga bog'liq, ya'ni  $R \approx mN$  va ASP-20 ning birinchi ( $m=1$ ) tartibida  $R=90\ 000$ , ikkinchi tartibida  $130\ 000$  va uchinchi tartibida  $160\ 000$ .

## V A Z I F A

1.  $\alpha=60^\circ$  va  $\lambda_0=5896$  Å bo'lganda a) engil flint; b) qattiq kron; c) og'ir flint;

d) yumshoq kron; e) ogir flint; f) kvarts; g) island shpati; h) storiy kron – uchun burchakiy dispersiyani hisoblang.

2.  $f_2=50$  sm bo'lganda 1-vazifa uchun chiziqiy dispersiyani hisoblang.

3.  $b=10$  sm bo'lganda 1-vazifadagilar uchun ajrata olish kuchi topilsin.

4. Fotoemulsiyani donadorligi  $25\ \mu$  bo'lganda unga surati olingan natriyning sariq chiziqlari alohida ko'rinishi uchun  $f_2$  – qancha bo'lishi kerak.

**6-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot mustaqil ravishda tayyorlanadi.**

## 7-Laboratoriya ishi

### NURLANISH PRIYOMNIKLARI VA ULARNING KO'RSATGICHLARI

*Ishning maqsadi: Osmon yoritkichlarining yorug'ligini o'lchashda qo'llaniladigan asboblarning ishlash printsipi va nurlanish sezishini belgilovchi kursatkichlari bilan tanishish.*

*Qo'llanma va jihozlar: optik eshak, nurlanish priyomniklari (fotoplastinka, fotoelement. Fotoelektron kupaytgich) va ulchash asboblari (mikrofotometr, milliampermetr).*

*Adabiyot: [1], II Bob, [3], 3 Bob, 3.4.(2)-§; 11÷14-§§; [9], II, 12-ma'rualar; [11], IV Bob; [16], T. I, IV÷VI Boblar.*

*Qo'shimcha adabiyot: [7], 5 Bob, 45, 47-§§; [13], 4 band, 176-180 b.*

*Masalalar: [8], № 46, 58, 59, 65÷77, 80, 93, 94.*

Astrofizik tekshirishlar osmon yoritgichlarining yorug'ligini o'lchashdan boshlanadi. Bu ish nurlanish priyomniklari yoki nurlanishni qayd qiladigan (ulchaydigan) asboblarda bajariladi. Ko'plab nurlanish priyomniklari mavjud, ularni ishlash printsipiga ko'ra 4 turga bo'lish mumkin: *fotografik, fotoelektrik, issiklik va radio nurlanish priyomniklari*. Har bir priyomnik ma'lum

spectral sezgirlik va o'tkazish (sezish) polosasi (spektral oraligi) bilan xarakterlanadi. Masalan, fotoqogoz ko'k, binafsha nurlarni sezadi, qizil nurlarni sezmaydi, yoki kislorod seziv fotokatod infrakizil nurlarni kuchli sezadi. Demak, har bir priyomnik spektrdan ma'lum sezgirlik maksimumiga ega va uning o'tkazish polosasi, odatda, ana shu maksimal sezgirlikni uz ichiga oladigan to'lqin uzunliklar oralig'ini ( $\Delta\lambda$ ) belgilanadi.

Har bir priyomnik ma'lum sezish darajasi (minimal nurlanish oqimi) yoki kvant chikishi bilan xarakterlanadi. Agar unga tushayotgan oqim sezish darajasidan past balsa priyomniknurlanishni qayd qila olmaydi. Nurlanish oqimi momentlarda yoki vatlarda beriladi (moment-keng spektral oraliq uchun, vatt esa ma'lum chastota uchun hisoblanadi).

Priyomnikning kvant chiqishi unga tushayotgan kvantlarning necha foiz taassurot hosil qilganligini ko'rsatadi.

**Odam ko'zi.** Odam kuzining sezgirligi kunduz kuni yashil nur ( $\lambda_{\text{max}} = 0.55\mu$ ) da maksimal darajaga ega. Kechasi esa sezish maksimumi havorang ( $0.51\mu$ ) nurlarga tugri keladi (kechasi qizil nurlarni sezmaydi). Odam ko'zining sezish darajasi keng diapazonda (100 marta) o'zgarib turadi. Bu ko'z qorachig'i diametrini kengayishi va torayishi bilan boshqariladi. Oftobli kunda qorachiq diametri  $d \sim 1 \text{ mm}$  bo'lsa, qorong'i tunda  $d \sim 6 \text{ mm}$  gacha kattalashadi. Tim qorong'u tunda teleskop bilan qo'rollanmagan odam ko'zi  $m=8^m$  kattalikdagi yulduzni sezadi. Bunday yulduzdan kelayotgan nurlanish oqimi  $3.4 \cdot 10^{-14} \text{ lyumen}$ . Odam ko'zi sezgirligi maksimumi ( $\lambda=0.51\mu$ ) da yoruglikni mexanik ekvivalenti  $A=0.00058 \text{ Vt/lm}$  ni hisobga olsak:

## V A Z I F A

1.  $m=8^m$  kattalikdagi yulduzdan kelayotgan yoruglik oqimi qanday quvvat bilan odam ko'ziga ta'sir etadi. Bu quvvatga qancha foton

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

( $\lambda=0.51\mu$ ) mos keladi. Odam kuzining kvant chiqishi qancha?

2) a)  $m=7^m$ ; b)  $m=6^m$ ; c)  $m=5^m$ ; d)  $m=4^m$ ; e)  $m=3^m$ ; f)  $m=2^m$ ; g)  $m=1^m$  kattalikdagi yulduzdan kelayotgan oqim qanday quvvat bilan odam ko'ziga ta'sir etadi va bu quvvatga qancha foton to'g'ri keladi.

**Fotografik emulsiya (fotoplastinka).** Fotoemulsiyaning spektral sezgirligi ham ma'lum darajada (masalan  $D=0.2$ ) qorayish hosil qilish uchun

zarur bo'lgan minimal yoritilganlikka teskari qiymat bilan belgilanadi.  $S_{\lambda} = \frac{1}{E_{\lambda}}$  monoxromatik sezgirlik  $E_{\lambda}$ -monoxromatik energitik yoritilganlik. Masalan, sezgilarishtirilmagan kumush-brom fotoemulsiyani  $\lambda=0.42\mu$  da  $E_{\lambda}\approx 0.02 \text{ erg/sm}^2$  yoritilganlik beradigan manbadan  $t=0.05 \text{ sek}$  davomida yoritilsa  $D=0.2$  zichlikda qorayadi. Demak, bu emulsiyaning  $\lambda=0.42\mu$  sezgirliги  $C_{\lambda}=50$  GOST birlikka teng.  $t$ -ekspozitsiya vaqti. Uni uzaytirish yo'li bilan kam yoritilganlik hosil qiluvchi yoritgichlarni ham rasinga olish mumkin. Shuningdek, yoritkich hosil qilayotgan yoritilganlik teleskop obektivining sezgirlikdagi fotoplastinkaga  $t$ -minut ekspozitsiya bersak unda  $m_{\text{cheg}}=-1+5lgD+2.15lgt$  kattalikdagi yulduzni ham tasviri ko'rinadi. U bu sharoitda tasviri olingan eng xira yulduz bo'lganligi uchun berilgan astrografning yorug'lik kuchini belgilaydi. Biroq ekspozitsiya vaqtini cheksiz kupaytirib bo'lmaydi, u holda osmonni yorug'ligi fotoplastinkada kuchli vual (qorayish, parda) hosil qilishi mumkin va unda xira yulduzlar ko'rinmay qoladi. Berilgan teleskopda maksimal ekspozitsiya vaqti  $t_{\text{max}}$  - teleskopning nisbiy aperturasi ( $A = D/F$ ) ga bog'liq.

## VAZIFA

1.  $C = 50$  sezgirlikka ega fotoemulsiyaning kvant chiqishi qanchaga teng.
2. a)  $D = 10 \text{ sm}$ ; b)  $20 \text{ sm}$ ; c)  $30 \text{ sm}$ ; d)  $40 \text{ sm}$ ; e)  $50 \text{ sm}$ ; f)  $70 \text{ sm}$ ; g)  $100 \text{ sm}$ ; h)  $600 \text{ sm}$  bo'lgan teleskop yordamida  $t = 10^m$  ekspozitsiya bilan o'rtacha emulsiya surilgan fotoplatinkada nechanchi kattalikgacha bo'lgan yulduzlarni suratga olish mumkin.
3. Oldingi vazifadagi berilgan teleskoplarning fokus masofasi a)  $F = 100 \text{ sm}$ ; b)  $250 \text{ sm}$ ; c)  $400 \text{ sm}$ ; d)  $400 \text{ sm}$ ; e)  $400 \text{ sm}$ ; f)  $1000 \text{ sm}$ ; g)  $1000 \text{ sm}$ ; h)  $2500 \text{ sm}$  bo'lsa ularning maksimal ekspozitsiya vaqtini hisoblang.

## FOTOELEKTRIK PRIEMNIK

Fotoelektrik nurlanish priemniklari ikkiga bo'linadi: tashqi va ichki fotoeffektga asoslangan priemniklar.

Tashqi fotoeffektga asoslangan fotopriemniklarga fotoelement, fotoelektrik ko'paytgich, elektron-optik almashtirgich, elektron kamera va televizion texnika kiradi.

**Tashqi fotoeffekt** deb, nur ta'sirida metall sirtidan elektron ajralib chikishiga aytiladi. Yig'ilgan kvant energiyasi  $h\nu$  ning bir qismi elektronni sirtidan chikishi uchun sarf bo'lsa (u chiqish ishi, deb ataladi va  $P$  deb belgilanadi) qolgan qismi esa unga kinetik energiya sifatida beriladi.

$$h\nu = P + \frac{m_e v_e^2}{2}$$

Chiqish ishi ayniqsa ishqor metallar (Li, Na, K, Rb, Cs) da kam (2.5 dan 1.97 elektron voltgacha) bo'lganligi uchun fashqi fotoeffektga asoslangan priyomniklar ana shu ishqor metallardan yasaladi. Ular ichida Cs niki eng kam  $R=1.97 \text{ eV}$  va unga mos keladigan minimal energiyali kvantga mos keladigan to'liq uzunligi  $\lambda=12398 \text{ E/R}=6300 \text{ \AA}$ . Seziy (Cs) dan yasalgan fotokatodning sezgirlik maksimumi  $\lambda=0.55 \mu=5500$ . Amalda fotokatod seziiy bilar surma (Sb), seziiy+kislorod+kumush va kupishkorli holatda yupka plenka sifatida tayyorlanadi. Surma-seziy katodning sezgirlik masimumi ultrabinafsha (3000-4000  $\text{\AA}$ ) nurlarga tushri kelsa, kislorod – seziiyli fitokatodlarning ikkinchi maksimumi 8000  $\text{\AA}$  (infrakizil nurlarga) to'g'ri keladi. Fotokatodning spektral sezgirligi  $s_\lambda = \frac{i}{F_\lambda}$ , bu yerda  $i$ -fototok,  $F_\lambda$  - monoxromatik oqim. Surma-seziy

fotokatodning sezgirligi 1000  $\mu/\text{lm}$ . Ichki fotoeffektga asoslangan nulanish priyomniklriga fotoqarshilik, CCD detektorlar misol bo'ladi.

Ob'ektivi diametri 33  $\text{sm}$  bo'lgan reflektorni fokusida  $10^m$  kattalikdagi yulduz  $10^{-11} \text{ lm}$  oqim hosil qiladi. Agar bu yulduz oq yulduz bo'lsa u surma-seziy fotoelementda  $10^{-11} \text{ a}$  tok hosil qiladi. Bu juda kichik tok, uni odiy galvonometr yoki milliampermetr yordamida o'lchab bo'lmaydi, uni kuchaytirish zarur. Bu amal murakkab va kam samara beradi. Shu sababli fotoelement umida fotoelektron kuchaytirgichlar (FEK) qo'llaniladi. 9 va 14 bosqichli FEK fototokni  $10^{-6}$ - $10^{-9}$  marta kuchaytirishi mumkin. Fototok bilan birgalikda qorongulik toki ham kuchayadi. Shning uchun hozirgi zamon FEKlarini yasashda qorong'ulik tokini kam ( $10^{-10} \text{ a}$ ) qilishga harakat qilinadi. Eng yaxshi FEKlarda qorong'ulik toki  $10^{-16} \text{ a}$  ga teng. Qorong'ulik toki  $10^{-9} \text{ a}$  bo'lganda FEKni umumiy sezgirligi 100-1000  $\text{a/lm}$  bo'lsa, bunday FEK yaxshi natija beradi.

## V A Z I F A

1.  $D=33 \text{ sm}$  reflektorning fokusida a)  $m=1^m$ ; b)  $m=2^m$ ; c)  $m=3^m$ ; d)  $m=4^m$ ; e)  $m=5^m$ ; f)  $m=6^m$ ; g)  $m=7^m$ ; h)  $m=8^m$  kattalikdagi yulduzlar qanday yoruglik oqimi hosil qiladi va bu 1000  $\mu\text{a/lm}$  sezgirlikka ega bo'lgan fotoelementda qanday fototok hosil qiladi.

2. Yuqoridagi vazifa shartlaridagi yulduzlar 100  $\text{a/lm}$  sezgirlikka ega FEKda qancha fototok beradi va uni  $\mu\text{a}$  yordamida o'lchasa bo'ladimi? Buning uchun qorong'ulik toki qanchadan oshmasligi kerak?

### 7-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot

I) 1-2. Turli yulduz kattaligidagi yoritgichlarning yorug'lik oqimi, quvvati va fotonlar (kvant chiqishi) soni.

$m$	$F$	$N$	$n_f$	$n_k$
8 <sup>m</sup>				
7 <sup>m</sup>				
6 <sup>m</sup>				
5 <sup>m</sup>				
4 <sup>m</sup>				
3 <sup>m</sup>				
2 <sup>m</sup>				
1 <sup>m</sup>				

II) 1.  $S=50$  sezgirlikda  $n=...$

2-3. Har xil xarakteristikali teleskoplar yordamida olingan fotosuratlar va ularning ekspozitsiya vaqtlari.

	$D$	$m$	$F$	$t_{max}$
$f=10^m$	10 sm		100 sm	
	20 sm		250 sm	
	30 sm		400 sm	
	40 sm		400 sm	
	50 sm		400 sm	
	70 sm		1000 sm	
	100 sm		1000 sm	
	600 sm		2500 sm	

III) 1. Yulduzlar hosil qilgan yorug'lik oqimi va fototok.

	$m$	$F$		$i$
$D=33$ sm	1 <sup>m</sup>		$S=1000$ $\mu\text{a/lm}$	
	2 <sup>m</sup>			
	3 <sup>m</sup>			
	4 <sup>m</sup>			
	5 <sup>m</sup>			
	6 <sup>m</sup>			
	7 <sup>m</sup>			
	8 <sup>m</sup>			

2. Turli kattalikdagi yulduzlar hosil qilgan fototok.

$S=100 \text{ a/lm}$	$m$	$i$	$\mu\alpha$ da o'lchash mumkinmi?	$i$ qancha chegarada bo'lishi kerak
	$1^m$			
$2^m$				
$3^m$				
$4^m$				
$5^m$				
$6^m$				
$7^m$				
$8^m$				

### 8-Laboratoriya ishi HULKAR YULDUZLARI YORUG'LIGINI ELEKTROFOTOMETR YORDAMIDA O'LCHASH

*Ishning maqsadi: Elektrofotometr yordamida turli xil (U, B, V) filtrlarda Hulkar yulduzlarining yorug'ligini va temperaturasini aniqlash.*

*Kerakli qo'llanma va jihozlar: CLEA yozilgan personal kompyuter, Astronomik kalendar-doimiy qismi, yulduzlar osmonining kichik atlas (AGJ).*

*Adabiyot: [1], III Bob, 20,21-§§; [10], III Bob, 3.13-§; [14], 1-Laboratoriya ishi; [16], T. II, I Bob, 6-§.*

*Qo'shimcha adabiyot: [7], 14 Bob, 131-§; [9], 15-ma'ruza; [13], 4 band, 181-186 b.; Masalalar: [8], № 86, 87, 90, 105, 113, 115, 151, 161, 162, 192.*

Osmon yoritgichlarining ayrim fizik ko'rsatgichlari, masalan, temperaturasi, ularning o'lchangan yorug'ligiga asosan hisoblab topiladi. Bu ish yulduzlar yorug'ligini o'lchashning hozirgi zamon usulini, fotoelektrik fotometriyani, qo'llanilishini namoyish etadi. Ishni qo'yilishidan maqsad, yulduz yorug'ligini elektrofotometr bilan o'lchash amallarini talabaga o'rgatish va uni o'lchash jarayonida ishtirok ettirishdan iborat. Ishda yulduz yorug'ligini o'lchashning barcha bosqichlari jonli holda berilgan. Ishda teleskop o'rnatilgan bino eshigini ochish, teleskopni boshqarish, uning ko'rish maydonchasiga osmonning birorta qismini yoki yulduzni qo'yish, osmon sahnini yoki yulduz yorug'ligini o'lchash va uning natijasini kompyuter xotirasiga yozib qo'yish,

yig'ilgan natijalarni qog'ozga chiqarish kabi amallar bajariladi. Bu amallar haqiqiy astronomik kuzatishlarda qo'llaniladi.

**Ishni bajarish tartibi.** Bu ish CLEA deb ataladigan to'plam (papkani)ning «Photolab» deb ataladigan qismi (papkasi)da joylashgan. Uni ochish uchun oldin CLEA ni keyin «Photolab» ning ustiga kursorni qo'yib uni ikki marta bosasiz. «Photolab» ichida 14 ta fayl joylashtirilgan. Bu fayllar orasidan CLEA\_PHO deb nomlaganini (katta harflarda) ikki marta bossangiz ishning birinchi sahifasi (sariq) ochiladi, unda CLEA ga kiritilgan barcha ishlardagidek bir xil A PRODUCTION OF ... deb nomlangan sarlavha bor, sahifaning chap yuqorisida

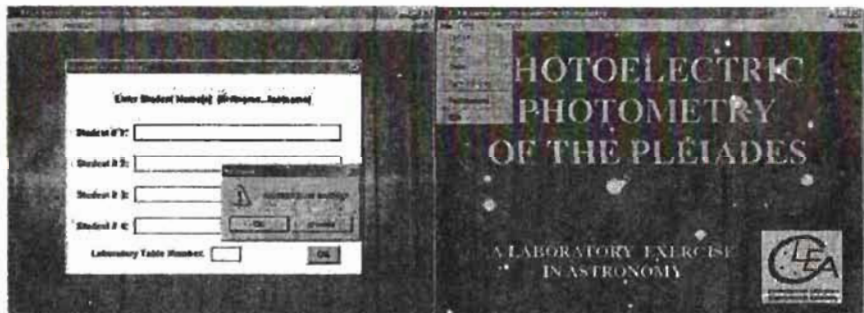


«CLEA Exercise-Photoelectric photometry», uning pastrog'idagi «File» ning ustiga kursorni qo'yib bossangiz, uning pastida «Log In ...» degan yozuv chiqadi (9-rasm). Bu ishni boshlash demakdir. «Log In»-ni bossangiz sariq sahifa o'rtasida oq sahifa paydo bo'ladi Uning chap yuqori

9-rasm

burchagida «Student Accounting»

degan yozuv bor – bu talabalarni ro'yxatlash demakdir. Bu oq sahifaga talabalarining ismlarini (Enter Student Name(s)...) kiritasiz. Masalan: Student#1(10-rasm, chapda).



10-rasm

Sahifaning tagida «**Laboratory Table Number**» va «**Ok**» degan yozuv va katakchalar bor, birinchi katakcha ichiga laboratoriya ishining nomerini yozasiz va «**Ok**» bossangiz yuqorisida «**Login complete**», pastida Yes va No degan tugmachalar bor sahifa chiqadi. Yes bossangiz ekranda ishning ikkinchi sahifasi ochiladi (*Photoelectric photometry of the Pleiades*), uning chap yuqori qismida «**File**» degan, o'ng yuqori tomönida esa «**Help**» degan yozuvlar bor. «**File**» ni ustiga kursorni olib borsangiz uning ostida «**Run**», «**Data**», «**Preferences**» va «**Exit**» degan yozuvlar chiqadi (10-rasm, o'ngda).

Agar kursorni **Help** ni ustiga qo'ysangiz «**On help**», «**Topics**», «**User**» va «**About this Exercise**» degan yozuv chiqadi. Bu yozuvlarda ishni bajarilish tartibi to'g'risida ko'rsatmalar va tushuntirishlar berilgan.

## HELP-YORDAMCHI KO'RSATMALAR

**On help** ni bossangiz «yordamchi»ning umumiy xususiyatlari ochiladi. (*General characteristics of CLEA Help Windows*) bu sahifa barcha CLEA ishlarida bor.

**Topics ...** ni bossangiz ishni bajarish tartibini ko'rsatuvchi mavzular ketma-ketligi chiqadi. Ular «**Getting started**» (*boshlanishi*), «**Taking Data**» (*o'lash*) va «**Data operations**» (*o'lash natijalari ustida amallar*) deb ataladigan bo'limlarga bo'lingan.

*Getting started* – ning ostida «**Log In**» degan yozuv bor, agar kursorni uning ustiga qo'yib ikki marta bossangiz ishni boshlash tartibi yozilgan sahifa ochiladi: bu sahifa barcha CLEA ishlarida bor va bir-biriga o'xshash. **Log In** sahifa ishni quyidagi amallardan iboratligini ko'rsatadi:

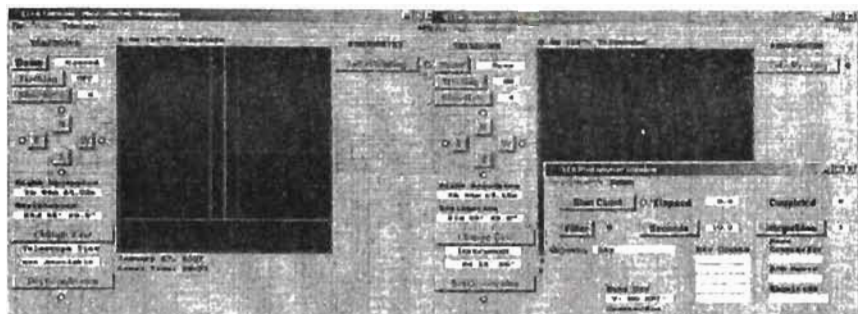
1) Birinchi sahifani chap yuqori burchagidagi «**File**» ni bosing. «**Login In**» chiqadi, «**Login In**» bosing – talabalar ro'yxati yozilgan sahifa chiqadi.

2) Talabalar ro'yxati (*Student Account*) ni to'ldiring (buning uchun kursorni «**Student #...**» yozuv to'g'risidagi bo'sh katak ichiga olib kelib basasiz. Lipillab turadigan vertikal kesmacha paydo bo'ladi. Talabani ismini kiritasiz.

3) Pastdagi «**Laboratory Table Number**», ya'ni «*Laboratoriya ishining tartib raqami*» yozuv to'g'risidagi katakka ish nomerini kiriting.

4) «**Ok**» degan tugmani bosing, shunda «**Login Complete**» deb ataladigan sahifa chiqadi. Uning pastki qismida «**Yes**» va «**No**» degan tugmalar bor. Agar «**Yes**» ni bossangiz «**Login In**» o'z ishini tugatadi va ishning ikkinchi sahifasi boshlanadi (11-rasm, chapda), «**No**» ni bossangiz talabalar ro'yxatiga qaytiladi va ro'yxatni o'zgartirish mumkin bo'ladi. Ikkinchi sahifaning chap yuqori burchagida «**File**» degan yozuv bor, yuqorida bu to'g'rida aytilgan edi, kursorni bu yozuv ustiga qo'yib bossangiz uning ostida «**Run**», «**Data**» → «**Preferences...**» va «**Exit**» yozuvlar chiqadi.





11-rasm

«Run» ni bosangiz teleskopda ish boshlashga o'tasiz. Ekran o'rtasida qizil sahifa ochiladi. Uning atrofida ishni bajarishda qo'llaniladigan amallarni boshlovchi tugmalar joylashgan. Qizil ekran ustida «Telescope Successfully Accessed» degan sarlohal sahifacha chiqadi. Uning ostki qismida «Ok» tugmacha bor, uni bosing, sahifacha yo'qoladi va qizil ekran tozalanadi. Keyingi amallar to'g'risida «Help» → «Topics...» ni ochamiz.

## TELESKOPNI ISHGA TUSHIRISH

Biz ishning «Login In» qismini bajarib bo'ldik, endi teleskopni ishga tushirishimiz (Operate Telescope) kerak. Bu amal bir necha bosqichlardan iborat. Teleskopning tomini ochish va teleskopni osmonga yo'naltirish (Access Telescope Window) va teleskopni boshqarish (Telescope Control). Bu amallarni bajarish tartibi to'g'risida bilish uchun ularni ko'rsatuvchi yozuvlar ustiga kursorni qo'yib ikki marta bosamiz. «Access Telescope Window» - «Teleskop tomini ochish». Yulduzlarning yorug'ligini o'lchash (*yulduzlarni fotometriyalash*) uchun siz teleskopni osmonga qaratishingiz (yo'naltirishingiz) kerak. Buning uchun ikkinchi sahifaning chap yuqori burchagidagi «File» pastidagi «Run» ustiga kursorni qo'yib bir marta bosing, shoshilmang, bir daqiqadan keyin ekranda teleskopni osmonga qaratadigan eshik (*qizil kvadrat*) paydo bo'ladi va uning ostki qismida «Telescope Successfully Accessed» («Teleskop tayyor») yozuv chiqadi. Uning pastida «Ok» tugmachani bosing, yozuv yo'qoladi. Shuni esda tuting, ikkinchi sahifadagi boshqa amallarni, masalan, «Data» ni bajarish uchun, teleskopni ochish zarur emas. «Data» oldin olingan natijalar ustida ishlashni ta'minlaydi.

Select Help Topic	
-Getting Started	
Log In	
-Operate Telescope	
Access Telescope Window	
Telescope Control	
-Change Telescope	
Request Telescope Time	
Access Telescopes	
Change Star Field	

Teleskopni ishga tushirishning ikkinchi bosqich tartibi «**Telescope Control**»da berilgan. Kursorni «**Telescope Control**» ustiga qo'yib ikki marta bossangiz quyidagi yozuv chiqadi.

Teleskopni ishga tushirish uchun quyidagi amallar qo'llaniladi. Bu amallarni bajaradigan tugmalar teleskop eshigining (*qizil ramka*) chap tomonida joylashgan.

«**Dome**» - tugmachasini bossangiz teleskop eshigi ochiladi. Bu tugma eshik berk bo'lgan holdagini ishlaydi. Eshik ish boshlaganda berk bo'ladi, u ochilgach ish tugaguncha ochiq holda bo'ladi va u boshqa teleskopga o'tganda yoki ish tugaganda bekiladi.

«**Tracking**» - bu tugma teleskopni soat mexanizmini ishga tushiradi va teleskop yulduzlar osmoni bilan birgalikda olam o'qi atrofida aylana boshlaydi. Buning uchun «**Tracking**» tugmasini bosib va uning o'ng tomonida «**Off**» o'rmda «**On**» degan yozuv payo bo'ladi. Agar «**Off**» yozuv bo'lsa yulduzlar chapdan o'ngga tomon siljiy boshlaydilar, «**On**» da bunday siljish bartaraf etiladi.

«**Slew Rate**» - bu tugma «**N**», «**S**», «**E**» va «**W**» tugmalarni bosganda teleskopni u yoki bu tomonga aylantirish tezligini o'zgartirishni ta'minlaydi. Uni ketma-ket bosganda 1, 2, 4, 8 va 16 raqamlari chiqadi (1 eng sekin, 16 eng tez).

«**N**», «**S**», «**E**» va «**W**» - aylantirish tugmalari. Bu tugmalar teleskopni (qora osmon sahnida qizil katakcha) u yoki bu yulduzga yoki osmonning biror nuqtasiga yo'naltirilganda qo'llaniladi. Buning uchun kursorni kerakli tugma ustiga qo'yib bosish va shu holda ushlab turish kerak. Teleskop u (**N**), yoki bu (**S**) tomonga burila boshlaydi. Tugmani qo'yib yuborsak teleskop to'xtaydi.

## FOTOMETRNI ISHLATISH

Odatda teleskop ikkita optik qismdan iborat bo'ladi: asosiy teleskop (u «**Instrument**» deb nomlangan) va axtaruvchi («**Finder**»). Qizil ramka osmonning ko'rinishi va uning katta sohasini o'z ichiga oladi, uning ichida yulduzlar bir nechta bo'lishi mumkin. (Qizil ramka axtaruvchi teleskopning

ko'rish maydonidir). Yulduzlar yorug'ligi asosiy teleskopga o'rnatilgan fotometr yordamida o'lchanadi. Buning uchun axataruvchidan asosiy teleskopga o'tish kerak, bu ishni «Change View» bajaradi.

«Change View» - *Axtaruvchidan* asosiy teleskopga va aksincha amallarni bajaradi, ya'ni ikki xil kattalashtirish (ko'rish maydoni) beradi: tomonlari  $2\frac{1}{2}$  burchak gradusga ega sohani ko'rsatadigan «Finder» - «Axtaruvchi» va kattaligi 15 yoy minutiga teng sohani ko'rsatadigan «Instrument» - «bosh optik tizim» yoki «o'lagich».

Bosh optik tizim («Instrument») ga fotometr o'rnatilgan. Uning kirish teshigi qizil aylana bilan belgilangan. Demak, qizil kvadrat «Finder» ning ko'rsatish maydoni, qizil aylanacha «Instrument» ning o'lash maydonchasi.

Yorug'ligini o'lchash kerak bo'lgan yulduzni qizil kvadrat markaziga joylashtirgach «Change View» tugmani bosamiz. «N», «S», «E» va «W» tugmalar yordamida yulduzni qizil gardishcha ichiga joylashtiramiz. Bu amalni avtomatik ravishda ham bajarish mumkin: buning uchun «Set Coordinates» deb ataladigan tugmacha o'rnatilgan.

«Set Coordinates»-bu tugmachani bossak, teleskopni osmonning ma'lum nuqtasiga yo'naltirilgan sahifa ochiladi. Unda shu nuqta (yulduzning to'g'ri chiqishi (*right ascension*- $\alpha$ ) va ojish burchagi (*declination*- $\delta$ ) ni kiritish uchun kataklar ochiladi. Agar yulduz jadvalidan olingan koordinatalar kataklarga yozilsa va «Ok» tugma bosilsa teleskop osmonning shu nuqtasiga yo'naltiriladi va bu nuqta (yulduz) qizil aylana ichiga tushadi.

Yorug'ligi o'lchanishi kerak bo'lgan yulduz qizil aylana ichiga tushirilgach fotometrni ishga tushiramiz. Uning tugmasi teleskop eshigining o'ng tomonida joylashtirilgan va u «Take Reading» deb ataladi. Bu tugmani ishlatish tartibi: «Help»→«Topics»→«Taking Data» da keltirilgan. U bir necha qismlardan iborat: «Access Photometer Window», «Set Filter», «Set Integration Seconds», «Set Number of Integrations», «Take Sky Reading», «Take Photometric Readings», «Record Readings», «Return Telescope Window».

«Access Photometer Window»-bu amalni teleskop eshigi ochilganidan keyin unda «Instrument» ni qizil aylana shaklidagi kirish teshigi ko'ringach boshlash mumkin. «N», «S», «E» va «W» tugmalar yordamida osmonning yorug'ligini o'lchash kerak bo'lgan joyini qizil aylana ichiga tushiramiz va «Take Reading» tugma ustiga kursorni qo'yib sichqonchani chap tomonini bosamiz. Ekranida yangi dialog sahifa ochiladi, u fotometrik darcha (Photometer Window) deb ataladi.

Fotometrik darchada «Start Count», «Filter», «Integration», «Seconds», «Record Reading», «Return Telescope Window» degan tugmalar bor.

«Set Filter»-filtrni qo'yish uchun fotometrik darchadagi «Filter» tugmasi ustiga kursorni qo'yib bosamiz. Tugma yonidagi kichkina oynacha (sariq, ko'k

va binafsha) ichiga  $V$ ,  $B$  yoki  $U$  harflar har xil rangda ketma-ket ko'rina boshlaydi.

«**Set Integration Seconds**»-yig'ish vaqtini qo'yish. Buning uchun «**Second**» tugmani ketma-ket bosamiz. Tugma yonidagi katakchada 0.1, 1, 10 yoki 100 sonlar ko'rinadi, bular fotonlarni sanash vaqti davomiyliigi, sekundlarda.

«**Set Number of Integrations**»-fotonlarni yig'ishni 5 martagacha takrorlash mumkin, yig'ish sonini olishda «**Integrations**» nomli tugmachani bosib qo'yish mumkin.

## OSMON SAHNI YORUG'LIGINI O'LCHASH

Yulduzlar yorug'ligini o'lchashga o'tishdan oldin osmon sahnining yorug'ligini har xil filtrlar ( $U$ ,  $B$ ,  $V$ ) orqali o'lchab chiqish kerak (11-rasm, o'ngda). Buning uchun quyidagilar bajariladi.

«**Take Sky Reading**»-osmonning yorug'ligini o'lchash. 1) Qizil aylanachani yulduz yaqinidagi osmon sahniga qo'yamiz. Qizil aylanacha ichiga yulduz tushmasligi zarur. 2) «**Take Reading**»-tugmani bossak o'lchash boshlanishi kerak. Bundan oldin «**Object**» qarshisidagi «**Sky**» yozuv, «**Filter**»- $V$  yoki  $B$  yoki  $U$ ; «**Seconds**»-10 yoki 100; «**Integrations**» 1 yoki 2, 3, 4, 5 bo'lishi kerak. Agar oldin «**Photometric Window**» tugmalari ishlatilmagan bo'lsa odatda «**Object**» qarshisida «**Sky**» turadi. 3) Kerakli filtrlarni qo'yamiz. Agar osmon o'lchangan bo'lsa «**Photometric Window**» ning pastida joylashgan «**Mean Sky**» (o'rtacha osmon) ichida qo'llanilayotgan filtrda 1 sekundda fotonlar soni yozib qo'yilgan bo'ladi, aks holda «**No Sky**». 4) «**Seconds**» ni bosib -10 s qo'yamiz va «**Integrations**» bosib-5 raqamini qo'yamiz. 5) Endi «**Start Count**» tugmani bosamiz va «**Raw Counts**» nomli katakchalarda 5 ta raqam yozilishini kutamiz. O'lchash tugagach osmonni o'rtacha yorug'ligin hisoblanadi. «**Record Reading**»ni bosamiz. Shundan keyin «**Filter**» ni bosib, boshqa ranglarda o'lchashga o'tamiz. Uch xil rang ( $U$ ,  $B$  va  $V$ ) da o'lchash va qayd qilish kerak.

Osmon sahni uch xil filtrda o'lchangandan keyin «**Photometric Window**» dagi «**Return**» tugmani bosamiz, bu bizni teleskopni boshqarishga qaytaradi. Endi qizil aylana ichiga yulduzlarni birin ketin joylashtirib, ulardan kelayotgan fotonlarni sanaymiz. Yulduzni o'lchash osmonni o'lchashga o'xshash tartibda bajariladi.

## YULDUZ YORUJLIGINI O'LCHASH

Yulduzni qizil aylana ichiga joylashtirgach teleskop eshigining chap tomonidagi «**Take Reading**» tugmani bosamiz. «**Photometric Window**» ko'rinadi. «**Object**» qarshisidagi yulduz belgisi-nomeri ko'rinadi, «**Mean Sky**» ostida qo'llanilayotgan filtr ( $U$  yoki  $B$  yoki  $V$ ) da osmon sahnida o'lchangan fotonlar soni bo'lishi kerak. Agar «**Mean Sky**» ostida «**No Sky**» degan yozuv bo'lsa yulduzni o'lchash befoйда. Oldin osmonni o'lchash kerak, keyin yulduzni.

Har bir yulduz har filtrda 10 sekunddan besh martagacha o'lchanib, natijalar har safar «Record Reading» yordamida qayd qilingach «Return» tugma yordamida «Telescope Control» ga qaytamiz. Bosh men'yuning chap yuqori burchagidagi «File» ustiga kursorni qo'yamiz, uning ostida «Data» yozuvi ko'rinadi. Kursorni «Data» ustiga qo'yamiz, uning yonida «Load», «Review», «Save», «Print» yozuvlar ochiladi «Review» ni ustiga kursorni qo'yib bosamiz. O'lchash natijalari jadval shaklda ko'rinadi

Object	Fame	U	B	V	Data	Scope	Remarks
Sky	2553,935727	3,8	6,0	15,6	1	1	
HD23630	2553,937116	2,44	2,78	2,870	2	1	

Bu natijalar saqlanishi zarur. Buning uchun bosh sahifadagi File→Data→Save tugmalar bosiladi. Shundan keyin natijalar printer orqali qojozga chiqarilishi mumkin.

#### V A Z I F A

1. Har xil filtr ( $U$ ,  $B$ ,  $V$ )lar orqali (10 sekund vaqt davomiylik bilan) osmon fonining yorug'ligini o'lchang. Bunda o'zaro yaqin yulduzlar uchun fanni bir marta o'lchash yetarli.

2. To'dadagi yulduzlarning (har bir talaba kamida 10 tadan) yorug'ligini turli filtrlar yordamida o'lchang, hamda ularning rang ko'rsatgichi va temperaturasini hisoblang. Shuningdek, yulduzlarning rang ko'rsatgichi va temperaturasi orasidagi bog'lanish grafigini chizing.

#### 8-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot

1-2. Osmon sahni va yulduzlarning yorug'ligi, rang ko'rsatgichi va temperaturasi.

Ob'ekt nomi	$U$	$B$	$V$	$(B-V)$	$(U-B)$	$T(K)$
Osmon						
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8						
9						
10.						

## 9-Laboratoriya ishi YULDUZLARNI SPEKTRAL SINFLASHTIRISH

*Ishning maqsadi: Yulduzlarning spektrogrammalari asosida ularning spektrlarini o'rganish va spektral sinflarini aniqlash. Yulduzlar spektrini olish va unga ko'ra yulduzlarni sinflarga ajratish (kompyuterda bajariladi). Yulduz spektrida spektral chiziqlarni topish va chiziqlarning ekvivalent kengligini o'lchash. Olingan natijalarga ko'ra «spektr-yorqinlik» diagrammasini tuzish.*

*Qo'llanma: Garvard sinfiga tegishli yulduzlarining spektrlari (1-planshet); bir nechta yulduzlarning tirqish yordamida olingan spektrogrammalari (2+5-planshetlar); Astronomik kalendar-doimiy qismi; havaskor astronomlar spravochnigi. Yulduzlar spektrlarini olish va ularga ishlov berish jarayoni yozilgan kompyuter, "astrolab" dasturi, yulduzlar osmonining atlas (AGJ).*

*Adabiyot: [1], III Bob, 16-§; [4], II Bob, 14-§; [6], III Bob, 3-§; [7], 10 Bob, 96,97-§§; [9], 13 - ma'ruza; [12], 3 Bob, 3.1.2-§; [16], T. 1, XVIII Bob.*

*Qo'shimcha adabiyot: [3], 5 Bob, 5.8.(1)-§; [5], VII Bob; [10], III Bob, 3.12-§; [13], 7 band, 289-292 b.; [14], 2-Laboratoriya ishi; [15], 30-Laboratoriya ishi.*

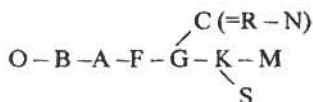
*Masalalar: [8], № 152, 154, 155, 157+160, 164, 165, 184.*

Yulduzlar spektridagi mavjud bo'lgan yutilish chiziqlari, yulduzlarning atmosferasi juda siyrak gazlardan tashkil topganligini ko'rsatadi. Fraunhofer chiziqlari nafaqat yulduz atmosferasining kimyoviy tarkibi to'g'risida, balki ularning fizik sharoitlari to'g'risida ham (atomlar neytralmi yoki ionlashgan, molekulyar holda birikkanmi) fikr yuritish imkonini beradi.

Yulduzlarning spektrlari haddan tashqari xilma-xil bo'lsada, lekin ko'pchiligining spektrlari bir-biriga o'xshash. Bu narsa bizga yulduzlarni sinflarga ajratish imkonini beradi.

Shunday sinflashtirishlardan biri XX asrning 20-yillarida tuzilgan garvard observatoriyasini hisoblanadi. Bu ishlarning mahsuli sifatida «*Dreper katalogi*» (Дреперовский каталог) vujudga keldi (qisqacha HD, masalan, yulduz HD 187432 deb belgilangan bo'lsa, demak u katalog bo'yicha 187 432-yulduz bo'ladi). Hozirgi vaqtda 400 000 ga yaqin yulduzlar sinflarga ajratilgan. Sinflarga ajratish prizmati kamera yordamida olingan fotosurat asosida bajarilgan. Tekshirish o'tkaziladigan spektrning uchastkasi ~3900÷5000 Å ni egallaydi.

Spektral sinflar temperaturalarning pasayishi tartibida quyidagi harflar bilan belgilanadi.



I-jadval. Yulduzlarning spektral sinflari va ularning xarakteristikalari.

Sinf	Spektrlarning xarakteristikalari	Temperaturasi	Tipik yulduzlar
O	Vodorod, geliy, ionlashgan geliy, ko'p marta ionlashgan kremniy, uglerod, azot, kislorod chiziqlari. Spektrdagi nurlanish chiziqlarini beruvchi yulduzlarni Volf-Raye yulduzlari deb ataladi (ularning temperaturasi 100 000° gacha boradi)	50 000 – 25 000°	Kormaning $\varphi$ -si, Orionning $\lambda$ -si, Perseyning $\xi$ -si, Sefeyning $\lambda$ -si, Elkanning ( $w$ ) $\alpha$ si, Orionning I-si.
B	Geliy, vodorodning yutilish chiziqlari (A sinfga o'tishda ko'payadi). Ionlangan kaltsiynning kuchsiz H va K chiziqlari	25 000 – 15 000°	Orionning $\epsilon$ -ni, Sunbulaning $\alpha$ -si (Spika), Perseyning $\gamma$ -si, Orionning $\gamma$ -si.
A	Vodorodning chiziqlari intensiv, ionlashgan kaltsiynning H va K chiziqlari J ga o'tishda kuchayadi. Metallarning kuchsiz chiziqlari paydo bo'ladi.	11 000°	Katta Itning $\alpha$ -si (Sirius). Liraning $\alpha$ -si (Vega)
F	Ionlashgan kaltsiynning H va K chiziqlari, G-sinfga o'tayotganda metall chiziqlari kuchayadi, vodorod chiziqlari esa susayadi. 4226 Å li kaltsiy chizig'i paydo bo'ladi va G sinfga o'tishda kuchayadi. Polosasi paydo bo'ladi va kuchayadi, temir, kaltsiy va titan (4310 Å) chiziqlari hosil bo'ladi.	7 500°	Egizaklarning $\alpha$ -si, Egizaklarning $\delta$ -si, Kichik Itning $\alpha$ -si (Protsion), Perseyning $\alpha$ -si, Kormaning $\lambda$ -si.
G	Kaltsiynning H va K chiziqlari intensivlashgan, temirning 4226 Å li chizig'i juda intensiv. Metallarning ko'plab chiziqlari paydo bo'ladi. Vodorodning chizig'i K sinfga o'tishda xiralashadi. Polosa esa intensivlashadi.	6 000°	Quyosh, Aravakashning $\alpha$ -si (Kapella), Janubiy Gidraning $\beta$ -si
K	Metallarning (qisman H va K, 4226 Å) chiziqlari intensiv, vodorod chiziqlari o'nchalik ko'zga tashlanmaydi. G polosasi intensiv. K5 sinfchasidan boshlab TiO titan oksidining yutilish chizig'i ko'rina boshlaydi.	5 000°	Xo'kizboqarning $\alpha$ -si (Arktur), Egizaklarning $\beta$ -si (Polluks), Buzoqning $\alpha$ -si (Aldebaran).
M	Titan oksidi va boshqa molekulyar birikmalarning polosalari intensiv. Metallar (va qisman H, K va 4226 Å) chiziqlari yaqqol ko'zga tashlanadi; G polosasi xiralashgan. Spektrdagi Kitning o ni tipi o'zgaruvchan goper davrigacha vodorodning nurlanish chizig'i paydo bo'ladi (Me bilan belgilanadi).	3 500-2 000°	Orionning $\alpha$ -si (Betelgeyze), Chayonning $\alpha$ -si (Antares), Kitning o ni



Spektrlarga tegishli ma'lumotlar 1-jadvalda keltirilgan. Har bir spektral sinf yana o'nta bo'lakchalarga bo'lingan, masalan, B0, B1, ..., B4, ..., B9, A0, ..., A9 va h.k.

O, B, A sinflarga tegishli yulduzlar «qaynoq» yoki «yosh», F va G ga tegishlisi «quyoshsimon», K va M ga tegishlilari esa «sovuq» yoki «qari» yulduzlar deb ataladi. Planetar tumanliklar uchun r spektral sinfi, yangi yulduzlar uchun esa Q spektral sinfi kiritilgan.

Spektrlardagi keng (qalin) nurlanish chiziqlarini beruvchi yulduzlar **Volf-Raye** (W bilan belgilanadi) yulduzlari deb ataladi, ularning temperaturallari 100000 K gacha boradi. G (R-N) spektral sinfga kiriuvchi yulduzlarning spektrlari uglerod birikmali, S-niki esa sirkoniydan iborat kuchli polosalarni keltirib chiqaradi.

Spektral tadqiqotlar bir vaqtda ularning ranglari bo'yicha ham olib borilishi mumkin. O, B spektral sinfga tegishli yulduzlar-zangori (ko'k), A, F – oq, G-sariq, K-zarg'aldoq, M, R, N, N-qizil yulduzlar deb ataladi. Spekr belgisi oldida turuvchi qo'shimcha kichik lotin harfi – d (karlik), g (gigant), c (o'tagigant) yulduz ekanligini bildiradi. Masalan, Quyosh = dG2.

Spektrlarning quyidagi xarakteristikalaridan ham foydalaniladi: n-keng va chaplashgan chiziq, s-ingichka va keskin chiziq, l-yorug', p-noto'g'ri (noaniq) chiziq, n, s, p, l ko'rsatgichlar spektr belgisidan keyin quyiladi. Keyinchalik yersk sinfi (yoki mm) bo'yicha spektral sinflar yorqinligi bo'yicha ham ajrata boshlandi (I-o'tagigantlar, II-yoruj gigantlar, III-gigantlar, IV-subgigantlar, V-bosh ketma-ketlik, VI-sub karliklar, VII-oq karliklar).

Yulduzlarning spektrogrammalarini standart yulduz spektrlari bilan solishtirib, yulduzlarning spektral sinflarini topish mumkin. Bunda vodorod va ionlashgan kaltsiyning intensivligi bir spektral sinfdan boshqasiga o'tganda keskin o'zgarishiga e'tibor berish kerak.

## V A Z I F A

1. Standart yulduz spektrlaridan vodorod va ionlashgan kaltsiyning eng intensiv chiziqlarining sinflari (sinfchasi) ni aniqlang.

2. Tirqishli spektrograf yordamida olingan yulduz spektralridan (har bir variant ikkita fotosurat, masalan, planshetlardagi A va B kabi) yulduzlarni sinflarga ajrating.

**9- Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot mustaqil ravishda tayyorlanadi.**



## YULDUZLARNI SPEKTRAL SINFLASHTIRISH (kompyuterda)

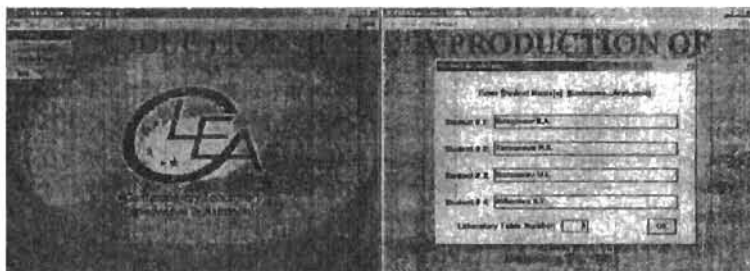
Yulduzlarning spektriga asoslanib ularning asosiy fizik ko'rsatgichlarini, masalan, yuza temperaturasini, ularning atmosfera qatlamlarida modda zichligini va kimyoviy tarkibini, ularning o'q atrofida aylanishi va fazoda harakat tezliklari aniqlanadi. Bunday ishlarni yuqori dispersiya bilan olingan spektr asosida bajarish mumkin. Yuqori dispersiyali spektr tirqishli difraksion spektrograf yordamida olinishi mumkin. Bunday spektrografda yulduz nurining ancha qismi isrof bo'ladi. Shuning uchun yulduzlarning yuqori dispersiyali spektrini olish ancha muammoli masala. Hozirgi zamonda katta optik va ajrataolish kuchiga ega teleskoplarni, shuningdek, yuqori sezgirlikka va kvant chiqishiga ega nurlanish priemnik (CCD) larning yasalishi va qo'llanilishi yulduz spektrofotometriyasini yuqori sonli bosqichga ko'tardi. Ushbu laboratoriya ishi ana shunday teleskop, spektrograf va priemnik (*qabul qilgich*) yordamida olingan materiallarga asoslangan. Ishni bajarishda foydalaniladigan o'lchash natijalari *Milliy Optik Astronomik Observatoriyasi (AQSH)* ning teleskoplarida olingan.

### Ishni bajarish tartibi:

1) CLEA ni kompyuterga instolirovat qilish (o'rnatish). Buning uchun CLEA yozilgan CD-ROM yoki 3,5 dyumli disketkani kompyuterga qo'yamiz, CLEA degan papka ochiladi, uning ichida barcha (9) ta laboratoriya ishlari ostida «Install» yozuv yozilgan papka (tugma) bor. Kursorni qo'yib bossangiz yuqori chap tomonda «Begin Installation» yozuv bor sahifa ekranga chiqadi. Sahifada «Install CLEA Software» yozuv bor, sahifa pastida «BACK»- - -«NEXT»- - -«CANCEL» yozuvlar yozilgan tugmalar bor: «NEXT» ni bossangiz «Installation Type» (*inostalyatsiya - o'rnatish turini tanlang*) degan yozuv chiqadi. Agar CLEA ni kompyuteringiz vinchestiriga yozib olmoqchi bo'lsangiz birinchi tumni tanlang, kursorni uning ustiga qo'yib bosing. Sahifa tagidagi «NEXT» ni bosing. Ekranda yangi sahifa «Installation Options» ochiladi. Bu o'rnatishni tanlash demakdir. Agar birinchi qatomi «Installation All Exercises» (barcha ishlarni o'rnatish) ni belgilab (E)«NEXT» ni bossangiz barcha (9) ish kompyuteringizga o'rnatiladi. Oxirida sahifani yuqori chap tomonida «Finished» va yuqorisida «Installation is Complete» («o'rnatish bajariladi») degan yozuv chiqadi, uning ostida «Ok»-tugma bor, uni bosing, kompyuter CD-ROM dan o'z xotirasiga CLEA ni ko'chirib oladi. Agar boshqacha ko'rsatilmagan bo'lsa kompyuter ni C diskka yozib oladi, ya'ni C-diskni ikki marta bossangiz CLEA yozuvli papka paydo bo'ladi.

2) Yulduzlarni sinflashtirish bo'yicha ishni boshlash. Endi CLEA nomli papka ustiga kursorni qo'yib sichqonchani chap tomonini ikki marotaba

bossangiz 10 ta papka va **Install** yozuvli papkalar o'rnatiladi. Papkalarining 9-chisi **Speclab**-ya'ni *spektral sinflashtirish* bo'yicha laboratoriya ishi, uning ustiga sichqonchani qo'yib uning chap tomonini ikki marta bosib, ishini bajaruvchi dasturlar va spektrlar yozilgan fayllar to'plami (28 ta) ekranga chiqadi. Ular orasidan **CLEA\_SPE** yozuvligini toping va uning ustiga kursorni qo'yib ikki marta bosib. Ekranda ishning birinchi (I) sahifasi chiqadi. **Clea Exercise-Stellar Spectra** yozuv bor. Bu yozuv ostidagi qatorning chap chetida **File** o'ng chetida esa **Help** (*yordam*) yozuvlar bor, sarg'ish sahifa ichida yozuv bor. Ikkinchi qator chapidagi (ekranni chaqirgach burchagida) **File** ustiga kursorni qo'yib bir marta bosib (1-rasm, chapda), **Log In**, pastroqda **Run**, **Preferences** va **Exit** yozuvlar chiqadi (12-rasm, chapda). **Log In** ni bosib. Sarg'ish sahifa o'rtasida yangi sahifacha **Student Assonating** chiqadi (12-rasm, o'ngda).



12-rasm

Unga talabalarning ismini va laboratoriya ishi raqamini (**Laboratory Table Number**: ) kiritib va **Ok** ni bosib, yangi sahifa chiqadi, unda **Login Complete** ya'ni *«kiritish to'g'rimi?»* deb so'raladi. Agar talabalar ro'yxati tugallangan bo'lsa **Yes** ni bosasiz; rangli spektrlar ketma-ketligi joylashtirilgan sahifa (II) paydo bo'ladi, unda **CLASSIFICATION OF STELLAR SPECTRA** yozuv bor. Sahifaning chap burchagidagi **File** ga kursorni qo'ying, uning pastida **Run** yozuvi bor (13-rasm, chapda), uning ustiga kursorni qo'ysangiz undan o'ngda **Take Spectra** va **Classify Spectra** degan yozuvlar chiqadi. Shu yerga kelib ish ikkita ishga bo'linadi:

I) **Take Spectra**-yulduz spektrini olish va keyin *sinflashtirish*.

II) **Classify Spectra**-kompyuterda spektri keltilgan 25 ta yulduzning *spektral sinfini aniqlash*. Dastavval birinchi ishni, ya'ni *spektrni olishni ko'ramiz*.

## YULDUZLAR SPEKTRINI OLISH

«File»→«Run»→«Take Spectra» yo'l bilan borib kursorni oxirisini ustiga qo'yib bosamiz, ekranda ishning uchinchi (III) sahifasi ochiladi, u teleskopni ochish, yulduzlarni tanlash, yulduzni spektrofotometrning kirish tirqishiga qo'yish va spektrni fotometriyalash va o'lchash kabi amillardan iborat. Sahifa o'rtasida qizil kvadrat (u teleskop eshigi) va uni pastki qismida «You Now Have Control of the 0.4 m Telescope», ya'ni teleskop tayyor degan yozuv bor. «Ok» ni bossangiz sahifacha o'chadi, qizil sahifa atrofidagi yozuvlarni bir qismi ishga tushadi. Masalan, «Telescope» ning ustiga kursorni qo'yib bossangiz uning pastida «Request Time»→ uning yonida

Request 1,0 Meter Telescope

Request 4,0 Meter Telescope

yozuv chiqadi, pastida «Access 0,4 meter». Bu imkoniyatlarda 0,4 m va 1,0 m teleskoplarda ishlash hozirgacha ta'minlangan. Ishni 0,4 m dan boshlagan ma'qul. Kursorni uning ustiga qo'yib bossangiz 0,4 metrli teleskopda ish boshlash imkoniyati paydo bo'ladi. Endi «Dome» ni bosing, teleskop eshigi (qizil) ochiladi, osmon ko'rinadi. Bu osmon «Finder» (Axtaruvchi) orqali ko'rinayapti. Osmon sahnida yulduzlar va qizil kvadrat bor, e'tibor bersangiz yulduzlar chapdan o'ngga tomon siljimoqda, bu osmonning qo'zg'almas teleskopga nisbatan sutkaviy aylanishidir, bu harakatni to'xtatish uchun «Traking» ni bosing. («Slew Rate», «Change View», «Set Coordinates») ishga tushadi, ya'ni ishlovchi tugmalarga aylanadi. Kursorni «N», «S», «E» va «W» ustiga ketma-ket qo'yib teleskopni ikki o'q atrofida aylantiramiz va kerakli yulduzni qizil ramka ichiga kiritamiz. Shundan keyin «Change View» ni bosamiz (13-rasm, o'ngda). Shu yerda e'tiboringizni bir narsaga qarating, III sahifaning chap yuqori qismidagi «File» yonida «Field» degan yozuv bor. Kursorni uning ustiga qo'yib bossangiz yangi sahifa ochiladi. Bu sahifa osmonning ikkita (keyinchalik ko'paytiriladi) maydonchasini tanlashga imkon beradi.

Birinchisi Hulkar (Pleiades) yulduz to'dasi. Shuni tanlab «Ok» ni bossak, teleskop eshigida Hulkar yulduzlar to'dasi ko'rinadi. Eshikning o'rtasidagi qizil ramka ichiga N, S, E, W tugmalar yordamida birorta yulduzni joylashtirib «Change View» ni bossak, uning pastirog'ida «Instrument» va 0<sup>d</sup> 15' 00" yozuvlar hamda eshik o'rtasida ikkita parallel qizil kesmachalar paydo bo'ladi.



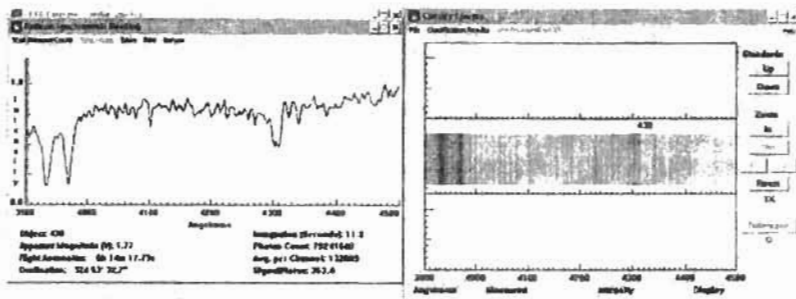
13-rasm

Ular spektrgrafning kirish tirqishini ko'rsatadi. N, S, E, W tugmalar yordamida tanlangan yulduzni tirqish ichiga joylashtiramiz va teleskop eshigidan o'ng tomonga o'rnatilgan «Take Reading» nomli tugmani bosamiz. Yangi sahifa (IV) ochiladi, uning yuqori chap burchagida «Reticon Spectrometer Reading» va undan pastroqda «Start/Resume Count» va «Return» yozuvlar ko'rinib turibdi. Sahifa o'rtasida koordinata o'qlari belgilangan (abtsissa o'q bo'yicha to'lqin uzunliklari, angstromlarda, ordinata o'qi bo'yicha nisbiy intensivliklar) grafik chizish uchun tayyor chizma joylashtirilgan. Endi «Start/Resume Count» ning ustiga kursorni qo'yib bosning. Chizma ichida nuqtalar «raqsi» boshlanadi.

Spektr CCD lineyka (bir to'g'ri chiziqqa chizilgan 512 ta fotodiodlar qatori) orqali olinmoqda. Fotodiodlar tushayotgan fotonlar oqimi o'zgaruvchan bo'lganligi uchun qancha uzoq vaqt davomida foton sanalsa har bir fotodiodga tushayotgan fotonlar yig'indisi shu to'lqin uzunlikda kelayotgan oqimning haqiqiy qiymatiga yaqinlasha boradi, spektrning yozuvi silliq egriga aylanaboshlaydi. Chizmadan pastda yulduzning belgisi «Object» to'g'risida, ko'rinma kattaligi «Apparent Magnitude» to'g'risida, koordinatalari ulardan pastroqda ko'rinib turadi. Foton yig'ish vaqti «Integration» (sekundlarda), o'rtacha har bir fotodiodda to'plangan fotonlar soni «Avg. per Channel» va *signal/shovqin* nisbati «Signal/Noise» to'g'risida yozila boshlaydi (14-rasm, chapda).

«Signal/Noise» nisbati 100 dan ortishini kutib, foton sanashni davom ettiramiz. Bu nisbat 1000 ga yaqinlashganda spektr juda yuqori sifatli bo'lib chiqadi. «Signal/Noise» nisbat yuzdan oshgandan keyin «Stop count» ni bosish mumkin. Shunda sanash to'xtaydi va o'lchash natijalarini kompyuter xotirasiga yozib qo'yish kerak, buning uchun «Save» tugmasini bosish kerak. Bunda uchtagacha raqam yozish mumkin bo'lgan katagi bor sahifacha («Spectrum ID») ochiladi. Katakchani to'ldirib «Ok» ni bosning. «File Name» deb ataladigan sahifacha ochiladi va unda «Spectrum Will be Saved in file Named File ...

**CSP»** yozuv bor, **«Olo»** bossak o'lichangan spektr ...**CSP** nomli faylga yozib saqlanadi. Endi **«Retrun»** nomli tugmani bosib uchinchi (III) sahifaga qaytamiz, qizil kvadra ichiga boshqa yulduzni qo'yamiz, **«Change View»** ni bosib uni spektrometr tirqishiga qo'yamiz va **«File»** orqali **«Take Reading»** ga o'tamiz, o'lichash tartibi yuqorida aytilganidek takrorlanadi.



14-rasm

Odatda biz spektrni fotosurat holda tassavur qilamiz. Yuqorida olingan spektral yozuvlarni fotografiya holiga aylantirish mumkin. Buning uchun spektr olingach va sinflashtirilgach VI sahifada kursorni **«File»**→**«Preference»**→**«Display»**→**«Grayscale «Photo»»** tarzda yurg'izib bosing. Yozuv o'mida spektr fotosini ko'rinadi (14-rasm, o'ngda).

## SPEKTRAL SINFLASHTIRISH

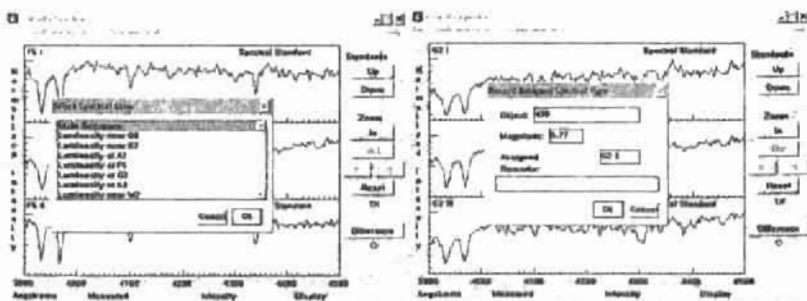
Spektriga ko'ra yulduzning sinfini aniqlash uchun uchinchi sahifadagi **«File»** ustiga kursorni qo'yib **«Run»** ga tushamiz, undan yonga o'tib **«Classify Spectra»** ga kursorni qo'yib bosamiz, yangi (VI) sahifa ochiladi, uning yuqori chap burchagida **«Classify Spectra»** yozuv bor, undan pastki qatorda **«File»**, **«Classification Results»**, **«Line Equivalent Width»** va **«Help»** yozuvli tugmalar bor. Sahifa yozish uchun tayyorlab uchga bo'lingan diagramma shaklga ega, o'ng tomonida **«Standarts»** va **«Zoom»** yozuvli tugmalar, pastida **«Up»**, **«Down»**, **«In»**, **«Out»**, **«Reset»** va **«Difference»** ustma-ust joylashtirilgan.

Kursorni **«File»**→**«Unknown Spectrum»**→**«Saved Spectra»**→...**csp** (yuqorida o'lichangan va hali sinfi aniqlanmagan yulduz spektri joylashgan fayl) ketma-ketlikda yurgizib oxiri yozuv ustiga qo'yib bosamiz. Sahifaning o'rta qismiga yuqorida o'lichanib ...**csp** fayl sifatida saqlangan yulduz spektri yozuvi

chiqadi. Endi yana «File»→«Atlas of Standarts» ni bosamiz, standart yulduzlar ro'yxati chiqadi va uning pastida «Ok» tugma bor.

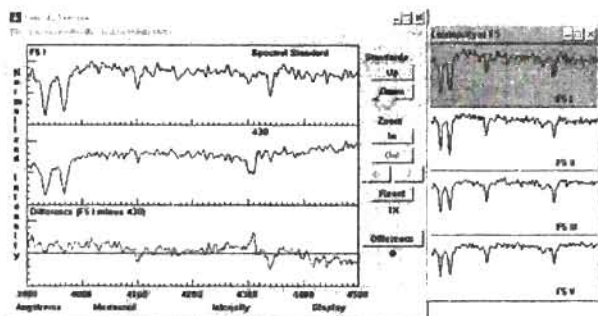
Standart yulduzlar ro'yxatida bosh ketma-ketlik va uning pastida gigant va o'tagiant yulduzlar spektridan namunalar joylashtirilgan. Agar o'lchangan spektrning ko'rinishi gigantlar yoki o'tagiantlarnikiga yaqin bo'lsa jadvaldan shundaylarining ustiga kursorni qo'yib bosamiz. Agar sinflashtirilmagan spektr ketma-ket spektriga o'xshab ketsa u holda kursorni «Main Sequence» ustiga bosamiz (15-rasm, chapda).

Ikkala holda ham noma'lum spektr ustida va pastida sinfi ma'lum standart spektrlar paydo bo'ladi. Ularni «Up», «Down» tugmalari yordamida yuqoriga va pastga surish mumkin. Noma'lum spektr eng o'xshash standart spektr sinfi, u spektr yozuvining yuqori chap burchagida yozilgan, noma'lum spektrga beriladi. Shu spektrni noma'lum ustiga qo'yib «Difference» nomli tugmani bossangiz pastdagi strandart spektr o'rni yuqoridagi va noma'lum spektr ayirmasi qizil rangda yoziladi (16-rasm). Agar sinflashtirish yaxshi bajarilgan bo'lsa bu qizil ayirma to'g'ri chiziqdan juda kam farq qiladi. Noma'lum spektrning sinfi aniqlangach, uni komp'yuter xotirasiga yozib qo'yish kerak. Buning uchun kursorni sahifaning yuqori chap tomonidagi «Classification Results» dan «Record» ga o'tgazib bosamiz, yangi sahifacha chiqadi, unda «Object» 0000 va «Magnitude» 0000 yozuvlar to'g'risida yulduzga tegishli axborot yozib qo'yilgan. Biz «Assigned» yozuv to'g'risidagi katakka yuqorida aniqlangan noma'lum yulduz («Object» 0000) spektral sinf belgisini yozib qo'yamiz (15-rasm, o'ngda) va «Ok» ni bosamiz. Ekranda III sahifa ochiladi, o'lchash va sinflashtirish uchun yangi yulduz tanlanadi va yuqoridagi tartibda ish bajariladi.



15-rasm





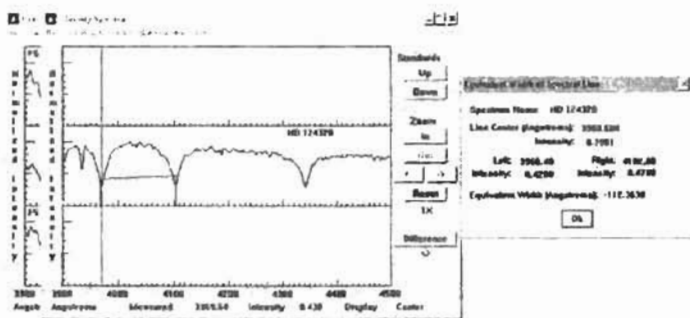
16-rasm

### SPEKTRAL CHIZIQLARNING EKVIVALENT KENGLIGINI O'LCHASH

Spektral chiziqlarning ekvivalent kengligi ( $W$ ) chiziq profili bilan tutash spektr sathini hosil qilgan figuraning yuzasiga teng va u chiziqda yutib qolgan energiya miqdorini belgilaydi. Unga asosanib yulduz atmosferasining kimyoviy tarkibi aniqlanadi. Spektral chiziq profili shakli, kengligi va chuqurligi (3 Ishdagi 3-rasmga q.) yulduz atmosferasidagi fizik sharoitga bog'liq. Shuning uchun chiziq profili va kengligini o'lchash muhim ahamiyatga ega.

Chiziqning  $W$  ni o'lchash yulduzning spektral sinfi aniqlangan sahifa VI da bajariladi. Bu ish spektral sinf aniqlangandan keyin bajarilishi yoki agar VI sahifadan aniqlangan bo'lsa shu sahifani ekranga chiqarib bajariladi. Sahifa o'rtasidagi spektr  $W$  si o'lchanishi kerak bo'lgan chiziq ustiga kursorni qo'yib ikki marta bosib, vertikal qizil chiziq chiqadi, sahifaning o'ng tomonida joylashtirilgan «Zoom» pastidagi «In» tugmani bosib, spektr  $x$  o'q bo'ylab ikki marta uzunlashadi. Endi kursor uchini chiziqning eng chuqur nuqtasiga qo'yib sichqonchani o'ng tomonini tez-tez ikki marta bosib, binafsha rangdagi  $T$  shakl ko'rinadi, u chiziqning eng chuqur nuqtasiga qo'yilishi kerak (bu ishni takroran bajarish mumkin). Bu amalni ketma-ket chiziqning chap va o'ng qanotidagi eng yuqori nuqtalar uchun bajaramiz. Natijada chiziqni o'z ichiga olgan binafsha  $\Pi$  singari shakl hosil bo'ladi (17-rasm, chapda). Endi sahifaning yuqori qismidagi «Line Equivalent Width» yozuvni bossangiz chiziqning ekvivalent kengligi ( $W$ ) avtomatik ravishda o'lchanadi va sahifa o'rtasida «Equivalent Width of Spectral Line» nomli sahifacha ochiladi, unda yulduzning nomeri pastida barcha o'lchash natijalari: chiziq markaziga va uning chap (Left) va o'ng (Right) qanoti chetiga moskeladigan to'lqin uzunlik (Wave Length) va intensivliklar (Intensity) hamda uning ekvivalent kengligi

(Equivalent Width (Angstroms)) angstremlarda yozib qo'yilgan (17-rasm, o'ngda). Bu natijalarni ko'chirib oling, ular hisobotga qo'shib topshiriladi.



17-rasm

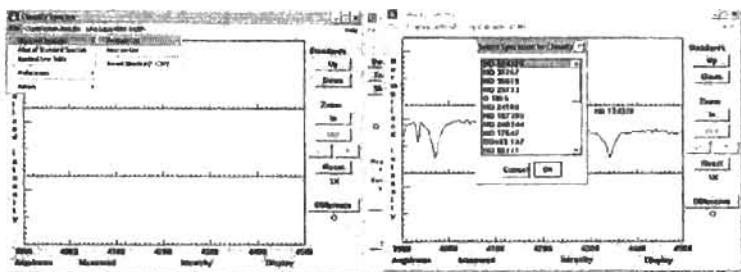
Endi «Ok» ni bossangiz sahifacha o'chadi va boshqa chiziqni o'lchashga o'tish mumkin. O'lchashlar tugagach «File»→«Return»→«Exit Classification Window» yoki «Close Classification Window» tugmalari orqali sinflashtirish sahifasidan chiqish yoki bu sahifani bekitish mumkin. Ikkala holda ham yulduz spektrini olishga qaytasiz.

## SPEKTRI LABORATORIYA ISHIDA BERILGAN YULDUZLAR SINFINI ANIQLASH

Bu laboratoriya ishida spektral sinfini aniqlash uchun 25 ta yulduzning oldindan yozib olingan spektri qo'shib berilgan. Ishning bu qismini ikkinchi sahifadan boshlash kerak. Buning uchun ursorni «File»→«Run»→«Classify Spectra» yo'l bilan yurguzib, sichqonchani chap tomonini ikki marta bosing. Oltinchi (VI) sahifa ochiladi. Bu sahifaning yuqori chap burchagidan kursorni «File»→«Unknown Spectrum»→«Program List» yo'l bilan yurguzib bosamiz (18-rasm, chapda).

Sahifa o'rtasida «Select Spectra to Classify» yozuvli sahifacha ochiladi, unda yulduzlar ro'yxati keltirilgan. Birin ketin yulduz tanlab uning spektral sinfi aniqlanishi kerak. Yulduz tanlangandan keyin «Ok» ni bosing, uning spektri sahifa o'rtasida ochiladi. Endi kursorni «File»→«Atlas of Standard Spectra» ga qo'yib bosing, «Select Standard Spectra» deb nomlangan sahifacha ochiladi. Unda «Main Sequence», «Luminosity near OB» va hakozi yozuvlar bor.





18-rasm

Sinflashtirishni bosh ketma-ketlik yulduzlari bilan taqqoslashdan boshlagan ma'qul, chunki ko'pchilik yulduzlar bosh ketma-ketlikka kiradi. Sahifachadan «Main Sequence» ni belilab «Ok» ni bosing. Noma'lum spektr yuqorisi va pastida bosh ketma-ketlik yulduzlari spektri ko'rinadi. Endi «Standart» yozuv pastidagi «Up» yoki «Down» tugmalarni bossangiz bosh ketma-ketlik yulduzlari surilib ko'rinsa boshlaydi. Spektrlarni yuqori va pastga surib, noma'lum yulduzga mos keladigan spektr topiladi va uning yuqori chap burchagiga yozib qo'yilgan sinf belgisi daftarga yozib olinadi, u ish bo'yicha hisobotga kiritiladi va qayd qilinadi. Buning uchun sahifaning yuqorisida «File» yonidagi «Classification Results»→«Record» tugma bosiladi, yangi sahifacha ochiladi, unda yulduzning nomeri va yorug'ligi, ulardan pastda esa «Assigned» yozuv va uning ketida bo'sh katak bor. Ana shu katakka noma'lum yulduzning yuqorida topilgan spektral sinfi yoziladi. Endi sinfni aniqlash uchun boshqa yulduz spektrini sahifaga chaqirasiz. Oxirida spektral sinfi aniqlangan yulduzning katalogdagi belgisi (HD 124320) ni ham ko'rish mumkin bo'ladi (18-rasm, o'ngda).

Ishni tugatgach kursorni «File»→«Return»→«Exit Classification Window» yo'l bilan yurgizib bosing. Ishning II sahifasiga qaytasiz. Agar kursorni «File»→«Exit» yo 'nalishda yurgizsangiz «CLEA\_SPE» ga chiqasiz.

## VAZIFA

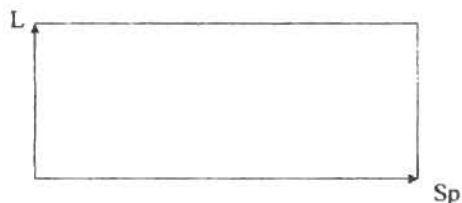
1. Har bir talabaga 50 tadan yulduz tanlab beriladi. Berilgan yulduzlarning spektral sinfi va yorqinligini aniqlang, hamda ularga tegishli boshqa kerakli ma'lumotlarni yozib oling.
2. Birinchi bandedagi yulduzlar uchun "spektr-yorqinlik diagrammasi" ni tuzing.
3. Olingan spektrlarning ekvivalent kengligini, chiziq profili va intensivligini toping. Yulduzlarning kimyoviy tarkibi to'g'risida xulosalar chiqaring.

## Kompyuterda bajarilgan 9-laboratoriya ishi yuzasidan hisobot

### 1. Yulduzlarning spektral sinfi va yorqinligi.

Tanlangan yulduzlar	$m_v$	$\alpha$ (h,m,s)	$\delta$ (°, ', ")	$t$ (sek)	$N_{\text{fot}}$	$A_v$	$S/Sh$	$SpS$	$L$ ( $L_{\odot}$ )
1.									
2.									
3.									
.									
.									
.									
50.									

### 2. "Spektr - yorqinlik diagramma" si.



### 3. Spektral chiziqning ekvivalent kengligi, profili va intensivligi.

Ob'ekt	$\lambda$ (Å)	$I_{\lambda}$	$\lambda_{\text{ch}}$ (Å)	$I_{\lambda}^{\lambda}$	$\lambda_{\text{or}}$ (Å)	$I_{\text{or}}^{\lambda}$	$W$
1.							
2.							
3.							
.							
.							
.							
50.							

Xulosalar:

## 10-Laboratoriya ishi QUYOSHNING FIZIK KO'RSATGICHLARI

*Ishning maqsadi. Astronomik kuzatishlar yordamida Quyoshning asosiy fizik ko'rsatgichlarini hisoblash.*

*Qo'llanma: Maktab teleskopi, millimetr shkalali okulyar, diafragma va qora nur tushgich, kalkulyator, Astronomik kalendar-doimiy qismi, Astronomik kalendar-har yillik.*

*Adabiyot: [2], I Bob, 1-§; [3], 5 Bob, 5.9.(1)-§; [6], V Bob, 1-§; [7], 9 Bob, 75÷77, 80, 81-§§; [10], I Bob; [12], I Bob, 1.1, 1.8-§§; [16], T. III, I Bob, 1-§.*

*Qo'shimcha adabiyot: [4], III Bob, 15-§; [13], 6 band, 224-240 b.*

*Masalalar: [8], № 124, 127, 136, 137, 141÷150, 197, 201, 205.*

Quyoshning fizik ko'rsatgichlari ( $R_{\odot}$ ,  $m_{\odot}$ ,  $M_{\odot}$ ,  $L_{\odot}$  va boshqalar)ni astronomik kuzatishlardan olingan natijalarga asoslanib hisoblash mumkin. Masalan, Quyoshning barchak kattaligini o'lchash yo'li bilan uning bir qancha ko'rsatgichlarini hisoblash mumkin.

Quyida asosiy geometrik va fizik ko'rsatgichlarni o'lchash usullari bilan tanishib chiqamiz:

**1) Quyoshning geometrik ko'rsatgichlari.** Maktab teleskopi (mitsar) okulyarining ichida millimetrlil lineyka o'rnatilgan, u bilan qora shisha (filtr) yordamida Quyosh tasvirining o'lchamini aniqlash mumkin. Uni  $l_{\odot}$  bilan belgilaymiz, u holda  $l_{\odot} = F \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\odot}$  bundan  $\operatorname{tg} \alpha_{\odot} = l_{\odot} / F$ ,  $\alpha_{\odot} = \arctg(l_{\odot} / F)$  ekanligi kelib chiqadi bu yerda  $F$  teleskop ob'ektivining fokus masofasi ( $F=805, 85 \text{ mm}$ ),  $\alpha_{\odot}$ -Quyoshning burchak diametri.

Kuzatish bajarilgan kundagi Yerning Quyoshdan uzoqligi ( $r$ ) Astronomik kalendar-har yillikdan olinadi. Shunday qilib, Quyoshning radiusi

$$\frac{2R_{\odot}}{r} = \operatorname{tg} \alpha_{\odot} = \frac{l_{\odot}}{F}, \quad R_{\odot} = \frac{l_{\odot}}{2F} r.$$

Shuningdek, Quyoshning hajmi ( $V = \frac{4}{3} \pi R_{\odot}^3$ ) va Quyosh sirtining yuzini ( $S = 4 \pi R_{\odot}^2$ ) ham hisoblab topish mumkin.

Quyosh yarimshari sirti yuzining milliondan biri (YASYUMB) kvadrat kilometrlarda Quyosh yuzida bir burchak sekund, minut va gradusga to'g'ri keladigan  $\alpha$  yoy uzunligi ham hisoblangan radiusga nisbatan o'lchanadi ( $\alpha = 0,92 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$ ):

$$\alpha'' = \frac{\pi R_{\odot}}{180 \cdot 3600}; \quad \alpha' = \frac{\pi R_{\odot}}{180 \cdot 60}; \quad \alpha^{\circ} = \frac{\pi R_{\odot}}{180 \cdot 3600};$$

**2) Dinamik ko'rsatgichlar.** Quyoshning massasi va u bilan bog'liq bo'lgan ko'rsatgichlar, Quyosh yuzida og'irlik kuchining tezlanishi, qochish (kritik)

tezligi va boshqa kattaliklar Keplerning uchinchi qonuniga asosan hisoblab topiladi. Agar Yer va Oy orbitasi elementlari, hamda ularning massalari ma'lum bo'lsa, u holda Quyoshning massasini Keplerning umumlashgan qonunidan aniqlanadi

$$\frac{T_1^2(M+m_1)}{T_2^2(m_1+m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}.$$

bu yerda  $M$ -Quyosh massasi,  $m_1, m_2$  va  $a_1, a_2$  lar mos ravishda Yer va Oy massalari hamda orbitalarining katta yarim o'qlari. Quyoshning massa topilgach, Quyosh yuzida gravitatsion doimiylik  $g = Gm_{\odot}/R_{\odot}^2$ , Yer orbitasi uzoqligida esa  $g = G \frac{m_{\odot}}{(R_{\odot} + a)^2}$  ga teng. Kritik (qochish) tezlik  $v_{\infty} = \sqrt{\frac{2Gm_{\odot}}{R_{\odot}}}$ . Quyoshning o'z o'qi atrofida aylanish (siderik) davri ekvatorida  $P_{\text{sid}} = 25^{\text{d}}, 38$ , sinodik davri  $P_{\text{sin}} = 27^{\text{d}}, 28$ . Quyosh ekvatoridagi chiziqli aylanish tangentsial tezligi  $v = \frac{2\pi R_{\odot}}{P_{\text{sid}}}$ .

3) **Fotometrik ko'rsatgichlar.** Quyosh nurining quvvati  $Q_{\odot} = 1366 \text{ Wt/m}^2$ , to'la energiyasi esa  $L_{\odot} = 4\pi a_{\odot}^2 Q$  ( $a_{\odot}$  - Yer orbitasining katta yarim o'qi). Quyosh sirtining yuza birligidan sochilayotgan energiya  $\epsilon_{\odot} = L_{\odot}/S_{\odot} \left[ \frac{Bm}{M^2} \right]$ . Bu yerda  $S_{\odot}$  - Quyosh sirti yuzi.

Stefan-Boltsman qonuni  $\epsilon_{\odot} = \sigma T_{\odot}^4$  ga asosan Quyoshning effektiv temperaturasi  $T_{\odot}^4 = \sqrt{\frac{\epsilon_{\odot}}{\sigma}}$ . Bu yerda  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-5} \text{ erg/sm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{grad}^4$  (Stefan-Boltsman doimiysi).

Quyosh energiyasi termoyadro reaksiyasi natijasida hosil bo'ladi. Energiyaga aylanadigan massa  $E_{\odot} = m_{\odot} c^2 = L_{\odot} \cdot t$  dan topiladi, ya'ni  $m_{\odot} = L_{\odot} \cdot t / c^2$ , c-yorug'lik tezligi.  $t = 1 \text{ s}$  da qancha Quyosh moddasi energiyaga aylanadi? Bu jarayon natijasida har sekundda vodorod atomi yadrolari geliy atomi yadrolariga aylanishidan, o'tgan 4,5 milliard yil ichida Quyosh o'zagiidagi qancha vodorod geliyga aylanishini hisoblab topish mumkin.

Quyoshning ko'rinma (vizual) yulduz kattaligi  $m_v = -26^{\text{m}}, 78$  absolyut kattalik  $M_v = m_v + 5 - 5 \lg r = m_v + 5 - 5 \lg(1/206265)$  formula orqali bog'langan. Absolyut bolometrik kattalik  $M_b = +4^{\text{m}}, 82$ , turli ranglardagi ko'rinma yulduz kattaliklaridan rang ko'rsatgichlari B-V, U-B,  $C = m_{\text{pg}} - m_v$  ( $m_v = V = -26^{\text{m}}, 80$ ,  $m_b = B = -26^{\text{m}}, 17$ ,  $m_u = U = -26^{\text{m}}, 07$ ,  $m_{\text{pg}} = -26^{\text{m}}, 17$ ) dan topiladi. Bolometrik tuzatma esa  $b = m_b - m_v$  dan hisoblanadi.

4) **Ichki tuzilish ko'rsatgichlari.** Quyoshning  $r = 1/2 R_{\odot}$  radiusida zichligini  $\rho_{\odot} = 1,41 \text{ g/sm}^3$  deb, bir jinsli shar uchun temperatura- $T_{\odot}(r)$ , bosim  $P_{\odot}(r)$ , massa  $m_{\odot}(r)$  ni hisoblash mumkin. Bu sirtning  $1 \text{ sm}^2$  ga to'g'ri keladigan yuqori

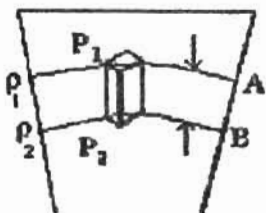
qatlamlar (qalinligi  $R_{\odot}/2$ ) ning bosimi  $P_{\odot}(r) = \rho \frac{R_{\odot}}{2} g_{\odot}(r)$ , erkin tushish tezlanishi

$$g_{\odot}(r) = G \frac{\frac{1}{8} \mathfrak{M}_{\odot}}{\left(\frac{R_{\odot}}{2}\right)^2} = \frac{1}{2} g_{\odot}^0, \quad \mathfrak{M}_{\odot}(r) = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R_{\odot}}{2}\right)^3 \bar{\rho}_{\odot} = \frac{1}{8} \mathfrak{M}_{\odot}, \quad P_{\odot}(r) = \frac{1}{4} \bar{\rho}_{\odot} \frac{G \mathfrak{M}_{\odot}}{R_{\odot}},$$

$$T_{\odot}(r) = \frac{\mu P_{\odot}}{\bar{R} \bar{\rho}_{\odot}} = \frac{\mu G m_{\odot}}{4 \bar{R} R_{\odot}}$$

bu erda  $\bar{R}$ -gaz universal doimiysi. Uning son qiymati  $\bar{R} = 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ .

A va B qalinligi  $H$  bo'lgan qatlam chegaralari bo'lsin (19-rasm). Bu chegaralarda zichlik va bosim mos ravishda  $\rho_1, \rho_2$  va  $P_1, P_2$ . Gaz muvozanatda bo'lishi uchun  $P_2 - P_1 = \bar{\rho} g H$  shart bajarilishi kerak.  $\bar{\rho} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$  - o'rtacha zichlik.



19 -rasm

Gazlarning holat tenglamasidan  $P = -\rho \frac{RT}{\mu}$ ;

$$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = \frac{\mu g}{2RT} (\rho_1 + \rho_2) H; \quad P_2 - P_1 = \frac{\mu g}{RT} \cdot \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} H.$$

$H$ -uzunlik birligiga mos bir jinsli (temperaturasi o'zgarmas) atomsferaning qalinligi yoki balandlik shkalasi deb ataladi.  $\mu$  - Quyosh moddasining molyar massasi.

Asosan H va He dan iborat gaz uchun  $\mu = \frac{4}{8x + 3y + 2z}$ .  $x$ -vodorod,  $y$ -geliy,  $z$ -

boshqa atomlarning nisbiy miqdori. Quyosh uchun  $x=0,7$ ;  $y=0,3$ ;  $z=0,0$ .

## V A Z I F A

1. Teleskop yordamida Quyoshning burchak ( $\alpha_{\odot}$ ) kattaligini o'lchab, uning chiziqli radiusi ( $R_{\odot}$ ) va hajmi ( $V_{\odot}$ ), sirtining yuzi ( $S_{\odot}$ ) ni, shuningdek, yuzaning milliondan biri (YASHSYUMB), bir yoy sekundi (minuti va gradusi)ga mos keladigan chiziqli kattaliklarini hisoblang.

2. Quyoshning massasi ( $\mathfrak{M}_{\odot}$ ) va o'rtacha zichligi ( $\bar{\rho}_{\odot}$ )ni, uning sirtidagi og'irlik kuchi tezlanishi, qochish (kritik) tezligi, Quyosh ekvatoridagi aylanish tezligini hisoblang.

3. Quyoshning to'la energiyasini, birlik sirtidan sochilayotgan quvvat va effektiv temperaturasini toping.

4. Quyoshning energiyasi yadro reaksiyasi (p-p sikli) natijasida hosil bo'ladi deb hisoblab, sekundiga qancha modda energiyaga aylanishini hisoblang.

4,5 milliard yil davomida Quyosh o'zaginging kimyoviy tarkibi qanday o'zgarganligini aniqlang.

5. Quyoshning absolyut yulduz kattaligi, rang ko'rsatgichi va balometrik tuzatmasini aniqlang.

6. Quyoshning ichki tuzilishini tekshiring. Uni o'rtacha ( $\bar{\rho}_\odot = 1,41 \text{ g/sm}^3$ ) zichlikdagi shar deb faraz qilib yarim Quyosh radiusidagi  $\rho_\odot(r)$ ,  $P_\odot(r)$ ,  $T_\odot(r)$ ,  $g_\odot(r)$ ,  $\mathfrak{M}_\odot(r)$  kattaliklarni hisoblang.

7. Quyosh atmosfera qatlamlarining va ichki bir jinsli (izotermik) qismlarining qalinligini hisoblang.

### 10-laboratoriya ishi yuzasidan hisobot

Ishning bajarilish sanasi:

1. Quyoshning geometrik ko'rsatgichlari.

$\alpha_\odot$	$R_\odot$	$V_\odot$	$S_\odot$	YASHSYUMB	$\alpha''$	$\alpha'$	$\alpha^\circ$

2-3. Quyoshning asosiy fizik ko'rsatgichlari.

$\mathfrak{M}_\odot$	$\bar{\rho}_\odot$	$g_\odot$	$V_k$	$V_c$	$Q_\odot$	$T_{\text{od}}$

4. Bir sekunda qancha Quyosh moddasi energiyaga aylanishini aniqlagan holda 4,5 milliard yil ichida Quyosh o'zaginging kimyoviy tarkibi qanday o'zgarganligi va 5 milliard yildan keyin qanday o'zgarishi haqida xulosalar chiqaring.

a) 4,5 mlrd yil avval \_\_\_\_\_

b) 5 mlrd yildan keyin \_\_\_\_\_

5. Quyoshning fotometrik kattaliklari.

$M_v$	$B-V$	$U-B$	$C$	$m_b$

6-7. Quyoshning ichki tuzilishi ko'rsatgichlari, atmosfera va ichki bir jinsli qatlamlarining balandliklari.

$\rho_\odot(r)$	$P_\odot(r)$	$T_\odot(r)$	$g_\odot(r)$	$\mathfrak{M}_\odot(r)$	$H_f$	$H_n$	$H_i$	$H$

## 11-Laboratoriya ishi

### QUYOSH AKTIVLIGINING O'ZGARISH QONUNIYATLARI

*Ishning maqsadi: Quyoshning aktivlik ko'rsatgichlarini va fizik tabiatini o'rganish.*

*Qo'llanma va jihozlar: Quyosh teleskopi; Quyosh tasviriga mos qilib chizilgan disk (6-planshet); stereografik setka (7-planshet); Quyoshning fotosuratlari (8-planshet); Quyosh dog'lari paletkasi (9-planshet); protuberanslar fotosurati (10-planshet); Astronomik kalendar-har yillik va doimiy qismlari. Kompyuter yoki kalkulyator.*

*Adabiyot: [2], I Bob, 6, 7-§§; [7], 9 Bob, 87+91-§§; [12], I Bob, 1.9, 1.10-§§; [13], 6 band, 226-233 b.; [15], 28-Laboratoriya ishi.*

*Qo'shimcha adabiyot: [6], V Bob, 1-§; [10], I Bob, 1.9-§; [16], T. III, III Bob, 11, 12, 17+19-§§, IV Bob.*

*Masalalar: [8], № 125+127, 132, 138, 141, 142, 148.*

Quyosh aktivligi turli xil omillar bilan xarakterlanadi va ulardan biri statistik metod bilan o'rganiluvchi Quyoshning dog'simon faoliyati hisoblanadi. Quyosh dog'larning statistikasiga undagi dog' guruhi -  $g$  va dog'lar soni- $f$  ni sanash kiradi, bunda guruhga katta dog'lar yarim soyalari bilan, har qanday poralar ham kiradi, shuningdek yakka dog' va poralar ham mustaqil dog' guruhi bo'lishi mumkin. Sanash natijasida Volf soni deb ataluvchi dog'larning nisbiy soni  $W_0$  sanaladi:

$$W_0 = 10g + f. \quad (1)$$

Agar Quyoshda ikkita dog' guruhi mavjud va ulardan biri 4 ta boshqasida 6 ta dog'dan, bulardan tashqari 7 ta alohida dog' va poralardan iborat bo'lsa, u holda guruhlar soni  $g=2+7=9$ , dog'lar soni  $f=4+6+7=17$  va Volf soni  $W_0 = 10 \cdot 9 + 17 = 107$  bo'ladi. Statistik o'rganishni, shuningdek, dog'larning maydoni bo'yicha ham olib borish mumkin.

Kuzatish materiallarini olish uchun maxsus teleskopdan foydalaniladi. Tayyorlangan qog'oz disk teleskop ekraniga o'rnatiladi, diskka tushayotgan tasvimi yaxshilash uchun fokuslanadi. Quyosh diskidagi eng kichik dog' (dog' yo'q bo'lsa mash'al) orqali birinchi sutkalik parallel o'tkaziladi va o'tkazish boshlangan vaqt (Dunyo vaqti bo'yicha) yozib olinadi (agar Quyoshda hech qanday dog' yoki mash'allar bo'lmasa, u holda kuzatishning biror momentidagi vaqtni yozib qo'yish kifoya). Birinchi sutkalik parallel o'tkazib bo'lingach, soat mexanizmi yurgiziladi va tasvir diskka tushuriladi. Tasvir yaxshilangach undagi dog'lar va mash'allar o'mi belgilanadi. Diskning o'zida mash'allar ko'rinishi chizib olinadi. So'ngra ikkinchi sutkalik parallel o'tkazilib, tugash vaqti yozib olinadi. Dog'larning ko'rinishi alohida oq qog'ozga chizib olinadi, Bu yerda Quyosh fotosuratiga maxsus paletka qo'yilib dog'larning maydoni (diametrlari) o'lchcnadi. Dog' maydonini hisoblashda katta dog'larning yarim soyalari ham

kiradi. Kuzatishning tugash vaqti yozib olinadi. Kuzatish sifati ballar bilan belgilanadi (1 dan 5 gacha).

**Kuzatuv natijalarini qayta ishlash quyidagicha amalga oshiriladi:**

1. Dastlab sana va kuzatish boshlangan vaqt disk chetiga yozib qo'yiladi.
2. Quyoshdagi eng kichik dog' (yoki mash'al) orqali disk bo'ylab o'tkazilgan sutkalik parallel lineyka yordamida to'g'ri chiziq qilib chiziladi. Quyosh tomonlari aniqlanadi.
3. Har yillik Astronomik kalendar yordamida Quyosh holatlari ( $P$ -Quyosh aylanish o'qining holat burchagi,  $B$ -disk markazining geliografik kenglamasi,  $L$ -disk markazining geliografik uzunlamasi) aniqlanadi.
4. Maxsus setka yordamida Quyosh do'larining geliografik koordinatalari ( $\varphi_0$ ,  $\lambda_0$  –ob'ektning kuzatish vaqtiga mos geliografik kordinatalari), tuzatmalar yordamida  $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $l$  aniqlanadi.
5. Quyosh dog'larining to'g'irlangan (haqiqiy) qiymati hisoblanadi.

$$S_r = \frac{S_d}{2} \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

6. Dog'larning disk markazidan uzoqligi lineyka yordamida o'lchab olinadi. ( $\sin \alpha = 0.100$  kabi).

7. Olingan natijalar diskning orqa tarafiga jadval ko'rinishda yoziladi.

$N_{\text{gr}}$	$\varphi_0$	$\Delta\varphi$	$\varphi$	$\lambda_0$	$\Delta\lambda$	$\lambda$	$l$	s.m	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$S_d$	$S_r$	$\sum S_r$

8. Dog' guruhlari nomerlanadi va sinflashtiriladi.

Quyoshning burchak ( $D'$ ) va chiziq ( $D_{\odot}$ ) diametrlarini bilgan holda, uning fototasviridagi diametri ( $D$ ) orqali fotosuratning burchak ( $\mu'$ ) va chiziq ( $\mu$ ) mashtabini hisoblash mumkin:

$$\mu' = \frac{D'}{D} \quad \text{va} \quad \mu = \frac{D_{\odot}}{D}, \quad (3)$$

bundan Quyosh dog'lari va guruhlarning burchak  $l'$  va chiziq  $l$  o'lchamlari aniqlanadi. Bu tuzulmalarning maydonini (Quyosh diskining biror ulchash birligidagi maydoni ma'lum bo'lsa) maxsus shkalali paletka yordamida  $km^2$  da hisoblash oson.

Quyosh aktivligi protuberantlarning intensivligi bilan ham xarakterlanadi, bunda protuberantlarning balandlikka otilishini fotosurat yordamida o'lchanib,



so'ngra Quyosh radiusi birliklarida yoki *km* larda hisoblanadi. Otilgan modda tezligi hamma vaqt Quyosh dogining magnit maydoni, Quyoshning tortishish maydoni va elektromagnit nurlanishi ta'sirida o'zgaradi va bu tezlikni hisoblash yetarlicha murakkab masala. Shuning uchun bu masalani ba'zi bir taxminiy yo'llar bilan yechish mumkin. Deylik, protuberantlarning  $T_1$  va  $T_2$  vaqt momentlaridagi balandliklari  $h_1$  va  $h_2$ , tezliklari esa  $v_1$  va  $v_2$  bo'lsin. U holda  $h_2 - h_1$  yo'l uchastkasidagi protuberants moddasining o'rtacha tezligi quyidagicha

$$\bar{v} = \frac{h_2 - h_1}{T_2 - T_1} = \frac{\Delta h}{\Delta T}, \quad (4)$$

bu yerda ushbu tezlikni o'rtacha vaqt momentiga mos keluvchi  $\tau$  orqali ham hisoblasha bo'ladi

$$\tau = \frac{T_1 + T_2}{2}. \quad (5)$$

Bir-biriga yaqin  $\Delta T$  vaqt oraliqlari uchun  $\Delta h$  ni aniqlab, bu oraliq uchun  $\tau$  o'rtacha oraliq qatori uchun  $\bar{v}$  ning bimechta qiymatini hisoblash va  $\bar{v} = f(\tau)$  grafignini chizish mumkin, bundan har xil vaqt oraliqlariga to'g'ri keluvchi protuberants moddalarining  $\bar{v}$  o'rtacha tezligining taxminiy qiymati aniqlanadi. Odatda protuberantlarning tezligi *km/s* larda ifodalanadi, shuning uchun  $\Delta h$  va  $\Delta T$  lar ham shularga mos keluvchi birliklarda ifodalanishi shart.

Quyoshning umumiy nurlanishi Quyosh doimiysi  $C = 1,96 \text{ kal}/(\text{sm}^2 \cdot \text{min})$  yordamida oson topiladi. Radiusi 1 *a.b.* ga teng bo'lgan sfera 1 *min* davomida Quyoshdan (hamma yo'nalishlar bo'yicha) quyidagicha energiya oladi

$$E_0 = 4\pi a_0^2 C \text{ (kal)},$$

yoki

$$E_0 = 52,63 \cdot 10^7 a_0^2 C \text{ (}\varepsilon\text{rg)}. \quad (6)$$

Bundan Quyosh nurlanishining quvvati (Quyoshning 1 *s* dagi nurlanishini energiya miqdori) va Quyoshning yillik nurlanishini hisoblash qiyin emas, keyin esa Quyoshning *m* massasini har-bir sekunddagi va bir yildagi kamayishini

$$E = c^2 \cdot \Delta m \quad (7)$$

nurlanish energiyasi orqali aniqlash mumkin. Bu yerda *c*-yorug'lik tezligi.

Quyosh nurlanishi energiyasining asosiy man'bai Quyosh markazida sodir bo'luvchi vodorodning geliyga aylanish yadro reaksiyasi hisoblanadi. Har bir gramm vodorodning geliyga aylanish natijasida  $\varepsilon = 7,14 \cdot 10^{18} \text{ } \varepsilon\text{rg}$  energiya ajralib

chiqadi. Hozirgi paytda Quyosh massasi  $m_{\odot}$  ning taxminan 70 % ini vodorod tashkil etadi, bundan foydalanib Quyoshning nurlanishi qancha vaqt davom etishini hisoblash mumkin (sharti, nurlanish intensivligi doimiy va u hozirgidek nurlanadi).

Hisoblashni bajarayotganda o'lchash sistemasining birliklarini to'g'ri qo'llashga katta e'tibor berish kerak.

## V A Z I F A

1\*. Kuzatish ma'lumotlaridan foydalanib har kunlik Volf soni, dog' guruhlari sonini va dog' maydonlarining o'lchimini aniqlang hamda ularning o'zgarish grafigini chizing.

2. Toshkent va dunyo ma'lumotlari asosida Volf soni, dog' guruhlari soni va dog' maydonlari o'zgarishining o'rtacha oylik grafigini chizing. Bu ma'lumotlarni bir-biri bilan solishtiring.

3. Olingan natijalar va grafiklardan foydalanib Quyosh aktivligi o'zgarishini qonuniyatlari haqida xulosalar chiqaring. Natijalarni tahlil qiling.

4. Quyosh fotosuratining burchak va chizikli masshtabini hamda Quyosh diskining maydonini  $km^2$  larda hisoblang.

5\*. Eng katta va eng kichik dog'larning burchak va chizikli diametrlarini aniqlang, ularning ulchamlarini Yer diametri bilan solishtiring.

6\*. 2-banddagi ikki dog'ning maydonini hisoblab, uni MDX maydoni ( $22,4 \cdot 10^6 km^2$ ) bilan solishtiring.

7\*. Chizikli diametri Yer diametriga teng bo'lgan Quyosh dog'ining burchak diametrini hisoblang.

8\*. 1-4 bandlarning natijalari tahlilidan Quyosh dog'larining ko'rinma va haqiqiy o'lchamlari haqida xulosalar chiqaring.

9\*. Quyosh radiuslarida ifodalangan protuberants balandliklarini  $km$  larda va fotosurat olingan paytdagi protuberants moddasining tezligini hisoblang.

10\*. 6-bandning umumiy natijalari asosida protuberang moddasi tezligining o'zgarishi haqida xulosalar chiqaring.

11. Quyosh moddasining qiymatidan foydalanib Quyosh nurlanishining quvvatini, bir yilda nurlanadigan Quyosh energiyasini va 1 s va 1 yil uchun Quyosh massasining kamayishini hisoblang.

12. Quyosh nurlanishi intensivligining hozirgi intensivligi davomiyligidan kelajakda nurlanish intensivligi qanday bo'lishini hisoblang.

**11-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot mustaqil ravishda tayyorlanadi.**

(\*1-6-bandlarni bajarishda talabalar olgan kuzatish materiallaridan foydalanish tavsiya etiladi).

## 12-Laboratoriya ishi QUYOSH ATMOSFERASINING KIMYOVIY TARKIBI

*Ishning maqsadi: Spektrogrammaning dispersion egriligini tuzish, spektral chiziqlarning to'liq uzunliklarini va osmon yoritkichlarining spektrlaridagi kimyoviy elementlarning chiziqlarini solishtirib aniqlash.*

*Qo'llanmalar: Quyoshning va bir nechta kimyoviy elementlarning spektrlari (11-planshet); Spektral chiziqlarning jadvali (12-planshet).*

*Adabiyot: [2], I Bob, 3-§; [12], I Bob, 1.2-§; [15], 22-Laboratoriya ishi; [16], T. III, II Bob.*

*Qo'shimcha adabiyot: [4], III Bob, 15+17-§; [7], 9 Bob, 85-§; [10], I Bob, 1.2. 1.3-§§. Masalalar: [8], № 130, 133, 134, 144, 201, 214.*

Quyosh va ko'pchilik yulduzlarning spektrlari yutilish spektrlari bo'lib, ulardan bu yoritgichlarning kimyoviy tarkibi aniqlanadi.

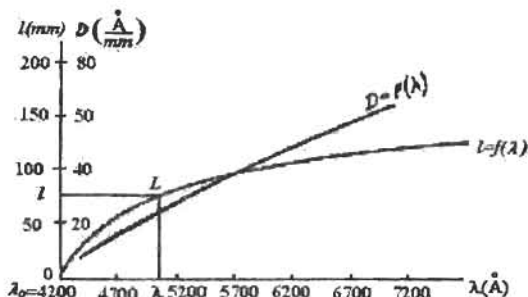
Quyosh spektrining asosiy chiziqlari **fraunhofer chiziqlari** deb atalib, ular lotin alfavitidagi harflar bilan belgilanadi. Quyosh va yulduzlar spektridagi ba'zi chiziqlar yaqqol ajralib turadi va ularni qaysi kimyoviy elementga tegishli ekanligini, laboratoriya sharoitida olingan ma'lumotlar asosida tezda topish mumkin. Boshqa chiziqlarni solishtirib to'liq uzunligi  $\lambda$  ni atlas yoki jadvaldan aniqlashimiz mumkin.

Spektral chiziqlarning to'liq uzunliklari ularning spektrdagi holatidan hisoblab topiladi. Lekin spektrda biror kimyoviy elementga tegishli chiziqning o'zaro joylashishi ko'p hollarda spektrni olgan asbobning xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. Agar spektr difraksion panjara yordamida (difraksion spektr) olingan bo'lsa, u holda spektral chiziqlarning bir-biriga nisbatan  $l_1-l_2$  masofada joylashishlari, bu chiziqlarning to'liq uzunliklar  $\lambda_2-\lambda_1$  farqiga proporsional bo'ladi. Bordi-yu, spektr prizma yordamida olingan bo'lsa, u holda spektrning ultrabinafsha qismi cho'zilgan, qizil qismi esa siqilgan bo'lib, bu spektral chiziqlarning bir-biri orasidagi masafalar to'liq uzunliklarining farqiga proporsional bo'lmaydi. Shuning uchun spektrogramma deb ataluvchi spektr fotosuratlarini qayta ishlashda spektrning turli qismlari uchun masshtab, ya'ni har bir spektrogramma uchaskasining uzunlik biligiga mos keluvchi to'liq uzunliklar intervalini tanlab olish kerak bo'ladi. Bu masshtab spektrogramma uchaskasining dispersiyasi deb ataladi va odatda  $mm$  ga  $A$  da ifodalanadi,

$$D = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{l_2 - l_1} = \frac{\Delta\lambda_0}{\Delta l} \quad (1)$$

Ma'lumki, difraksion spektr o'zining barcha oraliqlarida dispersiya doimiysi  $D$  ga ega bo'lsa, shu vaqtning o'zida prizmalı spektr dispersiyasi doimiy bo'lmay, spektrning binafshadan qismidan qizilga tomon kamayib boradi ( $D$  kattlik ortadi).

Spektrogramma dispersiyasining o'zgarishi dispersion egrilik bilan yaqqol tasvirlanadi (20-rasm), hamda egrilik to'liq uzunligi ma'lum bo'lgan spektral chiziqlarning vaziyati bo'yicha, masalan vodorodning balmer seriyasi chiziqlari uchun, tuziladi. Bunday chiziqlardan biri (yaxshisi to'liq uzunligi eng kichigi) boshlang'ich  $\lambda_0$  sifatida qabul qilinadi va undan qolgan chiziqlarning masofalari  $l$  millimetrlarda o'lchanadi, shular asosida  $l=f(\lambda)$  dispersiya egriligi chiziladi. Bu dispersiya egriligidan buror spektrning istalgan spektral chiziqlarining to'liq uzunliklarini taxminiy qiymatlarini topish mumkin. Buning uchun uning masofasi  $l$  boshlang'ich chiziqdan koordinatalar o'qi qiga qo'yiladi, belgilangan kesma oxiridan dispersion egrilik kesishgunga qadar perpendikulyar o'tkaziladi va olingan  $L$  nuqtadan koordinatalar o'qi  $\lambda$  ga perpendikulyar tushiriladi, masshtab bo'yicha esa spektral chiziqlarning to'liq uzunliklari aniqlanadi. To'liq uzunliklarini topishning aqligini yetarlicha ta'minlash uchun dispersion egrilik  $l=f(\lambda)$  katta masshtabda chizilgan bo'lishi kerak.



20-rasm

Spektrogrammadagi har bir nuqtaning dispersiyasi

$$D = \frac{d\lambda}{dl}, \quad (2)$$

shuning uchun, dispersiyani (1) formula bo'yicha hisoblaganda,  $\lambda_1$  va  $\lambda_2$  laming iloji boricha yaqin ma'lum qiymatlaridan foydalanish maqsadga muvofiq. Spektrogrammaning turli nuqtalaridagi dispersiyasini ko'rsatuvchi  $D=f(\lambda)$  egrilik ham, dispersion egrilik  $l=f(\lambda)$  qo'rilgan grafikda chiziladi. Har bir olingan  $D$  ning qiymati

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} \quad (3)$$

ga mos keladi.

## VAZIFA

1. Vodorodning to'liq uzunliklari ma'lum bo'lgan spektral chiziqlaridan foydalanib, vodorod spektragrammasining (b va d), bu chiziqlarni ko'rsatgan holda, dispersiya uzunligi  $I=f(\lambda)$  va dispersiya o'zgarishi  $D=F(\lambda)$  ni tuzing.

2. Vodorodning bu ikki spektridagi o'xshashi va farqlarni tushuntiring.

3. Vodorod, geliy va natriyning spektrlarini Quyosh spektridagi chiziqlar bilan solishtirib va spektral chiziqlar jadvalidan foydalanib, bu solishtirilgan chiziqlarning to'liq uzunliklarini aniqlang.

4. Dispersiya egriligidan foydalanib, Quyosh spektridagi  $A, V, S, d, e, h$  va  $k$  spektral chiziqlarning to'liq uzunliklarini taxminiy aniqlang va spektral chiziqlar jadvalidan bu chiziqlar qaysi kimyoviy elementga tegishli ekanligini toping hamda ularning qiymatlarini aniqlashtiring.

5. Quyosh atmosferasining kimyoviy tarkibi haqida xulosalar chiqaring.

### 12 – Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot

Ishning bajarilish sanasi:

1-2. Vodorod spektrlari.

Chiziqlar T/R	Belgisi	b					d				
		$l$	$\Delta\lambda_0$	$\Delta l$	$D$	$\bar{\lambda}$	$l$	$\Delta\lambda_0$	$\Delta l$	$D$	$\bar{\lambda}$
0											
1											
2											
.											
.											
.											

Grafik chiziladi va tushuntiriladi.

3-4.

Quyosh spektida chiziqning belgilanishi	Taxminiy $\lambda$	Kimyoviy element	Aniq qiymati $\lambda$

5. Xulosalar:

### 13-Laboratoriya ishi

## KATTA SAYYORALARNING BA'ZI FIZIK XARAKTERISTIKALARINI ANIQLASH

*Ishning maqsadi: Sayyoralarning fizik xarakteristikalarini o'rganish.*

*Kerakli qo'llanmalar: Venera fotosurati va planetografik koordinatalar setkasi (13-planshet); Yupiter va Saturinning fotosuratlari (14-15 planshetlar); Astronomik kalendar-doiniy qismi yoki P.G. Kulikovskiyning havaskor astronomlar spravochnigi; Astronomik kalendar-har yillik; kalkulyator.*

*Adabiyot: [2], VII Bob, 33, 34, 36-§§; [3], 8 Bob, 8.1-§; [6], V Bob, 4-§; [7], 7 Bob, 64, 65-§§; [10], II Bob, 2.1÷2.6-§§; [15], 25-Laboratoriya iahu; [16], T. III, XI Bob, XII Bob, 84, 86÷87-§§.*

*Qo'shimcha adabiyot: [4], VI Bob, 21-§; [12], 2 Bob, 2.2÷2.5-§§; [13], 6 band, 263-280 b.*

*Masalalar: [8], № 339, 340, 342÷351, 353, 354, 362, 363, 367, 368, 370÷373, 375.*

Biror sayyoraning chiziqli diametri  $D$  uning geotsentrik masofasi  $\rho$  (yoki gorizontall parallaxsi  $p$ ) va ko'rinma burchak diametri  $d$  orqali topiladi. Bunda ko'rinma burchak diametri  $d$ , vizual kuzatishlarda mikrometr yordamida yoki fotosurat masshtabi  $\mu'$  ma'lum bo'lganda, sayyoraning fotografik tasviridan shkalali o'lchash asbobi yordamida o'lchanadi. Bulardan

$$d = \mu' D', \quad (1)$$

ni yozishimiz mumkin, bu yerda  $D'$ -Sayyora fotografik tasvirining  $mm$  larda o'lchangan diametri.

Sayyora diametri, odatda Yer diametri birliklarida ifodalanadi. Agar sayyoraning ekvatorial  $D_e$  va qutbiy  $D_q$  diametrlari ma'lum bo'lsa, u holda uning siriqligi  $\varepsilon$  quyidagi formuladan topiladi.

$$\varepsilon = \frac{D_e - D_q}{D_e}, \quad (2)$$

va shunga mos ravishda sayyoraning hajmi

$$V = \frac{1}{6} \pi D_e^2 D_q \quad (3)$$

bo'ladi.

Sayyoraning massasi  $M$  ni (Yer massasi birliklarida) bilgan holda, uning o'rtacha zichligi  $\delta$  ni (Yer zichligi  $\delta_0$  birliklarida) hisoblash mumkin, zarur hollarda esa zichlik  $\delta$  ning sonli qiymatini ( $\delta_0=5,52 \text{ g/sm}^3$ ) ham topish mumkin.

Sayyoralar diskidagi detallarning vaziyatlari, maxsus setka yordamida, uning planetografik koordinatalari orqali aniqlanadi, ular xuddi geografik koordinatalar singari, sayyora ekvatoridan-planetografik kenglama  $\beta$  va boshlang'ich meridian deb ataluvchi meridianlarning biridan planetografik uzunlama  $\lambda$  hisoblanadi. Sayyoraning shimoliy yarim shari uchun  $\beta$  ning qiymati musbat, janubiy yarim shari uchun esa manfiy deb hisoblanadi. Planetografik uzunlama  $\lambda$  hamma vaqt bir yunalishda, g'arbdan sharqqa qarab o'lchanadi, u  $0^\circ$  dan  $360^\circ$  gacha qiymatlarni qabul qiladi. Sayyoralarining Quyosh atrofidagi va o'z o'qi atrofidagi aylanishi sababli (sayyoralar o'zgarimas og'malikka ega, lekin hammasida har xil), sayyora diskidagi boshlang'ich meridian va ekvatorning ko'rinma holati ma'lum bir oraliqda o'zgarib to'radi. Bu o'zgarish astronomik kalendar-har yillikning "fizichesix koordinat" jadvalida beriladi. Sayyoraning  $T_1$  va  $T_2$  vaqt momentlarida olingan ikkita fotosuratidan birorta detalning  $\lambda_1$  va  $\lambda_2$  planetografik uzunlamalarini o'lchab, sayyoraning aylanish davri  $p$  ni hisoblash qiyin emas, Sunday qilib

$$p = \frac{360^\circ}{\lambda_2 - \lambda_1} (T_2 - T_1), \quad (4)$$

$p$  ni bilgan holda sayyora sirtidaginuqtaning burchak  $\omega$  va chiziqli  $v$  tezlikni aniqlash mumkin:

$$\omega = \frac{360^\circ}{p} \quad (5)$$

va

$$v = \omega r \quad (6)$$

bu yerda  $r$ -sayyora sirtidagi nuqtaning aylanish radiusi (21-rasm),  $r$ -bu nuqtaning planetografik kenglamasi- $\beta$ , sayyoraning ekvatorial- $R_e$  va qutbiy- $R_q$  radiuslari orqali topiladi.



21-rasm

$$r = \frac{R_e}{\sqrt{tg^2 \beta + \left(\frac{R_q}{R_e}\right)^2}} \quad (7)$$

yoki uning siqqligi  $\varepsilon$  orqali:

$$r = \frac{R_0}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \beta + (1 - \varepsilon)^2}}. \quad (8)$$

Agar sayyoraning siqqligi juda kichik bo'lsa, u holda  $\varepsilon=0$ ,  $R_0=R_c=R$  deb qarash mumkin.

$$r = R \cos \beta. \quad (9)$$

Xulosa qilib aytganda, sayyoralarning aylanish davri  $p$  ni aniq o'lchash uchun, Yerning  $T_2-T_1$  vaqt oralig'idagi orbital siljishini hisobga olish zarur, lekin o'z o'qi atrofida tez aylanuvchi sayyoralar uchun Yerning siljishini hisobga olmaslik mumkin. Hisoblashdagi xatolik adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlardan uncha katta bo'lmasligi kerak.

## V A Z I F A

1. Venera, Yupiter va Saturnlarning quyi qo'shilish va qarama-qarshi turish davrida olingan fotosuratlaridan, ularning burchak va chiziqli diametrlarini, hajmi va o'rtacha zichliklarini aniqlang.

2. O'sha sayyoralarning siqqliklarini Yerniki bilan solishtiring va bu osmon jismlarining siqqliklari turlicha ekanligining sababini tushintiring.

3. Saturin halqalarining diametri va kengligini, Kassini tirqishi kengligini hamda rasm olingan kundagi sayyora ekvatori tekisligining ko'rish nuri yo'nalishiga og'maligini hisoblang.

4. Yupiterning bir kechada, uncha katta bo'lmagan vaqt oralig'ida olingan fotosuratleri asosida, ekvatoridagi va o'rta zonasidagi bittadan detalning holatlarini solishtirib, bu zonalarining aylanish davri, burchak va chiziqli tezliklarini aniqlang.

5. 4-bandning natijalari tahlilidan Yupiterning o'z o'qi atrofidagi aylanishi xususiyati haqida xulosa chiqaring va bunday sayyoralarning aylanishi nega aynan shunday ekanligi sabablarini tushintiring.

6. Quyosh tomonidan quyidagi sayyolarning yoritilishini (Yernikiga nisbatan) hisoblang: 1) Merkuriy; 2) Venera; 3) Mars; 4) Yupiter; 5) Saturin; 6) Uran; 7) Neptun; 8) Pluton.

7. 6-bandning umumiy natijalaridan Quyoshning sayyoralarni yoritish grafigini chizing va Quyosh sistemasidagi sayyoralarning issiqlik rejimlari hamda Yerdagi hayotning kam ehtimolligi haqida xulosalar chiqaring.



### 13 – Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot.

1-2. Sayyoralarning burchak va chiziqli diametrlari, hajmi, o'rtacha zichligi va siqqliklari.

Sayyora	$\alpha$	$D$	$V$	$\rho$	$\varepsilon$	$\varepsilon_{\text{Yer}}$ (solishtiriladi)
Venera						
Yupiter						
Saturn						

3. Saturn halqalari va Kassini tirqishining diametrlari va kengliklari.

Saturn halqalari	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_K$	$i$
1.								
2.								
3.								
Kas.t								

4. Yupiterning ekvatorial va o'rta zonasidagi detallarning holati bo'yicha aqrlangan aylanish davri, burchak va chiziqli tezliklari.

Yupiter detallari	$T$	$\alpha$	$v$
Ekvator sohasi			
O'rta zonada			

5. Xulosalar:

6-7. Sayyoralarning Quyosh tomonidan yoritilishi.

Sayyora yoritilganlik	Merkuriy	Venera	Mars	Yupiter	Saturn	Uran	Neptun	Pluton

Grafik taqdim qilinadi.  
Xulosalar bayon etiladi.

## 14-Laboratoriya ishi OYNING FIZIK TABIATI

*Ishning maqsadi: Oy topografiyasini o'rganish va undagi ob'ektlarning o'lchamlarini aniqlash.*

*Kerakli qo'llanmalar: Oynning ko'rinadigan va ko'rinmaydigan yarim sharlarining fotosuratlari (16 va 17-planshetlar); oy ob'ektlarining ro'yxati (18 va 19-planshetlar); to'liqo'y relefining fotosurati (20-planshet); ortogonal koordinatalar setkasi (21-planshet); oy sirti uchastkasining fotosurati (22-planshet); Astronomik kalendar - doimiy qismi; trigonometrik funksiyalar jadvali; kalkulyator.*

*Adabiyot: [2], VIII Bob, 35-§; [6], V Bob, 2-§; [7], 7 Bob, 68-§; [12], 2 Bob, 2.7-§; [15], 24-Laboratoriya ishi.*

*Qo'shimcha adabiyot: [10], II Bob, 2.7-§; [13], 6 band, 258-263 b.; [16], T. III, X Bob.*

*Masalalar: [8], № 52, 312, 338, 352, 356, 357.*

Oy sirti tog'lar, sirk va karterlar, juda uzoqlarga cho'zilgan tog' tizmalari, juda katta jarliklar, chuqur yoriqlar bilan qoplangan. Eng katta jarlik, "Bo'ron okeani" deb, qolganlari esa dengizlar deb ataladi. Oy sitida 200 000 ga yaqin detallar qayd etilgan bo'lib, shulardan 4800 tasi maxsus katalogga kiritilgan. Eng katta tog' tizimlari Yerdagi tog' tizimlaridek nomlar bilan nomlanadi. Sirkalar va kraterlarning kattalıkları har-xil bo'lib, diametri 240 km dan to' o'nlab metrgacha boradi. Katta-katta sirkalar va kraterlar olimlarning ismlari bilan nomlanadi.

Oy sirtini uning fotosuratidan va xaritalardan, kalkaga ko'chirib olib o'rganish mumkin. Odatda fotosurat teleskopda olingan bo'lgani uchun teskari tasvir bo'ladi, shuning uchun Oynning shimoliy qutbi pastda bo'ladi.

To' 1959 yilning oktyabrigacha insoniyat Oynning faqat ko'rinadigan tomonini o'rganib kelishgan, 1959 yil 7 oktyabrda, dunyoda birinchi marta planetalararo sobiq ittifoq avtomatik stantsiyasi Oynning orqa tomonini 67 000 km masofadan, 1965 yil 20 iyul va 1969 yil 1 avgustda planetalararo, "Zond-3" va "Zond-7" stantsiyalar 10 000 km masofadan fotosuratga oldi. Fotografiyada 1000 dan ortiq har xil tizulmalar topildi va ularning eng kattalariga Astronavtlar qo'ltig'i bilan birgalikda Moskva Dengizi, Orzular Dengizi, kraterlarga esa Lomonosov, Sialkovskiy, Jolio-Klori, Parenago, Sharapov va h.k. kabi nomlar berilgan. Shuningdek, tallassoid (ya'ni dengizga o'xshash) deb nomlanuvchi yorug' tekisliklar ham topilgan, ular Oy chetining ko'rinadigan qismigacha cho'zilgan.

Oydagi tuzilmalarning o'lchamlarini uning sifatli rasmidan aniqlash qiyin emas. Oy diametrini (km larda)  $D_{\zeta}$  bilan, uning burchak diametrini  $D'$  va fotometrik tasvirdagi chiziqli diametrini  $D$  orqali (mm larda) belgilaymiz, u holda fotosurat masshtab quyidagicha bo'ladi: chiziqli masshtab

$$\mu = \frac{D_s}{D},$$

va burchak masshtab

$$\mu' = \frac{D'}{D}.$$

Oyning ko'rinma diametri o'zining parallaksiga bog'liq ravishda o'zgarib boradi va uning o'zgarish qiymati astronomik kalendar-har yillikda berib boriladi, lekin vazifalarni taxminiy yechishda  $D'=32'$  deb qabul qilishi mumkin.

Masshtabi ma'lum fotografiyadagi Oy ob'ektining o'lchami  $d$  ni  $mm$  da o'lchab, uning burchak  $d'$  va chiziqli  $d_{ch}$  o'lchamini topamiz.

$$d' = \mu' d \quad (3)$$

va

$$d_{ch} = \mu d. \quad (4)$$

Oyning sharsimonligi tufayli uning sirtidagi ob'ektlarning ko'rinishi markazidan boshqa joylarda siqilgan bo'lib bu siqilish sirt chetida eng katta bo'ladi.

Tasvir yo'qolishi Oy radiusiga perpendikulyar yo'nalishdan boshqa hamma holatlarda bo'ladi va radius bo'ylab ko'rinish yo'nalishida eng katta bo'ladi. Shuning uchun (2) va (4) formulalar faqat o'lchamlari yo'qolmagan holdagilar uchun to'o'ri bo'lib, Oy radiusi yo'nalishidagi o'lchamlar uchun

$$d' = \mu' \frac{d}{\cos \psi} \quad (5)$$

va

$$d_{ch} = \mu \frac{d}{\cos \psi}, \quad (6)$$

formulalar qo'llaniladi. Bu yerda  $\Psi$ -oy diski markazidan ob'ekt markazigacha bo'lgan burchak masofa u  $1^\circ$  xatolik diametri  $D_s=100 \text{ mm}$  bo'lgan bilan ortografik koordinatalar setkasi yordamida topiladi, bunda oyning fotosurati ham shu kattalikda bo'lib, uning ustiga qo'yilib, setka ekvatori ob'ekt va oy diski markazidan o'tishi kerak. Agar ortografik setkaning diametri oy fotosurati diametri bilan mos tushmasa, u holda  $\cos \Psi$  sirk va kraterlarning eng katta  $d_m$  va eng kichik  $d_n$  diametrlari orqali topilishi mumkin.

$$\frac{d_n}{d_m} = \cos \psi. \quad (7)$$

To'liq foturatining  $\mu$  va  $\mu'$  mashtablari ma'lum bo'lsa, oy sirti fotosuratlarining  $\mu_1$  va  $\mu'_1$  mashtablarini aniqlash qiyin emas, buning uchun har ikkala fotosuratlardagi bir xil ob'ektlarni solishtirish hamda tasvirlarning  $d$  va  $d_1$  o'lchamlarini *mm* lar o'lchash kerak. U holda fotosuratlardan birining mashtabida

$$d^r = \mu' d$$

va

$$d_{ch} = \mu d,$$

boshqa fotosuratning mashtabida esa

$$d^r = \mu'_1 d_1$$

va

$$d_{ch} = \mu_1 d_1,$$

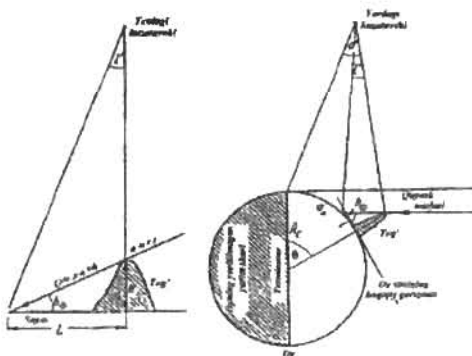
bulardan

$$\mu'_1 = \mu' \frac{d}{d_1} \quad (8)$$

va

$$\mu_1 = \mu \frac{d}{d_1}. \quad (9)$$

Olingan  $\mu'_1$  va  $\mu_1$  mashtablar foydalanib, oy ob'ektlarining burchak va chiziqli o'lchamlarini etralicha aniqlikda hisoblash mumkin.



22-rasm

Agar kuzatish (fotosuratga olish) momentida Quyoshning Oy gorizontidan balandligi  $h_{\odot}$  ma'lum bo'lsa, o'lgangan oy tog'i soyasining uzunligi  $l$ , uning balandligi  $H$  ni hisoblash imkonini beradi (22-rasm), ya'ni

$$H = l \cdot \operatorname{tg} h_{\odot}. \quad (10)$$

$h_{\odot}$  ning taxminiy qiymati too'ning terminatoridan chiziqli  $d_{ch}$  masofasi orqali oson topiladi. Haqiqatda Oy va Quyosh orasidagi masofada juda uzoq bo'lganligi sababli, quyoshning Oyni yorituvchi nurlarini parallel deb hisoblash mumkin, shuning uchun Quyoshning graduslarda ifodalangan balandligi

$$h_{\odot} = \sigma = 57^{\circ}3 \frac{d_{ch}}{R_c},$$

bu yerda  $\sigma$ -Oy markazida tog'i cho'qqisi va terminator orasidagi burchak,  $R_c$ -Oy radiusi,  $d_{ch}$ -esa tog'larning vaziyatiga bog'liq holda (4) va (6) formulalardan hisoblanadi.

Burchak  $\sigma$  bevosita Oy fotosuratiga qo'yilgan koordinatalar setkasi yordamida yoki (6) formulani hisobga olib (11) formula bo'yicha ham topilishi mumkin. Oy diskinig terminator yaqinida joylashgan markaziy sohasidagi ob'ektlar uchun  $h_{\odot}$  ni hisoblash soddalashadi, chunki tasvir yo'qolishining chiziqli o'lchamlarini e'tiborga olmaslik mumkin. Bu holda tog'ning terminatoridan chiziqli uzoqlig  $d_{ch}$ , Yerdan ko'rinuvchi va oy sirti fotosuratidan o'lchanuvchi, Yer bilan Oy orasidagi  $r$  masofa va tog'ning terminatoridan ko'rinma burchak masofasi  $d'$  orqali juda sodda tarzda ifodalanadi:

$$d_{ch} = rd'_{\text{rad}} = r \frac{d'}{57^{\circ}3 \cdot 60},$$

bu yerda  $d'$  yoy minutlarida ifodalanadi.

(12) ifodani (11) ga qo'yib va  $\frac{r}{R_c} \approx 220$  ni e'tiborga olib, natijada quyidagini hosil qilamiz

$$h_{\odot} = \sigma = 3,7d', \quad (13)$$

bu erda  $h_{\odot}$  va  $\sigma$  graduslarda,  $d'$ -esa yoy minutlarida ifodalangan.

Oy tog'larining balandliklarini aniqlashning Galileyga tegishli boshqa bir metodi shunga asoslangan-ki, bunda tog' cho'qqisini Quyosh uning ostki qismlaridan oldin yoritadi va u terminatoridan biror  $S$  masofada (23-rasm) Oynig

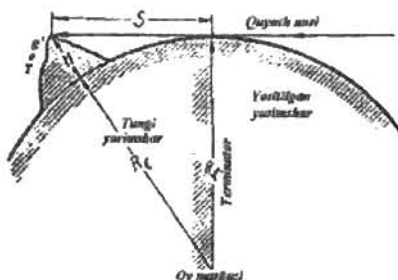
yoritilmagan yarimsharida qora fonda yorug' nuqta sifatida ko'rinadi.  $S$  masofani o'lchab va Oy radiusi  $R_c$  ni bilgan holda, Pifagor teoremasidan foydalanib

$$(H + R_c)^2 = R_c^2 + S^2$$

ifodani yozamiz, va  $2R_c$  ga nisbatan solishtirganda  $N^2$  ni hisobga olmaslik mumkin, u holda tog'ning balandligi

$$H = \frac{S^2}{D_c} \quad (14)$$

Oy sirtidagi nuqta (ob'ekt)larning o'rini geografik koordinatalarga o'xshash, selenografik (grekcha Σεληνη – Oy so'zidan) koordinatalar yordamida aniqlanadi. Selenografik kenglama  $\beta$  Oy ekvatoridan boshlab (shimoliy yarimshari uchun musbat va janubiy yarimshari uchun manfiy) hisoblanadi. Selenografik uzunlama  $\lambda$  esa oy ekvator bo'ylab boshlano'ich meridiandan Oyning ko'rinayotgan g'arbiy cheti tomonga musbat, ko'rinayotgan sharqiy cheti



tomonga manfiy hisoblanadi. Har ikkala koordinatalar ham burchak birliklarida (ko'pincha gradusning butun, o'ndan bir va yuzdan bir ulushlarida) ifodalanadi va koordinatalar setkasini oy fotosurati ustiga qo'yib topiladi. Agar ikkita ob'ektning koordinatalari mos ravishda  $\lambda_1, \beta_1$  va  $\lambda_2, \beta_2$  bo'lsa, u holda ob'ektlar orasidagi burchak masofa  $l'$  kosinuslar teoremasidan

23-rasm

$$\cos l' = \sin \beta_1 \cdot \sin \beta_2 + \cos \beta_1 \cdot \cos \beta_2 \cdot \cos(\lambda_1 - \lambda_2), \quad (15)$$

va ular orasidagi chiziqli masofa

$$l = \frac{2\pi R_c}{360^\circ} l', \quad (16)$$

ifodadan aniqlanadi. Bu yerda  $R_c$  - Oyning chiziqli radiusi.

## VAZIFA

1. Oyning ko'rinuvchi yarim shari fotografik xaritasining burchak va chiziqli masshtabini hisoblang va dengizlarning burchak va chiziqli o'lchamini, tog' tizmalarining uzunliklarini va ikkitadan kraterlarining diametrlarini aniqlang.

Variantlar	Dengizlar	Tizmalar	Kraterlar
1.	Yomg'ir	Pireney	Kopernik, Magin
2.	Oydinlik	Karpat	Ptolomey, Shikkard
3.	Inqiroz	Oltay	Alfons, Shiller
4.	Sharbat	Alp	Gipparx, Klaviy
5.	Sokin	Kavkaz	Albattoni, Tixo
6.	Hosildorlik	Tavr	Snelli, Langren
7.	Sovuq	Appenin	Purbax, Atlas
8.	Bulutlar	Kavkaz	Teofil, Geveliy

2\*. Quyidagi nomerli ob'ektlarning nomlarini aniqlang: 1) 1 va 89; 2) 18 va 127; 3) 4 va 90; 4) 74 va 189; 5) 80 va 192; 6) 12 va 102; 7) 32 va 146; 8) 53 va 176.

3. 32 va 33 tanshetlardan foydalanib 2 banddagi ob'ektlarning burchak va chiziqli masofalarini hisoblang.

4\* 1) 643, 740, 784, 918; 2) 645, 742, 834, 926; 3) 644, 710, 755, 942; 4) 647, 757, 801, 925; 5) 648, 745, 901, 930; 6) 711, 782, 819, 922; 7) 713, 752, 821, 924; 8) 646, 744, 788, 912 nomerlar bilan belgilangan kraterlarning nomlarini va diametrlarini aniqlang.

5\*. Oyning ko'rinuvchi va ko'rinmaydigan yarim sharlarning fotogarfiyasini solishtirib, ulardagi farq va o'xshashliklarni aniqlang va oy topografiyasi haqida xulosalar chiqaring.

6\*. Oy sirti uchastkasining fotosuratidagi (22-planshet) tog' tizmalarini, dengizlar, ikkita katta krater va o'lchamilaridan bu fotosuratning masshtabi aniqlanadigan ular yaqinidagi tsirkllarni solishtiring.

7. Oy sirti fotosuratidagi son va harf bilan belgilangan tog'larning balandliklarini hisoblang: 1) 1 va A; 2) 2 va B; 3) 3 va V; 4) 4 va G; 5) 5 va D; 6 va E; 7) 7 va S; 8) 8 va I.

8. 7 banddagi natijalar asosida Oydagi tog'larni Yerdagi tog'lar bilan solishtirib, xulosalar chiqaring.

**14-Ish yuzasidan hisobot mustaqil ravishda tayyorlanadi.**

## 15-Laboratoriya ishi Merkuriyning Aylanish Tezligini Radar Yordamida Aniqlash

*Ishning maqsadi: Merkuriyning o'z o'qi atrofida aylanish tezligini radiolokatsion usul yordamida o'lchash.*

*Qo'llanmalar: CLEA yozilgan CD-ROM yoki disket, kompyuter Petium I, astronomik har yillik yoki "Astrolab" dasturi.*

*Adabiyot: [2], VIII Bob, 34-§; [14], 5-Laboratoriya ishi; [16], T. III, XI Bob, 82-§, XII Bob, 83-§.*

*Qo'shimcha adabiyot: [12], 2 Bob, 2.3-§, b); [13], 6 band, 263-265 b.*

*Masalalar: [8], № 341, 344, 353, 358, 362, 365, 368.*

Sayyoralarning o'z o'qi atrofida aylanishi odatda ularning yuzida kuzatiladigan detal koordinatalarini o'lchash yo'li bilan bajariladi. Bu usul ko'p mehnat sarf qiladi va kam samaraga va aniqlikka ega, bundan tashqari Merkuriy kichik jism (4") va uning yuzidagi tuzilmalarni ko'rish muammo. Shuning uchun Merkuriyning o'z o'qi atrofida aylanish tezligini o'lchashda radiolokatsion usuli qo'llaniladi.

Radiolokatsiya katta radar yoki radioteleskop yordamida bajariladi. Bu ish ana shu radiolokatsiyani simulatsiya tarzda bajarishga qaratilgan. Radar Merkuriy tomon yo'naltiriladi (**Set coordinate**) va u tomon radioimpuls yo'naltiriladi (**Send Impulse**). Radioimpuls sayyora yuziga tushadi va undan aks qaytib impuls Yerga (Radar)ga tushadi. Qaytgan impulsni fronti sferik shakl oladi (24-rasm).

..O.....←1.....)→..... ←1.....)→.....←1.....)→.....←1.....)→.....←1.....)O..

### 24-rasm. Impuls fronti

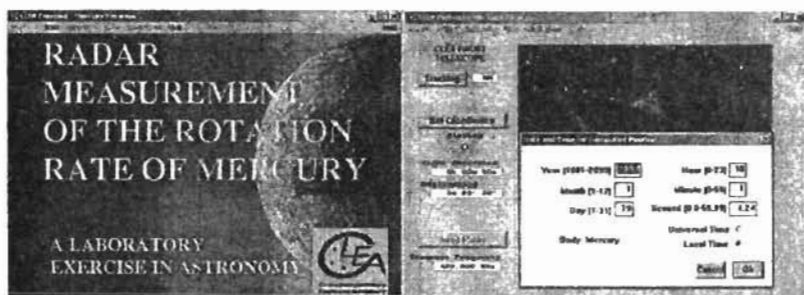
Merkuriy o'q atrofida aylangani uchun sayyora markazidan chet qismlaridan aks qaytgan signalni chastotasi Dopler effekti tufayli siljiydi: sharq tomondan qaytgan signalni chastotasi yuborgan signalnikiga nisbatan kattalashdi g'arb tomondan qaytganiniki esa, aksincha pasayadi. Ortish va pasayish miqdori aylanish tezligiga proporsional

$$\Delta\nu = -\nu_0 + \nu_\varepsilon \leftarrow -\nu_0 + (\nu_0 + \Delta\nu); \frac{\Delta\nu}{\Delta\nu_0} = \frac{V(r)}{c}; \Delta\nu = \frac{V(r)}{c} \nu_0,$$



*V(r)*-sayyorani o'z o'qi atrofida aylanish tezligi, c-yorug'lik tezligi. Sferik frontga ega qaytgan signalning birinchi bo'lib sayyora gardishi markazidan kelgan, chastotasi o'zgargan qismi tushadi, shundan keyin gardish markazidan chetdan qaytgan signallar o'ta boshlaydi. Agar qaytgan signalni qabulni qisqa vaqt ichida va ketma-ket bir necha bo'lakka bo'lib qabul qilsak biz har xil chastota siljishga ega bo'lgan signallar juftliklarini (ular sayyoraning sharq va g'arb tomonlaridan qaytadi) olamiz. Ular ayirmaning yarmi aylanish tezligini hisoblashda qo'llaniladi.

**Ishni bajarilishi.** Kompyuterga CLEA ni o'rnatamiz (*instillation*), CLEA ishlari orasidan CLEA\_MERni topib uni bosamiz. Ekranda ishning birinchi sahifasi ochiladi. Sahifaning yuqori chap burchagidagi "Log In" ustiga kursorni qo'yib bossak sahifa o'rtasida "Student Accounting" ("Talabalar ro'yxati") deb nomlangan sahifa ochiladi. Uni to'ldirib OK ni bosamiz. "Login Complete" ("Kiritish bajarildimi") degan savol chiqadi. Agar "Yes" ni bossak ikkinchi sahifa (II) ochiladi (25-rasm, chapda). Sahifani yuqori qismida "Start" yozuv bor, uni bosib III sahifa ochiladi (25-rasm, o'ngda). Uni o'ng qismida radar (*radio teleskop*) chap qismida uchta tugma ("Tracking", "Set Coordinate" va "Sent Puls") bor va ulardan birinchisi ("Tracking") ishga tushishi mumkin. Uni bosib, shundan keyin ikkinchisi va yuqoridagi "Ephemeris" ishlaydigan bo'ladi va u "Set Coordinate" (*Koordinalarni kiriting*) deb so'raydi.

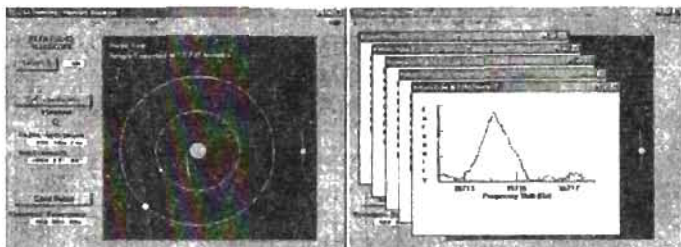


25-rasm

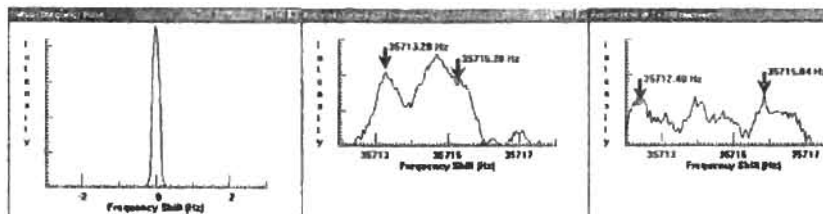
Koordinalarni "Ephemeris" yordamida hisoblang. Buning uchun "Ephemeris" ni bosib, kompyuter hisoblash uchun sana va vaqtni so'raydi (bu ish bajarilish vaqti yoki biror boshqa vaqt bo'lishi mumkin). Kerakli kataklar to'ldirilgach OK ni bosib, Merkuriyni koordinalari hisoblanib sahifa sifatida ekranga chiqadi. Endi "Set Coordinate" ni (III sahifa) bossangiz "Telescope Coordinate" nomli sahifaga chiqadi va sizdan (*hisoblash natijalarini qo'llaymi*) deb so'raydi. Yes ni bossangiz IV sahifa ekranga chiqadi. Bu sahifani o'ng

tomonida «*Quyosh*», «*Merkuriy*», «*Venera*» va «*Yer*» orbitasini va unda sayyoralarni egallagan o'rnini ko'rsatuvchi chizma chiqadi (**Slew Completed**). Endi «*Sent Pulse*» ni bosib, bimecha daqiqadan so'ng Yerdan Merkuriy tomon harakat qiluvchi impuls chiqadi (26-rasm, chapda). Impuls 5-10 minutda Merkuriyga yetib boradi. Impulsning bir qismi sayyoradan aks qaytadi. Bu qaytgan impuls 5-10 minutda Yerga yetib keladi. Merkuriyga jo'natilgan impuls yassi frontga ega ingichka chastota oralig'ida bo'lsa qytgan impuls sferik shaklga ega va keng chastota oralig'ini egallaydi.

Impuls kelgandanoq ( $t=0$ ) yozib olingan yozuv bitta ekstremum (maksimum) mi chizmadan iborat.  $t=T+120$  mikrosekundli ikkita ekstremumga ega,  $t=T+210$  dagi ham ikkita pikka ega, biroq piklar bir-biridan  $t=T+120$  dagiga qaraganda ancha keng joylashgan. Shu ahvolda  $t=T+300$  va  $t=T+490$  larda olingan yozuvlar chiqadi (26-rasm, o'ngda). Endigi vazifa yuqoridagi yozuvlardan maksimumlariga mos keladigan chastota siljishini (**Frquency shift**) o'lchashdan iborat. Kursorni siljishini o'lchash kerak bo'lgan nuqtaga qo'yib sichqonni chap tomonini ikki marta bosib. Yonida sitljish miqdori yozilgan qizil yoki yashil yo'g'on ko'rsatgichlar (strelka) paydo bo'ladi va shu ahvolda qoladi, ularni u yoki bu yoqqa biroz siljitish mumkin (27-rasm).



26-rasm



27-rasm

Barcha (5 ta) yozuvni o'lchab tugallagandan keyin yuqoridagi "Pulse" ni bosib va uni ostidagi "Record Measurement" ni bosib. O'lchangan natijalaringiz kompyuter xotirasiga yozib qo'yiladi.

Endigi vazifa o'lchash natijalariga asoslanib aylanish tezligini hisoblash. Buning uchun "Work Sheet" ni bosib. Jadval chiqadi. Bu jadvalni to'ldirish kerak va aylanish tezligini hisoblab topish kerak.

## V A Z I F A

1. Ish bajarilayotgan sananing  $22^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}$  da Merkuriyning koordinatalarini aniqlang.

2. Turli vaqtlarda qabul qilingan signallarni yozib oling.

3. Olingan yozuvlardan maksimumiga mos chastotalar va siljishini aniqlang.

4. Sayyoraning o'z o'qi atrofida aylanish tezligini o'lchang.

**15-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot mustaqil ravishda tayyorlanadi.**

### 16-Laboratoriya ishi

#### YUPITER YO'LDOSHLARI ORBITASINI HISOBLASH

*Ishning maqsadi: Yupiter yo'ldoshlarining orbita elementlarini hisoblash va ularning hisoblangan o'rnini kuzatish paytidagi vaziyati bilan solishtirish.*

*Kerakli qo'llanma va jihozlar: CLEA laboratoriya ishlari yozilgan kompyuter, Astronomik kalendar-haryillik yoki "Astolab" dasturi.*

*Adabiyot: [2], VIII bob, 36-§; [12], 2 Bob, 2.7-§; [14], 4-Laboratoriya ishi; [16], T. III, XII Bob, 90-§;*

*Qo'shimcha adabiyot: [7], 7 Bob, 66, 67-§§; [13], 6 band, 273-276 b.*

*Masalalar: [8], № 359, 360, 361, 366.*

Yupiterning har xil vaqt momentlarida olingan tasvirlarida uning yo'ldoshlari koordinatalarini o'lchash va olingan natijalarga asoslanib har bir yo'ldoshning orbita elementlarini hisoblashdan iborat. Mazkur ish Yupiterning eng yorug' yo'ldoshlari **Io**, **Evropa**, **Ganimed** va **Kollisto** uchun bajariladi. Bu yo'ldoshlar oddiy maktab teleskopida ko'rinadi. Olingan natijalarga asoslanib yo'ldoshlarning Yupiterga nisbatan vaziyatini kelajak vaqt momenti uchun, masalan, kechki kuzatish rejalashtirilgan vaqt momenti uchun ham oldindan hisoblash mumkin. Bunday hollarda oldindan hisoblangan yo'ldosh vaziyati

kuzatish paytida tekshirib ko'riladi, hisoblash natijalari qay darajada yo'ldoshning haqiqiy vaziyatiga mos kelishi tekshiriladi.

#### **Ishni bajarish tartibi:**

A) *Ishning dasturini kompyuterga o'rnatish.* Agar CLEA oldin kompyuterga o'rnatilmagan bo'lsa u yozilgan CD-ROM yoki disketani kompyuterga qo'yib, dasturni instsolyasiya qilish kerak. Buning uchun CD-ROM kompyuterga o'rnatilgandan keyin uning C diski ustiga kursorni qo'yib bosing. Ekraniga laboratoriya ishlari chiqadi, ro'yxatning oxiridan ikkinchi fayl «Install» deb nomlangan, uning ustiga kursorni qo'yib sichqonchaning chap tomonini ikki marta tez-tez bosing. Ekranida «Install CLEA Software» deb nomlangan sahifa ochiladi. Uning pastidagi «Next» tugmani bosing. Bu tugma yana uch marta chiqadi va undan keyin «Yes» chiqadi uni bossangiz instsolyasiya tugaganligi to'g'risida yozuv chiqadi va oxirida «Ok» ni bosing, ekranda yana CD-ROM dagi dasturlar ro'yxati chiqadi. Hozirgi zamon laboratoriya ishlari to'plami kompyuteringizning C diskiga o'rnatiladi yoki instsolyasiya qilinadi. Endi uni ishlatishingiz mumkin.

B) *Yupiter yo'ldoshlari laboratoriya ishini boshlash.* Kompyuteringizning C diskini oching, undagi CLEA nomli papkani topib kursorni uning ustiga qo'yib bosing, laboratoriya ishlari ro'yxati chiqadi, ular orasidan «juplab» ni topib, uni bossangiz bu ishni bajarishda qo'llaniladigan dasturlar va ma'lumotlar yozilgan fayllar ro'yxati chiqadi, ular orasidan «CLEA\_JUP» ni toping va uni bosing. Ishning birinchi sarg'ish sahifasi ochiladi. Sahifaning chap yuqori burchagidagi «File» nomli tugma ustiga kursorni qo'ysangiz undan pastda «Log In» yozuv chiqadi, uni bossangiz sahifa o'rtasida kichikroq sahifa ochiladi. Bu sahifachaga talabalarning ismlari kiritilishi kerak. Sahifani to'ldirib «Ok» ni bosing, kichik sahifa ochiladi va u talabalarni ro'yxatlash tugadimi deb so'raydi, «Yes» ni bossangiz ishning ikkinchi (II) sahifasi ochiladi.

### **KUZATISH VA O'LCHASHLARNI BOSHLASH**

Ishning II sahifasi «THE REVOLUTION OF MOONS OF JUPITER», ya'ni Yupiter oylarining aylanishi, deb sarlavhalangan va o'rtasida sayyoraning rasmi joylashtirilgan (28-rasm, chapda). Sahifaning yuqori chap burchagida «File» va «Record Measurements» yozuvlari bor. Kursorni «File» ustiga qo'yib bossak, undan pastroqda «Run», «Data», «Preference» va «Exit» yozuvlar bor sahifa ochiladi. Endi «Run» ni bosing, sahifa ustida «Start Data & Time» nomli sahifa ochiladi. Bu sahifaga kuzatishlar boshlangan sana (sahifani chap qismiga) *yil (year)*, *oy (month)*, *kun (day)* larda va vaqtni (sahifani o'ng qismiga, dunyo vaqti Toshkent vaqtidan 5 soat orqadalgini unutmang) *soat (hour)*, *minut (minute)* va *sekund (second)* larda kiritish kerak (28-rasm, o'ngda). Kuzatish

boshlangan sana va vaqt ish bajarilayotgan vaqt bo'lishi shart emas. Sahifaning pastidagi «Ok» ni bosib, ishning III sahifasi ochiladi.

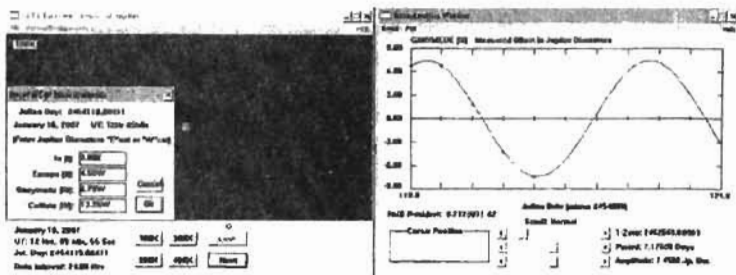


28-rasm

Uchinchi sahifa ishchi sahifa bo'lib, uning o'rtasida yuqorisida kiritilgan sana va vaqtda (ular va boshlanish Yulian kunlarida sahifaning chap tomonida keltirilgan) Yupiter va uning yo'ldoshlarini vaziyati tasvirlangan. Tasvir 100 marta kattalashtirilgan, uni 200, 300 va 400 martagacha kattalashtirish mumkin.

Endigi vazifa yo'ldoshlar vaziyatini o'lchashdan iborat. Buning uchun kursor uchini eng chap tomondagi yo'ldosh ustiga qo'yib sichqonchani chap tomonini bosib tursak, o'rtasi ochiq «krest» paydo bo'ladi. Sichqonchani u yoki bu tomonga surib, yo'ldosh tasvirini krest ichiga simmetrik ravishda joylashtiramiz va sichqon tugmasini qo'yib yuborsak sahifaning pastki o'ng tomoniga yo'ldoshning nomi (**Io** yoki **Europa** yoki **Ganymede** yoki **Callisto**) va koordinatalari ( $X$  va  $Y$ ) yozilib qoladi. Bu koordinatalar sahifaning pastki chap burchagidan boshlab sanalgan piksellar sonidir. Yupiter va uning yo'ldoshlarini tasviri CCD matritsa yordamida olinadi. CCD matritsa 512 ga 512 ta piksel (*fotodiod*) ga ega. O'lchangan  $X$  va  $Y$  larga asoslanib hisoblangan yo'ldoshning Yupiterdan uzoqligi sayyora diametri birliklarida  $X$  va  $Y$  ning qiymatlari yozilgan joydan pastroqda, masalan  $X=4.15 E$  tarzda yozib qo'yilgan. Bu degani yo'ldosh sayyoradan sharq (chap) tomonda 4.15 Yupiter radiusi birligi masofada joylashgan. Ana shu yozuv kompyuter xotirasiga kiritilishi kerak, buning uchun sahifaning yuqori chap burchagidagi «Record Measurements» yozuv ustiga kursorni bosamiz. Yangi sahifacha ochiladi, unda yo'ldoshlar nomi to'g'risida bo'sh kataklar bor, shu kataklarning yo'ldoshga tegishlisiga yuqorida topilgan masofani (masalan, 4.15) yozib qo'yamiz. Sahifani bekitmasdan boshqa yo'ldoshlarni ham o'lchaymiz va natijalarni (albatta  $E$  yoki  $W$  si bilan) ular uchun ajratilgan kataklarga yozib boramiz (29-rasm, chapda). O'lchashlar tugagach sahifachadagi «Ok» tugmani bosib. Endi o'lchash natijalarini qayd qilish kerak. Buning uchun kursorni sahifaning yuqori chap burchagidagi «File», «Data» va

«Save» tugmalar bo'ylab bosing. Yangi sahifacha ochiladi va unda o'lchash natijalari qayd qilinsinmi degan yozuv va «Yes» tugma bor. Agar tugmani bossangiz, kuzatishning birinchi kuni uchun yuqorida topilgan natijalar sahifachada ko'rsatilayotgan faylga yozib qo'yiladi (mas., C:/CLEA/JUPLAB/AHMAD.CSV). Endi keyingi sanada olingan suratni o'lchashga o'tamiz.



29-rasm

Ishchi sahifada, surat pastida «Interval 24 hours» va «Next» yozuvlar bor. Ular keyingi surat 24 soatdan keyin olingan deb xabar beradi hamda sana va «Julian Date» bir kunga ortadi. Bu suratni ham yuqoridagi tartibda o'lchaymiz va natijalarni qayd qilamiz. Bu amalni 4-6 marta takror bajaramiz.

## O'LCHASH NATIJALARIGA ASOSLANIB YO'LDOSHLAR ORBITASINI HISOBLASH

Bu amalni ishchi (III) sahifadan boshlaymiz. Kursorni «File»→«Data»→«Analysis» yo'l bilan yurg'izib bosamiz. Ishning to'rtinchi sahifasi ochiladi, u «Data Analysis Window» deb nomlangan va chap yuqori burchagida «Select» yozuv bor. «Select» ni bossangiz uning pastida «Io», «Europa», «Ganymede», «Callisto» va «Exit» yozuvlar chiqadi. Hisoblashlarni Ganymede dan boshlagan ma'qul. Buning uchun Ganymede ni bosing, yangi sahifa ochiladi, unda grafik chizish uchun tayyorlangan andozaga Ganymede ni o'lchashdan olingan natijalar nuqtalar sifatida qo'yilgan. Kursorni sahifaning yuqori chap burchagidagi «Plot»→«Connect Points» yozuvlari bo'ylab yuritib bosing. Nuqtalarni tutashtiruvchi siniq chiziq hosil bo'ladi. Bu chiziq davriy egrilikning bir qismi bo'lganligi uchun uning davri va amplitudasini baholab topish mumkin. Bunday baholash natijalari to'la egrini topish uchun boshlang'ich qiymat sifatida qo'llaniladi.

Kursorni «Plot»→«Fit Sine Curve»→«Set Initial Paramtrs» bo'ylab yurg'izib bossangiz yangi sahifacha ochiladi. Unga «T-zero» to'g'risiga grafikda

koordinata boshidagi son, «**Period**» va «**Amplitude**» lar to'g'risiga siniq egridan baholash yo'li bilan topilgan davr va amplituda qiymatini kiritamiz va unadgi «**Ok**» tugmani bosamiz. Gafikdagi nuqtalar ustida sinusoida egri hosil bo'ladi (29-rasm, o'ngda). Sinusoidani nuqtalardan o'tadigan darajada o'zgartirish mumkin. Bu amal sahifaning pastki o'rta qismiga joylashtirilgan dastaklar yordamida bajariladi. Dastakka kursorni qo'yib uni chapga va o'ngga surish mumkin. Ulardan biri davrni o'zgartirsa, ikkinchisi amplitudani o'zgartiradi. Bu amal sinusoida barcha nuqtalardan aniq o'tguncha davom ettirilib, shundan keyin yo'ldosh Yupiter gardishi markazidan o'tgan vaqt (**T-zero**), yo'ldoshni sayyora atrofida aylanish davri (**Period**) va uning orbitasini sayyoradan eng uzoq nuqtasigacha bo'lgan masofa (**Amplitude**) aniqlanadi. Bular ishning natijalari bo'ladi va ular hisobot sifatida o'qituvchiga topshiriladi. Oxirgi sahifa printer yordamida qog'ozga chiqariladi va hisobotga qo'shib topshiriladi.

## V A Z I F A

1. Ish bajarilayotgan sananing  $21^h30^m15^s$  da, bir sutka keyin va oldin Yupiter yo'ldoshlarining koordinatalarini o'lchang. Ob-havo qulay sharoitda maktab teleskopi yordamida ularni kuzating. Sayyoralar va yo'ldoshlarning ko'rinish shartlari haqida fikr yuriting.

2. Birinchi banddagi vaqt daqiqasi uchun yo'ldoshlarning grafiklarini chizing. Shu grafiklar asosida yo'ldoshlarning sayyora atrofida aylanish davrini va amplitudasini aniqlang.

### 16-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot

1-2. Ish bajarilayotgan sana \_\_\_\_\_ daqiqa \_\_\_\_\_ da (bir sutka keyin va oldin) Yupiter yo'ldoshlarining vaziyati, aylanib chiqish davri va amplitudasi.

Sana (JD)	Yo'ldosh	x	y	X	Y	T	A
	Io (I) Yevropa (II) Ganimed (III) Kallisto (IV)						
Bir sutka keyin	Io (I) Yevropa (II) Ganimed (III) Kallisto (IV)						
Bir sutka oldin	Io (I) Yevropa (II) Ganimed (III) Kallisto (IV)						

Sayyora (yo'ldosh)larning ko'rinish shartlari.  
Grafiklar taqdim qilinadi.



## 17-Laboratoriya ishi YULDUZLARNING FIZIK KO'RSATGICHLARI

*Ishning maqsadi:* Yulduzlarning absolyut kattaligini aniqlash va ularning fizik ko'rsatgichlari orasidagi bog'lanishni o'rganish.

*Qo'llanmalar:* Astronomik kalendar-doimiy qismi; havaskor astronomlar spravochnigi; logarifmik jadval; kalkulyator.

*Adabiyot:* [1], III bob, 23, 24-§§; [2], II Bob, 9, 10-§§; [6], V Bob, 4, 7-§§; [9], 18-ma'ruza; [12], 3 Bob, 3.1-§; [13], 7 band, 292-294 b.; [15], 31 va 32-Laboratoriya ishlari.

*Qo'shimcha adabiyot:* [3], 5 Bob, 5.1, 7.1-§§; [4], I, II Boblar; [7], 10 Bob, 97+100-§§; [10], III Bob; [16], T. II, II Bob.

*Masalalar:* [8], № 172, 174, 185, 209, 217, 218, 224.

Yulduzlarni kuzatishlardan ular hosil qilayotgan yoritilganlik ( $E$ ) ni o'lchash mumkin, yulduz nurini spektrograf yordamida spektrga yoyish va bu spektrda energiyaning taqsimlanish qonunlarini o'rganish yoki yulduz spektrining har xil qismida energiya miqdorini aniqlash mumkin. Bunday o'lchashlar yulduzning temperaturasini hisoblashga va kimyoviy tarkibini aniqlashga imkon beradi. Yulduzning to'la energiyasini aniqlash va unga asoslanib boshqa ko'rsatgichlarni hisoblash mumkin.

Temperaturasi  $T$  ga teng absolyut qora jismning  $1 \text{ sm}^2$  sirtidan chiqayotgan to'la nurlanish quvvati Stefan-Boltsman qonuniga asosan

$$\epsilon = \sigma T^4 \quad (1)$$

Agar  $\epsilon$  ni yulduz sirti yuzasi ( $4\pi R^2$ ) ga ko'paytirsak, yulduzning to'la energiyasini topamiz:  $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ . Agar yulduzning temperaturasi ma'lum bo'lsa, bu bog'lanishdan uning radiusini topish mumkin. Bu yerda  $\sigma = 5,71 \cdot 10^{-5} \text{ erg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{sek} \cdot \text{grad}^4)$  - Stefan-Boltsman doimiysi, o'zgarmas miqdor.

Absolyut qora jism spektrida energiyaning to'liq uzunligi bo'yicha taqsimlanishi Plank formulasi yordamida quyidagicha ifodalanadi:

$$\epsilon_\lambda(T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda T}} - 1} \quad [\text{erg}/\text{sm}^2 \cdot \text{s}] \quad (2)$$

$h$ -Plank doimiysi,  $c$ -yorug'lik tezligi va  $k$ -Boltsman doimiysi. (2) formulani barcha to'liq uzunliklari bo'yicha integrallasak (1) ifoda kelib chiqadi.

$$\epsilon = \int_0^\infty \epsilon_\lambda(T) d\lambda = \sigma T^4 \quad (3)$$



Osmon yoritgichlarining  $T$  temperaturasini topish uchun uning spektrining har xil qismlarida energiyani o'lcaymiz va energiya ( $\epsilon_\lambda(T)$ ) ni taqsimlanish grafisini chizamiz. Kuzatishdan topilgan taqsimlanish egri chizig'ini (2) formula yordamida har xil temperaturalarda hisoblangan taqsimotlar bilan solishtiramiz va kuzatilgan taqsimot bilan eng yaxshi mos kelgan hisoblangan egrilikka mos keladigan  $T$  yulduz temperaturasini ko'rsatadi yoki spektrni har xil qismlarida o'lgan intensivlikni (2) formulaning chap tomoniga qo'yamiz. (2) ning o'ng tomonida bog'liq ifoda hosil bo'ladi.

$$\begin{aligned} \epsilon_\lambda(T) &= \frac{2\pi h c^2}{\lambda_1^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/\lambda_1 T} - 1} \\ \epsilon_\lambda(T) &= \frac{2\pi h c^2}{\lambda_2^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/\lambda_2 T} - 1} \\ &\dots\dots\dots \\ \epsilon_\lambda(T) &= \frac{2\pi h c^2}{\lambda_n^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/\lambda_n T} - 1} \end{aligned} \quad (4)$$

(4) tenglamalar sistemasida bitta noma'lum  $n$ -ta tenglama.

(4) ni yechib  $T$  ni topish mumkin. (2) formula dagi o'zgarmas qiymatlarni belgilaymiz.

$$c_1 = 2\pi h c^2 = 3,74 \cdot 10^{-12} \text{ J} \cdot \text{sm}^2 \cdot \text{s}^{-1} \text{ va}$$

$$c_2 = hc/k = 1,439 \text{ sm} \cdot \text{K}, \text{ u holda}$$

$$\epsilon_\lambda(T) = \frac{c_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{c_2/\lambda T} - 1} \quad (5)$$

Astrofizik ob'ektlarda va spektrning ayrim qismlarida  $e^{c_2/\lambda T} \gg 1$  va (5) ni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\epsilon_\lambda(T) = c_1 \lambda^{-5} e^{-c_2/\lambda T}$$

energiya oqimining spektral zichligi, Joullarda.

**1) Yulduzlarning temperaturasini aniqlash.** Agar  $\epsilon_\lambda - \lambda_1$  to'liq uzunlikda va  $\epsilon_\lambda - \lambda_2$  to'liq uzunlikda yulduz hosil qilgan yoritilganlik,  $S$  - yulduz sirtining yuzi,  $K_1$  va  $K_2$  priyomnik (ko'z, fotoplastinka, fotoelement) ning spektral sezgirligiga bog'liq koeffitsient bo'lsa

$$\varepsilon_{\lambda_1} = K_1 S c_1 \lambda_1^{-5} e^{-c_1 / \lambda_1 T} \quad \text{va} \quad \varepsilon_{\lambda_2} = K_2 S c_1 \lambda_2^{-5} e^{-c_1 / \lambda_2 T}.$$

Ifodaning chap tomonini chap tomonga, o'ng tomonini o'ng tomonga bo'lsak

$$\frac{\varepsilon_{\lambda_1}}{\varepsilon_{\lambda_2}} = \frac{K_1}{K_2} \cdot \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^5 \cdot e^{c_1 / T (1/\lambda_2 - 1/\lambda_1)}$$

Ikkinchi tomondan Pogson formulasi asosan,

$$\frac{\varepsilon_{\lambda_1}}{\varepsilon_{\lambda_2}} = 2,512^{m_2 - m_1} = 2,512^C; \quad C = m_2 - m_1 - \text{rang ko'rsatgichi.}$$

$$2,512^C = \frac{K_1}{K_2} \cdot \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^5 \cdot e^{c_1 / T (1/\lambda_2 - 1/\lambda_1)} \quad (6)$$

(6) ni ikkala tomonini logarifmlafmiz.

$$0,4 \cdot C = \lg \left[ \frac{K_1}{K_2} \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^5 \right] - \frac{c_2}{T} \left( \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) \cdot \lg e$$

$$\lg \left[ \frac{K_1}{K_2} \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^5 \right] = 0,4 \cdot A; \quad \left( \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) \cdot \lg e = 0,4 \cdot B$$

$$C = A + B/T; \quad T = B/C - A.$$

Agar  $\lambda_1 = \lambda_{\text{viz}} = 0,529 \cdot 10^{-6} \text{ m}$  va  $\lambda_2 = \lambda_{\text{rg}} = 0,425 \cdot 10^{-6} \text{ m}$  hamda AO spektral sinfdagi yulduz uchun  $C=0$  va  $T=11200 \text{ K}$  ni hisobga olsak,  $A=-0,64$ ,  $B=7200'$  va quyidagi ifodani hosil qilamiz

$$T = \frac{7200'}{C + 0,64}; \quad C = m_{\text{pg}} - m_{\text{V}} \quad (7)$$

Agar kuzatish  $UBV$  sistemada bajarilgan bo'lsa va  $(B-V)$  rang ko'rsatgichiga nisbatan

$$T = \frac{7900'}{(B-V) + 0,72} \quad (8)$$

Agar yulduzning rang ko'rsatgichi ma'lum bo'lsa (7) va (8) formulalar yordamida uning absolyut temperaturasini hisoblab topish mumkin.

2) **Yulduzning absolyut kattaligini hisoblash.** Agar yulduzning vizual kattaligi -  $m_V$  va parallaksi -  $\pi$  ma'lum bo'lsa, uning absolyut kattaligi -  $M_V$  ni hisoblab topiladi.

$$M_V = m_V + 5 + 5 \lg \pi \quad (9)$$

Yulduzning fizik parametrlari uning bolometrik absolyut kattaligi bilan  $M_B = M_V + b$  kabi bog'langan. Bu yerda  $b$ -bolometrik tuzatma.

3) **Yulduzning massasini uning absolyut kattaligiga ko'ra hisoblash.**

a) o'ta gigant yulduzlar uchun:

$$\lg M = -0,11M_b + 0,69 \quad (10)$$

b) gigant yulduzlar uchun:

$$\lg M = -0,11M_b + 0,51 \lg T - 1,33 \quad (11)$$

c) bosh ketma-ketlikning B0-dG4-dG8 oraliqidagi yulduzlar uchun

$$\lg M = -0,17M_b + 1,21 \quad (12)$$

4) **Yulduzlarning radiusini hisoblash.** Bunda Quyosh radiusi  $R_{\odot} = 1$  deb qabul qilinadi va quyidagi formulalar yordamida yulduzlarning radiusi aniqlanadi:

$$\lg R = \frac{5900}{T} - 0,2M_V - 0,02 \quad (13) \text{ va}$$

$$\lg R = 0,82C - 0,2M_V + 0,51 \quad (14)$$

bu yerda  $M_V$  - vizual absolyut kattaligi, C-rang ko'rsatgichi ( $C = m_{pg} - m_V$ ).

5) **Yulduzning o'rtacha zichligini hisoblash.** Zichlikni

$$\bar{\rho} = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \quad (15)$$

formuladan hisoblash mumkin.

6) **Yulduzlarning yorqinligini hisoblash.** Yulduzlarning yorqinligi Quyoshga tegishli ( $L_{\odot}=1$ ,  $M_{\odot V}=+4^m,8$ ) kattaliklardan foydalanib  $lgL=0,4(M_{\odot V}-M_V)$  yoki  $L=10^{0,4(5-M)}$  (16) dan hisoblab topiladi.

## V A Z I F A

1. Har bir talabaga vizual kattaligi ( $m_V$ ), spektral sinfi, yillik parallaksi ( $\pi$ ), rang ko'rsatgichi ( $C$  yoki  $B-V$ ), bolometrik tuzatmasi ( $b$ ) va koordinatalari ma'lum bo'lgan 100 tadan yulduz tanlab beriladi.

Berilgan kattaliklarga asoslanib yulduzlarning fizik ko'rsatgichlari: temperaturasi, absolyut bolometrik kattaligi, massasi, radiusi, o'rtacha zichligi va yorqinliklari hisoblansin.

2. Ushbu yulduzlar uchun "spektr-yorqinlik" diagrammasini chizing.

3. "Spektr-yorqinlik" diagrammasidan foydalanib, vizual kattaligi, spektral va yorqinlik sinflari berilgan o'nta noma'lum yulduzning absolyut kattaligi ( $M_V$ ) va yillik (spektral) parallaksilari ( $\pi$ ) topilsin. Topilgan kattaliklar hisoblab topilgan qiymatlari bilan solishtirilsin.

### 17-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot

1. Yulduzlarning asosiy fizik ko'rsatgichlari.

Yulduzlar	$T$	$M_V$	$M$	$R$	$\bar{\rho}$	$L$
1.						
2.						
3.						
.						
.						
.						
100.						

2. Diagramma chiziladi.

3. Noma'lum yulduzlarning absolyut kattaligi va parallaksilari.

Yulduzning nomi yoki turkumdagi belgisi	$M_V$ (topilgan)	$\pi$ (topilgan)	$M_V$ (hisoblangan)	$\pi$ (hisoblangan)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

## 18-Laboratoriya ishi GALAKTIKALAR FIZIKASI

*Ishning maqsadi: Galaktikamizning umumiy tuzilishini o'rganish, yulduz sistemalari va galaktikalarning asosiy xarakteristikalarinin aniqlash.*

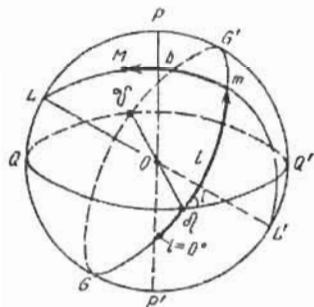
*Kerakli qo'llanmalar: yulduzlar osmonining amlasi (AGJ); turli tipdagi galaktikalarning fotografik standartlari (23 va 24 - planshetlar); galaktikalarning fotosuratlari (25 + 28- planshetlar); galaktika spektrlarining fotonusxalari (29-planshet); havaskor astronomlar spravochnigi (ma'lumotnomasi); trigonometrik funktsiyalar jadvali; kalkulyator.*

*Adabiyot: [2], VII Bob, 30, 32-§§; [3], 11 Bob, 11.1, 11.2-§§; [12], 4 Bob, 5 Bob, 5.1+5.4-§§; [13], 9 band, 380-391 b.; [15], 36, 37-Laboratoriya ishlari; [16], T. II, XXII Bob, 175+191-§§.*

*Qo'shimcha adabiyot: [4], VII Bob, 32, 33-§§; [7], [10], IV Bob, V Bob, 5.1+5.3-§§, 5.5-§; 12 Bob, 119-§, 14 Bob, 134, 135-§§.*

*Masalalar: [8], № 270, 271, 273, 282, 283, 293, 294, 304, 312, 337.*

Galaktikamizning umumiy tuzilishi haqidagi dastlabki tasavvumi osmonning turli sohalaridagi yulduzlarni statistik yo'l bilan sanash yordamida olish mumkin. Galaktikamizda juda ko'p yulduzlar asosan Somon Yo'lida joylashgani uchun, shunday sferik koordinalar sistemasini tanlash kerakki, asosiy aylana Somon Yo'li markazidan o'tsin (30-rasm): bunda,  $GG'$  - galaktika ekvatori  $QQ'$  - osmon ekvatori bilan kesishib, osmon sferasida galaktika tugunlari deb ataluvchi nuqtalarni hosil qiladi. Galaktika ekvatori bo'ylab shimoliy yarim shardagi g'arbdan sharqqa yo'nalishda (soat strelkasiga teskari) o'tuvchi tugunni chiqish tuguni- $\delta$ , diametral qarama-qarshi tomonda yotuvchi tugunni botish tuguni- $\zeta$  deb ataladi. Galaktikamiz ekvatoridan  $90^\circ$  ga farq qiluvchi nuqtalar Galaktika qutblari deb ataladi. Shimoliy galaktik qutb -  $L$  osmonning shimoliy yarim sharida, janubiy galaktik qutb -  $L'$  esa osmonning janubiy yarim sharida yotadi.



30-rasm

Galaktikamiz ekvatori osmon ekvatori bilan galaktik ekvatorning og'ishi deb ataluvchi  $i$  burchak ostida kesishadi. Galaktikamiz qutblaridan o'tuvchi (masalan,  $LMmL'$ ) katta aylanalalar galaktik kenglama aylanalari deb ataladi va undan osmon ob'ektlari ( $M$ )ning galaktik kenglamalari  $b$ , ya'ni Galaktika ekvatoridan burchak masofasi (shimoliy galaktik yarim sharda musbat, janubiy yarim sharda manfiy ishoralii, o'zgarishi  $b = \pm 90^\circ$ ) o'lchanadi. Galaktik uzunlama  $l$  deb ataluvchi yana bir koordinata

(0° dan 360° gacha o'zgaradi) Galaktika ekvatori bo'ylab hamma vaqt soat stelkasi (mili)ga teskari yo'nalishda (xuddi ekvatorial koordinatalar sistemasidagi  $\alpha$  singari) hisoblanadi va uning hisob boshi uchun galaktika ekvatori markaziga yo'nalgan nuqtasi xizmat qiladi. Bu nuqta chiqish tuguni  $\delta$  dan  $\Delta l=33^\circ,1$  masofada yotadi. Galaktik uzunlama  $l$  va galaktik kenglama  $b$  hamma vaqt 0°,01 aniqlikda o'lchanadi.

Glaktikamiz ekvatorining har ikkala tugunlari va qutblarining o'rinlari ekvatorial koordinatalar sistemasida (to'g'ri chiqishi- $\alpha$  va og'ishi- $\delta$ ) beriladi.

Tugunlarning o'rinlarini yulduzlar atlasining xaritasiga tushurish mumkin, bunda Somon Yo'li bilan osmon ekvatorining kesishishiga yaqin joydan Galaktika ekvatorini ifodalovchi Somon Yo'lining o'rtasini chizig'ini o'tkazamiz va uning osmonda kesishish nuqtasidan galaktika ekvatorining tugunlaridan birini belgilaymiz. Koordinatalar  $\alpha$  va  $l$  yo'nalishi bo'yicha aniqlanadi. Bu tugunlarning  $\alpha$  va  $\delta$  koordinatalari xaritadan koordinatalar setkasi yordamida aniqlanadi, ikkinchi tugunning koordinatalari esa shatga ko'ra birinchi tugunga nisbatan belgilanadi, a har ikkala tugunning galaktik koordinatalari  $l$  va  $b$  lar shartli ravishda chizilgan galaktik koordinatalar sistemasi bo'yicha hisoblanadi. Galaktika ekvatorining og'maligi  $i$  transportir yordamida o'lchanadi.

Galaktika ekvatorining og'maligi  $i$  ni bilgan va  $\delta$ - $\delta$  tugunlar chizig'ining Olam o'qi ( $R$  va  $R'$ ) bilan birga yotuvchi  $LPL'P'$  katta aylana tekisligiga perpendikulyarligini eslagan (30-rasmga q.) holda, galaktika qublarining ekvatorial koordinatalari ( $\alpha$  va  $\delta$ ) ni hisoblash qiyin emas.

Galaktikamizning umumiy tuzulishini o'ganishning eng oddiy usuli, osmonning turli sohalaridagi ma'lum ko'rinma kattalikkacha bo'lgan yulduzlarni sanash hisoblanadi. Yulduz kattaligi  $m$  bo'lgan yulduzlarni- $A(m)$  bilan yulduz kattalıkları  $m$  gacha (imkon qadar) bo'lgan eng yorug' yulduzlarni- $N(m)$  bilan, bu yulduzlar joylashgan osmon uchastkasining maydonini- $S$  bilan belgilaymiz. Odatda  $m$  ning qiymatlari 1 yulduz kattaligi fraqi bilan ( $m-0^m,5$ ) dan ( $m+0^m,5$ )gacha butun sonlar tanlanadi.

Yulduzlarning tasvirini xaritaga katta aniqlik bilan darajalash qiyin, lekin ( $m+0^m,5$ ) oraliq bilan olingan qiymatlar uncha katta xatolik bermaydi. Boqacha aytganda 1 yulduz kattaligi deb,  $m=1^m$  va  $m=1^m,5$ , 2 yulduz kattaligi deb,  $m=2^m$  va  $m=2^m,5$ , va h. k. 5 yulduz kattaligi deb,  $m=5^m$  va  $m=5^m,5$  qiymatlar olinadi. Bu yulduzlarning ko'rinma kattalıkları mos ravishda quyidagicha ajratiladi

$$A(m) = N(m) - N(m-1). \quad (1)$$

Har bir maydoncha  $S$  dagi  $m=7^m$  ( $m=7^m$  va  $7^m,5$ ) gacha bo'lgan yulduzlar  $A(m)$ ni alohida-alohida sanab, ushbu maydonchaga tegishli  $N(m)$  qiymatini va 1

kv gradus maydonda joylashgan yuluzlar soni  $N'(m)$ , ya'ni yulduzlar zichligini hisoblash oson

$$N'(m) = \frac{N(m)}{S}, \quad (2)$$

bu erda  $S$ -kvadrat graduslarda.

$S$  maydonning kattaligi, olam o'qiga mos keluvchi og'ish aylanasini hisobga olib, xaritaning koordinatalar setkasidan hisoblanadi. Agar maydoncha  $\alpha_1$  va  $\alpha_2$  to'g'ri chiqish aylanalari va osmon parallellarining  $\delta_1$  va  $\delta_2$  og'ishlari bilan chegaralagan bo'lsa, u holda uning bu koordinatalar bo'yicha kengligi ( $\alpha_2 - \alpha_1$ ) va ( $\delta_2 - \delta_1$ ) bo'ladi maydoncha esa kvadrat graduslarda

$$S = 15(\alpha_2 - \alpha_1)(\delta_2 - \delta_1) \cdot \cos \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}, \quad (3)$$

bu erda  $\alpha_2$  va  $\alpha_1$  soatlar (va ularning ulushlari)da,  $\delta_2$  va  $\delta_1$  lar graduslarda ifodalanadi, 15 koeffitsienti esa soat birliklaridan graduslarga o'tish uchun xizmat qiladi.

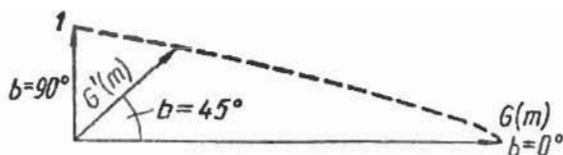
Galaktikamizdagi yulduzlarning zichligini aniqlash uchun, galaktika ekvatori oralig'i (tasmasi) va galaktika qutbi atrofida joylashgan maydonchalardagi yulduzlarning soni  $N(m)$ ni sanaladi. Galaktika ekvatori sohasidagi  $N'(m, 0^\circ)$  va galaktika qutbi sohasi  $N'(m, 90^\circ)$  dagi yulduzlarning zichligini topgan holda galaktika ekvatori sohasiga o'xshash galaktika qutbi sohasidagi (1 kv gradusda)  $m$  yulduz kattaligidagi yulduzlarni ko'rsatuvchi galaktik zichlik (konsentratsiya)ni hisoblash mumkin.

$$G(m) = \frac{N'(m, 0^\circ)}{N'(m, 90^\circ)}. \quad (4)$$

Shuningdek, statistika uchun  $b = \pm 45^\circ$  galaktik paralleldagi yulduzlarni ham sanash foydadan holi bo'lmaydi,

$$G(m) = \frac{N'(m, 45^\circ)}{N'(m, 90^\circ)}, \quad (5)$$

$G(m)$  va  $G'(m)$ larning qiymatlarini olib, yulduzlarning ko'rinma kattaliklari uchun yulduzlar xaritasida galaktika qutbi sohasidagi (yulduzlar zichligi uchun birlik vektor qilib yulduzlar siqirligini ko'rsatuvchi /Galaktikamizdagi yulduzlarning/ taqsimlanishini) vektor diagrammasini tuzish mumkin (31-rasm).



31-rasm

Yulduzlar osmonining xaritalarini mukammal o'rganib, Somon Yo'lining turli yo'nalishlari uchun galaktik konsentratsiya  $G(m)$  ning har xil qiymatlarini olib ( $G(m)$  ning maksimal qiymatini olish ham mumkin), bu ma'lumotlar asosida aylanma vektor diagrammasini chizish foydali. Bu diagramma Galaktika yadrosi markazi yo'nalishiga mos Galaktikamizning eng zich joyini ko'rsatadi.  $l$  ning qiymatlari 8-jadvaldagi qiymatlar bilan solishtiriladi (280 betga q.).

Hozirgi paytda, galaktikalarning bir necha sinflari mavjud, lekin eng soddasi va ko'p qo'llaniladigani Xabbl sinflashtirishi hisoblanadi. Bu sinflashtirishga ko'ra galaktikalar noto'jri (I), elliptik (E) va spiral (S) sinflarga bo'linadi. Har bir sinf sinfchalarga bo'linali. Noto'jri shakldagi galaktikalar r va rr harflari yoki I va II raqamlari bilan belgilanadi. Ir (yoki II) tipidagi galaktikalarda, uning markaziy sohalari aniq ifodalangan bo'ladi. Irr (yoki I II) tipidagi galaktikalarda bunday xususiyatlar bo'lmaydi.

Elliptik galaktikalarning siqilish darajasi butun sonlar bilan baholanadi.

$$\epsilon = 10 \frac{a-b}{a}, \quad (6)$$

bu yerda  $a$  va  $b$  lar mos ravishda galaktikalarning eng katta va eng kichkina burchak diametrlari. Shunday qilib, aylana shaklidagi galaktikalar E0 simvoli bilan, eng siqilgan elliptik galaktikalar esa E7 simvoli bilan belgilanadi. Tarmoqli (bevosita yadrosidan chiqqan) spiral galaktikalar tarmoq rivojlanishi bilan bojliq bo'lgan Sa, Sb va Sc tiplariga kiradi. Katta yadroli va kuchsiz rivojlangan spirallar yoki faqat spirallardan ibrat galaktikalar Sa simvoli bilan, kichik yadroli va tarmoqlari kuchli sochilgan spiralli galaktikalar esa Sc simvoli bilan belgilanadi.

Tarmoqlari yadrosidan emas, balki yonboshidan (unga to'jri burchak ostida) chiqqan spiral galaktikalar, kesilgan (kuzalgan) galaktikalar va spiral tarmoqlarning rivojlanish darajasigi bojliq SBa, SBb va SBc tiplarga tegishli galaktikalar deyiladi.

O'rganilayotgan galaktikalar fotografiyasini, xarakteristikalari keltirilgan galaktikalar fotografiyalari bilan solishtirib, galaktikalar qaysi tipga kirishini aniqlash qiyin emas.



Agar galaktikalargacha bo'lgan masofa  $r$  yoki masofalar moduli ( $m-M$ ) ma'lum bo'lsa, u holda o'lchangan burchak o'lchami  $d'$  yordamida, uning chiziqli o'lchamini hisoblash mumkin.

$$d = r \cdot \sin d', \quad (7)$$

Bordiyu, galaktikaning burchak diametri juda kichik bo'lsa va bir necha o'n yoy sekundidan oshmasa, u holda  $d'$  yoy minutlarida ifodalab va 1 radian = 3438' ga teng ekanligini hisobga olgan holda

$$d = r \frac{d'}{3438}, \quad (8)$$

munosabatni olamiz. Bu yerda  $d$  va  $r$  lar bir xil o'lchov birliklarida ifodalanadi. Ammo masofa  $r$ , masofalar modeli bo'yicha hisoblangan bo'lsa (agar yorujlikning fazodagi yutilishi hisobga olinmasa) galaktikalarning chiziqli o'lchamlarini yorujlikning qoldig'i (farqi) dan topish mumkin.

$$CE = C - C_0, \quad (9)$$

Bu erdan  $C$  - yorujlikning ko'rinma ko'rsatkichi  $C_0$  - ob'ektivning spektral sinfidan aniqlanuvchi (9 - jadvalga qarang) haqiqiy rang ko'rsatkichi.

Yorujlikning yutilishi hisobga olingandagi ko'rinma yulduz kattaligi

$$m_0 = m - \gamma \cdot CE, \quad (10)$$

vizual nurlar uchun ( $m_v$ ) dan foydalanilganda  $\gamma=3,7$ , fotografik nurlar uchun ( $m_{pk}$  dan foydalanilganda) esa  $\gamma=4,7$  ga teng.

U holda ob'ektning absolyut yulduz kattaligi

$$M = m_0 + 5 - 5 \lg r$$

yoki

$$M = m - \gamma \cdot CE + 5 - 5 \lg r,$$

bo'ladi, yutilish hisobga olinganda masofa moduli

$$(m_0 - M) = (m - M) - \gamma \cdot CE \quad (11)$$

va

$$\lg r = 0,2(m_0 - M) + 1, \quad (12)$$

(7) formula yutilish hisobga olinganda masofa  $r$  ni topish imkonini beradi, shundan keyin (3) formuladan foydalanish mumkin.

Ob'ektning absolyut yulduz kattaligi  $M$  bevosita ko'rinma yulduz kattaligi  $m$  va masofa moduli ( $m - M$ ) dan topiladi,  $M$  dan foydalanib esa, ob'ektning yorqinligi  $L$  hisoblanadi.

Uzoq galaktikalarning spektralarida spektrning qizil tomonga siljishi (qizilga siljish) kuzatiladi. Spektrning to'liq uzunliklarini solishtirib, dispersion egrilikni chizish mumkin. Buning uchun (12-ishga qarang) galaktika spektridagi siljishning  $\lambda'$  to'liq uzunligi aniqlanadi va o'sha chiziqning normal to'liq uzunligi  $\lambda$  ni bilgan holda ularning  $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ , siljishi topiladi, so'ngra esa galaktikalarning uzoqlashuvchi nuriy tezligi hisoblanadi

$$v_r = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda}, \quad (13)$$

bu yerda  $c = 3 \cdot 10^5 \text{ km/sek}$ .

Habbl qonuni

$$v_r = H r \quad (14)$$

dan, galaktikagacha bo'lgan  $r$  masofa aniqlanadi. Hozirgi kunda Xabbl doimiysi

$$H = 75 \frac{\text{km/sek}}{1 \text{ rk}}$$

ga teng deb qabul qilingan va shuning uchun  $r$  megapersiklarda [1 megaparsek ( $Mpk$ ) =  $10^6$  parsekka teng ( $pk$ )] hisoblanadi. Lekin katta tezliklarda (yorujlik tezligi  $c$  bilan solishtirilganda) (13) formula noaniq bo'lib qoldi. Maxsus nisbiylik nazariyasiga asosan nuriy tezlik

$$v_r = c \frac{\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda} + 1\right)^2 - 1}{\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda} + 1\right)^2 + 1}, \quad (15)$$

chiziqning  $\Delta\lambda$  siljishi katta bo'lganda  $v_r$ , bir muncha boshqacha qiymatni beradi, shuningdek (14) formula bo'yicha hisoblangan  $r$  ham.

(13) va (15) formulalardan  $v_r$  ni hisoblab, har ikkala formulalarning qo'llanilish chegarasi (kriteriy) sini baholash mumkin. (Galaktikalargacha bo'lgan masofalarni qayta hisoblash zarurati tujilib qolganda).

## VAZIFA

1\*. Yulduzlarning kichik atlasidan Somon Yo'lining osmon ekvatori bilan kesishgan chegaralarini, osmon ekvatori yoyini va shu sohaga tegishli uchta yoy aylanasini kalka (yaltiroq qog'oz)ga chizib (nusxa) oling. Og'ish aylanalarini nomerlang, galaktika ekvatorining osmon ekvatoriga og'maligini o'lchang, galaktika tuginlarining ekvatorial va galaktik koordinatlarini aniqlang. Shuningdek, Galaktika qutblarining ekvatorial va galaktik koordinatlarini hisoblang hamda ular qaysi yulduz turkumlarida joylashishini ko'rsating.

2\*. Tegishli xaritalardan foydalanib quyida ko'rsatilgan ikkita yulduz turkumidagi 6-8 ta eng yorug' yulduzlarni va galaktika qutblaridan birining o'rmini,  $+45^\circ$  (yoki  $-45^\circ$ ) li galaktika kenglamasi parallellaridan birini,  $\pm 5^\circ$  li ikkita galaktik kenglik parallelini, galaktika ekvatorini va Somon Yo'li chegaralarini chizib oling. Yulduz turkumlari: 1) Oqqush va Persey; 2) Burgut va Tog' Echkisi; 3) Katta It va Eridan; 4) Sunbula va Qo'y; 5) Chayon va Tarozi 6) O'qchi va Kit; 7) Egizaklar va Eridan; 8) Aravakash va Mikroskop.

3\*. O'sha (oldingi banddagi) kalkaga uchta  $\sim 20^\circ \times 20^\circ$  o'lchamdagi, biri galaktika ekvatori bo'ylab, ikkinchisi  $45^\circ$  li galaktika paralleli bo'ylab va uchinchisi qutblardan biri atrofida joylashgan maydonchalarni belgilang.

4\*. Atalas xaritalarida tanlangan maydonchalardagi turli yulduz kattaliklardagi yulduzlarning  $N(m)$  ( $m$  ni ketma - ket 4, 5, 6 va 7) sonini hisoblang va har bir maydondagi yulduzlarning zichligini aniqlang.

5\*.  $45^\circ$  li galaktik paralleldagi yulduzlarning zichligi  $N'(m, 45^\circ)$  ni galaktika qutbidagi  $N'(m, 90^\circ)$  yulduzlar zichligiga nisbatini va galaktik zichlikni hisoblang. Ma'lum bir masshtabdagi yulduzlar zichligi  $N'(m)$  ning qiymatlaridan foydalanib, uch yo'nalishda ( $b=0^\circ$ ,  $b=\pm 45^\circ$  va  $b=\pm 90^\circ$ ) vektor diagrammasini tuzing.

6\*. 4-5 bandlarning natijalaridan foydalanib Galaktikamizning umumiy tuzilishi haqida xulosalar chiqaring.

7. Quyidagi yulduzlar tizimida joylashgan yulduz turkumlarining nomlarini aniqlang va ushbu yulduz sistemalarini Xabbl usuli bo'yicha sinflarga ajrating.

№	Yulduzlar tizimining nomeri		Ekvatorial koordinatlari		Ko'rinma yulduz kattaliklari		Spektri $Sp$	Masofa moduli ( $m_{PK}-M_{PK}$ )
	NGC	M	$\alpha$	$\delta$	$m_v$	$m_{PK}$		
1)	4486	87	$12^h 28^m, 3$	$+12^\circ 40'$	$9^m, 2$	$10^m, 7$	G5	$+33^m, 2$
	4293	-	12 18, 7	+18 40	-	11, 7	-	-
	1097	-	2, 44, 3	-30 29	-	10, 6	-	-
2)	5055	63	$13^h 13^m, 5$	$+42^\circ 17'$	$9^m, 5$	$10^m, 5$	F8	$+30^m, 0$
	175	-	0 34, 9	-20 21	-	12, 8	-	-

	1156	-	2 56,7	+25 03	-	12.9	-	-
3)	5005	-	13 <sup>b</sup> 08 <sup>m</sup> ,5	+37°19'	9 <sup>m</sup> .8	11 <sup>m</sup> .3	G0	+32 <sup>m</sup> .9
	3672	-	11 22,5	-9 32	-	11.8	-	-
	7743	-	23 41,8	+9 39	-	12.8	-	-
4)	4826	64	12 <sup>b</sup> 54 <sup>m</sup> ,3	+21°47'	8 <sup>m</sup> .0	8 <sup>m</sup> .9	G7	+26 <sup>m</sup> .9
	3109	-	10 00,8	-25 55	-	11.2	-	-
	1073	-	2 41,2	+1 10	-	12.0	-	-
5)	3031	81	9 <sup>b</sup> 51 <sup>m</sup> ,5	+69°18'	7 <sup>m</sup> .9	8 <sup>m</sup> .9	G3	+28 <sup>m</sup> .2
	5383	-	13 55,0	+42 05	-	12.7	-	-
	3810	-	11 38,4	+11 45	-	11.8	-	-
6)	5194	51	13 <sup>b</sup> 27 <sup>m</sup> ,8	+47°27'	8 <sup>m</sup> .1	8 <sup>m</sup> .9	F8	+28 <sup>m</sup> .4
	2366	-	7 23,6	+69 08	-	12.6	-	-
	2525	-	8 03,3	-11 17	-	12.2	-	-
7)	5236	83	13 <sup>b</sup> 34 <sup>m</sup> ,3	-29°37'	7 <sup>m</sup> .6	8 <sup>m</sup> .0	F0	+28 <sup>m</sup> .2
	718	-	1 50,7	+3 57	-	12.7	-	-
	3504	-	11 00,5	+28 15	-	11.7	-	-
8)	4565	-	12 <sup>b</sup> 33 <sup>m</sup> ,9	+26°16'	10 <sup>m</sup> .2	10 <sup>m</sup> .7	G0	30 <sup>m</sup> .3
	3359	-	10 43,4	+63 30	-	12.2	-	-
	524	-	1 22,1	+9 16	-	12.0	-	-

Izoh: NGC—«Tumanlik va yulduz toʻdalarining yangi umumiy katalogi» Dreyer tomonidan tuzilgan va 1888 yilda nashr qilingan, M — «Tumanlik va yulduz toʻdalarining katalogi» Messier tomonidan tuzilgan va 1771 yilda nashr qilingan.

8°. Fotosurat mashtabidan foydalanib quyidagi yulduz sistemalarining burchak oʻlchamlarini aniqlang: 1) NGC 4486; 2) NGC 5055; 3) NGC 5005; 4) NGC 4826; 5) NGC 3031; 6) NGC 5194; 7) NGC 5236; 8) NGC 4565. Burchak oʻlchami va masofa modulini bilgan holda ularning chiziqli oʻlchamini hisoblang.

9°. Oldingi bandedagi yulduz sistemalarining koʻrinma rang koʻrsatkichini, ularning spektridan haqiqiy rang koʻrsatkichini toping va rang ortiqchaligini, shuningdek, ularning yorugʻligining fazodagi umumiy yutulishini aniqlang. Yorugʻlikning sochilishini hisobga olish zarurligi haqida xulosalar chiqaring.

10°. Masofa moduli, koʻrinma yulduz kattaligi va haqiqiy rang koʻrsatkichidan foydalanib, yuqorida eslatilgan yulduz sistemalarining absolyut vizual va absolyut fotografik kattaliklarini, ularning vizual va fotometrik nurlardagi yorqinligini, bu nurlardagi yorqinlikning nisbatini aniqlang.

11°. Variantingiz nomerida koʻrsatilgan galaktikalarda ionlashgan kaltsiy (*N* va *K*) chiziqlarining qizilga siljishidan nuriy tezlik va ungacha boʻlgan masofalarni hisoblang. Relativistik effektini hisobga olgan holda nuriy tezlik va masofalarni qayta aniqlang.

12. 10 va 11 - bandlarning umumiy natijalaridan nuriy tezlik va galaktik masofani aniqlashda relativistik effektini hisobga oluvchi shart haqida xulosalaringizni umumlashtiring.

**18 - Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot mustaqil ravishda tayyorlanadi.**

## 19 - Laboratoriya ishi QIZILGA SILJISH VA MASOFA BOG'LIQLIGI

*Ishning maqsadi: Galaktikalar spektridagi chiziqlarning qizilga siljishini o'lash va siljish miqdori bilan masofa (galaktikaning uzoqligi) orasidagi bog'lanishni, Xabbl doimiyisini aniqlash.*

*Kerakli qo'llanma va jihozlar: CLEA laboratoriya ishlari yozilgan CD-ROM va Kompyuter, astronomik kalendar-doimiy qismi, Yulduzlar osmoning atlas (AGJ).*

*Adabiyot: [2], VII Bob, 30-§; [3], 12 Bob, 12.6.(1, 3)-§§; [12], 5 Bob, 5.5÷5.7-§§; [13], 9 band, 391-394-b.; [14], 6-Laboratoriya ishi.*

*Qo'shimcha adabiyot: [4], VII Bob, 34-§; [7], 14 Bob, 136-§; [10], V Bob, 5.4-§; [16], T. II, XXII Bob, 182-§.*

*Masalala: [8], № 299÷303, 308, 311, 314, 318÷321, 327, 333, 334.*

Ishni bajarish uchun osmonning yorug' galaktikalar ko'rinadigan 6 ta maydonchasi tanlangan ("Field"-tanlash): bular *Katta Ayiq-1 (Ursa Major-1)*; *Katta Ayiq-2 (Ursa Major-2)*; *Veronika sochlari (Coma Veronices,  $\alpha=12^h59^m$ ,  $\delta=97^\circ41'$ )*; *Ho'kizboqar (Boots,  $\alpha=14^h30^m$ ,  $\delta=31^\circ29'$ )*; *Shimoliy toj (Corona Borealis,  $\alpha=15^h25^m$ ,  $\delta=27^\circ30'$ )* va *Qavs (Sagittarius,  $\alpha=17^h42^m$ ,  $\delta=29^\circ00'$ )*.

Bu maydonchalarning har birida bir nechta yorug' galaktikalar bor. Ish birinchi marta boshlanganda ekranda Veronika Sochlaridagi galaktikalar ko'rinadi. Keyin boshqa maydonchalarga o'tish mumkin. Bu amal teleskop ochilgandan «Dome» to'g'risidagi «open» va uning soat mexanizmi ishga tushirilgach, «Tracking» to'g'risidagi «on» paydo bo'lgach ishga tushadigan «Field» nomli tugma yordamida bajariladi. Ishlash uchun uchta teleskop qo'llaniladi: ob'ektivlarining diametri 0.4 m, 0.9 m va 4.0 m (*Kitt Pik Observatoriyasi*).

Galaktikalar spektrida kaltsiy ion (*Ca II*)ning ikkita chizig'i va *CN* molekulyar polosa ( $\lambda$  4305 Å) hamma vaqt kuzatiladi. Bu chiziqlar yulduzlar spektrida ham bor. Yulduzlar spektrida ko'plab chiziqlar orasidagi *Ca II* ning *H* va *K* chiziqlari va *G* polosa (tasma) ko'rinadi, galaktikalar spektrida faqat ana shu uchta chiziq ko'rinadi, biroq ular o'z o'rinlaridan spektrning qizil qismiga tomon siljigan holda ko'rinadi. Siljish miqdori galaktikaning yorug'ligiga va uzoqligiga bog'liq. Xira galaktikalar bizdan juda uzoqda joylashganlar. Ana shu siljish miqdorini o'lash yo'li bilan qizilga siljish topiladi. Galaktika qancha xira va kichik ko'rina, uning chiziqlarining qizilga siljishi shuncha katta. Masalan, bunday galaktikalarni «Ursa Major» (*Katta Ayiq yulduz turkumi*)da ko'rish mumkin. Galaktikaning ko'rinma yorug'ligi bilan qizilga siljishi orasida chizili bog'lanish mavjud. Ishning maqsadi ana shu bog'lanishni aniqlashdan iborat. Bu bog'lanishni amerikalik olim *Xabbl* (1929 y.) kashf etgan va *Xabbl qizilga siljishi* va masofa bog'lanishi deb ataladi.

***Ishni bajarish tartibi:*** CLEA laboratoriya ishlari yozilgan CD-ROM diskini kompyuterga qo'yib laboratoriya ishlari dasturlarini C diskka joylashtiramiz. CLEA ni bosib papkalar orasidan «hublab» ni topamiz va bosamiz, ishni bajarishda zarur bo'lgan dasturlar to'plami ko'rinadi, ular orasidan "CLEA\_HUB" ni topib uni bosamiz. Ekranda ishning birinchi sahifasi ochiladi (sarg'ish bu sahifa CLEA ning barcha ishlarini boshlab beradi). Uning yuqori chap burchagidagi "File" ni bosamiz. Undan pastda "Log In" yozuvi chiqadi, uni bossak sahifani o'rtasida "Student Accounting" (*Talabalarni ro'yxatlash*) nomli sahifa ochiladi. Bu sahifani to'ldiramiz (talabalarning ismini kiritamiz) va «OK» tugmasini bosamiz, "Login Complete" (ya'ni *ro'yxatlash tugadimi*) degan sahifacha ochiladi, unda ("Have you finished login") savol bor, agar talabalar ismi va laboratoriya ishi nomeri to'g'ri kiritilgan bo'lsa «Yes» (ishning 1 amali) tugmasini bosamiz, ishning II sahifasi ochiladi.

### TELESKOPNI O'LCHASHGA TAYYORLASH

Ishning II sahifasi ochilgach, unda "THE HUBBLE REDSHIFT – DISTANCE RELATION" ya'ni «*Habblning qizilga siljishi va masofaga bog'lanishi*» deb yozilgan. Endi sahifani yuqori chap burchagidagi "File" yozuvini bir marta bosamiz, u holda undan pastda "Run", "Data→", "Reference" va "Exit" yozuvlar chiqadi. "Run" ni bosing (32-rasm, chapda). Ishning III sahifasi ochiladi, bu sahifa «Telescop» ni ishlatish bilan bog'liq.

O'rtada to'q qizil kvadrat va uning pastki qismida "teleskop boshqarishga tayyor" yozuv chiqadi, agar «OK» bossak yozuv yo'qoladi, endi "Dome" ni bosing (2 amal) teleskop eshigi ochiladi, yulduzlar osmoni ko'rinadi, osmon sahnida qizil kvadrat va galaktikalar ko'rinadi (IV sahifa). "Tracking" ni bosing (3 amal), barcha tugmalar ishga tushdi. Endi osmonning galaktikalar bor joyini va teleskop tanlashimiz (5 amal) mumkin.



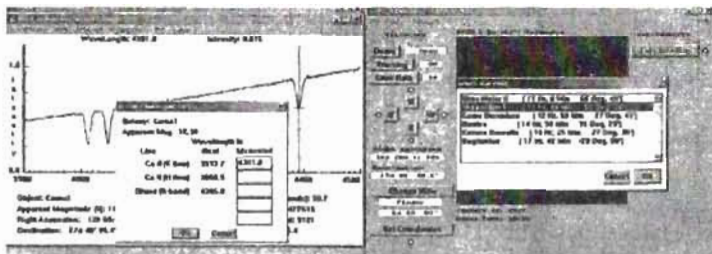
32-rasm

## GALAKTIKALAR SPEKTRINI OLISH VA O'LCHASH

O'lchashlar uchun teleskop tanlangandan keyin galaktikalardan birini qizil kvadrat ichiga joylashtirib "Change View" ni bosamiz. Qora osmon sahida ikkita qizil parallel kesma paydo bo'ladi, ular spektrofotometrning kirish tirqishidir. Galaktikani shu qizil kesmalar orasiga qo'yamiz (32-rasm, o'ngda) va "Take Reading" ni bosamiz. Yangi sahifa (V) ochiladi. Uning o'rtasida o'qlar bo'ylab spektrda to'lqin uzunliklar va intensivliklar qo'yilgan grafik chizish uchun andoza, yuqori chap burchagida "Start/Resume Count" yozuv bor. Bu yozuvni bosib fotometri ishga tushiramiz. Spektrometr ishga tushadi va galaktikadan kelayotgan foton (kvant)larni sanash boshlanadi. Bu nuqtalar «raqsi» spektrometrning 512 kanallarida energiyasi fluktuatsiyalanuvchi kvantlarni qayd qilinish jarayonini namoyish etadi. Sanalgan fotonlar soni qancha ko'p bo'lsa, har bir kanalda hisoblanayotgan o'rtacha energiya qiymati o'zgarmas darajaga shuncha tez yaqinlashaboradi va spektr aniqlashaboradi. Buni foydali silnalning shovqinga nisbati («Signal/Noise»)da ko'rish mumkin. Sahifaning o'ng past burchagidagi «Signal/Noise» nisbati 100 ga etguncha kutamiz. Shundan keyin "Stop Count" ni bossak sanash to'xtaydi va spektr tutash yozuv shaklini hosil qiladi. Kursorni chiziqlardan biri tagiga qo'yib ikki marta bossangiz, vertikal qizil chiziq paydo bo'ladi. Uning yuqori uchi yaqinida *Wavelength*: 4012.0-yozuv paydo bo'ladi. Shu tarzda spektrdagi barcha chiziqlarning to'lqin uzunligi o'lchanadi va qayd qilinadi.

Buning uchun kursorni chiziq tagiga qo'yib tez-tez ikki marta bosing, qizil vertical chiziq paydo bo'ladi, uni spectral chiziqning aniq o'rtasiga, ya'ni uni teng ikkiga bo'ladigan darajada joylashtiring. Qizil chiziq ustida chiziqning o'lchangan to'lqin uzunligi ko'rinadi (33-rasm, chapda). O'lchashni takrorlash mumkin. Shundan keyin "Record Measurement" yozuvni bossangiz yangi sahifacha chiqadi va unda galaktikaning tartib raqami, ko'rinma yulduz kattaligi yozib qo'yilgan bo'ladi. Bu yozuvlarning pastida o'lchanayotgan chiziqlarning belgilari va laboratoriya manbai spektrida to'lqin uzunliklari yozib qo'yilgan va ular qarshisida bo'sh kataklar joylashtirilgan. Bu kataklarga o'lchangan natijalarni ko'chirib chiqamiz. Masalan, chap tomondagi birinchi chiziqni o'lchashdan olingan 4012.0 yozuvni "Record Meas" ni bosganda ochiladigan sahifachaga, o'z chizig'i belgisi to'g'risidagi katakchaga yozib qo'yamiz. Bu amalni boshqa chiziqlar uchun takrorlab chiqamiz. Shundan keyin sahifachadagi «Ok» ni bosamiz. Ekranda V sahifa ochiladi. Endi o'lchash uchun boshqa galaktika olamiz va yuqoridagi amallarni takrorlaymiz. Bu ishni berilgan maydonchada galaktikalar tugaguncha davom etamiz va undan keyin boshqa maydonga o'tamiz. Teleskopni ham o'zgartirish mumkin ( $0.4 m \rightarrow 1.0 m \rightarrow 4.0 m$ ).





33-rasm

Bir maydonchadan ikkinchisiga o'tish uchun "Field"→"Ursa Major" ni yoki boshqacha tanlaymiz

Field

1. Ursa Major
2. Ursa Major
3. Come
4. Boots

Bir maydonchada o'lchashlar tugagach (IV) sahifa "Field" nomli tugmani bosamiz, teleskop eshigi ustida sahifa chiqadi, unda "Ursa Major I", "Ursa Major II", "Coma Berenices", "Boots", "Coma Borealis" va "Sagittarius" nomli yozuvlar bor (33-rasm, o'ngda). Kursorni yozuv ustiga qo'yib bossak, maydoncha belgilanadi va OK ni bossangiz eshikda "Please wait" degan yozuv paydo bo'ladi va birozdan keyin tanlangan maydoncha eshikda paydo bo'ladi. Galaktikani qizil kvadrat o'rtasiga qo'yib "Chang View" ni bosib, spektrometрни kirish tirqishida ikkita parallel qizil kesma ko'rinadi. N, S, E, va W tugmalar yordamida galaktikani qizil kesmalar yoki tirqish ichiga joylashtiramiz va "Take Reading" tugmani bosamiz.

### KUZATISH UCHUN TELESKOP TANLASH

Agar ob'ekt juda xira bo'lsa u holda teleskopni almashtirish zarur, ya'ni kattaroq va kuchliroq (1 m yoki 4 m) teleskop qo'llash kerak bo'ladi. Buning uchun "Return" ni bosib, keyin "Change View" ni bosib, shunda IV sahifa ochiladi va uning yuqori chap burchagida "Telescope" yozuvli tugma ishlaydigan bo'lib qoladi. "Telescope"ni bosib, bunda ikki imkoniyat bo'lishi mumkin: "Telescope" pastida kattaroq teleskop tugmasi bor, yoki "Request Time" orqali 1 m yoki 4 m teleskoplarda kuzatishga buyurtma beriladi va amallar takrorlanadi. "Telescope" tugmasi pastida kerakli teleskop belgisi ko'rinadi, uni belgilang. Agar 4 m ni bossangiz, "Buyurtmangiz bajariladi" va



pastroqda "Bu teleskopda 11 ta galaktika yoki yulduzni o'lchashingiz va qayd qilishingiz mumkin" deyilgan yozuvlar chiqadi. OK ni bosing, 4 m li yoki 1 m ni belgilang. Endi o'lchash ancha tez bajarila boshlaydi, Signal/Noise tez o'zgarib boshlaydi, 50 ga etganda to'xtatish mumkin. Shundan keyin olingan natijalar, ya'ni galaktika spektrida Ca II, K va H ning hamda G tasmani aniq o'lchangan koordinatalari (to'lqin uzunligi va intensivligi) CLEA dasturida talaba nomeri ostiga yuboriladi. Bu natijalarni olib chiziqlar (N, K va G) ni siljish miqdori topiladi va unga asosanib qochish tezligi hisoblanadi, galaktikani uzoqligi bilan qizilga siljish orasidagi bog'lanish topiladi.

### O'LCHASH NATIJALARINI TAHLIL QILISH

Talabaning ismiga ochilgan faylda u bajargan barcha o'lchash natijalari jadval sifatida to'plangan bo'ladi. Jadvalda galaktikaning nomi, ko'rinma yulduziy kattaligi va kaltsiy ioniga tegishli chiziqlar hamda G tasmaning galaktika spektrida to'lqin uzunligi keltirilgan. Chiziqlar va tasmaning laboratoriya manbai spektrida to'lqin uzunligini bilgan holda, galaktika spektrida siljish  $\Delta\lambda$  miqdori hisoblanadi. Ma'lumki nuriy tezlik  $V$  doppler siljishi  $\Delta\lambda$  va yorug'lik tezligi  $c$  orasidagi bog'lanish mavjud. Agar nisbiy siljishni  $z = \Delta\lambda/\lambda$  bilan belgilasak

$$V = cz, m = M - 5 - 5 \lg H + 5 \lg cz,$$

ya'ni ko'rinma yulduziy kattalik  $m$  bilan nuriy tezlik  $V$  orasidagi logarifmik bog'lanishni topamiz. Olingan natijalarga asosanib shu bog'lanish grafigi tuziladi va undan Habbl doimiysi ( $H$ ) topiladi.

### V A Z I F A

1. Tanlangan galaktikalarning spektrini aniqlang. Spektriga asosan uning to'lqin uzunligini va boshqa kerakli ma'lumotlarni yozib oling.
2. Xira ob'ektlar uchun eleskoplarni almasirib, oldingi banddagi amallarni bajaring.
3. Galaktikalarning qochish tezligini hisoblang. Masofa va qizilga siljish orasidagi bog'lanishni toping.

#### 19-laboratoriya ishi yuzasidan hisobot

1. Galaktikalarga tegishli ma'lumotlar.

Ob'ekt	$\alpha$	$\delta$	$V$	$I_n$	$N_f$	$C$	$S/S_h$	$\lambda$

2. Xira ob'ektlar uchun amallar qayta bajariladi.
3. Galaktikalarning qochish tezligi, uzoqligi va qizilga siljishi.

Galakika	$V_q$	$H$	$Z$

Qizilga siljish va masofa orasidagi bog'lanish grafiklari taqdim qilinadi.

## 20-Laboratoriya ishi KOINOTNING KATTA O'LCHAMLI STRUKTURASI (TUZILISHI)

*Ishning maqsadi: Galaktikalarning fazoda taqsimlanishini o'rganish.*

*Qo'llanmalar: CLEA dasturlari yozilgan kompyuter, Yulduzlar osmonining atlas, Astronomik kalendar (doimiy va o'zgaruvchan qismlari).*

*Adabiyot: [2], VII Bob, 31-§§; [3], 12 Bob, 12.2, 12, 17-§§; [12], 5 Bob, 5.6, 5.7-§§, 6 Bob; [13], 9 band, 394-408 b.; [14], 7-Laboratoriya ishi.*

*Qo'shimcha adabiyot: [4], VIII Bob, 37-§; [7], 14 Bob, 138-§; [10], VI Bob; [16], T. II, XXII Bob, 183-§.*

*Masalala: [8], № 309, 310, 313+317, 326, 328+332, 335, 336.*

**Habli qonuni** (qizilga siljish - masofa munosabati)ga asosan galaktikaning uzoqligi uning spektral chiziqlarining qizilga siljish miqdoriga proporsionaldir. Bu munosabatdan foydalanib galaktikalar spektrida chiziqlar ( $K$  ( $Ca II$ ) 3933.7 Å,  $H$  ( $Ca II$ ) 3968.5 Å va  $G$  (metall tasma) 4305 Å) ni siljishidan topilgan ularning uzoqligi va o'lgangan koordinatalari ( $\alpha$  va  $\delta$ ) ga asosan ularning fazo (Koinot)da joylashishi o'rganiladi. Galaktikalar Koinotda ma'lum tuzilmalar hosil qiladi. Bu maqsadda osmonning 8 ta maydonchasi tanlangan va maydonchalarda ko'rinadigan barcha yulduzlar va galaktikalar spektrini olish mumkin (spektrni olish "Speclab" nomli laboratoriya ishida ko'rilgan usul bilan, teleskop va spektrofotometr yordamida olinadi). Bu ishda uch xil teleskop qo'llanilishi mumkin:  $D=0.4$  m, 1 m va 4 m (*Kitt Pik Observatoriyasi teleskoplari*).  $D=4$  m teleskopni juda xira yulduzlar va galaktikalar spektrini olishda qo'llash tavsiya etiladi.

Galaktikalar spektrida chiziqlar ( $K Ca II$  3933.7 Å,  $H Ca II$  3968.5 Å va  $G$  tasma 4305 Å) ni to'liq uzunligi ( $\lambda$ ) o'lgangandan keyin bu chiziqlarning qizilga siljishi ( $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ ,  $\lambda_0$  - qo'zgalmas manba spektrida chiziqni to'liq uzunligi) hisoblanadi va unga asoslanib galaktikani nuriy tezligi  $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} c$

hisoblanadi. Ko'plab (10 tadan 300 tagacha) galaktikalarni tezligi o'lgangach ( $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $V$ ) diagramma tuziladi. Bu diagramma galaktikalarni Koinotda joylashishining uch o'lgamli tuzilishini namoyish etadi. Bu diagramma Koinotning katta o'lgamli strukturaga (tuzilishini) ega ekanligini namoyish

etadi. Ishga kiritilgan galaktikalarning «qochish» tezligi  $10^4$  km/s gacha etadi ( $z \leq 0.03$ ). Berilgan osmon sohasida ikkita galaktikalar to'ldasini ko'rish mumkin. Birinchisi  $z \leq 0.01c$  da ikkinchisi esa  $0.025c$  yorug'lik tezligi masofada joylashgan.

Ishda bir necha masala hal qilinadi: 1) galaktika spektri olinadi va unda chiziqlar uzun to'liqlar tomon siljiganligi namoyish etiladi, siljish miqdori har xil ekanligi ko'rsatiladi; 2) Koinotning katta o'lchamli tuzilishi (strukturasi) aniqlanadi; 3) galaktika spektrida *Ca II* ning *K* va *H* chiziqlari va metal ionlarining *G* tasmasi borligi aniqlanadi, vodород va geliy chiziqlari ko'rinmaydi. Demak, galaktikada chang va gaz ko'p miqdorni tashkil etadi.

***Ishni bajarish tartibi:*** Boshqa laboratoriya ishilaridagidek CLEA dasturlari yozilgan CD-ROM yoki disketka kompyuterga qo'yiladi va instsolyatsiya qilinadi (o'matiladi). Shundan keyin, CLEA papka ochiladi, uning ichidan *Isslab* nomli papkani topib kursorni uning ustiga qo'yib ikki marta bosing. «*Lsslab*» ni bajarish uchun zarur bo'lgan fayllar to'plamining nomlari ochiladi, ular orasidan *CLEA\_LSS* ni toping va uni ikki marta bosing. Ekranida ishning birinchi (I) sahifasi ochiladi. Bu sahifa hamma laboratoriya ishlarida bir xil va «talabalar ro'yxatini» kiritishni bajaradi. 4 ta talaba uchun muljallangan jadvalni to'ldirib (Ok) tugmani bossangiz kiritishni tugatdingizmi, degan savol yozilgan sahifacha chiqadi, (Yes) tugmani bosing, ishning ikkinchi sahifasi (II) ochiladi, unda «*koinotning katta ulchamli strukturasi*» (THLARGE SCALE STRUCTURE OF THE UNIVERS) degan yozuv bor (34-rasm, chapda). Sahifaning chap yuqori burchagidagi «File» yozuv ustiga kursorni qo'yib bosing, «File» pastida «Run», «Data», «Wedge Plat» va «Exit» yozuvlar chiqadi. Endi «Run»ni bosing, ishning III sahifasi ochiladi. Uning o'ng o'rtasida to'q qizil rangli kvadrat, chap tomonida «File», «Field», «Telescope» va «Help» yozuvlar undan pastda ustma-ust «Dome», «Tracking», «Slew Rate», «Shange View» va «Set coordinate» nomli tugmalar joylashtirilgan, o'ng tomonida esa «Take Reating» tugma bor. Qizil kvadratning pastki ung qismida «Siz teleskorni boshqarishingiz mumkin» («You now have Control») degan yozuv chikadi, uning pastidagi «Ok» tugmani (1) bosing, sahifacha o'chadi va barcha tugmalar va yozuvlvr ishlaydigan vaziyatga o'tadi. (Dome) (2) ni bosing, teleskop eshigi ochiladi, qorong'i osmon sahnida (4) yulduzlar va galaktikalar ko'rinadi. Endi «Tracking» (3) ni bosing uning pastidagi tugmalar ishlaydigan holatga utadi: «Field» ni bossangiz (4) bu ish uchun tanlangan osmonning maydonchalari ro'yxati (34-rasm, o'ngda) ochiladi (Survey Field 1, Survey Field 2...). Bu maydonchalaming bittasi ajratilgan (bo'yalgan) bo'ladi va teleskop eshigida ko'rinayotgan tunggi osmon ana shu maydonni bir qismidir. (N),(S),(E) va (W) tugmalar yordamida teleskopni burib (burilish tezligi «Slew Pate» tugma yordamida qo'yiladi). Birorta galaktikani qizil kvadrat o'rtasiga qo'ying (qizil kvadrat asosiy teleskopning ko'rish maydoni, 15 yoy minutiga teng kattalikka

ega). Shundan keyin «Shange View» (ko'rishni o'zgartir) ni bossangiz bosh teleskop (Instrument) ga o'tasiz, qo'ra osmon ana shu qizil kvadrat ichida ko'rinadigan osmondir.



34-rasm

Uning o'rtasida, spektrometning kirish tirkishi, ikkita qizil kesma orqali tasvirlangan. (N), (S), (E) va (W) tugmalar yordamida galaktikani spektrometning kirish tirqishiga (qizil chiziqlar orasiga) tushiring va «Take Reading» nomli tugmani bosning. Ishning beshinchi (V) sahifasi ochiladi, uning yuqori chap qismida «Reticon Spectrometr Reading» (Retikon spektrometri ulchamga tayyor) va undan pastroqda «Start/Resume» yozuv bor. Sahifa urtasida grafik chizish uchun tayyor chizma ochiladi (y-o'qida intensivlik, x-o'qida esa to'liq uzunligi angestremlarda yozib qo'yilgan).

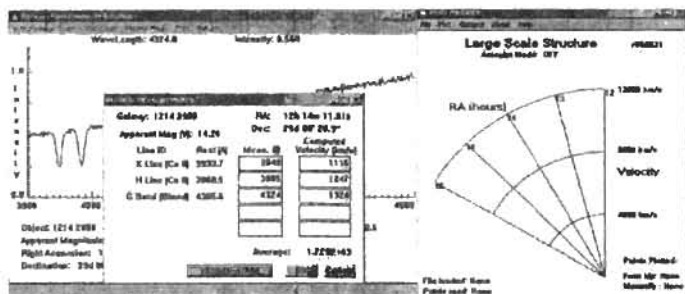
Spectrofotometrda CCD lineyka ishlatiladi, uni 512 nur sezuvchi elementi (fotodiodlar) spektr bo'ylab shunday joylashtirilganki, ular barchasi birgalikda galaktika (yulduz) spektrini 3900 dan 4500 Å gacha bo'lgan qismini ko'rsatadi. Sahifaning chap yuqori burchagidagi «Star/Resume» yozuvli tugmani bossangiz, 512 kanalda foton sanoq boshlanadi. Sanash vaqti grafikdan pastroqda, o'ng tomonda ko'rinib turadi. Qancha uzoq (100-1000 sek) sanash bajarilsa spektr shuncha aniq ko'rinish boshlaydi «Signal/Noise» (signal/shovqin) nisbati orta boshlaydi, yaxshi spektr olish uchun bu nisbat 50 dan kam bo'lmasligi kerak. Bunday ko'rsatkichga yetgach grafik ustidagi «Star Count» ni bosning. O'lchash to'xtaydi, o'lchash natijalari o'rtachalanib egri chiziq bilan tutashiriladi. Spektmning yozuvi hosil bo'ldi. Bu yozuvda qora chiziqlar intensivlik keskin pasaygan va yana keskin ko'tarilgan chuqurcha shakliga ega. Ko'pchilik galaktikalar spektrini biz bu ishda tekshirayotgan qismida uchta yutilish chizigi bor: bular kaltsiy ionining K ( $\lambda 3933,7 \text{ \AA}$ ) va H ( $\lambda 3968,5 \text{ \AA}$ ) chiziqlari va metall ionlari hosil qilgan tasma (G-polosa,  $\lambda 4305 \text{ \AA}$ ). Bu chiziqlarning spektrda egallagan o'rnini, to'liq uzunligini o'lchaymiz. Buning uchun kursor chiziqning o'rtasiga ko'yib sichqonni chap tugmasini ikki marta

bosamiz, vertikal qizil chiziq hosil bo'ladi, uni chiziq urtasiga ko'yamiz. Qizil chiziqning yuqorisida unga mos spektral chiziq o'rtasiga mos kelayotgan to'liq uzunligi (**wavelength**) chiqadi, o'ng tomonda esa intensivligi yoziladi. Sahifaning yuqori o'rtasidagi **"Record Measurement"** deb nomlangan tugmani bossak, sahifacha ochiladi. Unga galaktikaning nomi (*nomeri*), ko'rinma yulduziy kattaligi (**"Apparent Magnitude"**), yozib qo'yilgan. Bu yozuvlardan pastroqda chiziqlari o'lgangan to'liq uzunligini yozish uchun kataklar bor.

Talabning vazifasi har bir galaktika spektridagi *K*, *H* va *G* chiziqlarni to'liq uzunligini yuqorida aytilgandek o'lchash va natijani ( $\lambda$ ) chiziq yozuvidan o'ng tomondagi birinchi kattakka yozib ko'yish. Uchta chiziqning to'liq uzunliklari o'lgangandan keyin spektral chiziqning qizilga siljishi hisoblanadi.

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 \text{ va unga asosan } V = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} c$$

hisoblanadi. Bu yerda  $c=3 \cdot 10^5 \text{ km/s}$  - *yorug'lik tezligi*. Hisoblangan tezlik *V* - har bir chiziqdan o'ng tomondagi ikkinchi kattalikka yoziladi (35-rasm, chapda). Berilgan galaktika uchun barcha o'lchash va hisoblashlar tugagach sahifaning pastidagi **"Verity/Avarage"** yozuvni ustiga kursorni qo'yib bosing.



35-rasm

O'rtacha tezlik hisoblanadi va tugmadan yuqoriroqdagi **"Avarage"** yozuvning o'ng tomonga yozib qo'yiladi. Shundan keyin sahifaning pastidagi **Ok** ni bosing, u o'chadi, **VI** - ochiladi va uning yuqori qismidagi **"Return"** yozuvning ustiga kursorni qo'yib bosing, ekranda **III** sahifa ochiladi. Endi boshqa galaktikani spektrometr kirish tiriqshiga (qizil chiziqlar orasiga) qo'yish va barcha o'lchash hamda hisoblashlarni yuqoridagi tartibda bajarish kerak.

Barcha o'lchash uchun mo'ljallangan galaktikalar ishlangandan keyin **II** sahifaga qaytamiz va undagi **"File"** yozuvli tugmani bosamiz, uning pastidagi yozuvlar orasidan **"Data"** ni tanlab undan chappa o'tib u yerdagi **"Load"**,

“Review”, “Save” tugmalarni birin ketin bosib avval tekshiramiz, keyin esa saqlaymiz. Shundan keyin II sahifada “File” pastidagi “Wedge Plot” nomli yozuv ustiga kursorni qo‘yib bosamiz. Yangi oxirgi VII sahifa ochiladi. U diagramma ko‘rinishga ega (35-rasm, o‘ngda). Natijalarni ana shu diagrammaga joylashtirish kerak.

### «TO‘G‘RI CHIQISH – TEZLIK» DIAGRAMMASI

Diagrammani ochish uchun III sahifadagi “File” ni bosing. Uning pastida saxifacha ochiladi, unda “Wedge Plot” ni topib bosing, yangi sahifa (VII) ochiladi, u “Module Plot” deb nomlangan. Diagramma spektrlardan iborat, ular bo‘ylab to‘g‘ri chiqish (RA) lar qo‘yilgan, ya‘ni  $12^h$ ,  $13^h$ ,  $14^h$  va hokazo. Radial yo‘nalishda esa galaktika spektrida chiziklarning qizilga siljishiga mos keladigan tezlik yoki “z” yoki ikkalasi ham qo‘yiladi. Sahifaning chap yuqori burchagidagi “File”ni bosing, sahifacha ochiladi, undagi “Open File” ni bosing, “Open” sahifa ochiladi, unga diagrammaga chiqarish kerak bo‘lgan fayl nomini va turini kirting (agar diagramma o‘lchash tamom bo‘lgandan keyin tuzilayotgan bo‘lsa, hozirgina tuzilgan fayl chiqadi). Endi “OK” ni bosing. Shundan keyin VII sahifaning yuqori chap burchagi yaqinidagi “Plot” ni bosing “Plot the current File” va boqalar chiqadi, Siz “Plot the current File” (yuqorida ochilgan faylni chizing)ni bossangiz o‘lchash natijalaringiz diagrammaga chiqadi .

Endi diagrammani printeriga junatib, qogozga chiqarish kerak. Hisobotga qo‘shiladi.

### V A Z I F A

1. Har bir galaktika (yulduzlar tizimi) spektridagi  $K$ ,  $H$  va  $G$  chiziqlarning to‘lqin uzunligini o‘lchang.
2. O‘lchangan to‘lqin uzunliklariga ko‘ra, ularning qizilga siljishi va nuriy tezliklarini hisoblang.
3. “To‘g‘ri chiqish – tezlik” diagrammasini, ya‘ni Koinotning uch o‘lchamli grafugini chizing. Olingan natijalarni tahlil qiling.

#### 20-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot

I-2. Galaktikalarga tegishli  $K$ ,  $H$  va  $G$  chiziqlarining to‘lqin uzunliklari, qizilga siljishi va nuriy tezliklari.

Galaktikalar	V	H	G	$\lambda_V$	$\lambda_H$	$\lambda_G$	z	$V_r$

3. Grafiklar chiziladi.  
Natijalar tahlili keltiriladi.

## ILOVA JADVALLAR

### 1-Jadval. Asosiy astronomik va fizik doimiylar.

Quyoshdan Yergacha bo'lgan o'rtacha masofa=Yer orbitasining katta yarim o'qi=bir astronomik birlik (1 a.b.)= $1,495979 \cdot 10^{13}$  sm

Yorug'lik yili (yo.y.)= $9,460530 \cdot 10^{17}$  sm

Parsek (=206264,806 a.b.)= $3,085678 \cdot 10^{18}$  sm= $3,261633$  yo.y.

Yorug'likning 1 a.b.masofani o'tish vaqti= $499,00479$  s= $0,00577552$  sutka

Quyoshning yorqinligi  $L_{\odot}$ = $3,826 \cdot 10^{33}$  erg/s

Galaktika markazi  $\alpha$ = $191,65^{\circ}$ ,  $\delta$ = $+27,67^{\circ}$

Galaktika markaziga tomon yo'nalish  $\alpha$ = $264,83^{\circ}$ ,  $\delta$ = $-28,9^{\circ}$

Quyosh harakati

tezligi= $19,7$  km/s

apeksi= $\alpha$ = $211^{\circ}$ ,  $\delta$ = $+30^{\circ}$

$t$ = $57^{\circ}$ ,  $b$ = $+22^{\circ}$

Galaktikaning aylanish doimiysi

$P$ = $+0,32''$  yuz yilda

$Q$ = $-0,21''$  yuz yilda

Quyoshning ekvatorial gorizontol parallaksi= $8,79418''$  = $4,26353 \cdot 10^{-5}$  rad

Oyning ekvatorial gorizontol parallaksi= $3422,54''$

Nutatsiya doimiysi =  $9,21''$

Aberratsiya doimiysi =  $\frac{2\pi \times 206265 \times a.b.}{c(1 - e^2)^{1/2}} = 20,496''$

Yorug'lik tezligi  $c$ = $2,997925 \cdot 10^{10}$  sm/s,  $c^2$ = $8,987554 \cdot 10^{20}$  sm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

Tortishish doimiysi  $G$ = $6,67 \cdot 10^{-8}$  dina-sm<sup>2</sup>/g<sup>2</sup>

Plank doimiysi  $2\pi\hbar$ = $6,6222 \cdot 10^{-27}$  erg.s ( $\hbar$ = $1,05459 \cdot 10^{-27}$  erg.s)

Boltsman doimiysi  $k$ = $1,38062 \cdot 10^{-16}$  erg/grad= $8,6171 \cdot 10^{-5}$  eV/grad  
( $k^{\text{b}}$ = $1,175 \cdot 10^{-8}$  erg<sup>1/2</sup>/grad<sup>1/2</sup>)

Gaz doimiysi  $R$ = $8,3143 \cdot 10^7$  erg/(grad-mol)=  $1,9865$  kal/(grad-mol)=

= $82,056$  sm<sup>3</sup>·atm/(grad-mol)= $62363$  sm<sup>3</sup>·mm.sim.ust./(grad-mol)

Issiqlikning mexanik ekvivalenti  $J$ = $4,1854$  J/kal

Avogadro soni  $N_A$ = $6,02217 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>

Loshmidt sooni  $n_0$ = $2,68684 \cdot 10^{19}$  sm<sup>-3</sup>

Standart atmosfera  $A_0$ = $1013250$  dina/sm<sup>2</sup>= $760$  mm sim.ust.

Muzning erish nuqtasi ( $=0^{\circ}$  C)= $273,150$  K

Suvning uchlik nuqtasi (H<sub>2</sub>O)= $273,160$  K

<sup>1</sup>H uchun Ridberg doimiysi  $R_H$ = $109677,576$  sm<sup>-1</sup>,  $1/R_H$ = $911,76340$  (vakuum)

Nozik struktura doimiysi  $\alpha$ = $2\pi e^2/\hbar c$ = $7,297351 \cdot 10^{-3}$  ( $1/\alpha$ = $137,0360$ ,  $\alpha^2$ = $5,32513 \cdot 10^{-3}$ )

Birinci bor orbitasining radiusi (cheksiz massa)  $\alpha_0$ = $\hbar^2/4\pi^2 m_e c^2$ = $0,5291775 \cdot 10^{-8}$  sm

Birinci bor orbitasi ( $2\pi$  ga bo'lingan) uchun aylanish davri

$\tau_0$ = $m_e^{1/2} \alpha^{3/2} c^{-1}$ = $\hbar^3/8\pi^3 m_e c^4$ = $2,4189 \cdot 10^{-17}$  s

Birinci bor orbitasiga mos chastota =  $6,5797 \cdot 10^{15}$  s<sup>-1</sup>

Birinci bor orbitasining maydoni  $\pi \alpha_0^2$ =  $8,79737 \cdot 10^{-17}$  sm<sup>2</sup>

Birinci bor orbitasidagi elektron tezligi  $\alpha_0 c$ = $2,18769 \cdot 10^8$  sm/s

Elektronning klassik radiusi  $l$ = $e^2/m_e c^2$ = $2,81794 \cdot 10^{-13}$  sm



Qo'zg'almas yadro uchun Shredinger doimiysi  $8\pi^2 m_e h^{-2} = 1,63817 \cdot 10^{27} \text{ erg/sm}^{-2}$   
 $^1\text{H}$  atom uchun Shredinger doimiysi  $= 1,6374 \cdot 10^{27} \text{ erg/sm}^{-2}$   
 Kompton to'lqin uzunligi  $h/m_e c = 2,42631 \cdot 10^{-10} \text{ sm}$  ( $h/2\pi m_e c = 3,861592 \cdot 10^{-11} \text{ sm}$ )  
 Spektr polosasining doimiysi (inertsiya momenti/to'lqin soni)  $h/8\pi^2 c = 27,9933 \cdot 10^{-40} \text{ g-sm}$   
 Atomning issiqlik sig'imi doimiysi  $= c_2/c = h/k = 4,79943 \cdot 10^{-11} \text{ s-grad}$   
 Bor magnetonining magnit momenti  
 $\mu_B = 1/2 \alpha m_e^{1/2} \alpha_0^{5/2} \tau_0^{-1} = h/4\pi m_e c = 9,27410 \cdot 10^{-21} \text{ erg/Gs}$   
 Elektronning magnit momenti  $\mu_e = 1,001159639 \mu_B$   
 Protonning magnit momenti  $\mu_p = 1,5210326 \mu_B$   
 Bir yadro magnetonining magnit momenti  $\mu_n = h/4\pi m_p c = 5,05095 \cdot 10^{-24} \text{ erg/Gs}$   
 Magnit momentining atom birligi  $= 2\mu_B/\alpha = 2,54177 \cdot 10^{-18} \text{ erg/Gs}$   
 Zeeman kengayishi  $= e/4\pi m_e c = 4,6686 \cdot 10^{-5} \text{ sm}^{-1}/\text{Gs}^{-1}$   
 Chastotada  $= 1,39961 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}/\text{Gs}^{-1}$   
 1 eV ga mos to'lqin uzunligi  $\lambda_0 = 12398,54 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$   
 1 eV ga mos to'lqinlar soni  $s_0 = 8065,46 \text{ sm}^{-1}$   
 1 eV ga mos chastota  $\nu_0 = 2,417965 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$   
 1 eV energiya  $E_0 = 1,602192 \cdot 10^{-12} \text{ erg}$   
 Birlik to'lqin songa mos foton energiyasi  $hc = 1,98648 \cdot 10^{16} \text{ erg}$   
 To'lqin uzunlikka mos foton energiyasi  $= 1,98648 \cdot 10^{-8} \text{ erg}$   
 ( $\lambda$ -to'lqin uzunlik vakuumda Å larda)  
 1 eV energiyaga ega elektron tezligi  $= (2 \cdot 10^8 e/m_e c)^{1/2} = 5,93094 \cdot 10^7 \text{ sm/s}$   
 (tezlik) $^2 = 3,51760 \cdot 10^{15} \text{ sm}^2/\text{s}^2$   
 1 eV ga mos harorat  $= E_0/k = 11604,8 \text{ K}$   
 Nurlanish zichligi doimiysi  $= 8\pi^5 k^4/15c^3 h^3 \alpha = 7,56464 \cdot 10^{-15} \text{ erg}/(\text{sm}^3 \cdot \text{grad}^4)$   
 Stefan-Boltsman doimiysi  $= \alpha c/4$ ,  $\alpha = 5,66956 \cdot 10^{-5} \text{ erg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{grad}^4 \cdot \text{s})$   
 Nurlanishning birinchi doimiysi (nurlantiruvchi qobiliyati)  $= 2\pi h c^2$ ,  
 $c_1 = 3,74185 \cdot 10^{-5} \text{ erg-sm}^2/\text{s}$   
 Nurlanishning birinchi doimiysi (nurlanish zichligi)  $= 8\pi h c$ ,  
 $c_1 = 4,99258 \cdot 10^{-13} \text{ erg-sm}$   
 Nurlanishning ikkinchi doimiysi  $= hc/k$ ,  $c_2 = 1,43883 \text{ sm-grad}$   
 Vinning siljish qonuni doimiysi  $= c_2/4$ ,  $96511423 = 0,289789$   
 Yorug'likning ( $\lambda = 5550 \text{ Å}$  uchun) mexanik ekvivalenti  $= 0,00147 \text{ Vt/lm}$

## 2-Jadval. Quyosh tizimidagi sayyoralarning fizik xarakteristikalari va orbitasining elementlari.

Sayyora	M		$\bar{R}_e$		$\bar{\rho}$ g/sm <sup>3</sup>	a		T		S
	10 <sup>24</sup> kg	⊕=1	km	⊕=1		a.b.	10 <sup>6</sup> km	tr. yil	sutka	sutka
Merkuriy	0,33	0,055	2440	0,38	5,43	0,39	57,9	0,24	87,95	115,85
Venera	4,87	0,815	6052	0,95	5,24	0,72	108,2	0,62	224,70	583,93
Yer	5,97	1,000	6378	1,00	5,52	1,00	149,6	1,00	365,26	-
(Oy)	0,07	0,012	1737	0,27	3,34	*	*	*	*	*
Mars	0,64	0,107	3397	0,53	3,94	1,52	227,9	1,88	686,94	779,91
Yupiter	1898,8	317,8	71492	11,21	1,33	5,20	778,6	11,87	4334,6	398,87
Saturn	568,5	95,16	60268	9,45	0,70	9,58	1433,7	29,67	10835,3	378,09
Uran	86,6	14,50	25559	4,01	1,30	19,2	2870,4	84,05	30697,8	369,66
Neptun	102,8	17,20	24764	3,88	1,76	30,0	4491,1	164,5	60079,0	367,49
Pluton	0,02	0,003	1195	0,19	1,10	39,2	5868,9	245,7	89751,9	366,72



Izoh: Sayyoralarining massasi-M, o'rtacha ekvatorial radiusi- $\bar{R}$ , o'rtacha zichligi- $\bar{\rho}$ , Quyoshdan o'rtacha uzoqligi-a, siderik davri-T, sinodik davri esa S harflar bilan belgilangan. Yulduzcha (\*) belgisi O'ying Yerga nisbatan O'yg tegishli kattaliklar ( $a=384\ 400\text{ km}$ ,  $T=27,3\text{ sutka}$ ,  $S=29,53\text{ sutka}$ )dan keltirib hiqarilishini bildiradi

### 3-Jadval. Eng yorug' 20 ta yulduzning ba'zi ko'rsatgichlari.

Yulduzlarning nomi va turkumdagi belgilanishidan tashqari ularning yorug'ligi-V (yaltiroqligi) bilan birga kuchli ( $\nu$ ) yoki kuchsiz ( $\nu?$ ) o'zgaruvchanligi hamda spektri ham berilgan. Parallaksi p yoy sekundlarida, uzoqligi r pk larda ko'rsatilgan.

Xususiy harakatining absolyot kattaligi  $\mu$  va yo'nalishi  $\theta$  (pozitsion burchgi) berilgan. Nuriy  $V_r$  bilan bir qatorda uning o'zgaruvchanligi ( $\nu$ ) yoki yulduzlarning spectral qo'shloqligi (b), shningdek V filtdagi absolyot yulduz kattaligi  $M_V$ , Yulduzlarning Quyoshga nisbatan ( $L_V/L_{\odot}$ ) yorituvchanligi qiymatlari keltirilgan.

Yulduzning nomi va turkumdagi belgisi	V	Spektr	p (")	r (pk)	$M_V$	$L_V/L_{\odot}$	$\mu$ ("/yil)	$\theta$ (°)	$V_r$ (km/s)
Quyush	-	G2V	-	-	+4,8	1	-	-	-
Sirius	$\alpha$ CMa	A1V <sub>m</sub>	0,379	2,6	+1,5	21	1,324	204	-8b
Kanopus	$\alpha$ Car	F0II	0,010	100	-5,7	16000	0,034	50	+21
Toliman	$\alpha$ Cen	G2V+K1V	0,742	1,3	+4,1	1,9	3,678	281	-23b
Arktur	$\alpha$ Boo	K1,5IIIp	0,089	11,2	-0,3	110	2,281	209	-5 $\nu$
Vega	$\alpha$ Lyr	A0Va	0,129	7,8	+0,6	50	0,348	45	-14 $\nu$
Kapella	$\alpha$ Aur	G5III+G0III	0,077	13,0	-0,5	134	0,430	169	+30b
Rigel	$\beta$ Ori	B8Ia	0,004	250	-6,8	45000	0,004	236	+21b
Protsion	$\alpha$ Eri	F5IV-V	0,286	3,5	+2,7	7,3	1,248	214	-3b
Axernar	$\alpha$ CMi	B3Vpe	0,023	43,5	-2,7	1000	0,108	105	+16 $\nu$
Betelgeyze	$\alpha$ Ori	M2Iab	0,008	125	-5,0	8400	0,028	68	+21b
Xadar	$\alpha$ Ori	B1III	0,006	170	-5,5	14000	0,030	221	+6b
Akruks	$\beta$ Cen	B0,5IV+B1V	0,010	100	-4,2	4200	0,031	240	-11b
Altair	$\alpha$ Cru	A7V	0,194	5,2	+2,2	11	0,662	54	-2b
Aldebaran	$\alpha$ Aql	K5III	0,050	20	-0,7	160	0,200	161	+54b
Antares	$\alpha$ Tau	M1,5Iab	0,005	200	-5,5	14000	0,024	197	-3b
	$\alpha$ Sco	+B4Ve							
Spika	$\alpha$ Vir	B1III-IV	0,012	83	-3,6	2400	0,054	232	+1b
Polluks	$\beta$ Gem	+B2V							
		K0IIIb	0,097	10,3	+1,1	31	0,629	265	+3 $\nu$
Fomalgaut	$\alpha$ PsA	A3V	0,130	7,7	+1,7	17	0,373	116	+7
Mimoza	$\alpha$ Cru	B0,5III	0,009	110	-4,0	3200	0,042	246	+16b
Deneb	$\alpha$ Cyg	A2Ia	0,001	1000	-8,8	270000	0,005	11	-5 $\nu$

4-Jadval. Ko'rsatgichli funktsiyalar.

x	$e^x$	$e^{-x}$	x	$e^x$	$e^{-x}$
0,00	1,0000	1,0000	4,00	54,598	0,01832
0,05	1,0513	0,9512	4,05	57,397	0,01742
0,10	1,1052	0,9048	4,10	60,340	0,01657
0,15	1,1618	0,8607	4,15	63,434	0,01576
0,20	1,2214	0,8187	4,20	66,686	0,01500
0,25	1,2840	0,7788	4,25	70,105	0,01426
0,30	1,3499	0,7408	4,30	73,700	0,01357
0,35	1,4191	0,7047	4,35	77,478	0,01291
0,40	1,4918	0,6703	4,40	81,451	0,01228
0,45	1,5683	0,6376	4,45	85,627	0,01168
0,50	1,6487	0,6065	4,50	90,017	0,01111
0,55	1,7333	0,5770	4,55	94,632	0,01057
0,60	1,8221	0,5488	4,60	99,484	0,01005
0,65	1,9155	0,5221	4,65	104,58	0,00956
0,70	2,0138	0,4966	4,70	109,95	0,00910
0,75	2,1170	0,4724	4,75	115,58	0,00865
0,80	2,2255	0,4493	4,80	121,51	0,00823
0,85	2,3396	0,4274	4,85	127,74	0,00783
0,90	2,4596	0,4066	4,90	134,29	0,00745
0,95	2,5857	0,3867	4,95	141,17	0,00708
1,00	2,7183	0,3679	5,00	148,41	0,00674
1,05	2,8577	0,3499	5,05	156,02	0,00641
1,10	3,0042	0,3329	5,10	164,02	0,00610
1,15	3,1582	0,3166	5,15	172,43	0,00580
1,20	3,3201	0,3012	5,20	181,27	0,00552
1,25	3,4903	0,2865	5,25	190,57	0,00525
1,30	3,6693	0,2725	5,30	200,34	0,00499
1,35	3,8574	0,2592	5,35	210,61	0,00475
1,40	4,0552	0,2466	5,40	221,41	0,00452
1,45	4,2631	0,2346	5,45	232,76	0,00430
1,50	4,4817	0,2231	5,50	244,69	0,00409
1,55	4,7115	0,2123	5,55	257,24	0,00389
1,60	4,9530	0,2019	5,60	270,43	0,00370
1,65	5,2070	0,1921	5,65	284,29	0,00352
1,70	5,4739	0,1827	5,70	298,87	0,00335
1,75	5,7546	0,1738	5,75	314,19	0,00318
1,80	6,0496	0,1653	5,80	330,30	0,00303
1,85	6,3598	0,1572	5,85	347,23	0,00288
1,90	6,6859	0,1496	5,90	365,04	0,00274
1,95	7,0287	0,1423	5,95	383,75	0,00261
2,00	7,3891	0,1353	6,0	403,43	0,00248

2,05	7,7679	0,1287	6,1	445,86	0,00224
2,10	8,1662	0,1225	6,2	492,75	0,00203
2,15	8,5849	0,1165	6,3	544,57	0,00184
2,20	9,0250	0,1108	6,4	601,85	0,00166
2,25	9,4877	0,1054	6,5	665,14	0,001503
2,30	9,9742	0,1003	6,6	735,10	0,001360
2,35	10,486	0,09537	6,7	812,41	0,001231
2,40	11,023	0,09072	6,8	897,85	0,001114
2,45	11,588	0,08629	6,9	992,27	0,001008
2,50	12,182	0,08208	7,0	1096,6	0,000912
2,55	12,807	0,07808	7,1	1212,2	0,000825
2,60	13,464	0,07427	7,2	1339,4	0,000747
2,65	14,154	0,07065	7,3	1480,5	0,000676
2,70	14,880	0,06721	7,4	1636,0	0,000611
2,75	15,643	0,06393	7,5	1808,0	0,000553
2,80	16,445	0,06081	7,6	1998,2	0,000500
2,85	17,288	0,05784	7,7	2208,3	0,000453
2,90	18,174	0,05502	7,8	2440,6	0,000410
2,95	19,106	0,05234	7,9	2697,3	0,000371
3,00	20,086	0,04979	8,0	2981,0	0,000335
3,05	21,115	0,04736	8,1	3294,5	0,000304
3,10	22,198	0,04505	8,2	3641,0	0,000275
3,15	23,336	0,04285	8,3	4023,9	0,000249
3,20	24,533	0,04076	8,4	4447,1	0,000225
3,25	25,790	0,03877	8,5	4914,8	0,000203
3,30	27,113	0,03688	8,6	5431,7	0,000184
3,35	28,503	0,03508	8,7	6002,9	0,000167
3,40	29,964	0,03337	8,8	6634,2	0,000151
3,45	31,500	0,03175	8,9	7332,0	0,000136
3,50	33,115	0,03020	9,0	8103,1	0,000123
3,55	34,813	0,02872	9,1	8955,3	0,000112
3,60	36,598	0,02732	9,2	9897,1	0,000101
3,65	38,475	0,02599	9,3	10938	0,000091
3,70	40,447	0,02472	9,4	12088	0,000083
3,75	42,521	0,02352	9,5	13360	0,000075
3,80	44,701	0,02237	9,6	14765	0,000068
3,85	46,993	0,02128	9,7	16318	0,000061
3,90	49,402	0,02024	9,8	18034	0,000055
3,95	51,935	0,01925	9,9	19930	0,000050
			10,0	22026	0,000045

5-Jadval. Plank funktsiyasining qiymatlari.

$\lambda T$ , sm-grad	$x=c_2/\lambda T$	$\frac{F_0 - \lambda}{F_0 - \infty}$	$\frac{F_\lambda}{F_{\lambda_{\infty}}}$	$\frac{N_0 - \lambda}{N_0 - \infty}$	$\frac{N_\lambda}{N_{\lambda_{\infty}}}$	$\frac{F_e}{F_{e_{\infty}}}$
	Katta $x$	$x^5 e^{-x}$	$x^5 e^{-x}$	$x^5 e^{-x}$	$x^5 e^{-x}$	$x^5 e^{-x}$
		6,4939	21,201	2,404	4,780	1,4214
0,00	↑	↑	↑	↑	↑	↑
0,01	143,883	0,0 <sup>56</sup> 16	0,0 <sup>53</sup> 95	0,0 <sup>58</sup> 31	0,0 <sup>54</sup> 29	0,0 <sup>56</sup> 68
0,02	71,942	0,0 <sup>26</sup> 37	0,0 <sup>23</sup> 52	0,0 <sup>27</sup> 14	0,0 <sup>24</sup> 32	0,0 <sup>25</sup> 15
0,03	47,961	0,0 <sup>16</sup> 27	0,0 <sup>13</sup> 18	0,0 <sup>17</sup> 15	0,0 <sup>14</sup> 16	0,0 <sup>15</sup> 12
0,04	35,971	0,0 <sup>11</sup> 19	0,0 <sup>9</sup> 678	0,0 <sup>12</sup> 14	0,0 <sup>10</sup> 84	0,0 <sup>11</sup> 78
0,05	28,777	0,0 <sup>8</sup> 130	0,0 <sup>6</sup> 296	0,0 <sup>9</sup> 117	0,0 <sup>7</sup> 456	0,0 <sup>8</sup> 533
0,055	26,161	0,0 <sup>7</sup> 135	0,0 <sup>5</sup> 251	0,0 <sup>8</sup> 134	0,0 <sup>6</sup> 426	0,0 <sup>7</sup> 548
0,06	23,980	0,0 <sup>7</sup> 929	0,0 <sup>4</sup> 144	0,0 <sup>7</sup> 100	0,0 <sup>5</sup> 266	0,0 <sup>6</sup> 373
0,065	22,136	0,0 <sup>6</sup> 467	0,0 <sup>4</sup> 610	0,0 <sup>5</sup> 543	0,0 <sup>4</sup> 122	0,0 <sup>5</sup> 186
0,07	20,555	0,0 <sup>5</sup> 184	0,0 <sup>3</sup> 205	0,0 <sup>4</sup> 229	0,0 <sup>3</sup> 442	0,0 <sup>4</sup> 723
0,075	19,184	0,0 <sup>5</sup> 594	0,0 <sup>3</sup> 571	0,0 <sup>3</sup> 791	0,0 <sup>3</sup> 132	0,0 <sup>3</sup> 231
0,08	17,985	0,0 <sup>4</sup> 164	0,00137	0,0 <sup>2</sup> 232	0,0 <sup>2</sup> 338	0,0 <sup>3</sup> 633
0,085	16,927	0,0 <sup>4</sup> 399	0,00292	0,0 <sup>2</sup> 597	0,0 <sup>2</sup> 765	0,0 <sup>2</sup> 152
0,09	15,987	0,0 <sup>4</sup> 870	0,00562	0,0 <sup>2</sup> 137	0,00156	0,0 <sup>2</sup> 328
0,095	15,146	0,0 <sup>3</sup> 173	0,00994	0,0 <sup>2</sup> 228	0,00291	0,0 <sup>2</sup> 646
0,10	14,388	0,0 <sup>3</sup> 321	0,01640	0,0 <sup>2</sup> 558	0,00506	0,00118
0,11	13,080	0,0 <sup>2</sup> 911	0,03767	0,0 <sup>2</sup> 173	0,01278	0,00328
0,12	11,990	0,00213	0,07253	0,0 <sup>2</sup> 438	0,02684	0,00752
0,13	11,068	0,00432	0,12225	0,0 <sup>2</sup> 951	0,04898	0,01488
0,14	10,277	0,00779	0,18606	0,00183	0,08030	0,02628
0,15	9,592	0,01285	0,26147	0,00321	0,12091	0,04239
0,16	8,993	0,01971	0,34488	0,00522	0,17011	0,06361
0,17	8,464	0,02853	0,43231	0,00795	0,22656	0,09001
0,18	7,994	0,03933	0,51993	0,01150	0,28851	0,12137
0,19	7,573	0,05210	0,60440	0,01594	0,35402	0,15720
0,20	7,194	0,06672	0,68310	0,02129	0,42117	0,19686
0,22	6,540	0,10087	0,81632	0,03478	0,55363	0,28467
0,24	5,995	0,14024	0,91215	0,05179	0,67487	0,37854
0,26	5,534	0,18310	0,97090	0,07192	0,77819	0,47286
0,28	5,139	0,22787	0,99713	0,09461	0,86070	0,56323
0,30	4,796	0,27320	0,99717	0,11930	0,92220	0,64658
0,32	4,496	0,31807	0,97740	0,14541	0,96420	0,72110
0,34	4,232	0,36170	0,94358	0,17243	0,98901	0,78587
0,36	3,997	0,40327	0,90046	0,19994	0,99933	0,84078
0,38	3,786	0,44334	0,85177	0,22756	0,99781	0,88615
0,40	3,597	0,48084	0,80032	0,25500	0,98686	0,92258
0,45	3,197	0,56428	0,67164	0,32147	0,93174	0,97990
0,50	2,878	0,63370	0,55493	0,38328	0,85534	0,99951
0,55	2,616	0,69086	0,45572	0,43953	0,77269	0,99321
0,60	2,398	0,73777	0,37399	0,49009	0,69175	0,97001
0,65	2,214	0,77630	0,30764	0,53525	0,61645	0,93645

0,7	2,0555	0,80806	0,25411	0,57542	0,54835	0,89708
0,8	1,7985	0,85624	0,17610	0,64299	0,43428	0,81196
0,9	1,5987	0,88998	0,12481	0,69665	0,34629	0,72838
1,0	1,4388	0,91415	0,09045	0,73963	0,27883	0,65166
1,1	1,3080	0,93184	0,06692	0,77442	0,22692	0,58337
1,2	1,1990	0,94505	0,05045	0,80287	0,18664	0,52343
1,3	1,1068	0,95509	0,03869	0,82640	0,15506	0,47112
1,4	1,0277	0,96285	0,03013	0,84603	0,13005	0,42552
1,5	0,9592	0,96893	0,02380	0,86257	0,11004	0,38574
1,6	0,8993	0,97376	0,01903	0,87662	0,09386	0,35095
1,7	0,8464	0,97765	0,01539	0,88864	0,08065	0,32042
1,8	0,7994	0,98081	0,01258	0,89901	0,06978	0,29354
1,9	0,7573	0,98340	0,01037	0,90801	0,06076	0,26979
2,0	0,7194	0,98555	0,00863	0,91587	0,05321	0,24871
2,5	0,5755	0,99216	0,00383	0,94339	0,02950	0,17237
3,0	0,4796	0,99529	0,00194	0,95936	0,01799	0,12611
3,5	0,4111	0,99695	0,00109	0,96943	0,01175	0,09612
4,0	0,3597	0,99792	0,0 <sup>2</sup> 656	0,97618	0,00809	0,07564
5	0,2878	0,99890	0,0 <sup>2</sup> 279	0,98438	0,00430	0,05028
6	0,2398	0,99935	0,0 <sup>2</sup> 138	0,98898	0,00255	0,03580
7	0,2055	0,99959	0,0 <sup>4</sup> 758	0,99181	0,00164	0,02677
8	0,1799	0,99972	0,0 <sup>4</sup> 450	0,99368	0,00111	0,02077
9	0,1599	0,99980	0,0 <sup>4</sup> 284	0,99496	0,0 <sup>3</sup> 788	0,01658
10	0,1439	0,99985	0,0 <sup>4</sup> 188	0,99590	0,0 <sup>3</sup> 579	0,01354
15	0,0959	0,9 <sup>4</sup> 55	0,0 <sup>2</sup> 380	0,99815	0,0 <sup>3</sup> 176	0,00617
20	0,0719	0,9 <sup>4</sup> 80	0,0 <sup>5</sup> 122	0,99895	0,0 <sup>4</sup> 751	0,00351
30	0,0480	0,9 <sup>5</sup> 43	0,0 <sup>6</sup> 244	0,99953	0,0 <sup>4</sup> 255	0,00158
40	0,0360	0,9 <sup>5</sup> 75	0,0 <sup>7</sup> 776	0,99974	0,0 <sup>5</sup> 956	0,0 <sup>3</sup> 894
50	0,0288	0,9 <sup>5</sup> 88	0,0 <sup>7</sup> 319	0,99983	0,0 <sup>5</sup> 491	0,0 <sup>3</sup> 574
100	0,0144	0,9 <sup>6</sup> 85	0,0 <sup>8</sup> 201	0,99996	0,0 <sup>6</sup> 619	0,0 <sup>3</sup> 144
	Kichik x	1-0,0513x <sup>3</sup>	0,0472x <sup>4</sup>	1-0,208x <sup>2</sup>	0,2092x <sup>3</sup>	0,7035x <sup>2</sup>

6-Jadval. Volf (W) sonining o'rtacha yillik qiymatlari.

Yil	1749	1750	1751	1752	1753	1754	1755	1756	1757	1758	1759	1760
W	80,9	83,4	47,7	47,8	30,7	12,2	9,6	10,2	32,4	47,6	54,0	62,9
Yil	1761	1762	1763	1764	1765	1766	1767	1768	1769	1770	1771	1772
W	85,9	61,2	45,1	36,4	20,9	11,4	37,8	69,8	106,1	100,8	81,6	66,5
Yil	1773	1774	1775	1776	1777	1778	1779	1780	1781	1782	1783	1784
W	34,8	30,6	7,0	19,8	92,5	154,4	125,9	84,8	68,1	38,5	22,8	10,2
Yil	1785	1786	1787	1788	1789	1790	1791	1792	1793	1794	1795	1796
W	24,1	82,9	132,0	130,9	118,1	89,9	66,6	60,0	46,9	41,0	21,3	16,0
Yil	1797	1798	1799	1800	1801	1802	1803	1804	1805	1806	1807	1808
W	6,4	4,1	6,8	14,5	34,0	45,0	43,1	47,5	42,2	28,1	10,1	8,1
Yil	1809	1810	1811	1812	1813	1814	1815	1816	1817	1818	1819	1820
W	2,5	0,0	1,4	5,0	12,2	13,9	35,4	45,8	41,1	30,4	23,9	15,7
Yil	1821	1822	1823	1824	1825	1826	1827	1828	1829	1830	1831	1832
W	6,6	4,0	1,8	8,5	16,6	36,3	49,7	62,5	67,0	71,0	47,8	27,5
Yil	1833	1834	1835	1836	1837	1838	1839	1840	1841	1842	1843	1844
W	8,5	13,2	56,9	121,5	138,3	103,2	85,8	63,2	36,8	24,2	10,7	15,0
Yil	1845	1846	1847	1848	1849	1850	1851	1852	1853	1854	1855	1856
W	40,1	61,5	98,5	124,3	95,9	66,5	64,5	54,2	39,0	20,6	6,7	4,3
Yil	1857	1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868
W	22,8	54,8	93,8	95,7	77,2	59,1	44,0	47,0	30,5	16,3	7,3	37,3
Yil	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880
W	73,9	139,1	111,2	101,7	66,3	44,7	17,1	11,3	12,3	3,4	6,0	32,2
Yil	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892
W	54,0	59,7	63,7	63,5	52,2	25,4	13,1	6,8	6,3	7,1	35,6	73,0
Yil	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904
W	84,9	78,0	64,0	41,8	26,2	26,7	12,1	9,5	2,7	5,0	24,4	42,0
Yil	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916
W	63,5	53,8	62,0	48,5	43,9	18,6	5,7	3,6	1,4	9,6	47,4	57,1
Yil	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928
W	103,9	80,6	63,8	37,6	26,1	14,2	5,8	16,7	44,3	63,9	69,0	77,8
Yil	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940
W	65,0	35,7	21,2	11,1	5,7	8,7	36,1	79,7	114,4	109,6	88,8	67,8
Yil	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952
W	47,5	30,6	16,3	9,6	33,2	92,6	151,6	136,2	135,1	83,9	69,4	31,4
Yil	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
W	13,4	4,4	38,0	141,7	189,9	184,8	159,0	112,3	53,9	37,5	27,9	10,2
Yil	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
W	15,1	47,0	93,8	105,9	105,5	104,7	66,6	68,9	38,0	34,5	15,5	12,6
Yil	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
W	27,5	92,5	155,4	154,6	140,4	115,9	66,6	45,9	17,9	13,4	29,2	100,2
Yil	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
W	157,6	142,6	145,7	94,3	54,6	29,9	17,5	8,6	21,5	64,3	93,3	118,2
Yil	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
W	110,9	104,1	63,6	40,4	29,8	15,2	7,5	*	*	*	*	*

7-Jadval. Turli spektral sinfga mansub yulduzlarning bolometrik tuzatmasi.

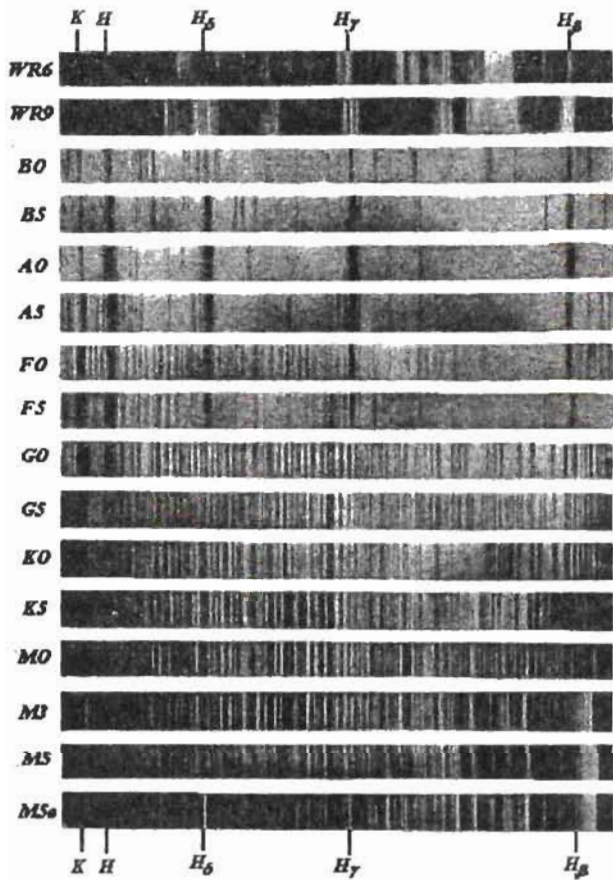
Bosh ketma-ketlik. Yorqinlik sinfi V yulduzlar		O'tagigantlar. Yorqinlik sinfi Ia yulduzlar		Gigantlar. Yorqinlik sinfi III yulduzlar	
Spektral sinfi	Tuzatma	Spektral sinfi	Tuzatma	Spektral sinfi	Tuzatma
O5	-4,6	B0	-3,0	G0	-0,1
B0	-3,0	A0	-0,7		
B5	-1,6	F0	-0,2	G5	-0,3
A0	-0,68				
A5	-0,30	G0	-0,3	K0	-0,6
F0	-0,10	G5	-0,6		
F5	0,00			K5	-1,0
G0	-0,03	K0	-1,0		
G5	-0,10	K5	-1,6	M0	-1,7
K0	-0,20				
K5	-0,58	M0	-2,5	M5	-3,0
M0	-1,20	M5	-4,0		
M5	-2,1				

8-Jadval. Galaktik ekvator ( $b=0^\circ$ ) nuqtasi va to'rtta galaktik paralleling koordinatalari.

$\delta$	$b=+45^\circ$		$b=+5^\circ$		$b=0^\circ$				$b=-5^\circ$		$b=-45^\circ$	
	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$l$	$\alpha$	$l$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$
+70°24'	12 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70 00	11 08 1	14 29 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67 36	-	-	0 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 9	0 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 9	-	-	-	-	-	-	-	-
62 36	-	-	-	-	0 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 9	123° 1	0 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 9	-	-	-	-	-
60 00	9 45 1	15 52 7	3 50 8	21 47 1	2 33 5	135 8	23 04 4	123° 1	-	-	-	-
57 36	-	-	-	-	-	-	-	110 4	0 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 9	0 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 9	-	-
50 00	9 22 7	16 13 8	4 58 1	20 39 7	4 16 2	153 4	21 21 7	-	3 27 1	22 10 7	-	-
40 00	9 17 8	16 20 1	5 37 5	20 00 4	5 05 8	166 7	20 32 1	92 8	4 31 8	21 06 1	-	-
30 00	9 22 3	16 15 5	6 06 1	19 31 8	5 39 3	178 8	19 58 6	79 5	5 11 4	20 26 5	-	-
20 00	9 33 8	16 04 1	6 29 6	19 08 3	6 05 4	190 4	19 32 5	67 4	5 40 7	19 57 1	-	-
17 36	-	-	-	-	-	-	-	55 8	-	-	0 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 9	0 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 9
	9 52 3	15 45 6	6 50 9	18 47 0	6 25 9	201 6	19 11 9	-	6 04 9	19 33 0	1 43 3	22 16 7
0 00	10 20 1	15 17 7	7 11 5	18 26 4	6 48 9	213 1	18 48 9	44 6	6 26 4	19 11 5	2 28 8	21 31 2
-10 00	11 05 6	14 32 3	7 33 0	18 04 9	7 11 9	224 6	18 25 9	33 1	6 47 0	18 50 9	2 56 7	21 03 3
17 36	12 48 9	12 48 9	-	-	-	-	-	21 6	-	-	-	-
20 00	-	-	7 57 1	17 40 7	7 32 5	235 8	18 05 4	-	7 08 3	18 29 6	3 15 1	20 44 9
30 00	-	-	8 26 5	17 11 4	7 58 6	247 4	17 39 3	10 4	7 31 8	18 06 1	3 26 6	20 33 4
40 00	-	-	9 06 1	16 31 8	8 32 1	259 5	17 05 8	358 8	8 00 4	17 37 5	3 35 1	20 28 9
	-	-	10 10 7	15 27 1	9 21 7	272 8	16 16 2	346 7	8 39 8	16 58 1	3 26 2	20 33 8
								333 4				

## PLANSHETLAR

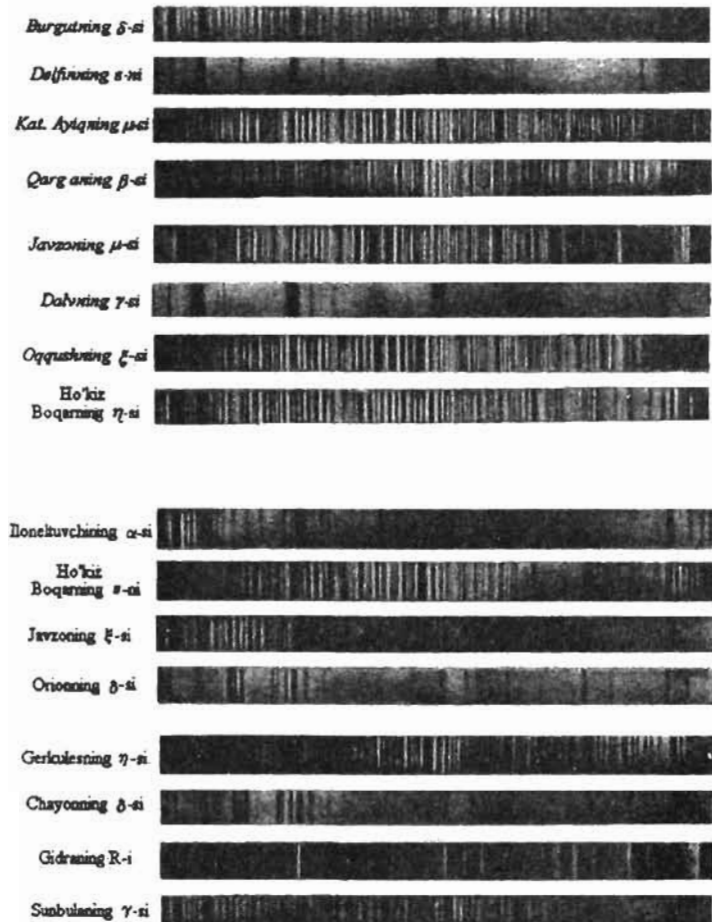
I-Planshet  
Garvard sinfiga tegishli yulduzlarning spektrlari

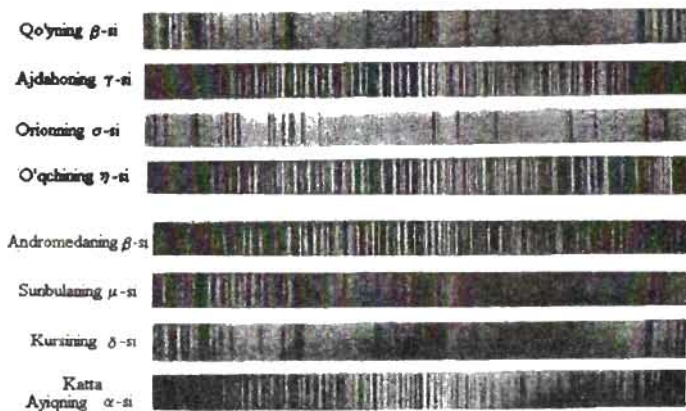
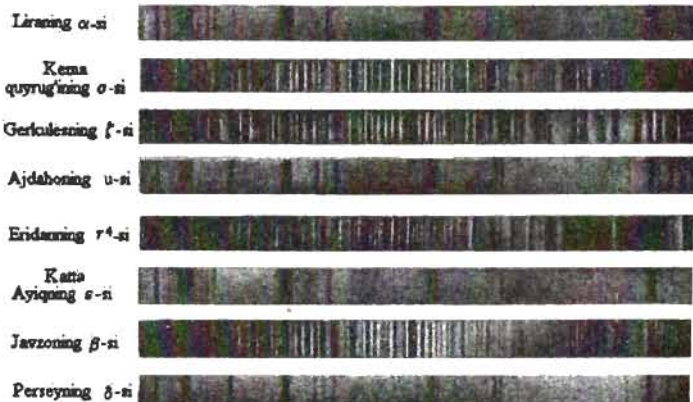




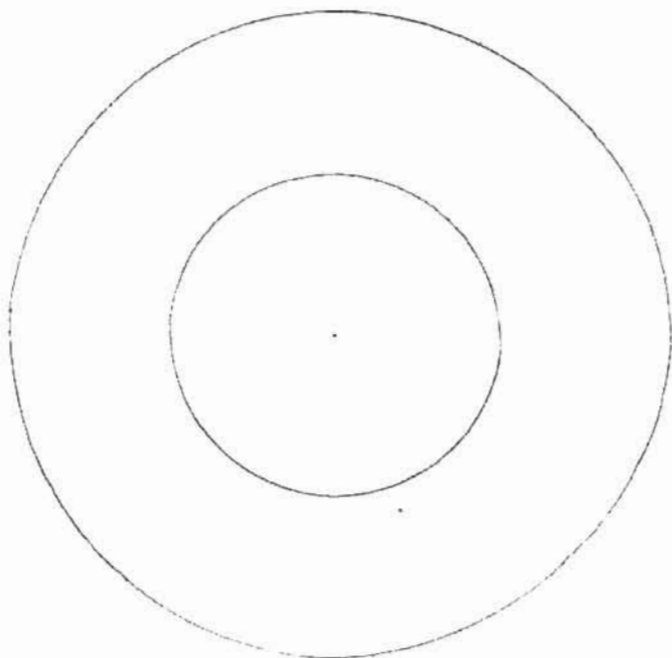
## 2+5-Planshetlar

Ba'zi yulduzlarning tirqish yordamida olingan spektrogrammalari

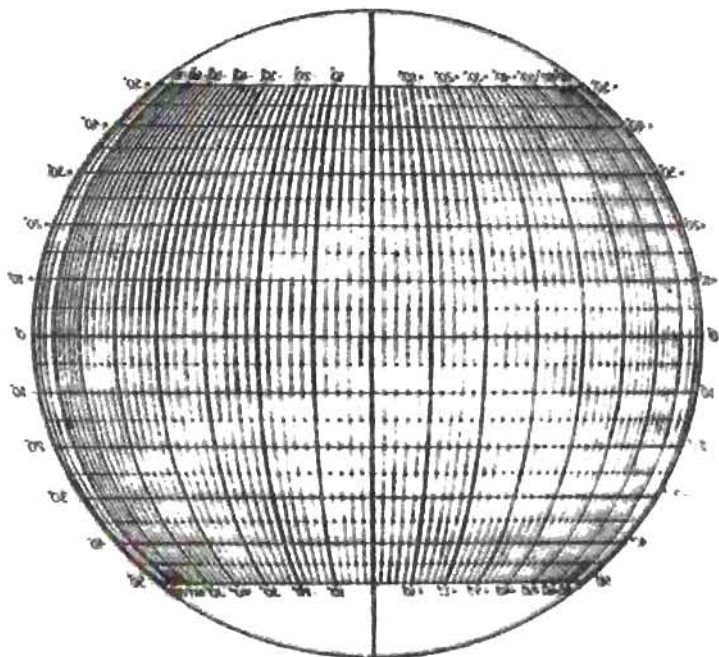




**6-Planshet**  
**Quyosh tasviriga moslab chiziladigan disk**

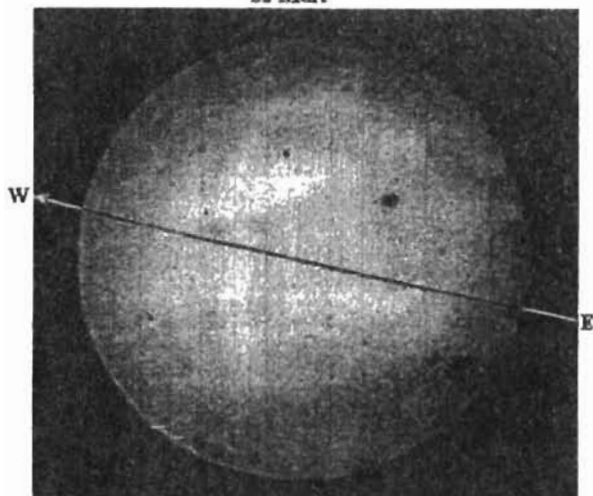


7-Planshet  
Stereografik setka

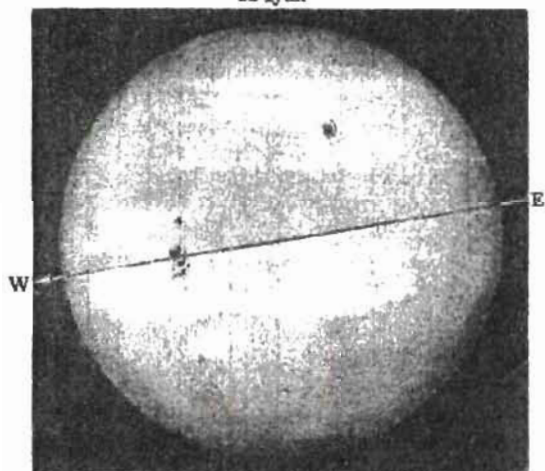


8-Planshet  
Quyoshning fotosuratlari

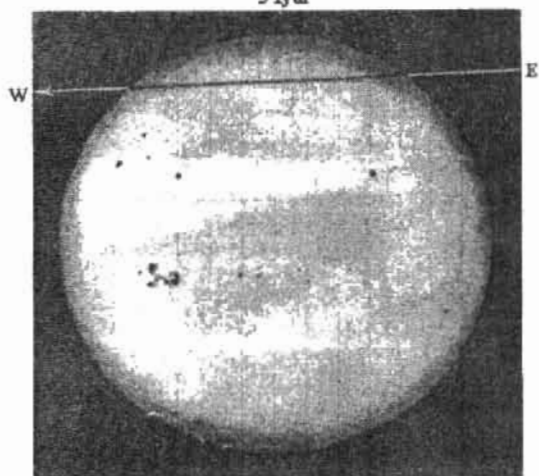
22 Mart



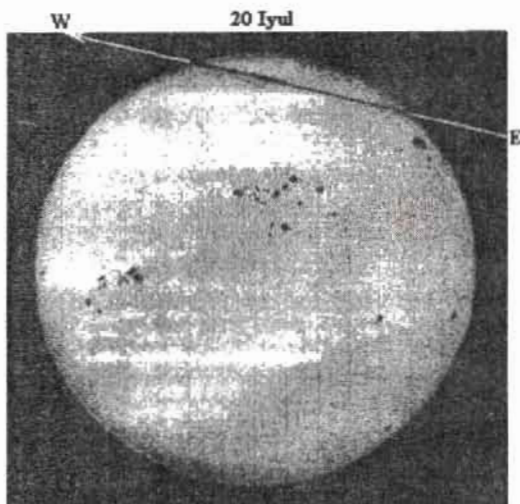
22 Iyun



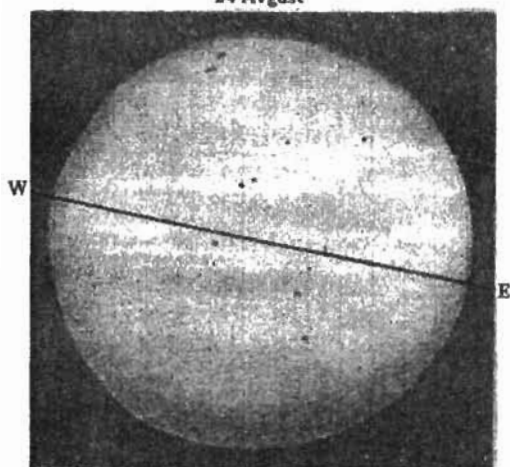
5 Iyul



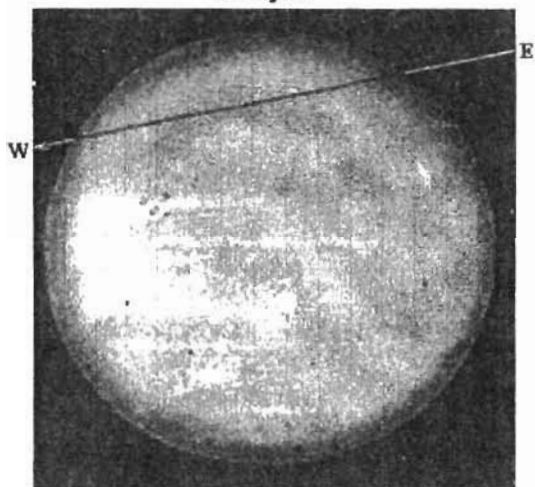
20 Iyul



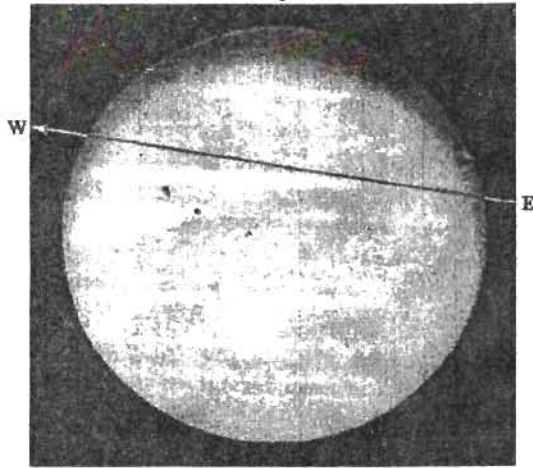
24 Avgust



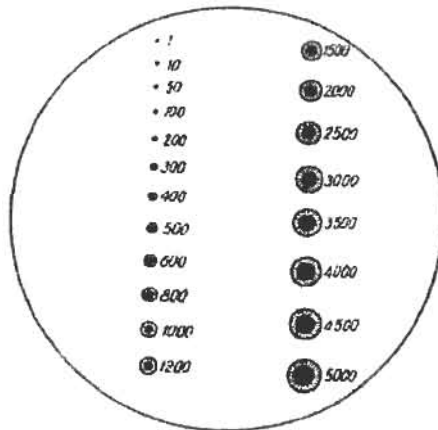
22 Noyabr



27 Noyabr



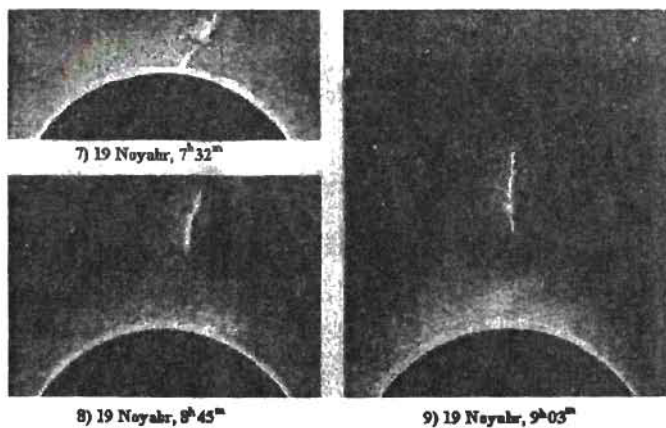
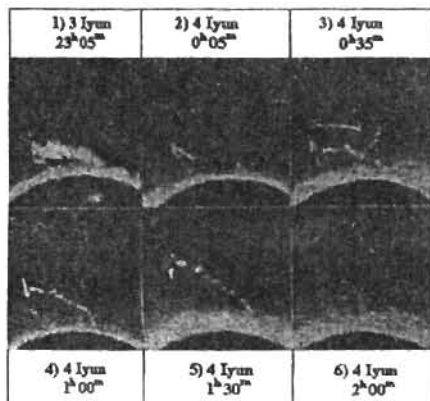
9-Planshet  
Quyosh dog'lar paletkasi



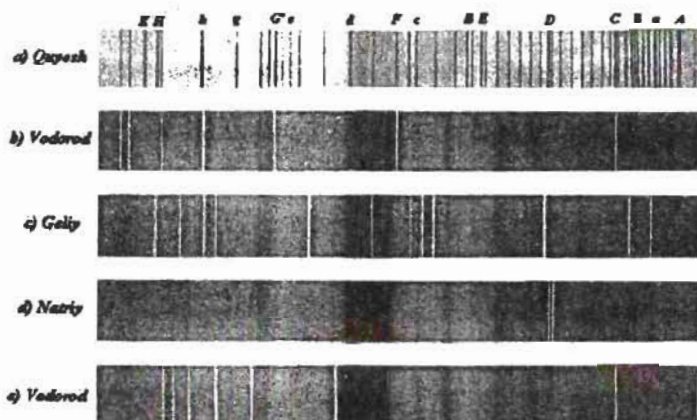
Kalkaga nusxa ko'chiriladi



**10-Planshet  
Protuberanslar fotosurati**



**11-Planshet**  
Quyosh va bir nechta kimyoviy elementlarning spektrlari

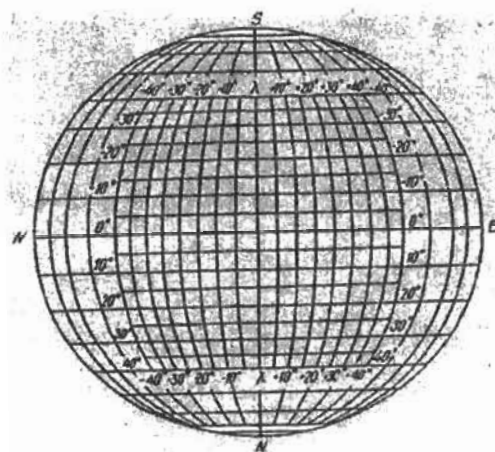
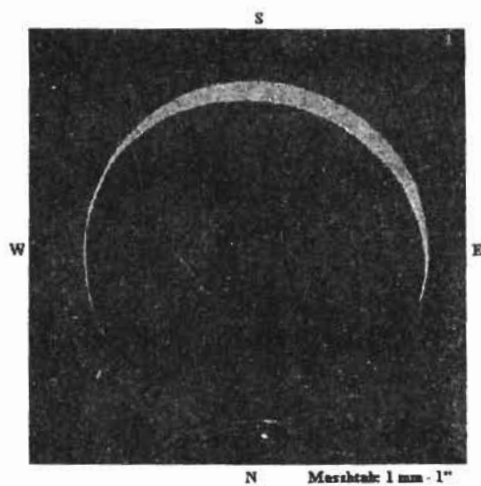


**12- Planshet**  
Ba'zi spektral chiziqlarning jadvali

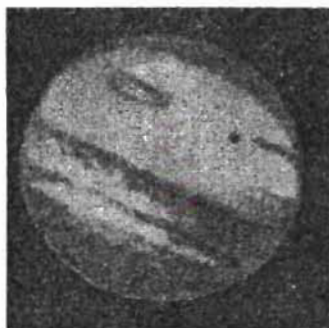
Quyosh spektridagi belgilanishi	Elementlar spektridagi belgilanishi	To'lqin uzunligi Å	Quyosh spektridagi belgilanishi	To'lqin uzunligi Å	To'lqin uzunligi Å
C	Vodorod H	6563	Temir Fe	5270	Geliy He
F	H <sub>α</sub>	4861	E	5169	7065
G' (f)	H <sub>β</sub>	4340	b <sub>3</sub>	5168	6678
h	H <sub>γ</sub>	4102	b <sub>4</sub>	4954	5876
	H <sub>δ</sub>	3970	c	4668	5048
	H <sub>ε</sub>	3889	d	4384	5016
	H <sub>ζ</sub>	3835	e	4326	4922
	H <sub>η</sub>	3798	G	4308	4713
	H <sub>θ</sub>	3771	G <sub>1</sub>	4046	4472
	H <sub>χ</sub>	3750			4388
	Kislorod O		Magniy Mg		4144
A		7621		5711	4121
a		7185	b <sub>1</sub>	5184	4026
B		6870	b <sub>2</sub>	5173	3965
α		6278	b <sub>4</sub>	5167	Ionlashgan strontsiy Sr <sup>+</sup>
	Natriy Na		Kaltsiy Ca		4215
D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	5896	g	4308	4078
D <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	5890	Ionlashgan kaltsiy Ca <sup>+</sup>	4227	Ionlashgan titan Ti <sup>+</sup>
D <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	5876	H		3759
			K	3968	
				3934	

### 13-Planshet

Venera fotosurati va planetografik koordinatalar setkasi



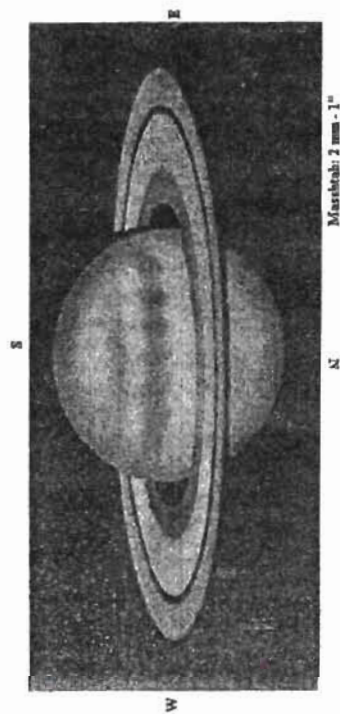
14-15 - Planshetlar  
Yupiter va Saturnning fotosuratlari



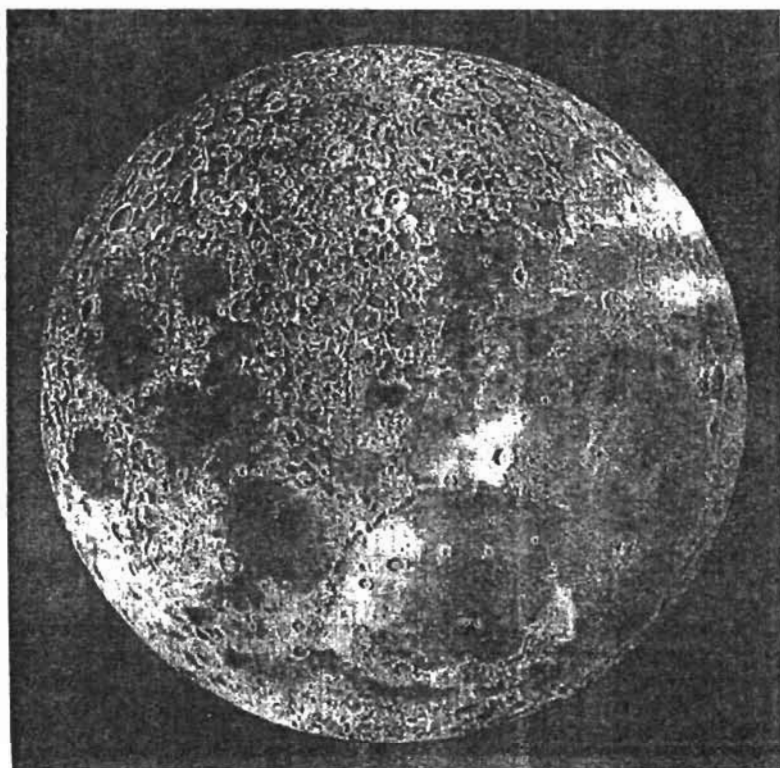
$T_1 = 22^h 05^m$



$T_2 = 22^h 38^m$



16 -Planshet  
Oyning ko'rinadigan yarim sharining fotosurati

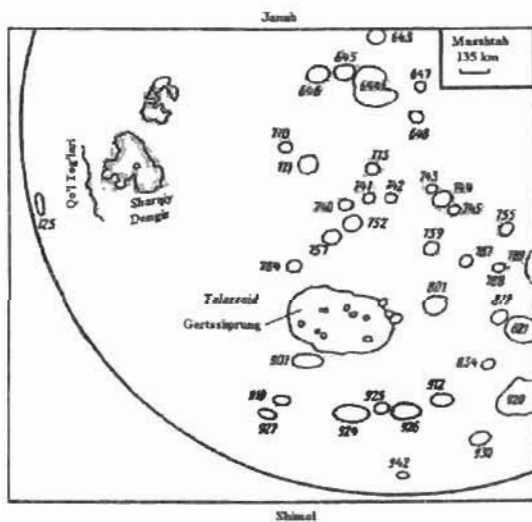
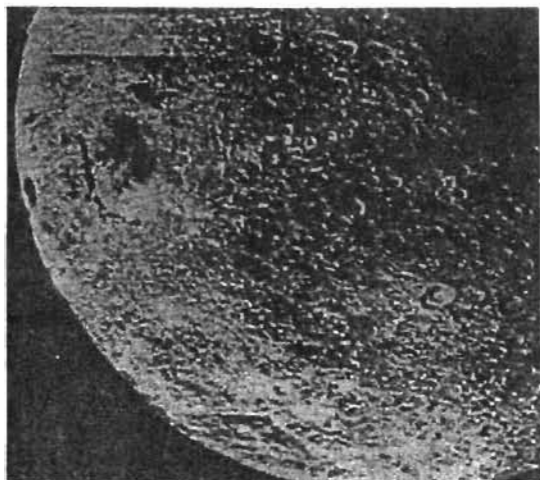


16 - Planshetga



Kalkaga nusxa ko'chiring

17-Planshet  
Oyning ko'rinmaydigan yarim sharining fotosurati



18 va 19-Planshetlar  
Oy ob'ektlarining ro'yxati

Oy dengizlarining nomlari.

O'zbekcha	Xalqaro	Ruscha
Bo'ron Okeani	Oceanus	Океан Бурь
Markaziy Qo'ltiq	Procellarum	Залив Центральный
Vahima Qo'ltig'i	Sinus Medium	Залив Зноя (Волнений)
Hosildorlik Dengizi	Sinus Aestruum	Море Плодородия
Sharbat Dengizi	Mare Foecunditatis	(Изобилия)
Osayishtalik Dengizi	Mare Nectaris	Море Нектара
Inqroz (Xavf)	Mare Tranquillitatis	Море Спокойствия
Dengizi	Mare Crisium	Море Кризисов
Oydin Dengiz	Mare Serenitatis	(Опностей)
Sovuq Dengiz	Mare Frigoris	Море Ясности
Ros Qo'ltig'i	Sinus Roris	Море Холода
Yomg'ir Dengizi	Mare Imbrium	Залив Росы
Kamalaktar Qo'ltig'i	Sinus Iridum	Море Дождей
Bug'Dengizi	Mare Vaporum	Залив Радуги
Bulutlar Dengizi	Mare Nulium	Море Паров
Namlik Dengizi	Mare Humorum	Море Облаков
Smit Dengizi	Mare Smythii	Море Влажности
Chekka Dengiz	Mare Marginis	Море Смита
Janubiy Dengiz	Mare Australe	Море Красное
Moskva Dengizi	Mare Mosquae	Южное Море
Astronavtlar Qo'ltig'i	Sinus	Море Москвы
Orzu Dengizi	Astronoutorum	Залив Астронавтов
Sharqiy Dengiz	Mare Ingenii	Море Мечты
	Mare Orientalis	Море Восточное



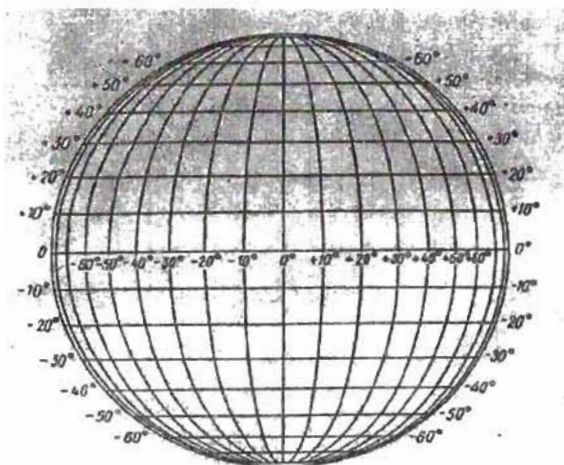
**Oydagi sirklar va kraterlarning ro'yxati.**  
**Qavs ichida tartib raqami, xalqaro va ruscha nomlari keltirilgan.**

Oyning ko'rinma yarim shari	
Nyuton (1, Newton, Ньютон)	Langren (100, Langrenus, Лангрен)
Manzin (4, Manzinus, Манзин)	Guttenberg (102, Guttenberg, Гуттенберг)
Blankan (12, Blancanus, Бланкан)	Abulfeda (107, Abulfeda, Абульфед)
Klaviy (13, Clavius, Клавий)	Albattoni (109, Albategnius, Альбатегний)
Sheyner (14, Scheiner, Шейнер)	Alfons (110, Alphonsus, Альфонс)
Nearx (18, Nearchus, Нearch)	Ptolemei (111, Ptolemaeus, Птолемай)
Magin (22, Maginus, Магин)	Gipparx (119, Hipparchus, Гиппарх)
Shiller (24, Schiller, Шиллер)	Grumaldi (125, Grimaldi, Гримальди)
Shikkard (28, Schickard, Шиккард)	Landsberg (127, Landsberg, Ландсберг)
Vilgelm (29, Wilhelm, Вильгельм)	Geveliy (141, Hevelius, Гевелий)
Tixho (30, Tycho, Тихо)	Richchioli (142, Riccioli, Риччиоли)
Shtefler (32, Stoeffler, Штефлер)	Kepler (146, Kepler, Кеплер)
Mavrolik (33, Maurolycus, Мавролик)	Koernik (147, Copernicus, Коперник)
Valter (48, Walter, Вальтер)	Eratosten (168, Eratosthenes, Эратосфен)
Furneriy (52, Furnerius, Фурнерий)	Gerodot (175, Herodotes, Геродот)
Stevin (53, Stevinus, Стевин)	Aristarx (176, Aristarchus, Аристарх)
Snelliy (55, Snellius, Снеллий)	Kleomed (183, Cleomedes, Клеомед)
Vieta (59, Vieta, Виета)	Posidoniy (186, Posidonius, Посидоний)
Purbax (73, Purbach, Пурбах)	Aftolik (189, Autolycus, Аптолик)
Lakayl (74, La-Caille, Лакайл)	Anstilla (190, Aristillus, Аристилл)
Sakrobosko (77, Sacrobosco, Сакробоско)	Arximed (191, Archimedes, Архимед)
Frakastor (78, Fracastor, Фракастор)	Timoxaris (192, Timocharis, Тимохарис)
Petaviy (80, Petavius, Петавий)	Lambert (193, Lambert, Ламберт)
Arzaxel (84, Arzachel, Арзакель)	Gauss (201, Gauss, Гаусс)
Bulliald (86, Bulliadus, Буллиальд)	Evdoks (208, Eudoxus, Эвдокс)
Kavendish (88, cavendish, Кавендиш)	Anstotel (209, Aristoteles, Аристотель)
Merseniy (89, Mensenius, Мерсений)	Platon (210, Plato, Платон)
Gassendi (90, Gassendi, Гассенди)	Pifagor (220, Pythagoras, Пифагор)
Katarina (96, Catharina, Катерина)	Atlas (228, Atlas, Атлас)
Kirill (96, Cyrilus, Кирилл)	Gerkuless (229, Hercules, Геркулес)
Teofil (97, Theophilus, Теофил)	
Oyning ko'rinmas (orqa tomoni) yarim shari	
Byuffon (643, Buffon, Бюффон)	Lykreysi (784, Lucretus, Лукреция)
Chebyshev (644, Chebyshev, Чебышев)	Sechenov (787, Sechenov, Сеченов)
Langmyur (645, Langmuir, Лангмюр)	Timiryazev (788, Timiryazev, Тимирязев)
Brauer (646, Brauer, Брауэр)	Korolev (789, Korolev, Королев)
Kleymenov (647, Kleimеноv, Клейменов)	Vavilov (801, Vavilov, Вавилов)
Mariott (648, Mariotte, Мариотт)	Kibalchich (819, Kibalchich, Кибальчич)
Ellerman (710, Elleman, Эллерман)	Sander (821, Tsander, Цандер)
Gerashimovich (711, Gerasimovich, Герасимович)	Artemev (834, Artem'ev, Артемьев)
Belopolskiy (740, Belopolsky, Белопольский)	Maykelson (901, Michelson, Майкелсон)
Ioffe (752, Ioffe, Иоффе)	Kekule (912, Kekule, Кекуле)
Mechnikov (755, Metchnikoff, Мечников)	Max (920, Mach, Макс)
Fridman (757, Fridman, Фридман)	Fersman (924, Fersman, Ферсман)
Van Gu (759, Van Gu, Ван Гу)	Poynting (926, Poyniting, Поинтинг)
	Jyul (930, Joule, Жюль)

20-Planshet  
To'liq relifning fotosurati



21-Planshet  
Ortogonal koordinatalar setkasi

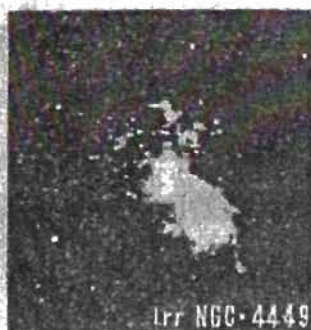


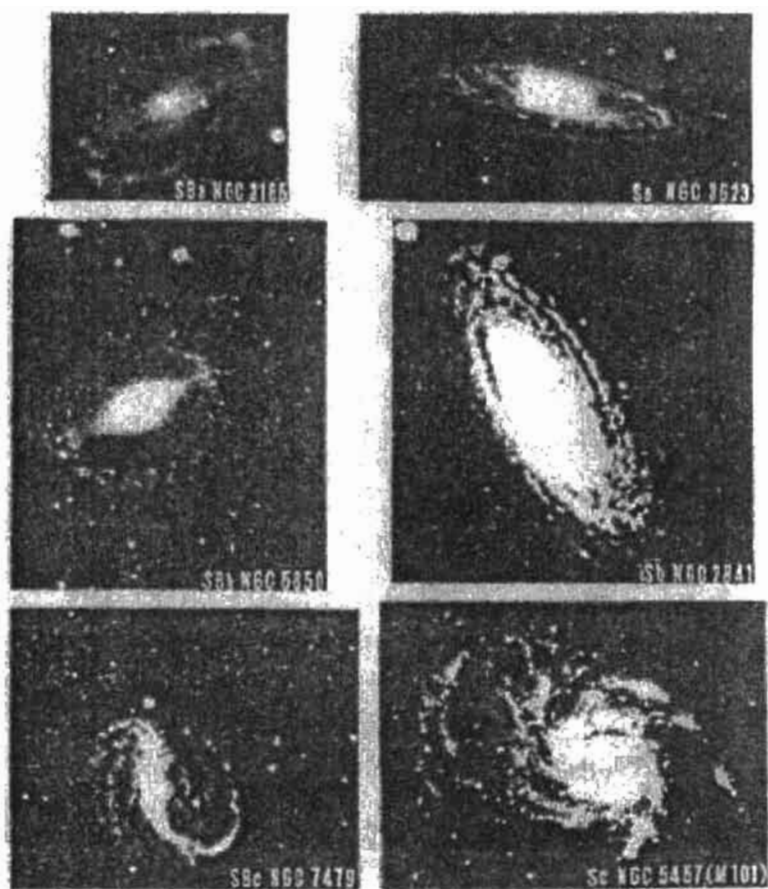
Kalkaga nisbatan ko'chirilgan

22-Planshet  
Oy sirti uchastkasining fotosurati

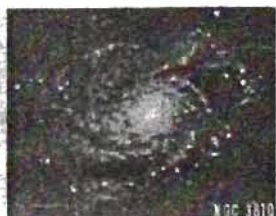
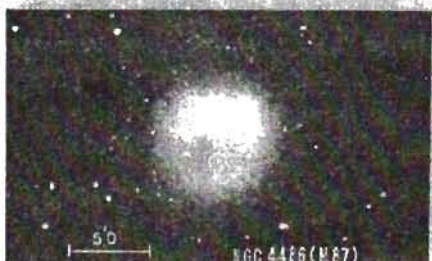
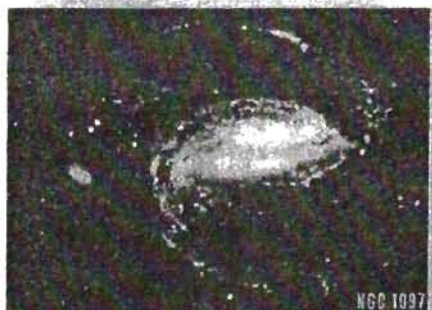
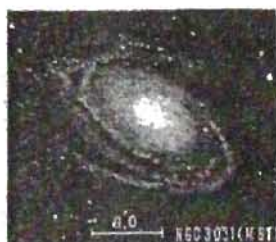


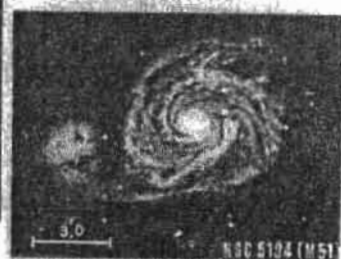
23 va 24-Planshetlar  
Turli tipdagi galaktikalarning fotografik standartlari



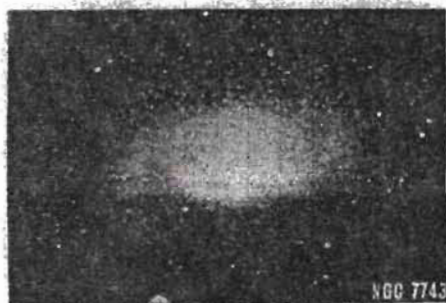
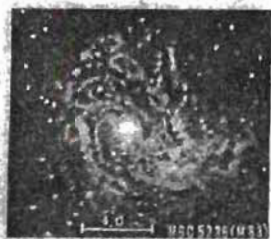
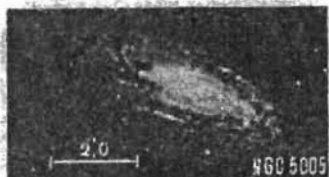
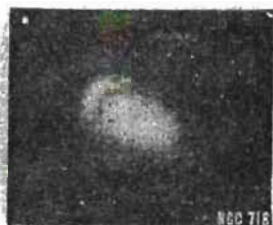


25-28-Planshetlar  
Galaktikalarning fotosuratlari

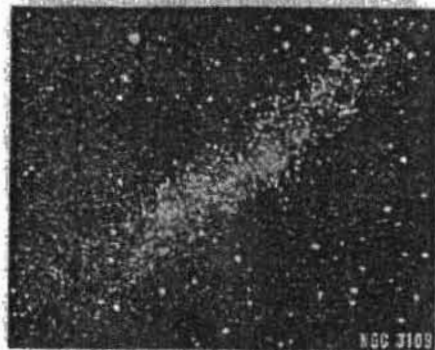
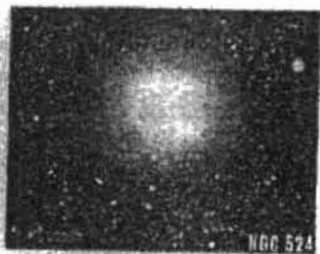












29-Planshet  
Galaktika spektrlarining fotonusxalari



## ADABIYOT

1. D.Ya. Martinov (Д.Я. Мартынов, Курс практической астрофизики, изд. 3-е, перераб., Наука, М., 1977).
2. D.Ya. Martinov (Д.Я. Мартынов, Курс общей астрофизики, изд. 2-е, перераб. и доп., Наука, М., 1971).
3. A.V. Zasov, K.A. Postnov (А.В. Засов, К.А. Постнов, Общая астрофизика, изд. Фрязино, «Век-2», М., 2006).
4. V.V. Sobolev (В.В. Соболев, Курс теоритической астрофизики, изд. «Наука», М., 1967).
5. S.E. Frish (С.Э. Фриш, Оптические спектры атомов, Москва, 1963).
6. V.K. Abalakin (В.К. Абалакин, Астрономический календарь – постоянная часть, изд. 7-е, перераб., Наука, М., 1981).
7. K.U. Allen (К.У. Аллен, Астрофизические величины, перераб. и доп., изд. «Мир», М., 1977).
8. D.Ya. Martinov, V.M. Lipunov (Д.Я. Мартынов, В.М. Липунов, Сборник задач по астрофизике, изд. «Наука», М., 1986).
9. I. Sattarov (И. Саттаров, Астрофизика-маърузалар матни, 1-қисм, Низомий номидаги ТДПУ, Т., 2000).
10. I. Sattarov, Umumiy astrofizika kursidan electron qo'llanma, Nizomiy nomidagi TDPU, T., 2002.
11. I. Sattarov, Astrofizika, I qism, «TURON-IQBOL», T., (nashrda, 2008).
12. I. Sattarov, Astrofizika, II qism, «TURON-IQBOL», T., 2007.
13. I.A. Klimishin (И.А. Климишин, Астрономия наших дней, изд. 2-е, перераб. и доп., Наука, М., 1980).
14. B.G'. Qodirov, I. Sattarov, U.Sh. Begimqulov (Б.Г. Қодиров, И. Саттаров, У.Ш. Бегимқулов, Астрофизикадан компьютерда лаборатория ишлари, Низомий номидаги ТДПУ, Т., 2002).
15. M.M. Dagaev (М.М. Дагаев, Лабораторный практикум по курсу общей астрономии, изд. 2-е, доп. и исправ., ВШ, М., 1972).
16. A.A. Mixaylov (От. Ред. Акад. А.А. Михайлов, Курс астрофизики и звездной астрономии, изд. 3-е, перераб. и доп., Том I, Наука, М., 1973, Т. II, Гос. из. Физ.-мат. лит., М., 1962, Т. III, Наука, М., 1964).

## MUNDARIJA

So'z Boshi .....	3
<b>Kirish</b> .....	4
1-Laboratoriya ishi. Yoritgichlarning ko'rinma yulduziy kattaligi va fotometrik ko'rsatgichlari.....	5
2-Laboratoriya ishi. Tutash spektrda energiyaning taqsimlanishi .....	8
3-Laboratoriya ishi. Spektral chiziqlarning to'lqin uzunligi, intensivligi va kengligi .....	12
4-Laboratoriya ishi. Quyosh energiyasining chiqishi .....	19
5-Laboratoriya ishi. Optik teleskoplarning asosiy ko'rsatgichlari .....	25
6-Laboratoriya ishi. Teleskoplariga o'rnatiladigan spektral asboblari va ularning xarakteristikalarini .....	29
7-Laboratoriya ishi. Nurlanish priyomniklari va ularning asosiy ko'rsatgichlari .....	36
8-Laboratoriya ishi. Hulka yulduzlari yorug'ligini elektrofotometr yordamida o'lchash .....	41
9-Laboratoriya ishi. Yulduzlarni spectral sinflashtirish .....	49
Yulduzlarni spectral sinflashtirish (kompyuterda) .....	52
10-Laboratoriya ishi. Quyoshning fizik ko'rsatgichlari.....	62
11-Laboratoriya ishi. Quyosh aktivligining o'zgarish qonuniyatlari .....	66
12-Laboratoriya ishi. Quyosh atmosferasining kimyoviy tarkibi.....	70
13-Laboratoriya ishi. Katta sayyoralarining ba'zi fizik xarakteristikalarini aniqlash .....	73
14-Laboratoriya ishi. Oyning fizik tabiati .....	77
15-Laboratoriya ishi. Merkuriyning aylanish tezligini radar yordamida aniqlash.....	83
16-Laboratoriya ishi. Yupiter yo'ldoshlari orbitasini hisoblash .....	86
17-Laboratoriya ishi. Yulduzlarning fizik ko'rsatgichlari .....	91
18-Laboratoriya ishi. Galaktikalar fizikasi.....	96
19-Laboratoriya ishi. Qizilga siljish va masofa bog'liqligi .....	104
20-Laboratoriya ishi. Koinotning katta o'lchamli strukturasi(tuzilishi).....	109
<b>Ilava</b> .....	114
Jadvallar .....	114
Planshetlar .....	123
<b>Adabiyot</b> .....	150

93 - buyurtma 500 nusxa. Hajmi 9,6 b.t.  
2008 yil 15 dekabrda bosishga ruxsat etildi.  
Nizomiy nomidagi TDPU Rizografida  
nashr qilindi.

3000. =

041929/  
1

Nyan