

TILLABOYEV A. M. KUTLIMURATOV S. SH.
NURMAMATOV SH. E. BURXONOV O. A.

ASTRONOMIYA KURSI 1,2

ASTRONOMIYA KURSIDAN LABORATORIYA ISHLARI

OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI

A. M. Tillaboyev, S. Sh. Kutlimuratov, Sh. E. Nurmetov, O. Burxonov

ASTRONOMIYA KURSI 1, 2
(Astronomiya kursidan laboratoriya ishlari)

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM,
FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI
AXBOROT RESURS MARKAZI

Chirchiq-2023

UO'K 520;37.0
KBK 22.6
T-22

A. M. Tillaboyev, S. Sh. Kutlimuratov, Sh. E. Nurmetov, O. Burxonov / Astronomiya kursi 1,2 / O'quv qo'llanma - Toshkent: «Yangi chirchiq prints», 2023. - 161 bet.

Mazkur o'quv qo'llanma "Astronomiya kursi (Umumiy astronomiya)" fanidan 16 ta laboratoriya ishlarini o'z ichiga oladi.

Ushbu o'quv qo'llanma OTM larining fizika va astronomiya bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun tavsiya etiladi.

Taqrizchilar:

Tadjibayev Ikram Uralbayevich - ChDPU "Boshlang'ich ta'lim" fakulteti dekani, f-m.f.d., dotsent.

Muslimova Yulduz Choriyevna - Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti "Fizika va uni o'qitish metodikasi" kafedrası dotsenti, f-m.f.n.,

Mazkur o'quv qo'llanma pedagogika oliy ta'lim muassasalari "60110700-Fizika va astronomiya" ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, unda "Astronomiya kursi" dan laboratoriya mashg'ulotlarining asosiy mazmuni o'z aksini topgan. O'quv qo'llanmada yulduzlar osmonini o'rganishda, kosmik ob'yektlarni kuzatishda kerak bo'ladigan turli qo'llanmalar va asboblari: kalendarlar, yulduz atlasi, xaritalar, osmon sferasi modeli, teleskop, yulduzlar fotometriyasi, astronomik ma'lumotlar bazalari va boshqalar bilan tanishtiradi. Ushbu o'quv qo'llanmaning maqsadi - bo'lg'usi fizika va astronomiya fanlari o'qituvchilarida fanga oid va ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirishdan iborat.

O'quv qo'llanma Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2023-yil 25-avgustdagi 391-sonli buyrug'iga asosan nashrga ruxsat etilgan. (Guvohnoma № 416686)

ISBN 978-9910-751-84-4

© A. M. Tillaboyev, S. Sh. Kutlimuratov, Sh. E. Nurmetov, O. Burxonov 2023
© «Yangi chirchiq prints», 2023

MUNDARIJA

KIRISH	4
1- ISH. YULDUZLARNING KICHIK ATLASLARI	6
2- ISH. YULDUZLAR OSMONINING SURILMA XARITASI	10
3- ISH. OSMON SFERASINING ASOSIY ELEMENTLARI	17
4- ISH. VAQTNi O'LCHASH SISTEMALARINI O'RGANISH	22
5- ISH. KEPLER QONUNLARI VA SAYYORALAR KONFIGURATSIYASI	31
6- ISH. BUTUN OLAM TORTISHISH QONUNI VA IKKI JISM MASALASI	42
6- ISH. QUYOSHNING CHIQISH (BOTISH) VAQT DAQIQALARINI VA CHIQISH (BOTISH) NUQTALARINING AZIMUTLARINI HISOBLASH	50
8- ISH. TELESKOP YORDAMIDA SAYYORALAR VA ULARNING YO'LDOSHLARINI KUZATISH	54
9- ISH. YUPITER VA UNING YO'LDOSHLARINI ORBITALARIDAGI HARAKATINI O'RGANISH	58
10- ISH. SPEKTRAL CHIZIQLARNING TO'LQIN UZUNLIGI, INTENSIVLIGI VA KENGLIGINI ANIQLASH	64
11- ISH. XULKAR YULDUZLARI YORUG'LIGINI ELEKTROFOTOMETR YORDAMIDA O'LCHASH	72
12- ISH. YULDUZLARNI SPEKTRAL SINFLASHTIRISH	80
13- ISH. ASTRONOMIK KUZATUVLARDAGI OLINGAN TASVIRLARNI "MAXIM DL" YORDAMIDA TEZKOR ASTROMETRIYA QILISH	90
14- ISH. QIZILGA SILJISH VA XABBL QONUNI O'RGANISH	96
15- ISH. KOINOTNING KATTA O'LCHAMLI TUZILISHI	104
16- ISH. GALAKTIKALAR TO'DALARINING KO'RINMA SIRT ZICHLIGINI ANIQLASH	113
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI	160

KIRISH

LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISHGA DOIR KO'RSATMALAR

Ushbu qo'llanmada pedagogika oliy ta'lim muassasalarining fizika va astronomiya yo'nalishida o'tiladigan "Astronomiya kursi (umumiy astronomiya)" dasturida ko'rsatilgan laboratoriya ishlaridan o'n oltitasi bayon qilingan. Bu ishlar ma'ruza darslarida olingan bilimlarni chuqur va mustahkam o'zlashtirishni ta'minlashga qaratilgan. Ular yulduzlar osmonini o'rganishda, kosmik ob'yektlarni kuzatishda kerak bo'ladigan turli qo'llanmalar va asboblari: kalendarlar, yulduz atlasi, xaritalar, osmon sferasi modeli, teleskop, yulduzlar fotometriyasi, astronomik ma'lumotlar bazalari va boshqalar bilan tanishtiradi.

Har bir laboratoriya ishida, uning mazmuni, bajarish metodlari, zarur bo'lgan adabiyotlar ko'rsatilgan va talaba bajarish kerak bo'lgan vazifalar belgilangan. Vazifalar bir necha punktlardan iborat.

Ko'pchilik mashg'ulotlardagi topshiriqlar to'rtta variantda (ular qavsli raqamlar, masalan 1), 2), 3), 4) bilan belgilangan) tuzilgan. Har bir variantdagi topshiriq to'rtta (kichik guruhlarda) talaba bajarishiga mo'ljallangan.

Tajriba ko'rsatishicha, bir variantni bajarayotgan talabalar o'zaro fikr almashib, ishni ixchamroq va aniqroq bajaradilar. Laboratoriya ishlarining ko'proq qismi ilmiy kuzatishlar asosida tuzilgan yulduz xaritalari, atlaslar, kalendarlar va spravochniklar va astronomik ma'lumotlar bazalari bilan ishlashni, osmondagi yoritgichlarni mustaqil kuzatish asosida hosil qilingan xulosalar bilan taqqoslab borishni nazarda tutadi. Ishlarda keltirilgan vazifalarni talaba to'g'ri bajarishi uchun ishda asos qilib olinadigan kerakli ma'lumotlarni turli qo'llanmalardan izlab topish talab etiladi (kerak bo'lgan qo'llanma va asboblari har bir laboratoriya ishida ko'rsatilgan).

Yordamchi adabiyotlarining ko'pchiligi (taqvimlar, xaritalar, ma'lumotnomalar) rus tilida berilganligi sababli, zarur bo'lgan joyda bu adabiyotdan foydalanish usuli tafsiflangan va kerakli ba'zi jadvallar o'zbek tiliga tarjima qilingan. Har bir ish 4 soatlik auditoriya mashg'ulotiga mo'ljallangan, faqat ayrimlarini bajarish uchun 4 soatdan ortiq vaqt talab etiladi. Talabalar o'z variantlaridagi vazifalarni bajarish yuzasidan ishlarining oxirida ko'rsatilganday formada hisobot tayyorlaydilar va har bir laboratoriya ishining oxirida berilgan sinov savollariga javob beradilar. Bajirilgan laboratoriya ishlari yuzasidan berilgan hisobot jadvalari ozoda, formulalar ixcham, hisoblashlar aniq, xulosalar mazmunli va qisqa savollarga javoblar aniq bo'lishini talab etish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Ushbu o'quv qo'llanmani tayyorlashda M.Mamadazimov, A.Tillaboyev, A.Muminova, B.Sattarovlarning "Astronomiya kursi (Umumiy astronomiya)dan laboratoriya ishlari", Ch.T.Sherdonov, I.Sattorovlarning "Astrofizikadan laboratoriya ishlari", M.M.Dagaev "Лабораторный практикум по курсу общей астрономии" nomli adabiyotlari va Vizier, SDSS ma'lumotlar bazalaridan foydalanildi.

1-ISH. YULDUZLARNING KICHIK ATLASLARI

Ishning maqsadi: Yulduzlarning kichik atlaslari bilan tanishish va ulardan osmonni o'rganishda foydalanish.

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: A.D.Marlenskiy "Учебный звездный атлас", yoki A.A.Mixaylovning "Звездный атлас",

Nazariy qisim

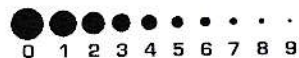
Yulduzlarning kichik atlaslari osmondagi turli ob'yektlarni o'rganish uchun qo'llanma hisoblanadi.

Bunday qo'llanmalardan biri A.A.Mixaylovning "Звездный атлас"i to'rtta xaritadan iborat. Bu qo'llanmada qurollanmagan ko'z bilan ko'rib bo'ladigan (5,5 yulduz kattaligigacha bo'lgan) osmoning shimoliy yarim sferasidagi hamma yulduzlarning va janubiy yarim sferasidagi $\delta = 50^\circ$ gacha bo'lgan yulduzlarning tasviri tushurilgan. U M.M.Dagaevning "Лабораторный практикум по курсу общей астрономии" kitobida batafsil tasvirlangan.

Biz bu yerda A.D.Marlenskiy tuzgan atlas bilan tanishamiz. A.D.Marlenskiy atlas 15 ta xaritadan iborat bo'lib, osmoning shimoliy va janubiy yarim sharlarida oddiy ko'z bilan ko'rinadigan (5.75 yulduz kattaligigacha bo'lgan), yulduzlarni va kichik teleskoplarda, jumladan (binoklda) kuzatiladigan, astronomlar uchun qiziqarli bo'lgan ob'yektlarni o'z ichiga oladi.

Olamning shimoliy va janubiy qutbi sohasini ifodalovchi xaritalarning tuzilishi aylana kabi.

Xaritalardagi og'ish aylanalari va to'g'ri chiqishlari mos holda vertikal va gorizontal yo'nalishda o'tkazilgan chiziqlar bilan ko'rsatilgan. Og'ish aylanalari yonida (xaritalarning ustki va pastki chegaralari bo'ylab) yozilgan raqamlar, (masalan: $0^h, 1^h, 2^h, 3^h, 4^h$) yoritgichlarning α - to'g'ri chiqishlarini, parallellar yonida (xaritalarning o'ng va chap chegarasi bo'ylab) yozilgan (masalan: $-90^\circ, -65^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 45^\circ$) sonlar, ularning δ - og'ishlarini ko'rsatadi. Yulduzlar atlasidagi xaritalar pastki qismida turli ob'yektlarning shartli belgilari ko'rsatilgan. Ular quyidaicha ifodalangan:



yulduziy kattaliklar shkalasi;



bayer katalogi bo'yicha yulduzlarning belgilanishi;

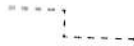


32

flemstid katalogi bo'yicha yulduzlarning belgilanishi;



yulduz turkumlarining kontur chizig'i;



yulduz turkumlari chegarasi;



ekliptika aylanasi chizig'i;



galaktika;



sharsimon yulduz to'dalari;



tarqoq yulduz to'dalari;



Sayyorar tumanlik;



diffuz tumanlik;



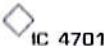
M 25

Sharl Messe katalogi bo'yicha ob'yekt raqami;



925

NGC (New General Catalog) katalogi bo'yicha ob'yekt raqami;



IC 4701

IC (Index Catalog) bo'yicha ob'yekt raqami.

Xaritaning chap tomonidagi turli kattalikdagi qora doirachalar yonidagi sonlar yulduz kattaligini ifodalaydi. Yulduz kattaliklari $m=0$ dan $m=10$ gacha aniqlik bilan berilgan. Biror yulduzning yulduz kattaligini aniqlash uchun yulduzning xaritadagi kattaligini etalon doirachalar bilan taqqoslanadi. Atlasdagi har bir xaritaning quyi qismida yorug' yulduzlar va boshqa kosmik ob'yektlar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Yulduzlar atlasidagi xaritalarda ekvatorial koordinatalari uzoq vaqtlar davomida o'zgarmaydigan osmon ob'yektlari tasvirlangan.

Quyosh, Oy va sayyoralarning ekvatorial koordinatalari to'xtovsiz o'zgarib turganliklaridan, ular xaritalarda ko'rsatilmagan. Aslida, hatto xaritada ko'rsatilgan ob'ektlarning ekvatorial koordinatalari ham asta-sekin (asosan presessiya tufayli) o'zgarib boradi. Shuning uchun xaritalar setkasi va koordinatalar ma'lum davr uchun tuziladi.

VAZIFALAR

1. Atlasning har bir varag'ida ifodalangan belgilarini, yulduz turkumlari va kosmik ob'ektlar haqidagi ma'lumotlarni, xarita chegaralarini va hokazolarni e'tiborga olib, yulduzlarning kichik atlas bilan tanishib chiqing.

2. Yulduz atlasidagi har bir xaritaning ekvatorial koordinatalari α , δ bo'yicha berilgan chegarasini va aniqligini toping.

3. Sizga berilgan atlasdagi xaritalardan yulduz turkumlaridagi eng yorug' yulduzlarini shartli belgisiga qarab, ularning turini (tavsifini), ya'ni o'zgaruvchan, qo'shaloq yoki oddiy yulduz ekanligini, ekvatorial koordinatalarini va ko'rinma yulduz kattaliklarini (m) taxminiy aniqlang.

4. Sizga berilgan atlasdagi xaritalardan yulduz turkumlaridagi o'zgaruvchan, qo'shaloq yulduzlarning, tumanliklarning hamda galaktikalarning sonini hisoblang, qo'shaloq va o'zgaruvchan yulduzlar orasidan eng yorug'larining nomini va yulduz kattaliklari - (m)ni, hamda ekvatorial koordinatalarini aniqlang.

5.

1-ISH YUZASIDAN HISOBOT

1-2.

Xarita chegarasi				Xaritaning aniqligi	
α		δ		α - bo'yicha	δ - bo'yicha
dan	gacha	dan	gacha		

3.

Yulduz turkumi	Yulduzning					
	nomi	to'g'ri chiqishi α		og'ishi δ		Ko'rinma yulduz kattaligi
		Taxminiy	Aniq	Taxminiy	Aniq	Turi (tavsifi)

4.

№	Yulduz turkumi	O'zgaruvchan yulduzlar					Qo'shaloq yulduzlar					Tumanliklar	Galaktikalar
		Soni	nomi	m	α	δ	Soni	nomi	m	α	δ	Soni va tavsifi	Soni va tavsifi

Ish yuzasida sinov savollari

1. Ko'rinma yulduz kattaligi deb nimaga aytiladi?
2. To'g'ri chiqish deb nimaga aytiladi?
3. Og'ish deb nimaga aytiladi?
4. Sizga berilgan haritadan eng yorug' yulduzlarning koordinatalarini aniqlab bering.
5. Bir - biriga nisbatan yorug'roq yulduzlar bizga yaqinroq turadi deyish mumkinmi?
6. Xaritadan Somon Yo'li o'tgan yulduz turkumlarining nomlarini aytib bering.

Ishning maqsadi: yulduzlar osmonini o'rganishda harakatlanuvchi xaritadan foydalanishni o'rganish.

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: yulduzlar osmonining harakatlanuvchi xaritasi, A.A.Mixaylovning kichik yulduzlar atlas.

Nazariy qism

Kuzatish amaliyotida talabalar duch keladigan birinchi va asosiy qiyinchilik osmondagi xarakterli yulduz turkumlarini chegaralash va bu turkumlarni ularning xarita hamda rasmlardagi tasvirlari bilan taqqoslashdan iborat.

Yulduz turkumlarining gorizontga nisbatan ko'rinishini o'rganishda, yulduzlar osmonining harakatlanuvchi xaritasi osmonda umumiy orientirlash uchun qo'llanma sifatida xizmat qiladi, xususan, haqiqiy gorizontga nisbatan yulduz turkumlarini joylashuvini aniqlash uchun ishlatiladi. Xaritada osmon ekvatorial koordinatalari to'ri hamda nisbatan yorqin yulduzlardan iborat asosiy yulduz turkumlari tasvirlari tushirilgan.

Xarita A.A.Mixaylov proektsiyasida tuzilgan (2.1-rasm), unda osmon parallellari konsentrik aylanalar sifatida, og'ish aylanalari xalqalari esa, xarita markazida joylashgan shimoliy olam qutbidan chiqayotgan nurlar ko'rinishida tasvirlangan. Shimoliy qutbga yaqin Qutb yulduzi deb nomlanuvchi Kichik Ayiq yulduz turkumining α yulduzi joylashgan. Og'ish aylanalari har 30° (2^h) dan o'tkazilgan va xaritaning ichki qirqimiga yaqin joyida osmon parallellaridan biri bo'ylab soatlarda raqamlashtirilgan. Osmon ekvatori va 30° oraliqlariga ega uchta osmon parallel boshlang'ich og'ish aylana ($\alpha=0^h$) bilan kesishgan nuqtalarida hamda unga diametral qarama-qarshi bo'lgan og'ish aylana tomonidan ($\alpha=12^h$) raqamlashtirilgan. Og'ish aylanalar va osmon parallellarning raqamlashtirilishi osmon yoritkichlarning ekvatorial koordinatalarini chamalashga imkon beradi.

Osmon ekvatori bilan ikki diametral qarama-qarshi nuqtalarda kesishgan eksentrik oval ekliptikani tasvirlaydi. Osmon ekvatori bilan ekliptika kesishgan nuqtalar tengkunlik nuqtalari deb ataladi va Υ (bahorgi tengkunlik nuqtasi, $\alpha=0^h$, $\delta=0^\circ$) hamda Ω (kuzgi tengkunlik nuqtasi, $\alpha=12^h$, $\delta=0^\circ$) belgilari bilan belgilanadi.

Osmon ekvatori ichida joylashgan kartaning sohasi osmonning shimoliy yarim sferasini, kartaning qolgan qismi, ya'ni, osmon ekvator bilan og'ishi $\delta = -45^\circ$ gacha bo'lgan osmon paralleli janubiy yarim sferasini tasvirlaydi. Janubiy osmon yarim sferasining parallellari kartada osmon ekvatoriga nisbatan kattaroq radiusga ega aylanalar sifatida tasvirlangan. Shuning uchun janubiy yarim sferadagi yulduz turkumlarining tasvirlari cho'zilgan va ularning shakli o'sha turkumlarning haqiqiy ko'rinishlaridan biroz farqlanadilar.

Xaritaning tashqi qirqimi bo'ylab sanalar limbi (shkalasi) deb nomlanuvchi xalqada kalendar sana va yillik oylarning nomlari tushirilgan.

Xaritaga ilova sifatida beriladigan ustama xalqa yilning ixtiyoriy kunining istalgan vaqti uchun yulduzlar osmonining ko'rinishini tasavvurlashga imkon beradi. Buning uchun soat limbi deb ataluvchi xalqaning tashqi qirqimi sutka ichidagi soatlar soni, ya'ni, 24 soatga taqsimlangan. Soat limbidagi shtrixlar har o'n minut oralig'ida chizilgan. Soat limbi o'rtacha vaqt tizimida raqamlashtirilgan, kartadan foydalanilayotganda shu narsa hisobga olinishi zarur. Lekin yulduzlar osmoni ilk bor o'rganilayotganda ma'lum xatolik bilan soat limbi vaqt sanoq sistemasida raqamlashtirilgan deb qabul qilish mumkin. Vaqt sanoq sistemalari o'tilgandan so'ng esa, soat limbidan o'rtacha vaqt sanoq sistemasidan foydalanish shart.

Ustama qo'yiladigan aylanada oval shaklidagi darcha mavjud bo'lib, uning holati kuzatuv joyining geografik kenglamasiga bog'liqdir. U kuzatuv joyining geografik kenglamasiga yaqin bo'lgan qiymatlarga ega ustama xalqada chizilgan bir necha aylanalaridan biri bo'ylab qirqiladi (o'yiladi). Oval o'yiqlik haqiqiy yoki matematik gorizontni tasvirlaydi va unda asosiy to'rtta nuqta, ya'ni, janub, g'arb, shimol va sharq nuqtalari belgilangan. Janub va shimol nuqtalari oralaridan o'tuvchi va osmon meridianini tasvirlovchi, ya'ni, olam qutbi va zenitdan o'tgan va haqiqiy gorizont bilan shimol va janub nuqtalari kesishgan osmon sferasining katta aylanasi ifodalovchi ip chiziq tortilsa foydadan holi emas.

Ipdaqi zenit vaziyati uning kuzatuv joyining geografik kenglamasi φ ga teng og'ish δ dagi osmon paralleli bilan kesishgan nuqtasidan topiladi ($\delta=\varphi$). Xususan, agar ustama xalqadagi oval $\varphi=+56^\circ$ kenglama uchun qirqilgan bo'lsa, kartada $\delta=+56^\circ$ ga ega osmon parallelini belgilab, ipda shu parallel bilan kesishgan va o'yiqlik markaziga yaqin joyda joylashgan nuqta ham belgilanadi.

Ustama xalqaning oval o'yig'ida (gorizontda) graduslarda ifodalangan raqamlar qo'yilgan, u azimutlar limbi bo'lib, undan osmon yoritkichlarining taqribiy azimutlarini chamalash mumkin.

Yulduzlar osmonining harakatlanuvchi xaritasi amaliy astronomiyaning bir qator masalalarini hal etishga imkon beradi. Masalan, berilgan sana n (yil) ning biror-bir T momentida yulduzlar osmonining ko'rinishini aniqlash uchun ustama xalqani yulduz xaritasi ustiga shunday qilib joylashtiriladiki, bunda soat limbining berilgan T momentini ko'rsatib turuvchi shtrixi berilgan sana n ning shtrixiga mos tushsin, osmon meridiani (ip) esa, har doim olamning shimol qutbidan o'tgan bo'lsin. Unda asimmetrik joylashgan oval o'yiqlikda berilgan vaqt momenti T da gorizont ustidagi yulduzlar (yulduz turkumlari) ko'rinadi. Gorizont tagida joylashgan, binobarin, kuzatib bo'lmaydigan yulduzlar esa ustama xalqa bilan to'silgan bo'ladi. Oval o'yiqlik markazida zenitga yaqin joylashgan yulduz turkumlari joylashadi. Zenitdan haqiqiy gorizontning turli nuqtalari yo'nalishlarida u yoki bu yulduz turkumlari joylashgan osmon sohalari (janubiy, shimoliy-sharq, janubiy-g'arb va h.k.o.) ni aniqlash mumkin. Taxminiy chamalashda osmon gumbazini to'rt bo'lakka

(sohaga), ya'ni, sharq, janub, g'arb va shimoliy sohalarga bo'lish mumkin, bunda bu sohalarni bo'luvchi chiziqlar zenitdan boshlab haqiqiy gorizontdagi shimoliy-sharq, janubiy-sharq, janubiy-g'arb va shimoliy-g'arb nuqtalarigacha yo'nalgan chiziqlar bo'ladi.

Berilgan moment T da ipda joylashgan yoritkichlar osmon meridianidan, ya'ni kulminatsiyadan o'tayotgan bo'ladi. Yuqori kulminatsiyada, ya'ni, olamning shimoliy qutbidan janubrog'ida, olamning shimoliy qutbi bilan janub nuqta orasidagi ipda joylashgan yoritkichlardir. Ularning ayrimlari osmon meridianini kesib o'tishda zenitdan janubroqda (zenit bilan janub nuqta orasida), boshqalari esa, zenitdan shimolroqda (zenit bilan olamning shimoliy qutbi orasida) o'tadilar.

Olamning shimoliy qutbi bilan shimol nuqta hamda uning pastidan o'tayotgan yoritgichlar berilgan moment T da quyi kulminatsiyadagi yoritkichlar bo'lib, ular osmon meridianini olamning shimoliy qutbidan shimolroqda kesib o'tadilar.

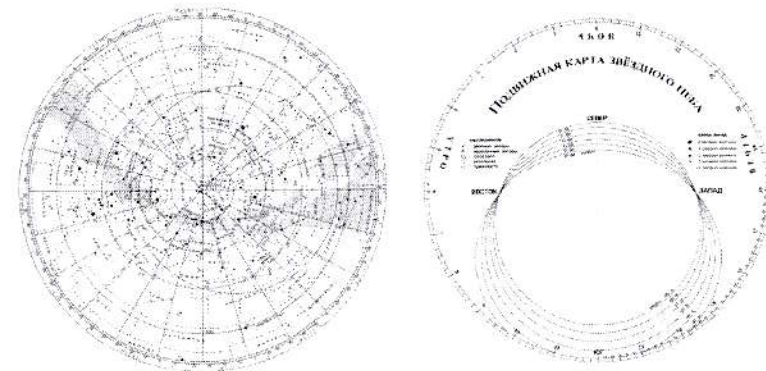
Berilgan vaqt momentida gorizontdan chiqib keluvchi yoki gorizont tagiga botuvchi yulduz turkumlarini mos ravishda haqiqiy gorizontning sharq yoki g'arb bo'lagidan axtarish lozim. Haqiqiy gorizont yoyining shimol nuqtadan (sharq nuqta orqali) janub nuqttagacha bo'lgan bo'lari sharqiy, janub nuqtadan (g'arb nuqta orqali) shimol nuqttagacha bo'lgan bo'lari esa g'arbiy bo'lagidir.

Yulduzlar osmonining harakatlanuvchan xaritasi orqali u yoki bu yoritkichning sutkalarda berilgan vaqt momenti T da chiqishi, kulminatsiyadan o'tishi va botishining sanasi n ni taqriban topish mumkin. Buning uchun, tanlangan yoritkich berilgan vaziyatini, ya'ni, chiqish, kulminatsiya yoki botish vaziyatlarini egallamaguncha ustama xalqa aylantirib turiladi. Unda berilgan vaqt momenti T ni belgilovchi soat limbi shtrixi sanalar limbidagi axtarilayotgan kun n bilan mos tushadi. Mos ravishda, berilgan sana n dan qiziqtirayotgan hodisalarning sutkalarining taqribiy vaqt momenti T ni aniqlash mumkin.

Quyi kulminatsiya vaqtida juda ko'p yulduzlar gorizont pastida bo'lib, ularni xaritaning ustama xalqasi to'sib turadi. U holda ularning n va T larini aniqlash uchun ustama xalqani o'zining normal simmetrik vaziyatidan ko'rinmaydigan yulduz tomon, ushbu yulduz shimol nuqtasida paydo bo'lgunga qadar surib boriladi. Ip (osmon meridiani) bu yulduzdan hamda olamning shimoliy qutbidan o'tkaziladi, shundan so'ng ustama xalqa ehtiyotlik bilan ip bo'ylab teskari tomon, ya'ni, janub tomon konsentrik vaziyatiga qaytgunga qadar surilib boriladi (ushbu yulduz yana gorizont tagiga yashirinadi), ana undan so'ng soat limbi va sanalar limbidan kerakli hisoblashlar olinadi.

Albatta, n sanalar va vaqt momentlari T larni yulduzlar osmonining surilma xaritasi orqali aniqlash yetarlicha taxminiy bo'ladi, lekin hodisalarning umumiy tasavvurini ifodalashga yetarlidir. Xuddi shunday aniqlashlar mos keluvchi hisob-kitoblar orqali amalga oshirilishi mumkin.

Sutkalarining turli momentlarida yulduzlar osmonining ko'rinishini surilma xarita orqali aniqlab, yulduz turkumlarining ko'rinish shartlarini, ya'ni, Yerning muayyan joyida barcha yulduz turkumlarining gorizontdan chiqishi va botishini aniqlash mumkin.



2.1-rasm. Yulduzlar osmonining surilma xaritasi

VAZIFALAR

1. Yulduzlar osmonining surilma xaritasini dars bo'ladigan kun va soatiga to'g'rilang va osmondagi yulduz turkumlarining vaziyatlarini ko'rsating, bu vaqtda chiquvchi va botuvchi yulduz turkumlarini alohida belgilang.

2. Yulduz turkumlardan Katta Ayiq, Kichik Ayiq, Kassiopeya, Oqqush, Arslon, Pegas, Aravakash va Orion yulduz turkumlarining konturlarini o'rganib chiqing.

3. Yulduzlar osmonining surilma xaritasini ketma-ketlikda 1 oktabrning 0^h , 6^h , 12^h va 18^h vaqtiga to'g'rilang, shu vaqt momentlarida Katta Ayiq, Kassiopeya, Orion va Oqqush yulduz turkumlarining vaziyatlarini ko'rsating, sutkalar davomida yulduzlar osmonining ko'rinishi o'zgarishining xarakteri va sabablarini tushuntirib bering.

4. Quyoidagi yulduzlarning kechki $8^h 30^m$ da yuqori kulminatsiyadan o'tadigan yilning kunini aniqlang: 1) Vega; 2) Aldebaran; 3) Arktur; 4) Deneb; 5) Kapella; 6) Algol; 7) Spika; 8) Regul.

5. Ushbu yulduzlar quyi kulminatsiyadan o'tadigan sutkalarining momenti va sanani aniqlang.

6. 21 mart, 22 iyun, 23 sentabr va 22 dekabr kunlari 1) Altair; 2) Sirius; 3) Polluks; 4) Rigel; 5) Antares; 6) Betelgeyze; 7) Protsion; 8) Kastor yulduzlarining chiqish, yuqori kulminatsiya, botish va quyi kulminatsiya vaqt momentlarini toping.

7. Katta Ayiq va Kassiopeya yulduzlarning chiqish va botishini yilning ixtiyoriy kuni uchun toping.

8.4-7 bandlarning tahlilidan xulosalar chiqaring: a) sutkalar ichida muayyan yulduzlarning yuqori va quyi kulminatsiyalar momentlari orasidagi vaqt oraliqlarining davomiyligini chamalang; b) chiqish, kulminatsiyalar va botish vaqt momentlarining yil davomida o'zgarishi, bunda o'zgarish yo'nalishlari va qiymatini yarim yil, bir oy, yarim oy va bir sutka vaqt oraliqlari uchun ko'rsating; v) Yerning muayyan joyida turli yulduz turkumlarining ko'rinish sharoitlarini aniqlang.

2-ISH YUZASIDAN HISOBOT

Ishni bajarilish sanasi:

Barcha vaqt momentlari 24 soatli sanoq sistemasida keltirilgan.

1. Sana _____ Vaqt momenti T = _____

2.

Yulduz turkumlarning joylashuvi						
zenitga yaqin	janubda	g'arbda	botadilar	shimolda	sharqda	chiqadilar

3. 1 oktabr sanasi

Yulduz turkumlari	Vaqt momentlarida yulduz turkumlarining joylashuvi			
	T = 0 ^h	T = 6 ^h	T = 12 ^h	T = 18 ^h
Katta Ayiq Kassiopeya Orion Oqqush				

Xulosalar: _____

4-5.

Yulduz nomi	Yulduz turkumidagi yulduz belgisi	Vaqt momenti	Sana	
			yuqori kulminatsiya	quyi kulminatsiya

6. Yulduz _____ turkumdagi belgisi

Sana	Vaqt momenti T			
	chiqishi	yuqori kulminatsiya	botishi	quyi kulminatsiya

7.

Sana	Yulduz turkumi	Vaqt momenti T	
		chiqishi	botishi

8. Xulosalar:

- a)
- b)
- v)

Ish yuzasida sinov savollari

1. Gorizont ko'ordinatlarini tushintirib bering.
2. Ekliptika nima?
3. Siz tugangan joyning (Chirchiq, Toshkent) geografik kengligi nimaga teng?
4. Shimoliy qutb yulduzining qutb masofasi qanday topiladi va nimaga teng?
5. Botmaydigan yulduzlar deb qanday yulduzlarga aytiladi?
6. Chiqmaydigan yulduzlar deb qanday yulduzlarga aytiladi?
7. Surilma xaritada zenit nuqta qanday olinadi? Surilma haritadan osmon ekvatorini ko'rsating.
8. Bugungi sana kech soat 21:00 da, kamida 2 ta chiqayotgan va botayotgan yulduzni ko'rsating?

3-ISH. OSMON SFERASINING ASOSIY ELEMENTLARI

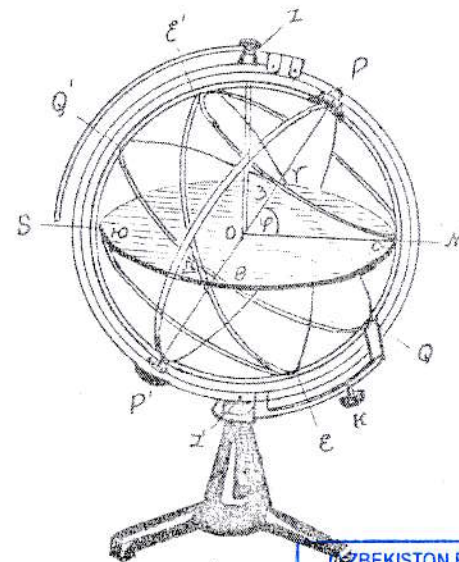
Ishning maqsadi: Osmon sferasining asosiy elementlari bilan tanishish. Osmon sferasi modelini ishlatilishini o'rganish

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Osmon sferasining modeli, qora globus, yulduzlar osmonining surilma xaritasi.

Nazariy qisim

Osmon sferasining modeli (3.1-rasm) va surilma xarita (2.1-rasm) yordamida osmon sferasining asosiy elementlarini o'rganish juda qulay.

Kuzatuvchini osmon sferasi modeli markazida O = nuqtada joylashgan deb faraz qilinadi, OZ - vertikal chiziqqa $\perp$ tekislik N dan S ga o'tkazilgan chiziq tush chizig'ini, PP' = olam o'qiga (uning atrofida osmon sferasi ko'rinma aylanadi) perpedikulayar tekislikdagi aylana QQ' = osmon ekvatorini ifodalaydi. Osmon ekvatori osmon sferasini shimoliy va janubiy yarim sferalarga bo'lib turadi.



ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM,
FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI
AXBOROT RESURS MARKAZI

Matematik gorizont ustidagi N,E,S,W nuqtalar mos holda, shimol, sharq, janub va g'arb nuqtalarini ifodalaydi. Zenit Z va nadir - Z' dan o'tuvchi katta aylanalarga vertikal aylanalar deb ataladi. Tekisligi osmon meridiani tekisligiga tik bo'lib, sharq va g'arb nuqtalaridan o'tuvchi vertikal yarim aylanalarga birinchi vertikkallar deyiladi. Tekisliklari matematik-gorizont tekisligiga parallel aylanalarga almuqantaralar deyiladi. $\varepsilon\varepsilon'$ katta aylana ekliptikani ifodalaydi, u ekvatorga nisbatan $\varepsilon = 23^{\circ}27'$ burchak ostida joylashadi. Ekliptika osmon ekvatori bilan bahorgi γ va kuzgi tengkunlik nuqtalarida kesishadi. PP' dan o'tadigan katta yarim aylanalar og'ish aylanalarini ifodalaydi. Astronomiyada og'ish aylanasi deb bilan to'la aylana emas, balki P qutbdan P' qutbgacha o'tuvchi yarim aylanaga aytiladi. Og'ish aylanalari yordamida yoritgichlarning og'ishlari sutka mobaynida o'zgarishliklarini, namoyish qilish uchun juda qulay. Modeldagi zenitni ifodalovchi Z nuqtada, siljishi mumkin bo'lgan reyterga mahkamlangan, (katta

aylananing $\frac{1}{4}$ ga teng) sim-poloska o'rnatilgan, u temir yulduzchali tug'nogichga ega. Bu temir poloska va yulduzcha yoritgichlarning asronomik koordinatalarini namoyish qilish uchun qulay. Tekisliklari ekvatornikiga parallel bo'lib undan $\pm 23^{\circ}27'$ uzoqlikda o'rnatilgan aylana metall simlar ikkita sutkalik parallelni ifodalaydi. Ular Quyoshning quyosh turishi nuqtalaridagi sutkalik yo'lini va yoritgichlarning chiqmaslik, botmaslik shartlarini namoyish qilishda juda qulay. 3.1-rasmda ular $\varepsilon'N$ va $S\varepsilon$ aylanalar bilan ko'rsatilgan. Bu yerda ε - yozgi quyosh turishi, ε' - qishki quyosh turishi nuqtalarini ifodalaydi. Modelda og'ish aylanasi mahkamlangan sariq sharcha Quyoshni belgilaydi. U Quyoshning sutkalik va yillik harakatini va Quyosh bilan bog'liq vaqt sistemalarini o'rganishda qulaylik yaratadi.

Qutb va zenitdan o'tuvchi (2-rasmda PNQ ε Z'P'SQ ε' Z') aylana osmon meridianini ifodalaydi. Osmon sferasining ko'rinma harakati tufayli har bir yoritgich osmon meridianini bir sutkada ikki marta kesib o'tadi. Modelning xarakatlanuvchi qismini olam o'qi atrofida aylantirib, yoritgichni belgilovchi yulduzcha meridiani (R) qutbdan janub tomonda kesib o'tganida, yoritgich yuqori kulminsiyada bo'lgan holatni, (R)ni shimol tomonda kesib o'tganida esa uning quyi kulminsiyadagi holatini namoyish qilish mumkin. Yuqori kulminsiyada yoritgichning zenitdan uzoqligi: $Z = \pm(\varphi - \delta)$ quyi kulminsiyada esa, $Z = 180^{\circ} - (\delta + \varphi)$ ifoda bilan topiladi.

Modelning pastki qismidagi K - vintini burab, olam o'qining matematik gorizont tekisligi bilan hosil qilgan burchagini ($h_p = \varphi_m$) o'zgartirish mumkin, ya'ni modelni turli geografik kenglamaga moslash mumkin. Modelni berilgan geografik kenglama φ ga mos qilib o'rnatgach, K - vint maxkamlanib qo'yiladi. Modelni turli geografik kenlamalarga (masalan, $\varphi = 90^{\circ}$, $23^{\circ}27'.0^{\circ}$ kenglamalarga) moslab, φ o'zgarishi bilan yulduzlar osmonining ko'rinishini sutka davomida o'zgarib borishini namoyish qilish mumkin.

VAZIFALAR

1. Osmon sferasi modelida olam o'qini, vertikal chiziqni, meridianni, matematik gorizont va ekvator aylanalarini ekliptikani, shimol, janub, sharq va g'arb nuqtalarini toping. Modelni o'zingiz yashayotgan geografik kenglamaga moslab, osmon sferasi elementlari: olam o'qi, vertikal chiziq, tush chizig'i, matematik gorizont va osmon ekvatori tekisliklari bilan tashkil etgan burchaklarini aniqlang.

2. Ushbu laboratoriya ishini bajarayotgan sanani 21 soatida osmon sferasi asosiy elementlari: olamning shimoliy qutbi, vertikal chiziq, olam o'qi, osmon meridiani, matematik gorizont, osmon ekvatori, shimol, janub, sharq, g'arb nuqtalarining osmondagi taxminiy o'rinlarini belgilang. Surilma xaritadan foydalanib, osmon meridiani, matematik gorizont, olam ekvatori yaqinida joylashgan yulduz turkumlarni aniqlang.

3. Osmon sferasi modelida olam qutblari - P,P' ning, ekliptikaning asosiy nuqtalari γ , ε , E, E' ning ekvatorial koordinatalarini taxminiy aniqlang.

4. Modelning K - vintini burab, uni $\varphi = 90^{\circ}$, $\varphi = 66^{\circ}33'$, $\varphi = 0^{\circ}$ kenglamalarga moslang va geografik kenglama (φ) o'zgarishi bilan osmon sferasining ko'rinishi va undagi asosiy yo'nalishlar bilan tekisliklarning o'zaro vaziyatlari ham o'zgarishini payqang. O'zingiz yashayotgan kenglamada qaysi yulduz turkumlari botmasligini surilma xaritada toping, ularni osmondan kechqurun kuzating.

5. Yuqori kulminasiyada turgan Shedar, Algol va Arktur yulduzlarning Z=zenit uzoqliklarini surilma xaritadan taxminiy aniqlang va kerakli formularni qo'llab, Z - larning aniq qiymatlarini hisoblang va osmon sferasi modelida shu yulduzlarning o'rnini tahminiy belgilang.

3-ISH YUZASIDAN HISOBOT

Kenglama $\varphi =$

Osmon sferasi elementlari	Osmon sferasi elementlari tashkil etgan burchak	
	Matematik gorizont tekisligi bilan	Osmon ekvatori tekisligi bilan
Olam o'qi		
Vertikal chiziq		
Tush chizig'i		

laboratoriya ishibajargan kunning 21 soatida osmon sferasida elementlari yaqinidagi yulduz turkumlari:

Olam qutbi yaqinida ...

Zenitga yaqin ...

Matematik gorizontga yaqin ...

Osmon ekvatoriga yaqin ...

Chiqayotgan ...

Botayotgan ...

Yuqori kulminatsiyadagi ...

№	Osmon sferasining nuqtalari	α	δ
1	P		
2	P'		
3	γ		
4	Ω		
5	E		
6	E'		

№	Elementning egallangan o'ni	$\varphi = 90^\circ$	$\varphi = 66^\circ 33'$	$\varphi = 0^\circ$
1	Olam o'qi (vertikal chiziqqa nisbatan)			
2	Ekvator (gorizontga nisbatan)			

$\varphi = 90^\circ$, $\varphi = 66^\circ 33'$, $\varphi = 0^\circ$ kenglamalarda yulduzlar osmoning ko'rinishi ...

Siz yashayotgan joyda ... yulduz turkumlari botmaydi.

Yuqori kulminatsiyadagi yulduzlar	δ	φ	Z	Yulduzning zenitga nisbatan o'rni		
				$\delta > \varphi$	$\delta < \varphi$	$\delta = \varphi$

Shedar						
Algol						
Arktur						

$\delta > \varphi$ va $\delta < \varphi$ bo'lgan holda yulduzning zenitdan uzoqligini topish uchun qo'llaniladigan formulalar.

Ish yuzasida sinov savollari

1. Osmon sferasi, osmon meridiani deb nimaga aytiladi?
2. Olam o'qi, Zenit va Nadir nuqtalar deganda nimani tushunasiz?
3. Matematik gorizont deb nimaga aytiladi? Osmon sferasidan janub, shimol, sharq va g'arb nuqtalarini ko'rsating.
4. Tush chizig'i deb nimaga aytiladi?
5. Osmon ekvatori deb nimaga aytiladi? Parallel aylanalar nima?
6. Yoritkichning yuqori va quyi kulminatsiyalarda bo'lishi deb nimaga aytiladi?
7. Ekliptika nima? Ekliptika va osmon ekvatori orasidagi burcha nimaning hisobidan yuzaga kelgan va qiymati qanday?

4-ISH. VAQTNi O'LCHASH SISTEMALARINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Vaqtni o'lchash sistemalari bilan tanishish.

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Osmon sferasining modeli; Osmonning surilma xaritasi; "Астрономический календар (переменная часть)" (13) "Школьный астрономический календар"; MDH hududi uchun soat pojaslarining chegaralari ifodalangan xarita.

Nazariy qism

a) Yulduz vaqti.

Astronomiyada asosiy vaqt birligi qilib bir yulduz sutkasi olingan. Bahorgi tengkunlik nuqtasi γ ning ikki marta ketma-ket yuqori (quyi) kulminasiyadan o'tishi oralig'idagi vaqtga yulduz sutkasi deyiladi. Berilgan meridianda yulduz sutkasi γ ning yuqori kulminasiyadan o'tishidan boshlanadi. Yulduz sutkasi boshidan boshlab, γ osmonning ma'lum bir nuqtasiga borguncha ketgan va yulduz sutkasi birliklarida ifodalangan vaqtga yulduz vaqti deyiladi. U S bilan belgilanadi. Istalgan momentda berilgan meridiandagi yulduz vaqti, γ ning vaqt birligida ifodalangan soat burchagi t_v ga teng, ya'ni $S=t_v$. Ixtiyoriy yulduzning soat burchagi t va to'g'ri chiqish α orqali yulduz vaqti $S=\alpha+t$ ifoda bilan topiladi. Yoritgichning soat burchagi astronomik kuzatishlardan aniqlanadi. Berilgan meridianda yulduz yuqori kulminasiyada bo'lganda $t=0$, demak, $S=\alpha$ bo'ladi. Nolinchi meridianning ($\lambda=0$) yarim tundagi yulduz vaqtini S_0 deb belgilash qabul qilingan. U odatda ma'lum kun uchun (12) dagi "Эфимериди Солнца" jadvallarining "Звездная время- S_0 " nomidagi ustunida beriladi. [4-ish, 32-bet].

Istalgan geografik uzunlama λ ga tegishli meridianning yarim tunidagi yulduz vaqti $S=S_0+\lambda$ ifodadan topilishi mumkin. Bu yerda λ^h - vaqt birligida ifodalangan geografik uzunlama.

b) Haqiqiy va o'rtacha quyosh vaqti. Vaqt tenglamasi.

Haqiqiy (o'rtacha) quyosh sutkasi deb, quyosh markazining (o'rtacha ekvatorial Quyoshning) ikki marta ketma-ket yuqori yoki quyi kulminasiyadan o'tishi uchun ketgan vaqt oralig'iga aytiladi. Haqiqiy (o'rtacha) quyosh sutkasi Quyosh markazining (o'rtacha ekvatorial Quyoshning) quyi kulminasiya paytidan boshlanadi. Ixtiyoriy momentda berilgan meridiandagi haqiqiy (o'rtacha) quyosh vaqti $T_0(T_m)$ Quyosh markazining soat burchagi t_0 (o'rtacha ekvatorial Quyoshning soat burchagi t_m) orqali quyidagicha

ifodalanadi: $T_0=t_0+12^h$ $T_m=t_m+12^h$. Haqiqiy va o'rtacha quyosh vaqtlari o'zaro ushbu $\eta=T_m-T_0=t_m-t_0$ ifoda yordamida bog'langan.

Aniq bir momentdagi o'rtacha va haqiqiy quyosh vaqtlari orasidagi ayirma η ga vaqt tenglamasi deyiladi. (12) da "Efemeridi Solnsa" bo'limida vaqt tenglamasi har bir sutkaning Grinвич yarim tuni uchun beriladi. Vaqt tenglamasi bir yilda 4 marta, (taxminan 15 aprelda, 14 iyunda, 1 sentyabrda, 24 dekabrda) nolga teng bo'lib, 11 fevralda ($\eta \approx +14^m$) va 2 noyabrda ($\eta \approx -16^m$) ekstremal qiymatlarga erishganini (12) ning "Solnse" jadvallaridan ko'rish oson, Grinвич meridiannida tush payti (Quyoshning yuqori kulminasiya payti)

$$T_{0,ush} = T_{0,kul} = 12^h + \eta_{12} \text{ dan topiladi.}$$

v) Mahalliy vaqt. Dunyo vaqti.

Berilgan geografik meridianning ixtiyoriy nuqtasida o'lchangan vaqtlarga (yulduz vaqti, haqiqiy va o'rtacha vaqtlarga) shu joyning mahalliy vaqti deyiladi. Berilgan geografik meridianning ma'lum nuqtasida o'lchangan mahalliy vaqt shu meridian bo'ylab hamma joyda bir xil. Ammo, bir fizik momentning o'zida turli geografik meridianlarda mahalliy vaqtlar bir xil bo'lmaydi. Bir fizik momentda ixtiyoriy ikkita geografik meridianda o'lchangan mahalliy vaqtlar (yulduz vaqtlari, haqiqiy quyosh vaqtlari yoki o'rtacha quyosh vaqtlari) ayirmasi shu meridianlarning vaqt birliklarida ifodalangan geografik uzunlamalarining ayirmasi ($\lambda_1 - \lambda_2$) ga teng bo'ladi, ya'ni $S_1 - S_2 = \lambda_1 - \lambda_2$ $T_{0_1} - T_{0_2} = \lambda_1 - \lambda_2$ $T_{m_1} - T_{m_2} = \lambda_1 - \lambda_2$ bo'ladi.

Grinвич meridianning ($\lambda=0^h0^m0^s$) mahalliy o'rtacha quyosh vaqtiga dunyo vaqti deyiladi. U T_0 bilan belgilanadi. Yer sharidagi istalgan bironta punktning mahalliy o'rtacha quyosh vaqti bilan quyidagi bog'lanishda bo'ladi:

$$T_m = T_0 + \lambda$$

Bu yerda λ - berilgan punktning geografik uzunlamasi. U Grinвичdan sharqqa tomon musbat deb olinadi.

g) Poyas va dekret vaqtlari.

1919 yilda bizning mamlakatimizda poyas vaqti kiritilgan. Yer sharining sirti shartli ravishda 24 soat poyasga bo'lingan. Har bir poyas ichidagi hamma nuqtalarda poyas vaqti bir xil. Poyas vaqti qilib, shu poyasning o'rtasidan o'tuvchi asosiy meridianning mahalliy o'rtacha vaqti qabul qilingan. Qo'shni poyaslardagi asosiy meridianlar bir-biridan aniq 150 oraliqda turganidan, qo'shni poyaslarda poyas vaqtlari aniq 1 soatga farqlaydi. Poyas nomerlari N_1 va N_2 bo'lgan ikkita punktta poyas vaqtlari T_{N_1} va T_{N_2} desak, $T_{N_1} - T_{N_2} = N_1 - N_2$ bo'ladi. Demak, λ uzunlamali bironta punktning poyas vaqti T_N , dunyo vaqti T_0 va o'rtacha quyosh vaqtlari T_m quyidagicha bog'lanishda bo'ladi: $T_N = T_0 + N = T_m - \lambda + N^h$.

Berilgan joyning poyas nomeri N , darsliklarda (4,5) keltirilgan soat poyaslari kartalaridan olish mumkin. Poyas vaqtidan I^h ga oldinda yuradigan vaqtga dekret vaqti $T_{\mathcal{A}}$ deyiladi. U poyas vaqti, dunyo vaqti va o'rtacha quyosh vaqtlari bilan quyidagi bog'lanishda: $T_{\mathcal{A}} = T_N + I^h$ $T_{\mathcal{A}} = T_0 + N + I^h$
 $T_{\mathcal{A}} = T_m - \lambda + N + I^h$

Kichik mamlakatlar maydoni jihatdan ikkita poyasga to'g'ri kelsada, odatda quruqlikdapoyaslar mamlakat chegarasi bo'ylab o'tgani tufayli, ular bir poyasda deb hisoblanadi.

d) Yulduz vaqti S va o'rtacha quyosh vaqti T_m orasidagi bog'lanish.

Geografik uzunlamasi λ bo'lgan bironta punktda mahalliy o'rtacha vaqt T_m dan mahalliy yulduz vaqti S ga (yoki aksincha) o'tish talab etilsin. Buning uchun (12) dan berilgan dataning mahalliy o'rtacha Grinvich yarim tuniga mos yulduz vaqti S_0 ni yozib olamiz.

Quyoshning ko'rinma yillik harakati tufayli S_0 har o'rtacha quyosh sutkasida 3^m56^s56 ga bir tekis ortib boradi, λ uzunlamaga ega punktda esa o'rtacha yarim tun Grinvichga nisbatan λ soatga oldinroq keladi. Binobarin, λ uzunlamali punktning mahalliy yarim tunga mos yulduz vaqti $S_{\mathcal{A}T}$ ni topish uchun S_0 miqdorini $3^m56^s56 \frac{\lambda}{24}$ ga kamaytirish kerak bo'ladi, ya'ni $S_{\mathcal{A}T} = S_0 - 3^m56^s56 \frac{\lambda}{24}$ bo'ladi. Berilgan mahalliy o'rtacha T_m ni yulduz vaqt birliklarida ifodalab, shu $S_{\mathcal{A}T}$ miqdorga qo'shsak, u holda o'sha momentdagi mahalliy

yulduz vaqti S ni hosil qilamiz. $S = S_{\mathcal{A}T} + T_m \cdot K = (S_0 - 3^m56^s56 \frac{\lambda}{24}) + T_m \cdot K$ bo'ladi.

Bu yerda koeffisient $K = 1,002738$ bo'lib, berilgan λ meridiandagi o'rtacha quyosh vaqtini yulduz vaqtiga aylantirishda qo'llaniladi. Yulduz vaqti birliklaridan o'rtacha quyosh vaqti birliklariga o'tishda $K' = 0,997270$ koeffisientdan foydalaniladi. Bu holda o'rtacha quyosh vaqti bilan

quyidagicha bog'lanishda bo'ladi: $T_m = (S - S_{\mathcal{A}T})K' = \left[S - (S_0 - 3^m56^s56 \frac{\lambda}{24}) \right] \cdot K'$

O'rtacha quyosh vaqtidan yulduz vaqtiga (yoki aksincha) o'tish formulalariga asoslanib hisoblashlarda (11) da keltirilgan "tablisi" bo'limidagi 12, 15, 16 jadvallardan foydalanish tavsiya etiladi.

Siz turgan punktda ma'lum oy va datadagi o'rtacha quyosh vaqtiga mos kelgan yulduz vaqtining taxminiy (5-10 minut anqlik bilan) qiymatini, ma'lum kenglamada ishlatishga mo'ljallangan surilma xarita yordamida aniqlash mumkin. Buning uchun surilma xaritaning qoplama qismini chegaralab turuvchi soatlar limbasidagi, berilgan o'rtacha vaqtga doir shtrixni, xarita qismini chegaralab turgan doira shtrixlaridan biriga berilgan oy va datani ifodalovchi shtrix ro'parasiga olib kelinadi. (Bunda xaritaning

qoplama qismidagi shimoldan janubga tortilgan faraziy ip xaritaning shimoliy qutbini ifodalovchi nuqtasidan o'tishga va qoplama qism atrofida oy va data larni ifodalovchi raqamlar bir tekis ko'rinib turishga alohida ahamiyat berish zarur). Shunda bir qancha yulduzlar yuqori kulminasiyada (1-rasmda $P = 12^h$ lardan o'tuvchi chiziq ostida) bo'ladi. Ularning to'g'ri chiqishlari (α) yulduz vaqti (S) ga teng bo'ladi. (Chunki eslatilganidek, yulduz yuqori kulminasiyada bo'lsa, $t = 0; S = \alpha$ bo'ladi)

Masalan, 15 martda o'rtacha quyosh vaqti 17^h30^m da, to'g'ri chiqishlari $\alpha = 7^h$ lik yulduzlar yuqori kulminasiyada turgan bo'lsin. U holda 15 mart kuni o'rtacha quyosh vaqti bo'yicha 17^h30^m , yulduz vaqti hisobida 7^h ga mos bo'lar ekan. (Bu usulda, S_0 ning mazkur data mobaynida quyosh sutkasiga nisbatan ortib borishi hisobga olinmaydi, albatta).

Turli vaqt o'lchov sistemalariga doir masalalarni yechishdan oldin berilgan vaqtlar (ularning bir qismi kalendaridan, spravochniklardan olinishi mumkin) yozib olinadi, keyin kerakli formulalar yoziladi va so'ngra masalani yechishga kirishish ancha qulay bo'ladi.

1-misol: Toshkentda dekret vaqti $15^h7^m42^s$ bo'lganda, Samarqandning o'rtacha (T_m) vaqtini, poyas vaqtini (T_N) va dekret vaqtini ($T_{\mathcal{A}}$) aniqlang.

Shaharlarning koordinatalari ko'rsatilgan maxsus jadvallardan va poyas kartalaridan Toshkent va Samarqandning geografik uzunlamalarini (λ) hamda poyas nomerlarini (N) yozib olamiz va berilgan sonlarni yozamiz.

Toshkent: $N = 5$

$$T_{\mathcal{A}_1} = 15^h7^m42^s$$

Samarqand: $N_2 = 4$

$$\lambda_2 = 4^h27^m32^s$$

Formulalar: $T_{\mathcal{A}} = T_0 + N + I^h$

$$T_m = T_0 + \lambda$$

$$T_{\mathcal{A}_1} - T_{\mathcal{A}_2} = N_1 - N_2$$

Yechish yo'li: $T_{\mathcal{A}_1} = 15^h7^m42^s$

$$(N + I) = 6^h$$

$$T_{\mathcal{A}_2} = 15^h7^m42^s$$

$$N_1 - N_2 = I^h$$

$$T_0 = 9^h7^m42^s$$

$$\lambda_2 = 4^h27^m32^s$$

$$T_{\mathcal{A}_2} = 14^h7^m42^s$$

$$1$$

$$T_{m_1} = 13^h35^m24^s$$

$$T_{N_2} = 13^h7^m42^s$$

2-misol: 1979 yilning 5 oktyabrida $\lambda = 71^{\circ}45'$ bo'lgan $N=5$ poyasdagi dekret vaqti $11^h23^m15^s$ bo'lganda, mahalliy yulduz vaqti S ni hisoblaylik.

Berilgan sonlar: $N=5$ $\lambda = 71^{\circ}45' = 4^h47^m$ $T_d = 11^h23^m15^s$

Formulalar: $T_m = T_0 + \lambda = T_d - (N+I)^h + \lambda$ $S = S_0 - \frac{\lambda}{24} \cdot 3^m56^s,56 + T_m \cdot K$
yoki

(11) dan foydalanganda $S = S_0 + A + (T_m + B)$.

(12) dagi "Эфимериди солнца" dan $S_0 = 0^h52^m18^s$

(11) dagi 12-jadvaldan λ bo'yicha tuzatma $A = -0^m47^s, I$,

15 jadvaldan T_m ga tuzatma $B = 1^m40^s,2$.

Yechish yo'li: $T_d = 11^h23^m15^s$ $S_0 = 0^h52^m18^s$
 $-(N+I) = 6^h$ $A = -0^m47^s, I$
 $T_0 = 5^h23^m15^s$ $S_0 + A = 0^h51^m30^s,9$
 $\lambda = 4^h47^m0,0^s$ $T_m = 10^h10^m15^s$
 $T_m = 10^h10^m15^s$ $B = 0^h1^m40^s,2$
 $S = 11^h3^m26^s, I$

VAZIFALAR

1. (12) dan o'rtacha vaqt hisobida Grinвич yarim tuniga to'g'ri kelgan yulduz vaqtlari (S_0) ni quyidagi sanalar uchun yozib oling:

- 1) 15 yanvar, 16 yanvar, 15 fevral, 17 iyul
- 2) 1-fevral, 2-fevral, 1-mart, 3-avgust.
- 3) 12-mart, 13-mart, 11-aprel, 12-sentyabr.
- 4) 25-aprel, 26-aprel, 25-may, 25-oktyabr.

Yozib olingan vaqtlarning 1 sutkada, 1 oyda, yarim yilda va 1 yilda o'rtacha quyosh vaqtidan va bir-biridan qanchaga farq qilishini toping. Bu vaqtlarning farqlanishi sababini tushuntiring. "Efemeridi Solnsa" jadvalidan Grinвич yarim tunida yulduz vaqti $S_0 = 0^h, 6^h, 12^h, 18^h, 24^h$ qiymatlarga yaqin bo'lgan datalarni izlab toping va bir yilni yulduz sutkalarida ifodalang.

2. Yulduzlar osmonining surilma xaritasidan quyidagi datalar va o'rtacha vaqtlar uchun yulduz vaqtlarining taxminiy qiymatlarini aniqlang.

- 1) 20-yanvar, tush paytida va kechki soat 9 da.
- 2) 25-fevralning yarim tunida va ertalab soat 5 da.
- 3) 10-mart va 10-iyun tush paytida.
- 4) 10-aprel va 10-mayning yarim tunida.

3. Yuqorida (2-punktida) o'z variantingizda ko'rsatilgan datalarda yulduz vaqtlari $S = 2^h, 4^h, 8^h, \dots$ bo'lganida o'rtacha vaqtning taxminiy qiymatlarini xaritadan toping. ($S = 2^h, 4^h, 8^h, \dots$ og'ish aylanalari yuqori kulminasiyaga keltirib, berilgan datalar ro'parasidagi o'rtacha vaqt olinadi).

4. Quyosh efemerididan har oyning 15 datasi va 16 aprel, 14 iyun, 1 sentyabr, 24 dekabr, 12 fevral, 27 iyul, 15 may va 3 noyabr kunlari uchun vaqt tenglamasini yozib oling. (T ni vaqt bo'yicha - o'zgarish grafigini chizing). Vaqt tenglamasi grafigi o'tgan va ekstremal qiymatlarga erishgan kunlar uchun o'rtacha Quyoshning α_m - to'g'ri chiqishini aniqlang. ($\eta = \alpha_0 - \alpha_m$ bo'ladi).

5. Quyidagi datalarda dunyo vaqti hisobidan tush paytini aniqlang.

- 1) 11-fevral, 13-aprel, 12-may, 14-iyun, 25-iyul, 1-sentyabr, 1-noyabr, 24-dekabr.
- 2) 12-fevral, 14-aprel, 13-may, 15-iyun, 26-iyul, 1-sentyabr, 2-noyabr, 25-dekabr.
- 3) 13-fevral, 15-aprel, 13-may, 16-iyun, 1-sentyabr, 3-noyabr, 26-dekabr.
- 4) 14-fevral, 16-aprel, 14-may, 17-iyun, 28-iyul, 1-sentyabr, 4-noyabr, 27-dekabr.

Nima uchun bu paytlar har xil.

6. Dunyo vaqti 2^h15^m bo'lganda:

- a) Moskva va Toshkent
- b) Bishkek va Novosibirsk
- c) Ashxobod va Abakan

d) Andijon va Lvov shaharlarida o'rtacha quyosh vaqti, poyas va dekret vaqtlari qancha bo'lishini hisoblang.

7. Toshkentda soat 4^h42^m ko'rsatsa quyidagi shaharlar

- a) Minsk va Yerevanda

- b) Baku va Petropavlovskda
c) Sverdlovsk va Samarqandda
d) Kaunas va Magadanda

Mahalliy o'rtacha quyosh vaqtini, poyas va dekret vaqtlarini hisoblang.

8. Ish bajarayotgan kunda dekret vaqti $T_d = 11^h 23^m 15^s$ bo'lgan paytda o'zingiz yashayotgan geografik uzunlama λ da yulduz vaqti - S ni hisoblab toping. (Kerakli formulalardan va jadvallardan foydalaning).

4-ISH YUZASIDAN HISOBOT

1.

Sana	

Yulduz vaqtining S_0 ning o'rtacha vaqtdan (T_m) dan qancha soat, minut, sekundga

1 kunda, 1 oyda, Yarim yilda, 1 yilda farq qilishi.

2.

Sana	I_m	S

3.

S_0	T
2^h	
4^h	

4. Grafik, vaqt tenglamasining vaqt bo'yicha o'zgarish grafigi.

Sana	$\alpha_{\odot}$	η	α_m

5.

Sana	η_1	η_2	η_{12}	T_0 ; tush

Nima uchun Grinich tush paytidagi vaqtlar har xil?

Nimaga yil mobaynida ular tekis o'zgarib bormaydi?

6. $T_0 = 2^h 15^m$ bo'lganda

Shahar	λ	N	T_m	T_N	T_0

Formulalar, yechish sxemasi

7. Toshkent

$\lambda =$

$N =$

$T_0 = 4^h 42^m$

Shahar	λ	N	T_m	T_N	T_0

Yil.....sana..... T_0

$\lambda =$, T_N , T_m

$S_0 =$, $\frac{\lambda}{24} \cdot 3^m 56^s, 56 =$, $T_m \cdot K =$, $S =$

Ish yuzasida sinov savollari

1. Yulduz vaqti va sutkasi deb nimaga aytiladi? Nima uchun yulduz o'rtacha vaqtdan farq qiladi?
2. Yulduz vaqtini yoritkich yuqori va quyi kulminatsiyalardan o'tish momentlaridagi ifodalarini ko'rsating?
3. Quyosh vaqti va sutkasi deb nimaga aytiladi? O'rtacha Quyosh vaqti deb nimaga aytiladi?

4. Vaqt tenglamasini yozing va ma'zmunini tushuntirib bering?
5. Mahalliy vaqt, Dunyo vaqti, Dekret vaqt deb nimaga aytiladi (ifodasini yozing)?
6. Vaqt poyasi nima? Grivinch observatoriyasi uzunlamasi nimga teng?

5-ISH. KEPLER QONUNLARI VA SAYYORALAR KONFIGURATSIYASI

Ishning maqsadi: Sayyoralarning harakatlanish qonuniyatlarini o'rganish va ularning konfiguratsiyalarini hisoblash.

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Astronomik kalendar – doimiy qismi yoki havaskor astronomlar spravochniki; Astronomik kalendar – har yillik; A.A Mixalovning yulduzlarning kichik atlaslari; logarifmlar jadvali, trigonometrik funktsiyalar jadvali, kalkulyator.

Nazariy qism

Quyosh atrofida harakatlanayotgan Sayyoralarning yulduzlar fonidagi siljishlari harakatlanayotgan Yerdan kuzatilgani tufayli murakkab ko'rinish kasb etadi. Sayyoralarning Yerdan qaraganda, Quyoshga nisbatan egallagan alohida vaziyatlari ularning konfiguratsiyalari deyiladi.

Sayyoraning siderik davri (T_{pl}) deb, uning Quyosh atrofida ma'lum bir yulduzga nisbatan to'la aylanib chiqishi uchun ketgan vaqtga aytiladi. Sayyoraning sinodik davri (S) deb, uning bir xil konfiguratsion vaziyatlarining, ya'ni Sayyoraning Quyosh va Yerga nisbatan qabul qilingan ma'lum vaziyatlarining (Sayyoralarning qo'shilishi, elongatsiyalari va qarama-qarshi turishlari) biridan ikki marta ketma-ket o'tishi uchun zarur bo'lgan vaqt oralig'iga aytiladi. Sayyoraning sinodik davri S Yerning harakati bilan bog'liq bo'lib, Yerning siderik davri $T_{\oplus}$ va Sayyoraning siderik davri T_{pl} bilan quyidagicha bog'liq (3(a va b)-rasm):

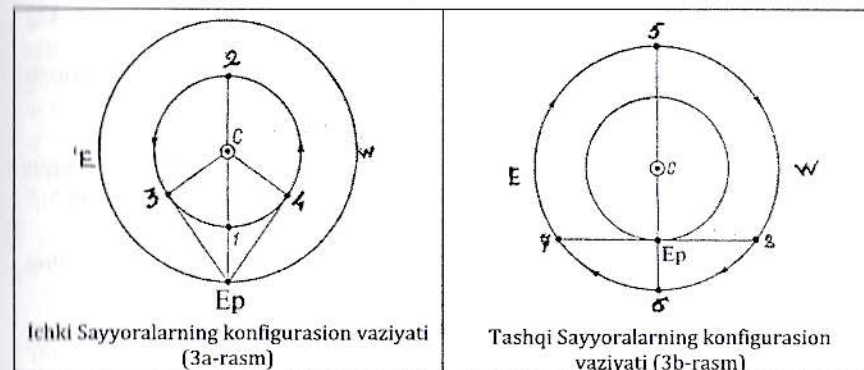
$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{nn}},$$

tashqi Sayyoralalar uchun

yoki

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{nn}} - \frac{1}{T_{\oplus}},$$

ichki Sayyoralalar uchun.



Sayyoralarning Quyosh atrofidagi harakati Kepler qonunlari bilan tavsiflanadi. Sayyora orbitasining katta yarim o'qi Sayyoraning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi hisoblanadi.

Katta Sayyora (sayyora)lar orbitalarining hisobga olmas darajada kichik bo'lgan ekstsentrisseti e va og'maligi i ko'pgina masalalarni yechishda bu orbitalarni a radiusga ega bo'lgan va amalda bir tekislikda - ekliptika tekisligida yotgan aylana deb qarash mumkin. Merkuriy va Pluton sayyoralarining orbitalari bundan mustasno, lekin ularga nisbatan ham yuqoridagi soddalashtirish qo'llaniladi.

Sayyoralarning orbitadagi burchak va chiziqli tezliklari Keplerning ikkinchi qonuniga mos ravishda davriy o'zgarib turadi va ularning o'rtacha qiymatini Sayyoraning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi bo'yicha hisoblash mumkin.

Amalda Sayyoralarning o'rtacha sutkalik burchak tezligi (buni Sayyoralarning o'rtacha burchak harakati ham deb atashadi) quyidagicha bo'ladi.

$$n = \frac{360^\circ}{T} \quad (1)$$

bu erda T -o'rtacha sutkalarda ifodalanuvchi, Sayyoralarning Quyosh atrofida aylanishining yulduzlar (siderik) davri.

Shuningdek Yer uchun esa

$$n = \frac{360^\circ}{T_0} \quad (2)$$

va u holda umumiy burchak siljishi

$$n = n_0 \frac{T_0}{T} \quad (3)$$

(3) formuladagi T va T_0 lar, sutkalarda ham, yillarda ham ifodalanish mumkin, lekin albatta ular vaqtning bir xil birligida bo'lishi kerak.

$\frac{T_0}{T}$ nisbatni (3) formulaga qo'yib, Keplerning uchinchi qonunidan Quyoshdan o'rtacha a masofada turgan Sayyora uchun n funktsiyani olamiz.

Sayyoralarning orbitadagi o'rtacha chiziqli tezligi $v_o = \frac{2\pi a}{T}$ ni yerning o'rtacha tezligi $v_0 = \frac{2\pi a_0}{T_0}$ bilan tenglashtirib va Keplerning uchinchi qonundan

foydalanib v_o ni a ga bog'lanishini topamiz. Agar a ni a_0 larda ifodalab va Yer uchun $n_0 \approx 1^\circ$ hamda $v_0 = 30$ km/s deb qabul qilsak, n va v_o lar uchun topilgan formulalar ancha (sezilarli) soddalashtadi.

Sayyoralar aylanishlarining yulduz T va sinodik S davrlari ular orasidagi sinodik harakat tenglamasi bilan bog'langan hamda bu davrlarni bor yo'g'i Yer uchun aylanishining yulduz davrlarini 1 (bir yil) deb, yillarda hisoblash yetarli. S va T larning qiymatlarini zarurat bo'lsa sutkalarda ham ifodalash mumkin. Shuningdek, Keplerning uchchala qonunini soddalashtirish ko'rinishda qo'llash uchun T yillarda va a a.b.larda ifodalanadi.

Sayyoralarning o'zaro joylashishini ularning qiymatlari turli kunlar uchun astronomik kalendar-har yilliklarda «Sayyoralarning geliotsentrik uzunlamalari» deb nomlanuvchi jadvallarda berib boriluvchi geliotsentrik ekliptikal sferik koordinatalari orqali oson o'rganiladi. Bu koordinatalar sistemasining markazi qilib Quyosh olingan asosiy aylana-ekliptika esa L va L' qutblardan 90° ga uzoqda qoladi.

Ekliptika qutblaridan o'tuvchi katta aylana kenglama aylanasi deb ataladi va undan ekliptikaning geliotsentrik kenglamasi b hisoblanadi. U osmon sferasining ekliptika bo'ylab shimoliy yarim sharida musbat va janubiy yarim sharida esa manfiy ishoralidir. Geliotsentrik uzunlama l ekliptika bo'yicha bahorgi tengkunlik nuqtasidan soat streikasiga teskari yo'nalishda to yoritgich kenglamasi aylanasi asosigacha hisoblanadi va 0° dan 360° gacha qiymatlarni qabul qiladi. Katta Sayyoralar orbitalarining ekliptika tekisligiga og'maligi kichikligidan (Pluton orbitasidan tashqari) bu Sayyoralar hamma vaqt ekliptika yaqinida joylashadi va birinchi yaqinlashishda ularning geliotsentrik kenglamasini $b \approx 0^\circ$ deb hisoblash mumkin. Bunda Sayyoralarning Quyoshga nisbatan vaziyatlarini faqatgina ularning geliotsentrik uzunlamasi l orqali aniqlash mumkin. Bu holda Sayyoralarning Quyoshga nisbatan joylashish tekisligini ekliptika tekisligi deb qabul qilinsa ular chizmadagidek tasvirlanadi (-rasm) va undagi yo'nalishlardan biri bahorgi tengkunlik nuqtasi γ ning yo'nalishi deb olinadi.

Agar ma'lum bir sanada Yerning geliotsentrik uzunlamasi l_0 berilgan bo'lsa, u holda chizmada avvalo Erning joylashishini belgilab, so'ngra bu chizmada xohlagan Sayyorani ularning geliotsentrik uzunlama (l) lari yordamida ixtiyoriy konfiguratsiyasini belgilash mumkin. Ma'lum bir kun uchun Yerning l_0 geliotsentrik uzunlamasini, o'sha kungi Quyoshning $\lambda_\odot$ geliotsentrik uzunlamasi orqali ham topish mumkin. Shunday qilib, agar Yer markazidan boshlab ekliptikal koordinatalar sistemasini batafsil chizadigan bo'lsak, u holda hamma vaqt,

$$\lambda_\odot = l_0 + 180^\circ. \quad (4)$$

Shuni nazarda tutish kerakki, Quyosh va Yer hamma vaqt bir radius-vektorning qarama-qarshi tomonida yotadi.

Lekin Sayyoralarning geotsentrik uzunlamasi λ o'zining geliotsentrik uzunlamasi l bilan qulay ifoda bilan bog'langan emas, chizmadan esa $l = \lambda + 180^\circ$ tenglik bilan ifodalanishini oson bilib olish mumkin (-rasmga q.). Haqiqatdan Sayyoralarning konfiguratsiyalari aniqlanishi uchun, ularning Quyoshga nisbatan joylashgan holatini geliotsentrik uzunlamalari bo'yicha yasab, geliotsentrik uzunlamalarini transportir yordamida o'lchash kifoya. $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ farq bo'yicha sayyoralarning ko'rinish shartlarini aniqab, bundan ularning Quyoshdan o'rtacha uzoqliklarini topish mumkin, u 15° ga yaqin burchakdir.

Haqiqatda Sayyoralarning ko'rinish shartlari faqatgina Quyoshdan $\Delta\lambda$ uzoqlashishiga bog'liq emas, balki ularning og'ishi δ ga va kuzatish joyining geografik kenglamasi φ ga, shuningdek ertalabki g'ira-shira va kechki shafaqning davomiyligiga hamda Sayyoralarning gorizontdan balandligiga ham bog'liqdir.

Bulardan tashqari yilning har bir kuni uchun Quyoshning ekliptikadagi holati yaxshi maxlum bo'lsa, u holda yulduzlar xaritasi va $\Delta\lambda$ qiymatlar bo'yicha o'sha kunda Sayyoraning joylashgan yulduz turkumini ko'rsatish oson. Bu vazifai gillashiradiga narsa yulduzlar osmonining kichik atlas xaritalaridagi pastida kesim bor, unda haqiqiy yarim kechada kulminatsiyalanadigan og'ishlarning sanasi beogilangan. Bu sanalar Yer o'z orbitasidagi taxminiy holatini Quyoshni kuzatish bo'yicha ko'rsatadi. Shuning uchun xaritalardan α_0 va δ_0 ekliptika nuqtalarining ekvatorial koordinatalarini belgilab, berilgan sanalardagi haqiqiy yarim kechadagi kulminatsiyalanadigan bu sanalar uchun Quyoshning ekvatorial koordinatalari oson topiladi

$$\alpha_\varphi \approx \alpha_0 + 12^h \text{ va } \delta_\varphi \approx -\delta_0$$

bular yordamida Sayyoraning ekliptikadagi vaziyati ko'rsatiladi.

Sayyoralarning geliotsentrik uzunlamalari yordamida ularning turli konfiguratsiyalarga o'tish holatlarining sana (kun)larini hisoblash oson. Tashqi Sayyoraning biror t_1 kundagi geliotsentrik uzunlamasi l_1 bo'lsin. Yerning geliotsentrik uzunlamasi esa l_{01} (-rasm). Tashqi Sayyora Yerdan sekin harakatlanganidan ($n < n_0$), yilning qaystdir t_2 kunida Yer palnetasi uni quvib etadi. Shu holatdagi Sayyoraning l_2 geliotsentrik uzunlamasi va Yernikining l_{02} geliotsentrik uzunlamasidan Sayyoraning izlanayotgan konfiguratsiyaga o'tish holatini topish mumkin.

$$l_2 = l_1 + n(t_2 - t_1) = l_1 + n\Delta t \quad (8)$$

va

$$l_{02} = l_{01} + n_0(t_2 - t_1) = l_{01} + n_0\Delta t \quad (9)$$

bo'ladi,

bu yerdan $l_2 - l_1 = \Delta l$, $l_{02} - l_{01} = \Delta l_0$ va $n_0 - n = \Delta n$ deb belgilab

$$\Delta t = \frac{\Delta l_0 - \Delta l}{\Delta n} = \frac{L}{\Delta n} \quad (10)$$

va

$$t_2 = t_1 + \Delta t \quad (11)$$

ifodalarni topamiz. Bu erda Δt vaqt oralig'ida $\Delta n = n_0 - n$ nisbiy burchak tezlik bilan yuruvchi Yer uchun $\Delta l_0 - \Delta l = L$ Yerning orbitadagi burchak yo'li ekanligini ko'rish oson. Shuning uchun palnetani qo'zg'almas deb qarash mumkin va L farqni t_2 va t_1 momentdagi Yer va Sayyoraning geliotsentrik uzunlamalar orasidagi farqdan (yoki L chizmadan topib) darhol Δt ni aniqlash mumkin. t_2 sanadagi Sayyoraning l_2 va Yerning l_{02} geliotsentrik uzunlamalarini hisoblash uchun (8) va (9) formulalardan foydalaniladi. Shu bilan birga ushbu (8) - (11) formulalar ichki Sayyoralarning o'sha farqlar bilan konfiguratsiyalarga kirish kunlarini hisoblash uchun xizmat qiladi, ichki Sayyoralarning harakat tezligi Yerning harakat tezligidan kattaligi sababli formulalarga ushbu $\Delta n = n - n_0$ va L kattaliklarni qo'yish kerak. Bunda Sayyora bir konfiguratsiyadan ikkinchisiga o'tishda Yerni qo'zg'almas deb shart qo'yiladi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan vazifani hal qilishda a ning qiymatini taxminan 0,01 a.b.gacha, T va S ni 0,01 yilgacha va Δt ni bir sutkagacha yaxlitlab olinadi. Katta sayyoralar orbitalarining kichik og'ishini hisobga olmasdan va ularni ekliptikada joylashgan deb qarab, Sayyoraning Quyoshdan $\Delta\lambda$ burchak uzoqlashishining kattaligidan uning ma'lum bir payt (moment) dagi balandligini aniqlash mumkin.

Ko'rinadiki,

$$\sinh = \sin(\Delta\lambda + \sigma) \cdot \sin\chi \quad (12)$$

bu yerda σ -ekliptika bo'ylab hitsoblanadigan Quyoshning haqiqiy gorizontdan burchak uzoqligi, χ - esa o'sha vaqt momentidagi ekliptika va haqiqiy gorizont orasidagi burchak.

VAZIFALAR

1. Sayyoralarning o'rtacha burchak va chiziqli tezliklarini hamda ularning Quyoshdan o'rtacha uzoqligiga bog'liqligini keltirib chiqaring, har bir tezlikni Yer tezligi birliklarida ifodalang.

2. Quyidagi sayyoralarning o'rtacha burchak va chiziqli tezliklarini, shuningdek, aylanishlarining siderik va sinodik davrlarini hisoblang.

1) Merkuriy; 2) Venera; 3) Mars; 4) Yupiter; 5) Saturn; 6) Uran;

7) Neptun 8) Pluton.

3. Sinodik harakat tenglamalari yordamida va 1-2 bandlarning umumiy natijalari asosida, bir chizmada barcha sayyoralarning aylanish davrlarini,

o'rtacha burchak va chiziqli tezliklarini, Quyoshdan o'rtacha uzoqliklarining grafigini tasvirlang. Quyosh sistemasidagi sayyoralar uchun bu kattaliklarning chegarasini ko'rsating.

4. Yer va sayyoralarning quyida qisqartirib belgilangan konfiguratsiyalaridan ularning geliotsentrik uzunlamalarini aniqlang:

quyi qo'shilish-q.q; yuqori qo'shilish-yu.q.

eng katta sharqiy elongatsiya-sh.e.

eng katta g'arbiy elongatsiya-g'.e.

qo'shilish-q.; qarama-qarshi to'rish-q.t.

g'arbiy kvadratura-g'.k.; sharqiy kvadratura-sh.k.

Variant	Sana	Merkuriy	Venera	Mars	Yupiter
1)	21.03 22.06	q.q. g'.e.	g'.e. sh.e.	sh.k. q.	q. q.q.
2)	23.09 22.12	yu.q. sh.e.	sh.e. g'.e.	q.q. sh.k.	g'.k. q.
3)	21.03 22.12	g'.e. yu.q.	q.q. sh.e.	q. g'.k.	sh.k. q.t.
4)	23.09 22.06	sh.e. g'.e.	q.q. sh.e.	g'.k. q.	q. q.t.
5)	22.12 21.03	q.q. g'.e.	sh.e. yu.q.	q. sh.k.	g'.k. q.t.
6)	22.06 23.09	yu.q. sh.e.	q.q. g'.e.	g'.k. q.	q. q.t.
7)	21.03 22.06	q.q. g'.e.	yu.q. sh.e.	sh.k. q.t.	g'.k. q.
8)	23.09 22.12	sh.e. g'.e.	yu.q. sh.e.	g'.k. q.t.	q.t. q.

5. Quyida ko'rsatilgan konfiguratsiyalar bo'yicha Astronomik kalendar-har yillikdan ma'lum sanalarni olib, Sayyoralarning navbatdagi xuddi shunday konfiguratsiyalarining sanasini hisoblab toping.

1) Merkuriy (eng katta g'arbiy elongatsiya);

2) Venera (eng katta sharqiy elongatsiya);

3) Mars (qo'shilish);

4) Yupiter (qarama-qarshi turish);

5) Saturn (qo'shilish);

6) Uran (qarama-qarshi turish);

7) Neptun (qo'shilish).

6. O'sha (oldingi bandedagi) sayyoralardan turib kuzatilganda Yerning yuqoridagidek konfiguratsiyalarini chizmada ko'rsating.

7. Geliotsentrik uzunlamalari bo'yicha ikki sayyoraning yilning ma'lum (berilgan) kuni uchun ko'rinishini aniqlang, sayyoralar joylashgan yulduz

turkumlarini ko'rsating va yaqin kunlarda bo'ladigan konfiguratsiyalarini hisoblang.

Variantlar	Berilgan kunlar	Sayyoralalar	Konfiguratsiyalar
1)	1 yanvar	Merkuriy Yupiter	yu.q. q.t.
2)	10 fevral	Venera Mars	q.q. q.
3)	2 mart	Merkuriy Mars	e.sh.e. q.t.
4)	11 aprel	Venera Yupiter	yu.q. q.
5)	1 may	Merkuriy Yupiter	e.g'.e. q.t.
6)	10 iyun	Venera Mars	e.sh.e. q.
7)	20 iyul	Merkuriy Mars	q.q. q.t.
8)	9 avgust	Venera Yupiter	e.g'.e. q.

8. Yettinchi bandeda hisoblanganlarga ko'ra quyidagilarni aniqlang.

a) Yer va o'sha sayyoralarning geliotsentrik uzunlamalarini;

b) O'sha sayyoralalar va Quyoshning geotsentrik uzunlamalarini.

9. Sayyoralarning aniqlangan konfiguratsiyalarining ma'lum sanalari yordamida ularning boshqa konfiguratsion holatga o'tish kunlarini hisoblang.

Variantlar	Sayyoralalar	Sanalar	Konfiguratsiya	O'tish sanalari
1)	Merkuriy Venera	21.02. 10.04.	q.q. q.q.	e.g'.e. e.sh.e.
2)	Merkuriy Venera	05.01. 22.06.	yu.q. yu.q.	e.sh.e. e.g'.e.
3)	Merkuriy Venera	06.02. 20.06.	e.sh.e. e.g'.e.	q.q. yu.q.

4)	Merkuriy Venera	01.06. 20.06.	e.sh.e. e.g'.e.	e.g'.e. q.q.
5)	Merkuriy Venera	20.03. 29.01.	e.g'.e. e.sh.e.	e.sh.e. q.q.
6)	Merkuriy Venera	01.05. 20.06.	yu.q. e.g'.e.	e.g'.e. e.sh.e.
7)	Merkuriy Venera	08.09. 10.04.	e.sh.e. q.q.	yu.q. e.g'.e.
8)	Merkuriy Venera	19.07. 29.01.	e.g'.e. e.sh.e.	e.sh.e. q.q.

10. Quyida berilgan kichik sayyoralarining aylanishlari sinodik davrlarini hisoblang.

- 1) Andromaxi, $a=482,76 \cdot 106$ km; 2) Fotografik, $a=331,51 \cdot 106$ km;
 3) Uraniya, $a=353,95 \cdot 106$ km; 4) Glazenapi, $a=327,77 \cdot 106$ km;
 5) Poligimni, $a=429,65 \cdot 106$ km; 6) Eskulapi, $a=474,23 \cdot 106$ km;
 7) Psixeya, $a=436,83 \cdot 106$ km; 8) Galatiya, $a=415,89 \cdot 106$ km.

11. Kichik sayyoralar aylanishlarining yillarda ifodalangan sinodik davrlari bo'yicha, aylanishlarining yulduz davrlarini va katta yarim o'qining qiymatlarini hisoblang.

- 1) Vladilena, $S=1,398$; 2) Rossiya, $S=1,324$; 3) Lidiya, $S=1,284$;
 4) Moskva, $S=1,328$; 5) Bredixtn, $S=1,215$; 6) Pulkova, $S=1,218$;
 7) Belopolskiy, $S=1,191$; 8) Krimeya, $S=1,276$.

12. Venera orbitasining og'maligini hisobga olmasdan, uning Quyosh botayotgan payt (moment) dagi eng katta erishishi mumkin bo'lgan balandligini hisoblang.

- 1) Irkutskda; 2) Toshkentda; 3) Krasnodarda; 4) Moskvada;
 5) Odessada; 6) Tbilisida; 7) Kievda; 8) Zaporozheda.

13. Veneraning hisoblangan balandligi bo'yicha undagi yil fasllarini aniqlang.

5-ISH YUZASIDAN HISOBOT

Ish bajarilgan sana:
 Bog'lanish xulosalari:
 Sayyoralar:

$$\begin{array}{llll}
 a= & v_0= & T= & 1/S= \\
 \sqrt{a}= & a\sqrt{a}= & 1-T= & S= \\
 n= & va= & T-1= & S=
 \end{array}$$

3.

Sayyoralar	a	T	S	n	us
Merkuriy					
Venera					
Mars					
Yupiter					
Saturn					
Uran					
Neptun					

Grafik chiziladi:

Chegaralar: $a=$

$T=$ $n=$

$S=$ $va=$

4. Sanalar Chizma chiziladi.

Sayyoralar	$\Delta\lambda$	Δl	l
Yer			

5. Sayyoralar.

Konfiguratsiyalar.

Sana $t_1=$

$S=$

Sana $t_2=$

6. Yer

Sana

Konfiguratsiya

7. Formulalar:

Sayyora	t_1	l_1	$\Delta\lambda$	Yulduz turkumi	n	Δh	Δl	L	Δt	t_2	konfiguratsiya

Chizma chizish taklif qilinadi.

8. Sana $t_2=$

$\lambda_{\infty}=$

Osmon jismlari	l_1	$n \cdot \Delta t$	l_2	$\Delta\lambda_2$	λ_2

Yer					
Sayyora					

9.

Sayyor a	t 1	Konfiguratsiy a (t ₁)	$\Delta\lambda$ 1	Δl 1	Konfiguratsi ya (t ₂)	$\Delta\lambda_2$	Δl 2	L n	Δ n	Δ t	t 2

10. Kichik sayyoralar.

$$lga = \quad T-1 = \quad a = \quad \text{km} \quad a.b.$$

$$3lga =$$

$$lgT = \quad S = \quad \text{Formulalar}$$

$$T =$$

$$a3 =$$

11. Kichik sayyoralar.

$$S = \quad lgT = \quad T2 =$$

$$S-1 = \quad 2lgT = \quad a =$$

$$T = \quad lga =$$

12 va 13. Chizma chiziladi.

$$\text{Shahar: } \varphi = \quad 90^\circ - \varphi =$$

$$\varepsilon = \quad \chi = \quad \sin \chi =$$

$$\text{Venera } \Delta\lambda = \quad \sin(\Delta\lambda + \sigma) =$$

$$\text{Quyosh } \sigma = \quad \sinh =$$

$$h =$$

$$\Delta\lambda + \sigma =$$

Ish yuzasida sinov savollari

1. Keplerning 1-qonunini tushuntirib bering;
2. Keplerning 2-qonunini tushuntirib bering;
3. Orbita katta yarim o'qi deb nimaga aytiladi?
4. Sayyoralar siderik davriga ta'rif bering;
5. Keplerning 3-qonunini tushuntirib bering;
6. Ichki sayyoralar konfiguratsiyalarini tushuntirib bering;
7. Tashqi sayyoralar konfiguratsiyalarini tushuntirib bering;
8. Sayyoralar sinodik davriga ta'rif bering va ichki, tashqi sayyoralar uchun formulasini yozing;
9. Sayyorlarning afeliy va perigeikiy masofalarni chizmada ko'rsating va formulalarini yozing;
10. Sayyoralarining afeliy va perigeliydan o'tish tezliklari formulasini yozing.

6-ISH. BUTUN OLAM TORTISHISH QONUNI VA IKKI JISM MASALASI

Ishning maqsadi: Osmon jismlarining massalarini aniqlash va gravitatsion tezlanishni o'rganish.

Kerakli jihozlar va qo'llanmalar: Astronomik kalendar – doimiy qismi yoki havaskor astronomlar Spravochnigi; logarifmik jadval; kalkulyator.

Nazariy qisim

Butun Olam tortishish qonunidan Keplerning barcha (jumladan, Nyuton tomonidan umumlashtirilgan) qonunlari kelib chiqadi. Bu qonunlarni nafaqat Quyosh atrofida aylanayotgan sayyoralar uchun, balki istalgan osmon jismlari uchun qo'llash mumkin.

Birorta osmon jismining orbitasini boshqa biror osmon jismiga nisbatan aniqlash masalasi ikki jism masalasi deb ataladi. Bu masalani hal qilishda, markaziy jism deb ataluvchi katta M massali jism qo'zg'almas deb qaraladi va markaziy jismga nisbatan harakatlanayotgan kichik m massali jismning orbitasi aniqlanadi. Nyutonning ko'rsatishicha, markaziy jism tortishish maydonida harakatlanayotgan har qanday osmon jismi, konus kesimlaridan biri – aylana, ellips, parabola yoki giperbola bo'yicha harakatlanadi, bunda markaziy jism hamma vaqt harakatlanuvchi jism orbitasining fokuslaridan birida joylashadi. Uning markaziy jismga nisbatan biror r masofadagi chiziqli tezligi $-v$ energiya integralidan aniqlanadi:

$$v^2 = f(M+m) \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right) = \mu \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right), \quad (1)$$

bu yerda $\mu = f(M+m)$, a – orbitaning katta yarim o'qi, r – harakatlanuvchi jismning radius vektori, f – gravitatsion doimiylik.

Energiya integraliga ko'ra, markaziy jismdan boshlab har bir r masofaga, harakatlanuvchi jism orbitasini belgilovchi, bir qator tezliklar v ning qiymatlari mos keladi. Sunday qilib, agar osmon jismi markaziy jism atrofida $r=a$ radiusli aylana orbita bo'ylab harakat qilishi zarur bo'lsa, u holda jism albatta $v=v_a$ orbital tezlikka erishishi kerak, bunda (1) ifodaga ko'ra,

$$v_a = \sqrt{\mu \left(\frac{2}{a} - \frac{1}{a} \right)} = \sqrt{\frac{\mu}{a}}, \quad (2)$$

yoki

$$v_a = \sqrt{\frac{\mu}{r}}. \quad (3)$$

bo'ladi. Bu v_a -tezlik aylanma tezlik deb ataladi.

Agar markaziy jismdan r masofada harakatlanayotgan jismning tezligi v , biror r masofaga mos keluvchi v_a aylanma tezlikdan bir necha marta katta bo'lsa, u holda bunday jism markaziy jism atrofida aylanuvchi yo'ldosh bo'lib qoladi va orbitasi ellips ko'rinishni oladi, bu ellipsning katta yarim o'qi a -ni energiya integrali yordamida hisoblash mumkin. v qancha v_a dan katta bo'lsa, orbita suncha cho'zinchoq ellipsdan iborat bo'ladi ($0 < e < 1$). Nihoyat, agar berilgan r masofada harakatlanuvchi jism markaziy jismga nisbatan

$$v = v_a \sqrt{2}, \quad (4)$$

tezlik bilan harakat qilsa, u holda bu jism markaziy jism yo'ldoshi bo'lmay qoladi, aksincha uning yonidan o'tib parabolik orbita buyicha harakatlanadi.

Amalda, uchirilishda $v^2 = 2v_a^2 = \frac{2\mu}{r}$ bo'ladi,

energiya integralidan $\frac{1}{a} = 0$, ni olamiz, yani $a = \infty$, bu parabolik orbitani karakterlaydi ($ye=1$). Shuning uchun bu tezlik parabolik tezlik deb ataladi.

$$v_p = v_a \sqrt{2} = \sqrt{\frac{2\mu}{r}} \quad (5)$$

$v > v_p$ da jismning harakati giperbola ($ye > 1$) bo'yicha sodir bo'ladi.

U yoki bu kattaliklarni hisoblashda turli o'lchash birliklaridan foydalanishga to'g'ri keladi. Shuningdek, osmon jismlari orasidagi masofalar ham kilometrlar (km)da, ham astronomik birlik (a.b.)larda, osmon jismlarining massalari – Yer massalari birliklarida, Quyosh massasi birliklarida, ba'zan grammlar (g)da, vaqt – yillarda, o'rtacha quyosh sutkalarida va sekund (s)larda, chiziqli tezlik, odatdagidek – km/sek va x.k. larda ifodalanadi. Biroq buning ahamiyati yo'q, astronomik masalalarni hal qilishda ixtiyoriy o'lchash birliklaridan foydalanish mumkin, chunki ular yechilayotgan vazifaning shartiga bog'liq bo'ladi. Agar bir jinsli fizik kattaliklar tenglamaga munasabat ko'rinishda kirsas, u holda ulchash birliklarini istalgan tizimda, lekin bir xil ko'rinishda ifodalash kerak. Bordi-yu, agar tenglama turli xil fizik kattaliklar bilan bog'langan bo'lsa ham ularni albatta ma'lum bir birliklar sistmasida ifodalash lozim.

Ko'pincha absolyut birliklar sistemasi SGS ni qo'llashga to'g'ri keladi, bunda massa gramm (g)larda, masofa santimetr (sm)larada, vaqt sekund (sek)larda, tezlik cm/sek larda, tezlanish sm/sek² larda, hamda gravitatsion

doimiylik $f=6,668 \cdot 10^{-8} \text{ g}^{-1} \cdot \text{sm}^3 \cdot \text{sek}^{-2}$ larda ifodaladi. Amalda astronomiyada qo'llanilmaydigan Xalqaro birliklar sistemasi SI da, massa kg larda, masofa m larda, vaqt sek larda, tezlik m/sek larda va $f=6,668 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{sek}^{-2}$ larda ifodalanadi. Suni ta'kidlash kerakki, osmon jismlarining massalarini 1g yoki 1kg , masofani 1sm yoki 1m aniqlikda hisoblash ma'nosiz, gap faqat qaysi sistemani qo'llashdan tashqari, ularni uch-to'rt xonali sonidan boshqalarini 10 ning darajasi ko'rinishda ifodalash etarli. Astronomiyada tez-tez, osmon jismlarining massalari Quyosh massasi birliklarida, uzunlik astronomik birlik (a.e.) larda, vaqt esa o'rtacha quyosh sutkalarida ifodalanuvchi gauss birliklar sistemasi qo'llaniladi.

Agarda osmon jismlari massalarini quyosh massasi birliklarida, masofani astronomik birliklarda, tezlikni esa km/sek larda ifodalasak, u holda $f=885,95$ va $\sqrt{f}=29,76$ bo'ladi.

(1) tenglikka Quyosh massasi uchun $M=1$ va yo'ldoshniki uchun $m=0$ ni qo'ysak $\mu=f=885,95$ bo'ladi, va u holda Quyosh tortishish maydonidagi osmon jismining tezligi quyidagicha aniqlanadi

$$v=29,76\sqrt{\frac{2}{r}-\frac{1}{a}}, \quad (6)$$

bu yerda r va a astronomik birlik (a.b.) larda, v esa km/sek larda.

(6) ifoda Quyoshdan istalgan r masofada to'rgan sayyora va kometaning tezligini hisoblash imkonini beradi. (6) formulaga $a=r$ ni quyib aylana tezlikning qiymatini topish mumkin

$$v_a=\frac{29,76}{\sqrt{r}} \quad (7)$$

Quyoshdan biror masofadagi parabolik tezlikning qiymati $v_p=v_a\sqrt{2}$ bo'ladi.

(7) tenglikka $r=a$ ni quyib va (6) ifoda bo'lib, v_a aylanma tezlik yordamida v ning (Quyosh tortishish maydonidagi) qiymatini hisoblashning sodda formulasini olamiz.

Energiya integrali (1) dan Keplerning umumlashgan ko'rinishdagi uchunchi qonuni juda sodda holda kelib chiqadi, buning uchun yo'ldoshning elliptik harakatini radiusi a bo'lgan aylana orbitaga o'tkazish kifoya. U holda yo'ldoshning aylanma tezligi

$$v_a=\frac{2\pi a}{T}, \quad (8)$$

bu yerda T - yo'ldoshning markaziy jism atrofidagi aylanish davri, Sunday qilib (2) formulaga asosan,

$$v_a=\sqrt{f\frac{M+m}{a}},$$

u holda

$$\frac{4\pi^2 a^3}{T^2}=f\frac{M+m}{a},$$

bu yerdan

$$\frac{T^2(M+m)}{a^3}=\frac{4\pi^2}{f}. \quad (9)$$

Odatda yo'ldoshning massasi m markaziy jismning massasi M dan juda kichik, va suning uchun (9) formuladagi m ni hisobga olmasdan, markaziy jism massasini biror sistemada aniqlash mumkin.

Suningdek, osmon jismining massasi odatda Quyosh yoki Yer massasi birliklarida hisoblanadi, bularni e'tiborga olsak Keplerning uchunchi qonuni yanada soddalashadi

$$\frac{T_1^2(M_1+m_1)}{a_1^3}=\frac{T_2^2(M_2+m_2)}{a_2^3}. \quad (10)$$

Bu yerda indeksi 1 bo'lgan kattaliklar birinchi sistemaga kiruvchi markaziy jism va yo'ldoshiga, indeksi 2 esa sunga o'xshash ikkinchi sistemaning markaziy va yo'ldoshiga taalluqli.

Sayyoralarning massalarini aniqlashda, ularning yo'ldoshlari bilan birgalikdagi harakati Yer atrofida harakatlanayotgan Oy harakati bilan solishtiriladi. Buning uchun (10) formuladagi M_1 deb qaralayotgan sayyoraning massasi, a_1 va T_1 lar yo'ldosh orbitasining katta yarim o'qi va aylanish davri, yo'ldosh massasi m_1 ni hisobga olmaslik mumkin ($m_1=0$). M_2 ni Yer massasi, m_2 ni Oy massasi, T_2 - yulduz oyi va a_2 Oy orbitasining katta yarim o'qi deb qabul qilsak, sayyora massasi M_1 Yer va Oy massasi (M_2+m_2) birliklarida hisoblanadi, so'ngra esa, $m_2=\frac{1}{81,3}M_2$ ni bilgan holda M_1 Yer

massasi M_2 birliklarida topiladi. Sayyoralarning massalarini taxminiy aniqlashda, darhol Oy massasi m_2 ni hisobga olmaslik mumkin, u holda massa bevosita Yer birliklarida aniqlanadi.

Osmon jismining massasi M va radiusi R ni bilgan holda, uning sirtidagi og'irlik kuchi tezlanishi g ni hisoblash mumkin, bu yerda g ni Yer tezlanishi g_0 orqali ifodalash qulay, so'ngra zaruratga qarab uning istalgan qiymatiga o'tiladi. Bulardan

$$g=f\frac{M}{R^2}, \quad (11)$$

Yer sirtida esa

$$g_0=f\frac{M_0}{R_0^2}, \quad (12)$$

va u holda

$$g = g_0 \frac{M}{M_0} \left(\frac{R_0}{R} \right)^2,$$

yoki

$$g = g_0 \frac{M}{R^2}, \quad (13)$$

bu yerda M Yer massasi birliklarida, R esa Yer radiusi birliklarida ifodalangan.

Shunga o'xshash yo'l bilan, agar yulduz jism massasi m markaziy jism massasi M nikiga qaraganda juda kichik bo'lsa, undan (markaziy jismdan) r masofada turgan osmon jismlarining gravitatsion tezlanishi g_r ni quyidagi formulalar yordamida hisoblash mumkin:

$$g_r = f \frac{M + m}{r^2}, \quad (14)$$

yoki

$$g_r = f \frac{M}{r^2}, \quad (15)$$

Shuningdek (15) formula, gravitatsion tezlanishi g_r ma'lum bo'lgan markaziy jism massasini hisoblash imkonini beradi.

(15) tenglikni (11) ifodaga bo'lib g_r ni hisoblash uchun oddiy formulani olamiz, bu yerda r osmon jismi radiusi R birliklarida ifodalanadi.

VAZIFALAR

1. Oyning Yer atrofidagi aylanishidan foydalanib, Yer massasini SGS sistemasi birliklarida hisoblang.

2*. Quyidagi kichik sayyoralar: 1) Psixey; 2) Andromaxi; 3) Eskulapi; 4) Uraniya; 5) Galatey; 6) Glazenapi; 7) Poligimni; 8) Fotofrafik kabilarning o'tacha, aylanma (perigeley va afeley masofalardagi), parabolik va haqiqiy tezliklarini hisoblang.

3*. 2 banddagi hisoblangan qiymatlardan, elliptik orbita bo'ylab harakatlanayotgan jismlar uchun xarakterli belgilar haqida xulosalar chiqaring.

4*. Quyosh va quyidagi sayyoralarning massalarini Yer massasi birliklarida hisoblang: 1) Mars (Fobos harakati bo'yicha); 2) Yupiter (Io); 3) Saturn (Titan); 4) Uran (Arielya); 5) Neptun (Triton); 6) Mars (Deymos); 7) Yupiter (Yevropa); 8) Saturn (Yapet).

5*. Quyosh, Oy va 4 banddagi sayyoralalar uchun, ular sirtidagi og'irlik kuchi tezlanishini aniqlang.

6*. 5 banddagi osmon jismlari uchun o'zingizning og'irligingizni hisoblang.

7*. "Vostok" kosmik kemasining Oy va sayyoralalar sirtidagi (Yer sirtida 4,7 mc og'irlikka teng) og'irligini toping.

8. Yuqoridagi eslatigan biror osmon jismi uchun, uning sirtidan bir, to'rt va to'qqiz o'z radiusi o'zoqligidagi og'irlik kuchi tezlanishini aniqlang.

9*. Yer va sayyoralalar uchun, Quyoshning tortishish maydonidagi gravitatsion tezlanishlarini hisoblang.

10*. 5 - 9 bandlarning natijalari tahlilidan tortishish maydonidagi har xil jismlarning gravitatsion tezlanishlari har xil bo'lish sabablarini tushuntiring.

11. Quyosh, Oy va sayyoralarning diametrlari ikki marta kattalashtirilgan, lekin zichligi o'zgarmagan hol uchun ularning sirtidagi og'irlik kuchi tezlanishini hisoblang.

12. Yer massasini, Oy hozirgi o'zoqligidan ikki barobar o'zoqlikda lekin davri o'zgarmagan hol uchun aniqlang va Oyning gravitatsion tezlanishini hozirgi qiymati bilan solishtiring.

13. Sayyoralalar o'zlarining orbital tezliklarini saqlagan, lekin Quyoshning yo'ldoshi bo'lmagan hol uchun, Quyoshning faraziy massasini hisoblang.

6-ISH YUZASIDAN HISOBOT

Ishning bajarilish sanasi:

1. Logarifimik lineyka (yoki kalkulyatorda) bajarish.

Oy	Formula	
$a =$	$\pi =$	
$T =$	$\pi^2 =$	
$a^3 =$	$4\pi^2 =$	
$T^2 =$	$f =$	Yer $M =$
$\frac{a^3}{T^2} =$	$\frac{4\pi^2}{f} =$	

2 va 3. Kichik sayyora (planeta)

$$a = \quad e = \quad 1 - e \quad 1 + e$$

r	$\sqrt{r}$	v_a	v_p	v		Munasabat
$a =$					$\frac{Q}{q} =$	v
$q =$						$< v <$
$Q =$					$\sqrt{\frac{Q}{q}} =$	$< v <$

Xulosa:

4.

	Yer	Oy	Sayyora	Yo'ldosh	Quyosh
T					
a					
$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$					
$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$					
$\left(\frac{a_1}{a_2}\right)$					
$\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3$					
M					

5 - 6.

	Yer	Quyosh	Oy	Sayyora
M				
R				
g				
g				
$P(\text{Sharq})$				

7.

R	R	$2R$	$5R$	$10R$
r^2				
g_r				

8.

Kattaliklar	Yer	Sayyora	Quyosh
$R =$			
g			
a			
$\frac{R}{a}$			
$\left(\frac{R}{a}\right)^2$			
g_r			

Xulosa:

9. Grafik chiziladi.

10.

	Quyosh	Oy	Sayyora
g			
$\frac{R}{R}$			
g'			
g'			

11. Shart

Yechimi

12. Shart

Yechimi

$M =$

Ish yuzasida sinov savollari

1. Butun olam tortishish qonuni deb nimaga aytiladi.
2. Erkin tushish tezlanishini keltirib chiqaring.
3. Quyosh sistemasidagi sayyoralarning massasi qanday aniqlanadi?
4. Keplerning Nyuton tomonidan umumlashgan qonunini tushuntirib bering.

6-ISH. QUYOSHNING CHIQISH (BOTISH) VAQT DAQIQALARINI VA CHIQISH (BOTISH) NUQTALARINING AZIMUTLARINI HISOBLASH

Ishning maqsadi: Osmon yoritgichlarining chiqish va botish vaqt daqiqalarini hisoblashda hamda chiqish va botish nuqtalarining azimutlarini aniqlashda parallaktik uchburchak formulalaridan foydalanish.

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Astronomik kalendar-doimiy qismi; Astronomik kalendar-har yillik; trigonometrik funktsiyalar jadvali; kalkulyator.

Nazariy qism

Yoritgichlarning chiqish va botish daqiqalari, gorizontdagi holati va azimutlari, uning og'ishi δ hamda kuzatish joyining geografik kengligi φ ga bog'liq bo'ladi. Bu daqiqalar va azimutlar parallaktik uchburchak formulalari yordamida hisoblanadi, bunda yoritgichning zenit masofasi z 90° ga teng bo'lishi kerak. Biroq, amalda refraktsiya tufayli gorizont ostidagi yoritgich, gorizont ustida bo'lib ko'rinadi, shuning uchun uning haqiqiy zenit masofasi

$$z = 90^\circ + \rho. \quad (1)$$

bo'ladi.

Quyoshning chiqish va botish daqiqalarini hisoblashda uning ko'rinma burchak radiusi r ni ham e'tiborga olish kerak. Quyoshning sferik koordinatalari, uning diski markazi uchun beriladi, Quyoshni biz haqiqiy gorizontda paydo bo'lganda chiqdi, yuqori cheti yo'qolganda botdi deyimiz, bu vaqtda esa Quyosh diskining markazi uning yuqori chetidan r ko'rinma radiusga pastda joylashgan bo'ladi, ya'ni Quyoshning zenit masofasi quyidagicha bo'ladi:

$$z = 90^\circ + \rho + r. \quad (2)$$

Quyoshning og'ishi vaqt o'tishi bilan uzluksiz o'zgarib boradi, shuning uchun Quyoshning chiqish va botish daqiqalarini hisoblashda bu daqiqalar uchun og'ishni alohida-alohida hisobga olish zarur. Ammo o'quv maqsadlari uchun bajarilayotgan ishlarda, vazifani osonlashtirish maqsadida, Quyoshning haqiqiy tush paytidagi og'ishini olish etarli.

Astronomik kalendar-har yilliklarda Quyoshning og'ishi, grinvich haqiqiy tush payti uchun δ_0 beriladi, uning soat buyicha o'zgarishi $\Delta\delta$ esa grinvich yarim tuni uchun keltiriladi, bu paytda Quyosh, umuman boshqa, geografik uzunligi λ bo'lgan fizik holatda bo'ladi. Ya'ni

$$\delta = \delta_0 + 12 \cdot \Delta\delta - \lambda \cdot \Delta\delta, \quad (3)$$

bu yerda λ soat birligi va uning ulushlarida ifodalanadi.

δ , z va berilgan geografik kenglik φ ning qiymatlari bir xil aniqlikda bo'lishi kerak.

Quyoshning og'ishi δ ni kunduzi uchun doimiy deb qabul qilamiz, u holda chiqish va botish daqiqalari, haqiqiy tush paytiga nisbatan simmetrik, chiqish va botish nuqtalari, janub nuqtasi S ga nisbatan simmetrik bo'lishi kerak. Avval, kosinuslar formulasi yordamida, soat burchagining ikkita $\pm t$ qiymatini $\cos$ hisoblanadi, soat burchagi osmon meridianidan g'arbga tomon o'lchanadi, u holda botish nuqtasining soat burchagi

$$t_b = +t < 180^\circ, \quad (4)$$

chiqish nuqtasining soat burshagi

$$t_{ch} = 360^\circ - t > 180^\circ, \text{ yoki } t_{ch} = -t_b. \quad (5)$$

bo'ladi.

Agar Quyoshning chiqish va botish daqiqalari haqiqiy Quyosh vaqti bo'yicha hisoblansa,

$$T_{\odot ch} = 12^h + t_{ch} = 12^h - t_b \quad (6)$$

va

$$T_{\odot b} = 12^h + t_b. \quad (7)$$

O'rtacha vaqt bo'yicha esa

$$T_{mch} = T_{\odot ch} + \eta \quad (8)$$

va

$$T_{mb} = T_{\odot b} + \eta, \quad (9)$$

lardan topiladi. Bu yerda η -vaqt tenglamasi. U astronomik kalendar-har yillikning Quyosh efemridi ma'lumotlaridan aniqlanadi.

Elatib o'tamiz, astronomik kalendar-har yilliklarda, vaqt tenglamasi bilan birga, grinvich meridiani uchun, Quyoshning yuqori kulminatsiyasidagi dunyo bo'yicha T_0 daqiqasi keltiriladi, shunday qilib bu daqiqa uchun haqiqiy Quyosh vaqti $T_{\odot} = 12^h$, u holda vaqt tenglamasi

$$\eta = T_0 - 12^h. \quad (10)$$

bo'ladi. Shuningdek, η ning qiymati o'rtachalashtiriladi va uni kun davomida o'zgarish deb qabul qilish mumkin,

$$\eta = \frac{\eta_1 + \eta_2}{2}, \quad (11)$$

bu yerda η_1 va η_2 larning qiymatlari uchun grinvich yarim tuniga to'g'ri keluvchi aralash sananing sonlari, ya'ni berilgan sananing boshi va oxiri uchun olish etarli.

O'rtacha vaqt bo'yicha topilgan Quyoshning chiqish va botish daqiqalarini bilgan holda, poyas yoki dekret vaqti bo'yicha hisoblash qiyin emas, natijani 1^m gacha yaxlitlash kerak.

Quyoshning chiqish (A_{ch}) va botish (A_b) nuqtalarining azimutlari, sinuslar formulasidan hisoblanadi, lekin, agar t_{ch} va t_b lar 90° yoki 270° ga yaqin bo'lsa, besh element formulasidan foydalanish qo'lay. Har ikkala holda ham azimutlarning xatoligi 1' dan oshmasligi kerak.

Hisoblashlar kalkulyatorda yoki trigonometrik funktsiyalar jadvali yordamida olib boriladi.

Quyoshning chiqish va botish nuqtalarining vaqt daqiqalarini hamda azimutlarini, yilning turli kunlari va har xil geografik kengliklar uchun bajarish tavsiya etiladi.

VAZIFALAR

1*. Quyoshning chiqish va botish vaqt daqiqalarini hamda azimutlarini quyidagi shaharlar uchun hisoblang:

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1) 21 mart, Toshkentda; | 2) 22 iyun, Toshkentda; |
| 3) 23 sentyabr, Toshkentda | 4) 22 dekabr, Toshkentda; |
| 5) 21 mart, Moskvada; | 6) 22 iyun, Moskvada; |
| 7) 23 sentyabr, Moskvada; | 8) 22 dekabr, Moskvada. |

2*. Birinchi bandedagi shaharlar uchun, o'sha sanalardagi kun va tunning davomiyligini, Quyoshning haqiqiy tush paytdagi balandligini hisoblang.

3*. Biror shahar uchun olingan natijalar asosida, Quyoshning og'ishini, kun va tun davomiyligiga, balandligi va azimutiga bog'liqlik grafigini chizing.

7-ISH YUZASIDAN HISOBOT

Ishning bajarilish sanasi
botishi

1 va 2. Sana

Soat o'zgarishi $\Delta\delta =$

0^h da $\eta_1 =$

24^h da $\eta_2 =$

$\eta_1 + \eta_2 =$

Tush paytda $\eta =$

0 =

Tush paytdagi tuzatma $12 \cdot \Delta\delta =$

λ dagi tuzatma $\lambda \cdot \Delta\delta =$

Quyoshning og'ishi $\delta =$

Quyoshning chiqishi va

Yuqori cheti $z' =$

Refraktsiya $\rho =$

Burchak radiusi $r =$

Quyosh markazi $z =$

Quyoshning og'ishi (0^h) δ

Hisoblash formulalari

Shahar	Quyosh		
$n =$	$z =$	$\cos z =$	$\sin \delta \cdot \sin t =$
$\lambda =$	$\sin z =$	$\sin \varphi \cdot \sin \delta =$	$\sin z =$
$\sin \varphi =$	$\delta =$	$\Delta =$	$\sin A =$
$\cos \varphi =$	$\sin \delta =$	$\cos \varphi \cdot \cos \delta =$	$A' =$
$\cos \delta =$	$\cos t =$	$A =$	$t' =$
Haqiqiy tush	Chiqish	$t =$	Botish
$\varphi =$	$t =$	$T_{\odot} =$	
$\delta =$	$T_{\odot} =$	$T_m =$	
$z =$	$T_m =$	$T_0 =$	
$h =$	$T_0 =$	$T_d =$	
$\rho =$	$T_d =$	$A =$	
$h' =$	$A =$		

3. Grafik chiziladi.

Ish yuzasida sinov savollari

1. Refraktsiya deb nimaga aytiladi.
2. Haqiqiy quyosh vaqti qanday aniqlanadi?
3. Vaqt tenglamasi qayerdan kelib chiqqan.
4. Nega quyoshning 22-iyundagi chiqish va botish vaqti bilan, 22-dekabrda chiqish va botish vaqti farq qiladi?
5. Joyning geografik kenglamasi o'zgasa, quyoshning chiqish va botish vaqti o'zgaradimi?

8-ISH. TELESKOP YORDAMIDA SAYYORALAR VA ULARNING YO'LDOSHLARINI KUZATISH

Ishning maqsadi: Bu ishda sayyoralarni kuzatishning asosiy vazifasi sayyoraning umumiy ko'rinishi, astronomik kalendaridan olingan ekvatorial koordinatalari bo'yicha uni yulduzlar orasidan topish imkoniyatlari bilan tanishish, ularning ko'rinish muddatini aniqlashdan iborat. Shuningdek, Kuzatish vaqtida sayyora joylashgan yulduz turkumidagi yulduzlar qatoriga sayyoraning o'rnini chizish.

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Teleskop, okulyarlar to'plami, qalam, chizg'ich, o'chirg'ich, yillik astronomik kalendar, osmonning surilma xaritasi.

Nazariy qism

Kosmik jismlar xususan Oy va sayyoralarni kuzatish juda qiziq mashxulot hisoblanadi. Sayyoralarni kuzatishda tungi shahar yorug'ligi to'sqinlik qilmaydi va ularni bevosita kuzatish mumkin. Sayyoralarni kuzatish uchun katta ko'rish maydoniga ega teleskoplar talab qilinmaydi. Buning uchun kichik maktab refraktorlari yetarli bo'ladi. Yupiter, Saturn va Mars astronomik kuzatishlar uchun eng qulay sayyoralardir.

Kuzatuvlarda ishlatiladigan teleskoplarni qaraydigan bo'lsak, nimalarga e'tibor berish kerak? Sayyoralarni kuzatishda o'lchami va optik dizaynidan qat'iy nazar, har qanday teleskopdan foydalanish mumkin. Biroq Oy kuzatuvlari uchun optik kattalashtirishi ($k = F/D$, bu yerda F-fokus masofa, D-ob'yektiv diametri) "k" (8 dan 15 gacha) oraliqdagi katta fokusli teleskoplardan foydalanish yaxshi natija beradi. Bunday teleskoplarda tasvir olishda yuzaga keladigan xromatik aberatsiya sezilarli kamayadi. Asosan sayyoralarni kuzatishda katta fokusli refraktorlardan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi. Chunki bunday teleskoplar atmosferadagi o'zgarishlarga qaramay sizga yaxshi kuzatuv natijalarini olishga imkon beradi. Shuningdek, diametri 5-11 dyuymli Maksutov, Schmidt-Kassegrain teleskoplaridan ham foydalanish mumkin. Ammo, atmosferaning beqarorligi tufayli ulardan doimiy foydalanish imkonsizdir. Katta reflektor teleskoplari va katadioptriklari sayyoralarning eng yaxshi ko'rinishini taqdim etish imkoniyatiga ega. Biroq, kattaroq diafragmadan foydalanish, yuqori aniqlikni olish uchun atmosfera barqarorligi bilan tunlarni tanlash kerak bo'ladi.

Sayyoralar va Oyni kuzatishda ortiqcha nurlanish, ularning sirtini kuzatishda noqulaylik tug'diradi. Bu muammoni bartaraf etishda maxsus filtrlardan foydalanish tasvirning aniqlik darajasini oshiradi. Neytral zichlik va polarizator filtrlari ko'pincha Oy va sayyoralarni kuzatishda ishlatiladi. Undan tashqari rangli filtrlar ham yaxshi natijalar beradi.

Rangli filtrlar nafaqat ortiqcha nurlar oqimini kamaytiradi, balki sirt detallarining kontrastini ham yaxshilaydi. Olovrang filtr yarim oy va Saturnni kuzatishda ishlatiladi, Mars uchun eng yaxshi filtrlar qizil, moviy Venera va Merkuriy uchun, yashil to'lin oy uchun, ko'k rangli filtdan Yupiterni kuzatishda foydalanish maqsadga muvofiq.

Oyni kuzatishda yangi oy chorak fazasidan eksi oy chorak fazasigacha har oyda kuzatish mumkin. Lekin sayyoralarni bir joyda yil davomida kuzatishib bo'lmaydi. Shu sababli sayyoralar kuzatuv uchun yilning ma'lum bir fasillaridagi qulay tungi kuzatuv vaqlari tanlab olinadi.

Ishni bajarish tartibi:

1. Ishni bajarishda astronomik kalendaridan tanlangan sayyora (Mars, Yupiter, Saturn)ning ekvatorial koordinatalarini tanlang, joylashgan yulduz turkumini aniqlab, yulduz xaritasidagi o'rnini toping. Aniqlangan barcha ma'lumotlar kuzatuvdan oldin —jadvalga kiritiladi.

2. Surilma xaritadan foydalanib, kuzatuv sanasida sayyoramizning chiqishi va botishi vaqtini, ma'lum bir kechada ko'rinish davrini, shuningdek, sayyora kechqurun soat 19 larda ko'tarilish sanalarini aniqlang;

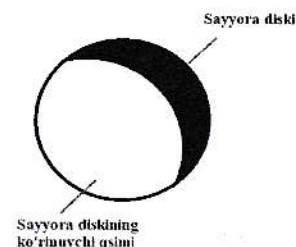
3. Ushbu sanada sayyora butun tun yoki tunning bir qismida, masalan, kechqurundan yarim tungacha yoki yarim tundan to tonggacha kuzatiladi. Sayyora umuman ko'rinmaydigan davrlari ham mavjud. Yil davomida sayyorani ko'rish davri haqidagi ma'lumotlar astronomik Kalendarlarda keltirilgan.

4. Astronomik kalendaridan tanlangan sayyoraning barcha ma'lumotlari va surilma xarita yordamida aniqlangan ma'lumotlar kuzatishdan oldin jadvalga kiritiladi.

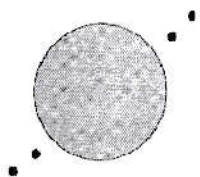
VAZIFALAR

1. Alohida qo'sh varaqda sayyora joylashgan yulduz turkumlari (yulduz turkumlari chegaralari, yulduzlar) ko'chiriladi va sayyoraning holati qizil rangda (nuqta yoki xoch shaklida) ko'rsatilsin;

2. Agar Merkuriy yoki Venera kuzatilsa, ularning fazalari chizilsin;



3. Yupiter sayyorasi kuzatilganda uning tabiiy yo'ldoshlarining joylashuvi belgilansin. Quyidagicha:



5. Sayyoralarning koordinatalari va ko'rinishi haqidagi ma'lumotlar jadvalga yoziladi.

8-ISH YUZASIDAN HISOBOT

Kuzatuv sanasi: _____

Sayyor a	Ekvatori al koordinata lari		Yuldu z turku mi	Kuzatuv sanasi va vaqti			Sutkada ko'rinish vaqti davomiy ligi	Yil davomi da ko'rinish h vaqti
	α	δ		Chiqi sh vaqti	Boti sh vaqt i	Kuzatu v vaqti		
Merkuriy								
Venera								
Mars								
Yupiter								
Saturn								
Uran								
Neptun								

Ish yuzasida sinov savollari

1. Teleskop turlarini ayting.
2. Refraktor va reflektor teleskoplarining ishlash prinsiplarini tushuntirib bering.
3. Okulyarlar turlari va vazifalari nimadan iborat?

4. Kuzatuvda ishlatiladigan filtrlar necha xil bo'ladi?
5. Sayyoralarni yilning qaysi fasllarida kuzatish qulay?
6. Teleskop o'rnatilish turlarini tushuntirib bering.

9-ISH. YUPITER VA UNING YO'LDOSHLARINI ORBITALARIDAGI HARAKATINI O'RGANISH

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

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: *CLEA laboratoriya ishlari yozilgan kompyuter, Astronomik kalendar-har yillik yoki "Astrolab" dasturi.*

Nazariy qism

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:

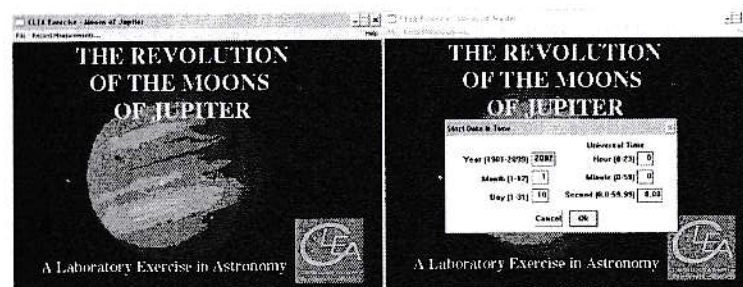
A) *Ishning dasturini kompyuterga o'rnatish.* Agar **CLEA** oldin kompyuterga o'rnatilmagan bo'lsa u yozilgan **flesh-xotira** kompyuterga qo'yib, dasturni instsolyasiya qilish kerak. Buning uchun flesh-xotira kompyuterga o'rnatilgandan keyin uning C diski ustiga kursorni qo'yib bosing. Ekranga laboratoriya ishlari chiqadi, ro'yxatning oxiridan ikkinchi fayl «Install» deb nomlangan, uning ustiga kursorni qo'yib sichqonchani chap tomonini ikki marta tez-tez bosing. Ekranda «**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. 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 unutmag) 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 bosing, ishning III sahifasi ochiladi.*

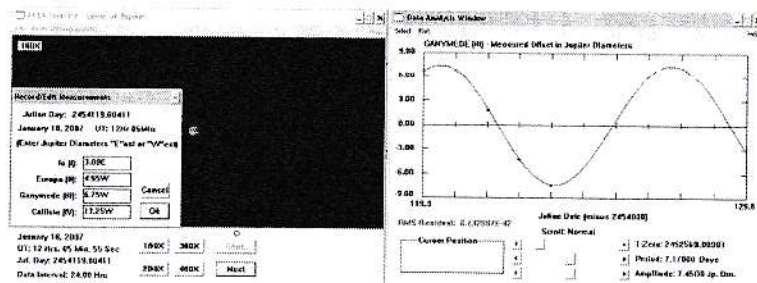


28-rasm

Uchinchi sahifa ishchi sahifa bo'lib, uning o'rta 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 sanalgarin 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 asosanib 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 bosim. Endi o'lchash natijalarini qayd qilish kerak. Buning uchun kursorni sahifaning yuqori chap burchagidagi «File», «Data» va «Save» tugmalar bo'ylab bosim. 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 bosim, 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 bosim. 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 Parametr» 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. Grafikdagi nuqtalar ustida sinusoida egrisi 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.

VAZIFALAR

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.

9-ISH 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)larnig ko'rinish shartlari.

Grafiklar taqdim qilinadi.

Ish yuzasida sinov savollari

1. Yupiter sayyorasining katta yarim o'qi, massasi, siderik davri va sutkasining davomiyligi haqida ma'lumot bering.
2. Galiley kuzatishlariga asosan topilgan Yupiterning yo'ldoshlari qaysilar? Ularni Yupiterdan o'rtacha uzoqliklarini ayting.
3. Yupiterning maktab teleskopida kuzatish mumkin yo'ldoshlari (Io, Yevropa, Ganimed va Kallisto)ning massa (zichlik), o'lcham (radius yoki diamteri) va siderik davrlarini ayting.
4. Io, Yevropa, Ganimed va Kallistolarni kuzatish natijalariga ko'ra sirt ob'yektlari haqidagi ma'lumotlarni ayting.
5. Io, Yevropa, Ganimed va Kallisto sirtlaridagi erkin tushish tezlanishlarini hisoblab toping.

10-ISH. SPEKTRAL CHIZIQLARNING TO'LQIN UZUNLIGI, INTENSIVLIGI VA KENGLIGINI ANIQLASH

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

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: logarifmik jadval; kalkulyator; matematik, fizik va astronomik jadvallar; so'rovnomma (spravochnik).

Nazariy qism

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.

Borning vodorod atomi 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 kontsentrik aylanalar, har xil eksentrisitetga 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 $F_{mk} = \frac{mg^2}{r}$ ta'sir qiladi va bu kuchlar absolyut qiymati bo'yicha

bir-biriga teng: $\frac{mg^2}{r} = \frac{ze^2}{r^2}$, bu erdan

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

(1) dan g 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 $E_k = \frac{mg^2}{2} = \frac{ze^2}{2r}$, potentsial energiyasi esa $E_p = \int F_k dr = -\frac{ze^2}{2r} + c$. U holda to'la

energiya $E = E_k + E_p = -\frac{ze^2}{2r} + c$ yoki

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

$\tilde{R} = \frac{2\pi^2 e^4 m}{ch^3} = 109737303 \text{ cm}^{-1}$ -Ridberg soni (bir sm da to'lqinlar 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 yukorida 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'lqin 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 angstryomlar ($1\text{\AA} = 10^{-8} sm$) 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'lqin uzunligi λ quyidagi formuladan topiladi:

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

Gelly ioni He (yoki HeII) ham vodorod atomi singari bitta elektronga ega va

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

Bu erda 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. Quyidagi jadvalda vodorodsimon ionlar uchun $\tilde{R}$ ning qiymatlari keltirilgan. ??? **Qanday** jadvalda keltirilgan $\tilde{R}$ dan foydalanib vodorodsimon ionlar (*HeII, LiIII, VeIV, BV, OVIII, NeX, ScXXI, FeXXVI*) uchun rezonans chiziqlar 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

Chiziqlar intensivligi (qizdirilgan gazning bir birlik yuzasidan bir birlik fazoviy burchak ichida sochilayotgan quvvat) uni hosil qilishda ishtirok etayotgan atomlar soni (N_k) 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 proportsional miqdordir, ya'ni k sathdan pastgi $k > n$ larga o'tish ehtimoli

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

Vodorod atomini birinchi uyg'ongan holatda bo'lish vaqti $t_2 = 2 \cdot 10^{-9}$ sek va undan asosiy holatga o'tish ehtimoli $A_{21} = 4,7 \cdot 10^8 \text{cek}^{-1}$. Ikkinchi uyg'ongan holatda bo'lish vaqti $t_3 = (A_{31} + A_{32})^{-1} = 10^{-8} \text{sek}$. Ixtiyoriy yuqori holat (k) dan asosiy holatga o'tish ehtimoli $A_{k1} = \frac{1,2 \cdot 10^{10}}{k^5} \text{sek}^{-1}$ (8) va k dan $k-1$ ga o'tish $A_{kk-1} = \frac{6 \cdot 10^9}{k^5} \text{sek}^{-1}$ (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.

$$A_{kk-1} = \frac{8\pi e^2 v_{kk-1}^3}{mc^3} \cdot \frac{g_k}{g_{k-1}} \cdot f_{kk-1} \quad (10)$$

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

Spektral chiziqda sochilayotgan quvvat (intensivlik)

$$E_{kk-1} = A_{kk-1} h \nu_{kk-1} \int N_k dv \quad (11)$$

ga teng. Bu erda N_k -chiziqni hosil qilishda ishtirok etayotgan energetik sathdagi atomlar kontsentratsiyasi, dV -elementar hajm. k -sathdagi atomlar soni bilan asosiy holatdagi atomlar soni nisbati Boltsman formulasi orqali topiladi:

$$\frac{N_k}{N_1} = \frac{g_k}{g_1} e^{\frac{\chi_1 - \chi_k}{kT}} \quad (12)$$

χ_1, χ_k -birinchi va k - holatlardan ionlanish potentsiali, k - Boltsman doimiysi, T -o'yg'onish temperaturasi. Vodorod atomining har xil sathlari uchun ionlanish potentsiallari va ostsilyatorlar kuchi 2-jadvalda keltirilgan. Vodorod atomlarini o'yg'ongan holatlar bo'yicha taqsimlanishi T -ga bog'liq. Masalan $n=2$ va $n=1$ sathlardagi atomlar soni nisbati

$$\frac{N_2}{N_1} = 4 \cdot e^{\frac{117000}{T}} \quad (13)$$

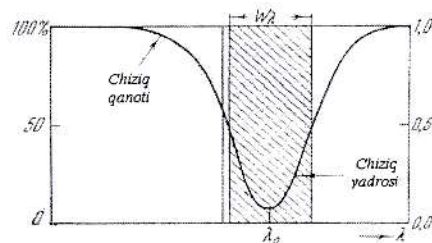
Agar T yuqori bo'lsa, atomlarning bir qismi ionlanadi. Bunday hollarda taqsimlanishni hisoblaganda ionlar (NI) va (N_e) kontsentratsiyasini hisobga olish zarur. Vodorod atomi uchun, masalan, ionlar kontsentratsiyasini (NI) asosiy holatdagi atomlar kontsentratsiyasi (N_1) ga nisbati

$$Ne \frac{NI}{N_1} = 2,24 \cdot 10^{15} \cdot T^{\frac{3}{2}} e^{\frac{157200}{T}} \quad (14)$$

formula yordamida hisoblanishi mumkin. N_e -elektronlar kontsentratsiyasi.

SPEKTRAL CHIZIQNING KENGLIGI VA UNI KENGAYTIRUVCHI JARAYONLAR

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



3-rasm.

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

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

Spektral chiziqda sochilayotgan foton energiyasi $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ ga teng.

Uning elementar orttirmasi esa, $\Delta E = \Delta(h\nu) = -\frac{hc}{\lambda^2} \Delta\lambda$, $\Delta\lambda$ – chiziqlarning nisbiy kengligi. U holda (15) dan

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

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

$$\Delta\lambda = \frac{(6500)^2}{6,28 \cdot 3 \cdot 10^{18}} \cdot \frac{1}{10^{-9}} = 2,24 \cdot 10^{-9} \text{ \AA}$$

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'lqin uzunligi λ , qo'zg'almas yoki kuzatish chizig'iga tik yo'nalishda harakat qilayotgan atomniki (λ_0) dan $\Delta\lambda$ ga qisqa bo'ladi, ya'ni

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

Bu yerda c – yorug'lik 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 chiziqlar kengayishiga sababchi bo'ladi. Kengayish miqdorini baholaylik. Atomlarning tezliklar bo'yicha taqsimlanishi Maksvell tezliklar taqsimotiga bo'ysunadi va ularning o'rtacha kvadratik tezligi $\overline{g^2} = \frac{2kT}{m}$ ga teng. Bunday tezlik bilan atomlarning bir qismi kuzatuvchi tomon, bir qismi esa undan teskari tomon harakat qiladi deb hisoblasak, chiziqlarning Dopler kengayishi

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

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 g_n ni ham hisoblab topish mumkin (g_n – kuzatuvchi tomon manfiy).

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

VAZIFA

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

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

3. Vodorod atomida ??? quyidagi spontan o'tishlari ehtimoli, bu o'tishlar boshlanadigan sathda elektronning bo'lish vaqti hisoblansin.

4. Quyidagi temperaturalarda vodorod atomining o'yg'ongan holatlar bo'yicha taqsimlanishi, ya'ni $\frac{N_2}{N_1}, \frac{Ne}{N_1}$ 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'lqin 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'lqin soni va o'tish chiziqlarining to'lqin uzunligi.

Talabaning F.I.Sh.	U (eV)	N	p -o'tishlar	λ (Å)
			2→1 3→2 4→3 3→1	

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

Ionlar	λ - rezonans (Å)	spontan o'tish	A_k (sek ⁻¹)	t_k (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'lqin uzunligi va tabiiy kengligi. $T=6000\text{ K}, 11000\text{ K}, 20000\text{ K}$ larda hosil bo'lgan chiziqlarning Dopler kengligi.

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

Ish yuzasidan savollar

1. Atomning uyg'ongan holati deb nimaga aytiladi?
2. To'lqin uzunligiga tarif bering va qanday birliklarda o'lchanishini ayting.
3. Nurlanish intensivligi deb nimaga aytiladi (fo'rmulasi va o'lchov birligini yozing)?
4. Spontan o'tish deb nimaga aytiladi.
5. Dopler effektini tushuntirib bering.
6. Ridberg soni deb qanday kattalikga aytiladi (vodorod atomi uchun qiymatini topib bering)?

11-ISH. XULKAR YULDUZLARI YORUG'LIGINI ELEKTROFOTOMETR YORDAMIDA O'LCHASH

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

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Windows (7-11) (64-bit) operatsion sistemasida ishlaydigan kompyuter, VIREO dasturi, chizg'ich, millimetrli qog'oz.

Nazariy qism

Osmon yoritgichlarining ayrim fizik ko'rsatkichlari, 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 sahni 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.

Rang ko'rsatkichi. Yulduzning rangini bitta kattalik bilan ifodalash uchun rang ko'rsatkichi dan foydalanishgan. Agar yulduz spektridagi energiya taqsimoti absolyut qora jism spektridagi taqsimotiga mos kelganda shuning o'zi etarli bo'lar edi. Lekin kuzatuvlar fraungofer chiziqlarning ustma - ust tushishi, yulduzaro qizilga siljish va yulduzlarning kimyoviy tarkiblaridagi farqlanishi tufayli natijalardan chetlashishlari mavjudligini ko'rsatadi.

Agar ikkita ko'rsatkichdan foydalanilsa, energiya taqsimotining egri chizig'i ko'rinishi yaxshilanadi. Jonson va Morgan bu maqsad uchun hozirda keng qo'llanilayotgan U, B, V tizimini kiritishgan. Yulduzlarning nurlanishini aniqlovchi fotoelektrik o'lchovlarda uchta saralagichdan foydalaniladi, ularning effektiv to'lqin uzunliklari mos ravishda, larga teng. O'lchov natijalari yulduz kattaliklarida ifodalaniib, muayyan spektr xarakteristikasi sifatida ikkita ko'rsatkich, ya'ni, yoki, soddaroq, U - B, B - V lar ishlatiladi.

Yulduzlar rang ko'rsatkichidan foydalanib temperaturasini aniqlash mumkin. Bunda quyidagi fo'rmuladan foydalaniladi:

$$T = \frac{7920^\circ}{(B - V) + 0.72}, \quad T = \frac{7200^\circ}{C + 0.72}$$

bu yerda C va (B-V) - rang ko'rsatkichi bo'lib, $C = m_f - m_v$, $B - V = m_B - m_V$ orqali topiladi (m_f - fotografik, m_v - vizual ba m_B - bolometrik yulduz kattaliklaridir).

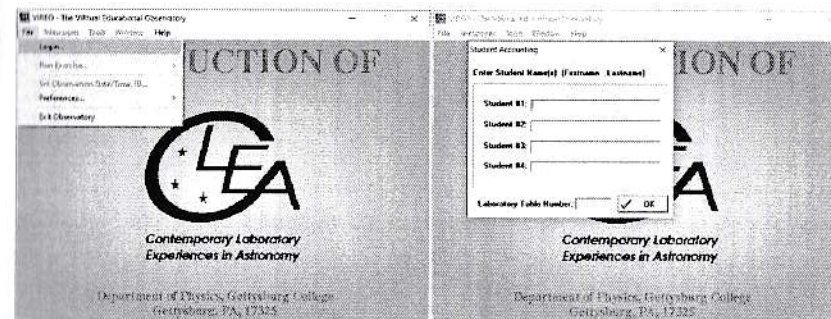
Ishni bajarish tartibi:

TALABANI RO'YXATGA OLISH

VIREO dasturini yuklab olish uchu ixtiyoriy internet brovzerga quyidagi havolani kirgizing

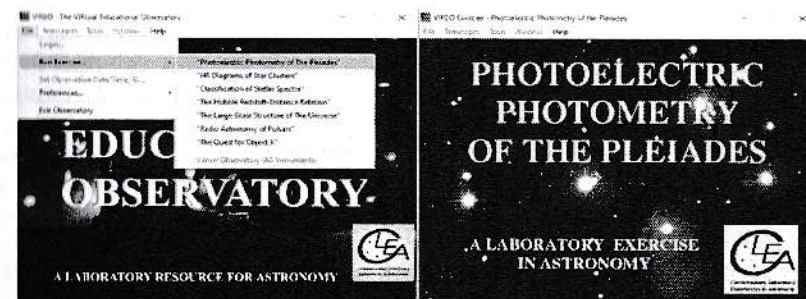
(http://public.gettysburg.edu/~marschal/clea/clea_products/pc/VIREO.exe)

Kompyuterga VIREO dasturi o'rnatiladi va dastur ishga tushiriladi. VIREO dasturi (I) ishchi oynasi ochilgach, uning tepa chap chetida «File» yozuvi ustiga kursorni qo'yib bir marta bosib, hosil bo'lgan ustundan «Login» ni bosib (1-rasm, chapda). Ishchi oynada «Student Accounting» sahifasi ochiladi (1-rasm, o'ngda).



1-rasm. VIREO dasturida tlabani ro'yxatga olish

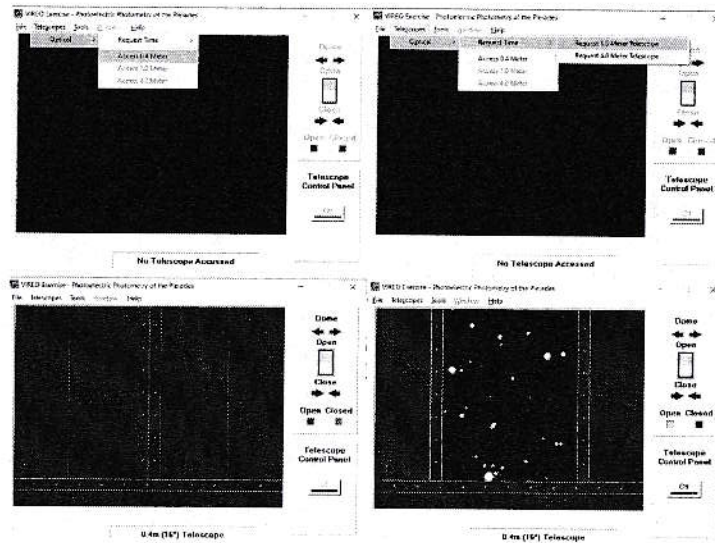
Unga talabani ismini va laboratoriya ishi raqamini (Laboratory Table Number:) kiriting va «Ok» ni bosib, yangi sahifa (I) ochiladi, unda tepa chap chetidagi «File» yozuvi ustiga kursorni qo'yib bir marta bosib, hosil bo'lgan ustundan «Run Exercise...» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlang, hosil bo'lgan ustundan «Photoelectric Potometry of The Pleiades» nomli yozuv ustiga kursorni bir marta bosib Hulkar yulduzlarining fotometrik yorug'ligi ishi ochiladi (2-rasm, tepa chapda).



2-rasm. I sahifa Hulkar yulduzlari yorug'ligining elektrofotometriyasi ishini ochish.

TELESKOPNI ISHGA TUSHIRISH

Yangi ochilgan (II) sahifa tepasidan «**Telescopes**» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlab bir marta bosib, unda «**Optical**» yozuvi hosil bo'ladi. Kursorni «**Optical**» yozuvi ustiga qo'yib va hosil bo'lgan ustunda «**Access 0,4 Meter**» tanlang (3-rasm, tepa chapda). Bu imkoniyatlarda 0,4 m va 1,0 m teleskoplarda ishlash mumkin (3-rasm, tepa o'ngda). Endi «**Open**» tugmasini bosib, observatoriya oynasi ochilgach «**off**» tugmasini bosib teleskop (III) sahifasi ochiladi (3-rasm, pastda).



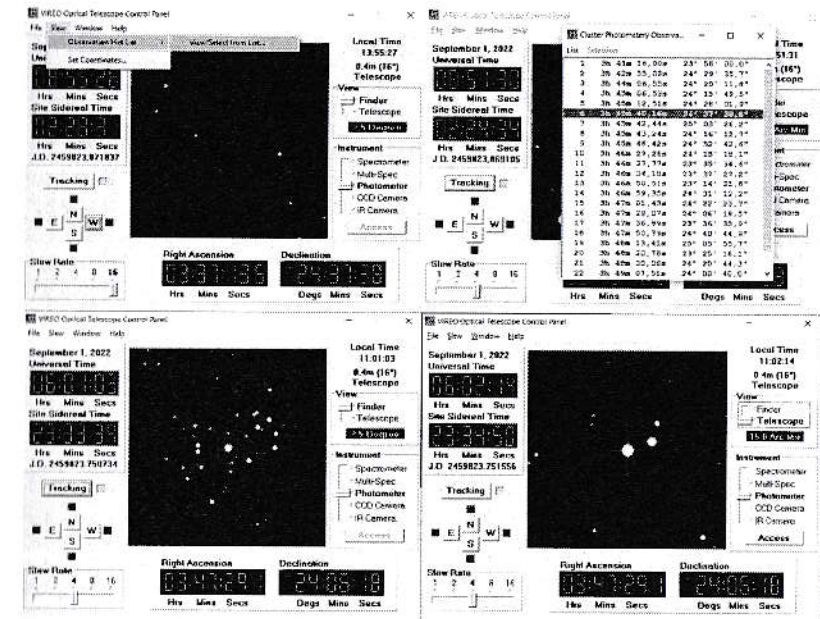
3-rasm. II sahifa teleskopni tanlash va ishga tushirish.

Osmon sahnida yulduzlar va qizil kvadrat bor, e'tibor bersangiz yulduzlar chapdan o'ngga tomon siljimoqda, bu osmonning qo'zg'almas teleskopga nisbatan sutkalik aylanishidir, bu harakatni to'xtatish uchun «**Tracking**» ni bosib. Kursorni «**N**», «**S**», «**E**» va «**W**» ustiga ketma-ket qo'yib teleskopni ikki o'q atrofida aylantiramiz va kerakli yulduzni qizil ramka ichiga kiritamiz (bunda «**Slew Rate**» teleskopning burilish tezligini boshqaradi).

HULKAR TARQOQ YULDUZ TO'DASI YULDUZLARINI TOPISH

Teleskopni ishga tushirib olganinmizdan keyin, Hulkar yulduzlari koordinatalarini bilgan holda qidirishni boshlaymiz. Buning uchun biz III sahifada «**Slew**» menyusidan «**Set Coordinates**» orqali topishimiz yoki

«**Observation Hot List**» → «**View/Select**» Amalni bajarish orqali Hulkar yulduzlari ro'yxatini ochamiz (4-rasm, tepada). Ochilgan ro'yxatdan birinchi yulduz ustiga Kursorni ketma-ket ikki marta bosib orqali teleskopni bu ob'yektga to'g'irlaymiz (4-rasm, past chapda). Endi III sahifa o'ng tarafidagi «**View**» ustunidan dastakni «**Telescope**» ga qo'yamiz (4-rasm, past o'ngda). Bu holatda yulduz qizil aylana bilan belgilanadi.

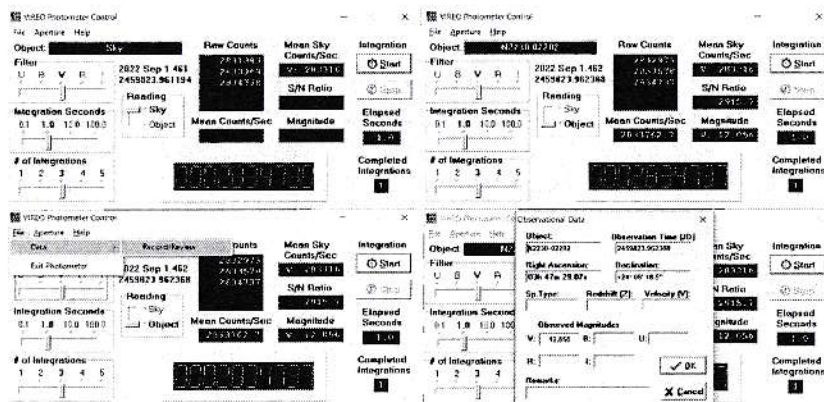


4-rasm. III sahifa teleskop boshqaruv paneli.

FOTOMETRNI ISHLATISH

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 «**Access**» deb ataladi. Bu tugma bosilgandan keyin ekranda yangi (IV) sahifa ochiladi, u fotometrik boshqaruv (Photometer Control) deb ataladi. Fotometrik boshqaruvda yulduzni har xil filtrlar yordamida kuzatamiz. «**Filter**»-filtni qo'yish uchun fotometrik boshqaruv panelidan «**Filter**» V, B yoki U (sariq, ko'k va binafsha) ustiga kursorni qo'yib bosamiz. Bunda yulduzdan kelayotgan yorug'lik fotometrda filtrlarga mos holdagi to'lqinlarni o'tkazadi. «**Integration Seconds**»-yig'ish vaqtini qo'yish.

Buning uchun katakchadan 0.1, 1, 10 yoki 100 sonlar Kursor yordamida tanlanadi. Bular fotonlarni sanash vaqti davomiyligi, sekundlarda. «**Number of Integrations**» - fotonlarni yig'ishni 5 martagacha takrorlash mumkin, yig'ish sonini olishda «**Integrations**» dan 1 dan 5 gacha tanlab ishlash mumkin.



5-rasm. IV sahifa fotometrning boshqaruv paneli.

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 (5-rasm, tepa chapda). Buning uchun quyidagilar bajariladi.

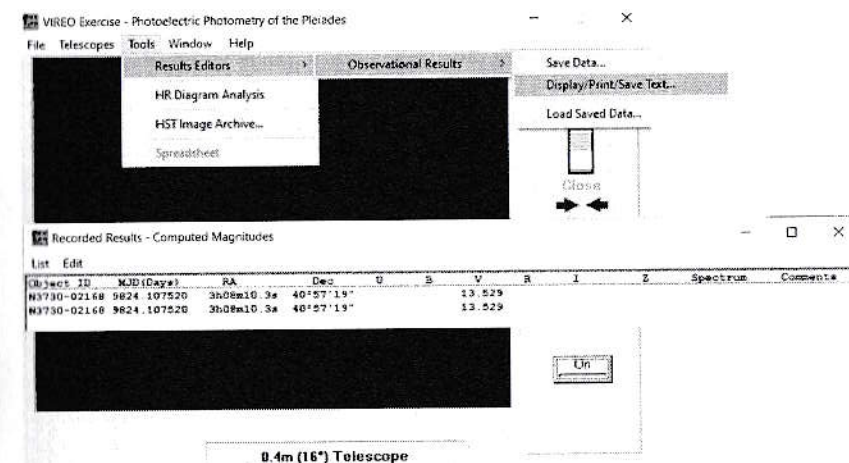
1) Qizil aylanachani yulduz yaqinidagi osmon sahniga qo'yamiz. Qizil aylanacha ichiga yulduz tushmasligi zarur. 2) «**Reading**» dan kursor yordamida «**Sky**» qo'yiladi va «**Start**» tugmasi bosib o'lchash boshlanadi. Bundan, «**Filter**»-V yoki B yoki U; «**Seconds**» - 10 yoki 100; «**Integrations**» 1 yoki 2, 3, 4, 5 bo'lishi kerak. 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 sekundga qo'yamiz va «**Integrations**» bosib - 5 raqamini qo'yamiz. 5) Endi «**Start**» tugmani bosamiz va «**Raw Counts**» nomli katakchalarda 5 ta raqam yozilishini kutamiz. O'lchash tugagach osmonni o'rtacha yorug'ligi hisoblanadi. Shundan keyin «**Filter**» ni bosib, boshqa ranglarda o'lchashga o'tamiz. Kamida uch xil rang (U, B va V) da o'lchash va qayd qilish kerak.

Osmon sahni uch xil filtrda o'lchangandan keyin teleskop boshqaruv sahifasiga qaytib qizil aylana ichiga yulduzlarni birin ketin joylashtirib,

ulardan kelayotgan fotonlarni sanaymiz. Yulduzni o'lchash osmonni o'lchashga o'xshash tartibda bajariladi.

YULDUZ YORUG'LIGINI O'LCHASH

Yulduzni qizil aylana ichiga joylashtirgach teleskop eshigining chap tomonidagi «**Access**» tugmani bosamiz. «**Photometric Control**» 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 befoyda. Har bir yulduz har filtrda 10 sekuntidan besh martagacha o'lchanib, natijalar har safar «**Record Reading**» yordamida qayd qilib boriladi (5-rasm, pastda). Bosh menyuning (II sahifa) yuqori qismidagi «**Tools**» → «**Results Editors**» → «**Observational Results**» → «**Display/Print/Save Text...**» amali bajarilsa o'lchash natijalari jadval shaklda ko'rinadi (6-rasm).

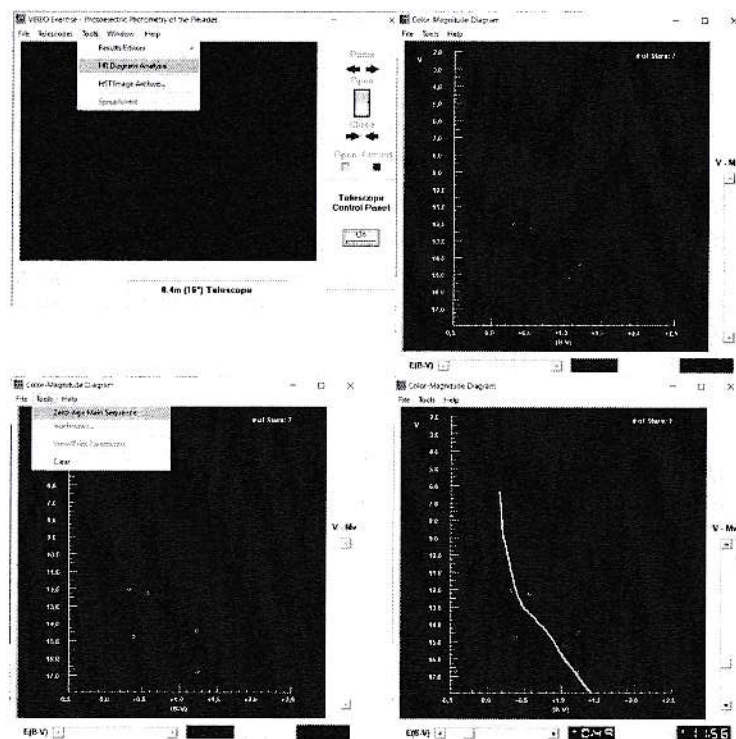


6-rasm. O'lchash natijalari

Bu natijalar saqlanishi zarur. Buning uchun bosh sahifadagi «**Tools**» → «**Results Editors**» → «**Observational Results**» → «**Save Data**» tugmalar bosiladi. Shundan keyin natijalar printer orqali qo'zjoga chiqarilishi mumkin.

Keyingi qiladigan ishimiz olingan natijalar yordamida rang ko'rsatkichi va tanlangan filtrlarga mos yulduz kattaligi orasidagi bog'lanish grafisini chizish. Buning uchun II sahidan «**Tools**» → «**HR Diagram Analysis**» ga kiramiz bunda yangi (V) sahifa ochilib, o'lchash natijalarimiz bo'yicha grafik paydo bo'ladi (7-rasm, tepa qismi). Endi (V) sahifada «**Tools**» ni bosib «**Zero-Age Main Sequence**» ga kiramiz. Bunda grafikda yashil rangli chiziqli xosil

bo'ladi, Bu chiziqni grafik pasiti va o'ng yon tomonidagi ruchkalar yordamida nuqtalar o'rtasiga qo'yamiz. Chiziq yordamida olingan natija Hukar yulduz to'dasining o'rtacha ko'rsatkichi bo'ladi.



7-rasm. V sahifa olingan

VAZIFALAR

1. Har xil filtr (U , B , V)lar orqali (10 sekund vaqt davomiylik bilan) Osmon sahning yorug'ligini o'lchang. Bunda o'zaro yaqin yulduzlar uchun fonni 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'rsatkichi va temperaturasini hisoblang. Shuningdek, yulduzlarning rang ko'rsatkichi va temperaturasi orasidagi bog'lanish grafigini chizing.

11-ISH YUZASIDAN HISOBOT

1-2. Yulduzlarning yorug'ligi, rang ko'rsatkichi va temperaturasi.

Yulduz nomi	α (h m s)	δ (d m s)	U	B	V	($B-V$)	($U-B$)	T (K)
1.								
2.								
3.								
.								
.								
.								
24.								

Ish yuzasidan savollar:

1. Yulduz deb nimaga aytiladi?
2. Yulduz to'dalari deganda nimani tushunasiz (ularning qanday turlari bor)?
3. Tarqoq yulduz to'dalari deb qanday ob'yektlarga aytiladi (ularni galaktikamizning qaysi qismlarida ko'proq kuzatish mumkin)?
4. Yulduzlar assotsatsiyalarining tarqoq yulduz to'dalaridan farqi nimada?
5. Rang ko'rsatkichi deb nimaga aytiladi?
6. V , B , U , R , I filtrlar deganda nimani tushinasiz?

12-ISH. 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.

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Windows (7-11) (64-bit) operatsion sistemasida ishlaydigan kompyuter, VIREO dasturi, chizg'ich, millimetrli qog'oz.

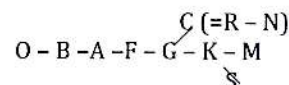
Nazariy qism

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 observatoriyasining hisoblanadi. Bu ishlarining 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 $\sim 3900\div 5000 \text{ \AA}$ ni egallaydi.

Spektral sinflar temperaturalarining pasayishi tartibida quyidagi harflar bilan belgilanadi.



1-jadval. Yulduzlarning spektral sinflari va ularning xarakteristikalar.

Sinf	Spektrlarning xarakteristikalar	Temperatura si	Tipik yulduzlar
O	Vodorod, geliy, ionlashgan geliy, ko'p marta ionlashgan kremniy, uglerod, azot, kislorod chiziqlari. Spektrdagi nurlanish	50000 – 25000°	Kormaning ϕ -si, Orionning λ -si, Perseyning ξ -si, Sefeyning λ -si,

	chiziqlarini beruvchi yulduzlarni Volf-Raye yulduzlari deb ataladi (ularning temperaturasi 100 000° gacha boradi)		Elkanning (w) α si, Orionning I-si.
B	Geliy, vodorodning yutilish chiziqlari (A sinfga o'tishda ko'payadi). Ionlangan kalsiyning kuchsiz H va K chiziqlari	25000 – 15000°	Orionning ε -ni, Sunbulaning α -si (Spika), Perseyning γ -si, Orionning γ -si.
A	Vodorodning chiziqlari intensiv, ionlashgan kalsiyning H va K chiziqlari J ga o'tishda kuchayadi. Metallarning kuchsiz chiziqlari paydo bo'ladi.	11000°	Katta Itning α -si (Sirius), Liraning α -si (Vega)
F	Ionlashgan kalsiyning H va K chiziqlari, G-sinfga o'tayotganda metall chiziqlari kuchayadi, vodorod chiziqlari esa susayadi. 4226 $\text{\AA}$ li kalsiy chizig'i paydo bo'ladi va G sinfga o'tishda kuchayadi. Polosasi paydo bo'ladi va kuchayadi, temir, kalsiy va titan (4310 $\text{\AA}$) chiziqlari hosil bo'ladi.	7500°	Egizaklarning α -si, Egizaklarning δ -si, Kichik Itning α -si (Protsion), Perseyning α -si, Kormaning λ -si.
G	Kalsiyning H va K chiziqlari intensivlashgan, temirning 4226 $\text{\AA}$ li chizig'i juda intensiv. Metallarning ko'plab chiziqlari paydo bo'ladi. Vodorodning chizig'i K sinfga o'tishda xiralashadi. Polosa esa intensivlashadi.	6000°	Quyosh, Aravakashning α -si (Kapella), Janubiy Gidraning β -si
K	Metallarning (qisman H va K, 4226 $\text{\AA}$) chiziqlari intensiv, vodorod chiziqlari unchalik ko'zga tashlanmaydi. G polosasi intensiv. K5 sinchasidan boshlab TiO titan oksidining yutilish chizig'i ko'rına boshlaydi.	5000°	Xo'kizboqarnin g α -si (Arktur), Egizaklarning β -si (Polluks), Buzoqning α -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. Spektrodagi Kitning o ni tipi o'zgaruvchan goper davrigacha vodorodning nurlanish chizig'i paydo bo'ladi (Me bilan belgilanadi).	3500 – 2000°	Orionning α-si (Betelgeyze), Chayonning α-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 kiruvchi 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. Spektr 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, I-yorug', p-noto'g'ri (noaniq) chiziq, n, s, p, l ko'rsatgichlar spektr belgisidan keyin quyiladi. Keyinchalik spektral sinfi (yoki mm) bo'yicha spektral sinflar yorqinligi bo'yicha ham ajrata boshlandi (I-o'tagigantlar, II-yorug' gigantlar, III-gigantlar, IV-subgigantlar, V-bosh ketma-ketlik, VI-sub karliklar, VII-oq karliklar).

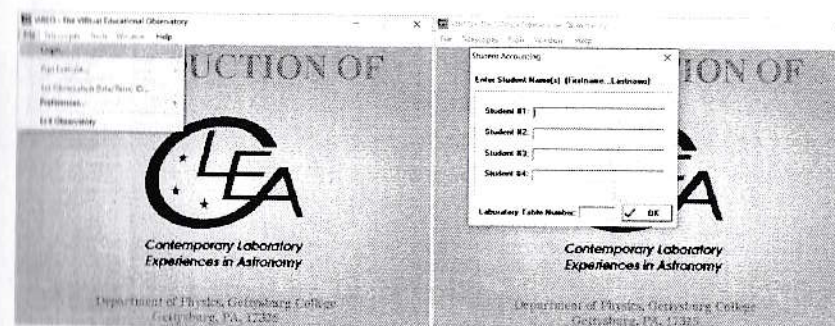
Yulduzlarning spektrogrammalarini standart yulduz spektrlari bilan solishtirib, yulduzlarning spektral sinflarini topish mumkin. Bunda vodorod va ionlashgan kalsiyning intensivligi bir spektral sinfdan boshqasiga o'tganda keskin o'zgarishiga e'tibor berish kerak.

YULDUZLAR SPEKTRINI OLISH

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 kunda katta optik va ajrataoish kuchiga ega teleskoplarini, shuningdek, yuqori sezgirlikka va kvant chiqishiga ega nurlanish priyo'mniklarning 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: VIREO dasturini yuklab olish uchu ixtiyoriy internet brovzerga quyidagi silkani kirgizing
(http://public.gettyvshurg.edu/~marschal/clea/clea_products/pc/VIREO.exe)

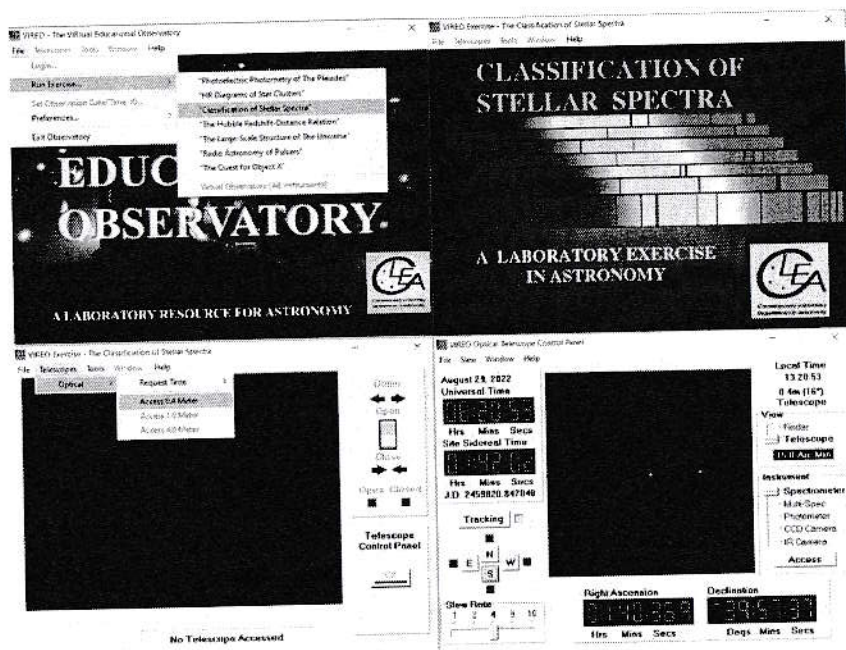
1) Yulduzlarni sinflashtirish bo'yicha ishni boshlash. Kompyuterga VIREO dasturi o'rnatiladi va dastur ishga tushiriladi. VIREO dasturi (I) ishchi oynasi ochilgach, uning tepa chap chetida «File» yozuvi ustiga kursorni qo'yib bir marta bosib, hosil bo'lgan ustundan «Login» ni bosib (1-rasm, chapda). Ishchi oynada «Student Accounting» sahifasi ochiladi (1-rasm, o'ngda).



1-rasm.

Unga talabalarining ismini va laboratoriya ishi raqamini (Laboratory Table Number:) kiritib va «Ok» ni bosib, yangi sahifa chiqadi, unda tepa chap chetidagi «File» yozuvi ustiga kursorni qo'yib bir marta bosib, hosil bo'lgan ustundan «Run Exercise...» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlang, hosil bo'lgan ustundan «Classification of stellar spectra» nomli yozuv ustiga kursorni bir marta bosib yulduzlarni spektral sinflashtirish ishi ochiladi (2-

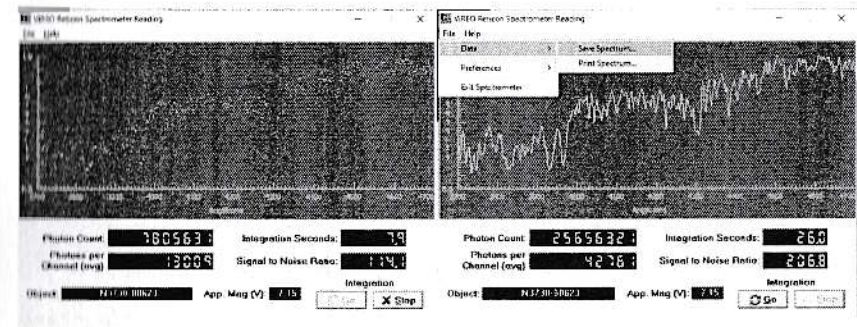
rasm, tepa chapda). Yangi ochilgan (II) sahifa tepasidan «**Telescopes**» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlab bir marta bosing, unda «**Optical**» yozuvi hosil bo'ladi. Kursorni «**Optical**» yozuvi ustiga qo'ying va hosil bo'lgan ustunda «**Access 0,4 Meter**» bosing (2-rasm, past chapda). Bu imkoniyatlarda 0,4 m va 1,0 m teleskoplarda ishlash hozirgacha ta'minlangan. Ishni 0,4 m dan boshlagan ma'qul. Endi «**Open**» tugmasini bosing, observatoriya oynasi ochilgach «**off**» tugmasini bosib teleskop (III) sahifasi ochiladi. 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 «**Tracking**» ni bosing. Kursorni «**N**», «**S**», «**E**» va «**W**» ustiga ketma-ket qo'yib teleskopni ikki o'q atrofida aylantiramiz va kerakli yulduzni qizil ramka ichiga kiritamiz (bunda «**Slew Rate**» teleskopning burilish tezligini boshqaradi). Yulduzli osmonda qizil ramka ichiga N, S, E, W tugmalar yordamida birorta yulduzni joylashtirib, «**View**» ustunidan «**Telescopes**» yozuviga bosing (2-rasm, past o'ngda).



2-rasm.

Eshik o'rtasida ikkita parallel qizil kesmachalar paydo bo'ladi. Ular spektr kirish tirqishini ko'rsatadi. N, S, E, W tugmalar yordamida tanlangan yulduzni tirqish ichiga joylashtiramiz va teleskop eshigidan o'ng tomonida «Instrument» ustuni pastidagi «Access» nomli tugmani bosamiz va «VIREO

Reticon spectrometer Reading» nomli yangi (IV) sahifa ochiladi. Sahifa o'rtasida koordinata o'qlari belgilangan (abtsissa o'q bo'yicha to'liq uzunliklari, angstremlarda, ordinata o'qi bo'yicha nisbiy intensivliklar) grafik chizish uchun tayyor chizma joylashtirilgan. Endi «Go» tugmasining ustiga kursorni qo'yib bosing. Chizma ichida spektrometr qabul qilayotgan fotonlar orqali yulduz spektri shakllana boshlaydi. 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'liq uzunlikda kelayotgan oqimning haqiqiy qiymatiga yaqinlasha boradi, spektrning yozuvi silliq egri chiziqqa aylanaboshlaydi. Chizmadan pastda yulduzning belgisi «Object» to'g'risida, ko'rinma kattaligi «App. Mag (V)» ko'rinib turadi. Foton yig'ish vaqti «Integration» (sekundlarda), o'rtacha har bir fotodiodda to'plangan fotonlar soni «Photons per Channel» va signal/shovqin nisbati «Signal/Noise» to'g'risida yozila boshlaydi (3-rasm, chapda).

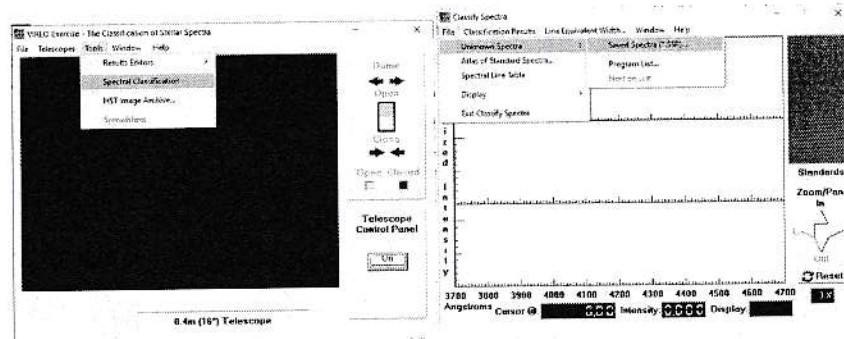


3-rasm.

«Signal/Noise» nisbati 100 dan ortishini kutib, foton sanashni davom ettiramiz. Bu nisbat 1000 ga yaqinlashganda spektr juda yuqori sifatlilik bo'lib chiqadi. «Signal/Noise» nisbat 100 dan oshgandan keyin «Stop» ni bosish mumkin. Shunda sanash to'xtaydi va o'lchash natijalarini kompyuter xotirasiga yozib qo'yish kerak, buning uchun sahifa tepasidagi «File» ga kirib «Data» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlang, hosilbo'lgan ustundan «Save Spectrum» ni bosing. Bunda olingan spektr boshida talaba nomiga ochilgan papka ichiga ob'yekt nomi (...CSP) bilan saqlandi (3-rasm, o'ngda). Endi uchinchi (III) sahifaga qaytamiz, qizil kvadra ichiga boshqa yulduzni qo'yamiz, «View» dan «telescopes» ni bosib uni spektrometr tirqishiga qo'yamiz va o'lchash tartibi yuqorida aytilganidek takrorlanadi.

SPEKTRAL SINFLASHTIRISH

Spektriga ko'ra yulduzning sinfini aniqlash uchun (II) sahifadagi «Tools» ustiga kursorni bir marta bosib, ochilgan ustundan «Spectral Classification» ustiga bosangiz yangi (V) sahifa ochiladi (4-rasm, chapda), uning yuqori chap burchagida Kursorni «File» → «Unknown Spectrum» → «Saved Spectra» → ...csp (yuqorida o'lchangan va hali sinfi aniqlanmagan yulduz spektri joylashgan fayl) ketma-ketlikda yurgizib oxiri yozuv ustiga qo'yib bosamiz. Sahifaning o'rta qismiga yuqorida o'lchanib ...csp fayl sifatida saqlangan yulduz spektri yozuvi chiqadi (4-rasm, o'ngda). Endi yana «File» → «Atlas of Standards ...» ni bosamiz, standart yulduzlar ro'yxati chiqadi (5-rasm, tepa chapda).

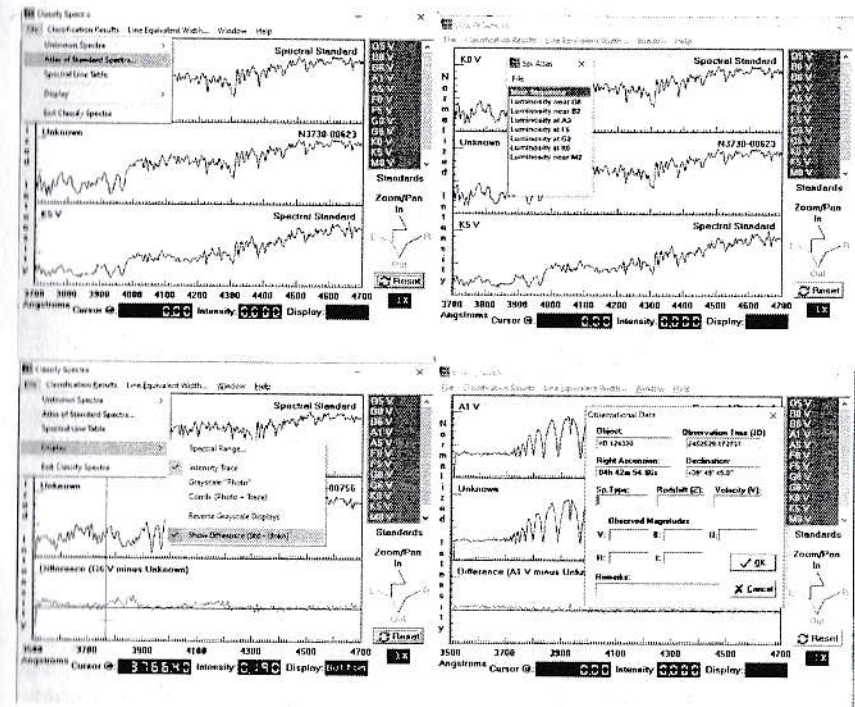


4-rasm.

Standart yulduzlar ro'yxatida bosh ketma-ketlik va uning pastida gigant va o'tagigant yulduzlar spektridan namunalar joylashtirilgan. Agar o'lchangan spektrning ko'rinishi gigantlar yoki o'tagigantlarnikiga 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 (5-rasm, tepa o'ngda).

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'yibv«File» → «Display» → «Show Difference» ketma-ketlikda bossangiz pastdagi standart spektr o'rnida yuqoridagi va noma'lum spektr ayirmasi qizil rangda yoziladi (5-rasm, past chapda). Agar sinflashtirish yaxshi bajarilgan bo'lsa bu qizil ayirma to'g'ri chiziqdand juda kam farq qiladi. Noma'lum spektrning sinfi aniqlangach, uni kompyuter xotirasiga yozib qo'yish kerak. Buning uchun kursorni sahifaning yuqori chap tomonidagi «Classification Results» ga bosamiz, yangi sahifacha chiqadi, unda «Sp. Type» yozuv tagidagi katakka yuqorida aniqlangan noma'lum yulduz spektral sinf belgisini yozib qo'yamiz (5-rasm, past o'ngda) va «Ok» ni

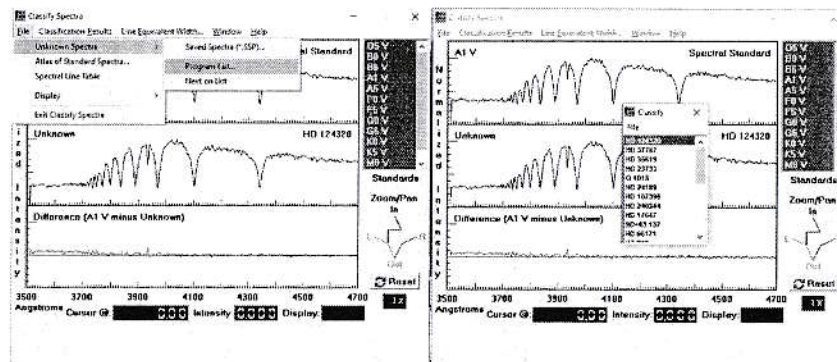
bosamiz. Ekranda III sahifa ochiladi, o'lchash va sinflashtirish uchun yangi yulduz tanlanadi va yuqoridagi tartibda ish bajariladi.



4-rasm.

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 (II) sahifadagi «Tools» ustiga kursorni bir marta bosib, ochilgan ustundan «Spectral Classification» ustiga bosib (V) sahifa ochiladi va «File» → «Unknown Spectrum» → «Program List» yo'l bilan yurgizib bosamiz (6-rasm, chapda).



6-rasm.

Sahifa o'rtasida «Classify» yozuvli sahifacha ochiladi, unda yulduzlar ro'yxati keltirilgan. Birin ketin yulduz tanlab uning spektral sinfi aniqlanishi kerak. Bunda nomalum yulduz spektral sinfini aniqlashda qilingan ishlar ketma-ketlikda bajariladi.

VAZIFALAR

1. Kuzatayotgan Osmon sahnigizda kamida 20 ta yulduzlarni tanlang. Bu yulduzlarni spektrometr yordamida spektrogrammalarini oling va natijalaringizni tahlil qilib, yulduzlarning spektral sinflarini aniqlang (kerakli ma'lumotlarni yozib quyodagi jadvalga yozib borng).
2. Birinchi bandedagi yulduzlar uchun "spektr-yorqinlik diagrammasi" ni tuzing.
3. Olingan spektrlardan foydalanib Yulduzlarning kimyoviy tarkibi to'g'risida xulosalar chiqaring.

12-ISH YUZASIDAN HISOBOT

1. Yulduzlarning spektral sinfi va yorqinligi.

Tanlangan yulduzlar	m_v	α (h,m,s)	δ (°, ', ")	t (sek)	N_{fot}	A_v	S/Sh	SpS	L ($L_{\odot}$)
1.									
2.									
3.									
.									
.									
.									
20.									

2. "Spektr - yorqinlik diagramma" si.



ISH YUZASIDAN SAVOLLAR

1. Statsionar yulduzlar deb qanday yulduzlarga aytiladi?
2. Yulduzlarning spektral sinflarini va bu sinflarga mos haroratlarini ayting.
3. C sinfiga kiruvchi yulduzlarning K va M sinflariga kiruvchi yulduzlardan qanday farq qiladi?
4. Yulduzlarning effektiv temperaturasi deb nimga aytiladi va u qanday tiopiladi?
5. Vinning absolyut qora jism uchun siljish qonunini ayting va tenglamasini yozing (bunda Vin doimiysining qiymatini ayting).

13-ISH. ASTRONOMIK KUZATUVLARDA OLINGAN TASVIRLARNI "MAXIM DL" YORDAMIDA TEZKOR ASTROMETRIYA QILISH

Ishning maqsadi: Talabalarni astronomik kuzatuvlardan olingan natijalar bilan ishlashga o'rgatish, olingan natijalarni astrometriya qilishni o'rganish.

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Windows (7-11) (64-bit) operatsion sistemasida ishlaydigan kompyuter (internet tarmog'iga ulangan bo'lishi kerak), "Maxim DL" dasturi, hisoblagich.

Nazariy qism

Osmon jismlaridan keladigan fotonlar teleskopning optikasi orqali o'tadi va standart holatda yarimo'tkazgichli fotodetektor (CCD, CMOS) yuzasiga tushadi, bu erda ular piksellarda to'plangan zaryadga aylanadi. Fotometriya - bu zaryadni, ya'ni ob'ektlarning yorqinligini (yoki yorug'lik oqimini) o'lchash jarayoni. Yorqinlik ma'lumotlari, ayniqsa filtrlarda rang, masofa, o'lcham, harorat va boshqa ko'plab fizik parametrlarni aniqlashga yordam beradi. O'zgaruvchan yulduzlarni qidirishni fotometriyasiz amalga oshirib bo'lmaydi. MaxIM DL sizga yulduzlar, asteroidlar, kometalar va umuman rasmlaringizdagi har qanday ob'ektni fotometr qilish imkonini beradi. Bu dastur diafragma fotometriya usulidan foydalanadi.

MaxIm DL da rasmlarni kalibrlash

Kalibrlash bir qator jarayonlarning (elektromagnit shovqinlari, qabul qiluvchi ichidagi elektronlarning issiqlik harakati, matritsa sezgirlikning piksel-piksel notekisligi va boshqalar) astronomik ob'ektning tasviri bo'yicha, bu uning estetik idrokiga, individual tafsilotlarning farqlanishiga, fotometrik tahlillarga va hatto astrometrik o'lchovlarga sezilarli ta'sir qiladi.

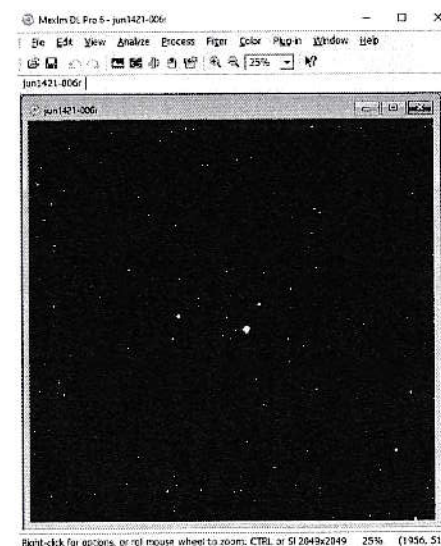
Shunday qilib, rasmlarni kalibrlashning klassik turlari:

1. Bias - o'qish shovqinli ramka. Kamera qopqog'i yoki teleskop qopqog'iga hech qanday talablar yo'q.
2. Dark - qorong'u oqim ramkasi, matritsada haroratga va ta'sir qilish vaqtiga bog'liq. Agar sizda kamera bo'lsa, u holda ISO dan. U matritsada yopiq panjur bilan chiqariladi (siz teleskop naychasini qopqoq bilan yopish orqali "yordam berishingiz" mumkin).
3. Flat - tekis maydon ramkasi. Gistogrammani "urish" uchun zarur bo'lgan ochiq deklanşör va tortishish tezligi bilan bir xil yoritilgan ob'ekt (alacakaranlik osmonining bir qismi, oq qog'oz varag'i, plastmassa va boshqalar) olinadi.

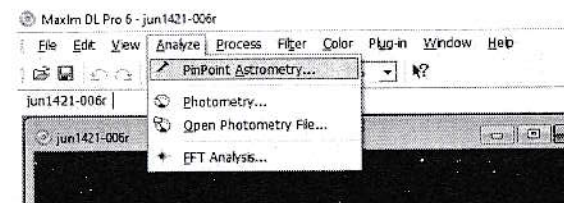
Zamonaviy kameralarda o'qish shovqini kam, shuning uchun Bias kamroq ishlatiladi. Dark rasmga olish qiyinroq, chunki u nisbatan uzoq vaqt va tegishli haroratni saqlab turishni talab qiladi, lekin yozda, zaif sovutish tizimiga ega matritsalar uchun ham muhim rol o'ynaydi.

Ish bajarish tartibi

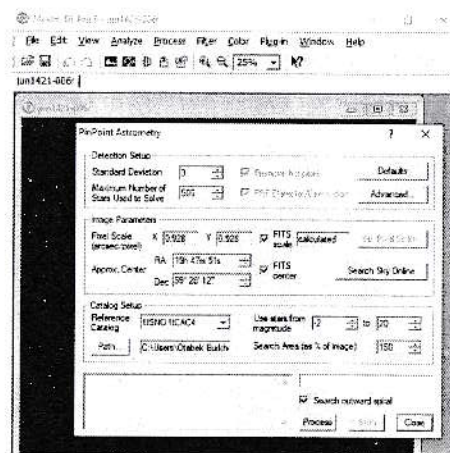
MaxIm DL ni ishga tushiramiz. Astrometriya uchun kerakli tasvirni MaxIm DL da ochamiz. Xozirgi holatda biz **jun1421-006r.fit** tasvirini ochamiz.



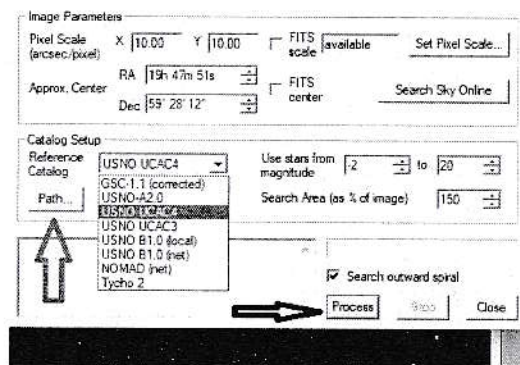
Quyidagi rasmda ko'rsatilganidek MaxIm DL menyusida "Analyze" → "PinPoint Astrometry" buyrug'ini ishga tushiramiz.



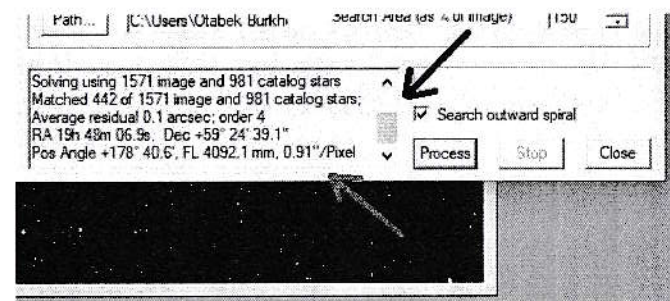
Natijada bizda "PinPoint Astrometry" ni quyidagicha interaktiv oynasi ochiladi.



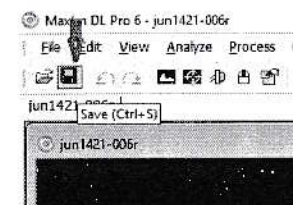
“PinPoint Astrometry” ni interaktiv oynasida birinchi galda astrometriya uchun yulduzlarni tayanch katalogi quyidagi rasmdagidek tanlanadi. Tanlangan katalog joylashgan direktoriyani ko’rsatish uchun qizil strelka bilan ko’rsatilgan “Path...” tugmasidan foydalaniladi.



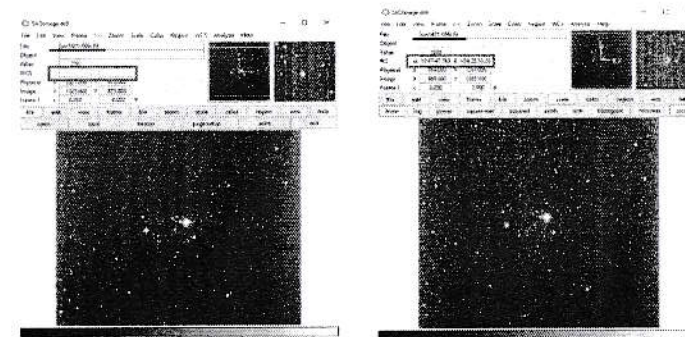
1) Katalog tanlanganidan keyin “Process” tugmasi (yuqoridagi rasm qora strelka bilan ko’rsatilgan) bosiladi. Natijada “Process” tugmasini chap tomonidagi (quyidagi rasmda qizil strelka bilan ko’rsatilgan) oynada astrometriya natijalari ko’rinadi. Barcha natijani ko’riish uchun qora strelka bilan ko’rsatilgan siljitish tugmasidan foydalaniladi. Agar natija ijobiy bo’lsa MaxIm DL da tezkor astrometriya amalga oshirilgan bo’ladi. “PinPoint Astrometry” ni interaktiv oynasidan chiqish uchun “Close” tugmasi bosiladi.

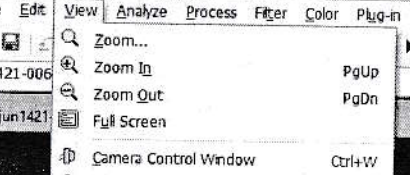


2) “PinPoint Astrometry” ni interaktiv oynasi yopilgandan keyin standart saqlash (Save) tugmasi bosiladi.



3) Natijalarni ko’rish uchun DS9 dasturidan foydalanish mumkin. Agar tanlangan tasvirimiz oldin astrometriya qilinmagan bo’lsa DS9 ob’yektlarni ekvatorial (to’g’ri chiqish (α) va og’ish burchaklari (δ)) koordinatalarini ko’rsatmaydi, agar astrometriya qilingan bo’lsa ko’rsatadi (qizil to’rtburchak ichini solishtiring). Ya’ni, quyidagicha



- 
- Maxim DL Pro 6.0 - jun1421-006r
- File Edit View Analyze Process Filter Color Plug-in Window Help
- jun1421-006
- jun1421
- Zoom... PgUp
- Zoom In PgDn
- Zoom Out
- Full Screen
- Camera Control Window Ctrl+W
- Observatory Control Window Ctrl+T
- Screen Stretch Window Ctrl+H
- Information Window Ctrl+I
- Zoom Window Ctrl+M
- Pan Window Ctrl+R
- FITS Header Window Ctrl+F**
- Log Window Ctrl+L
- Graph Window Ctrl+G

```

FITS Header for jun1421-005r.fits
View Edit

OBSERVER = 'Burkhanov' / Observer name
NOTES =
FLIPSTAT =
SOWNER = 'Ulugh Beg Astronomical Institute'
INPUTMT = 'FITS' / Format of file from which image was read
HISTORY = 'File was processed by PnPoint 5.1.3 at 2021-08-15T20:18:35
DATE = '14/06/21' / [old format] UTC date of exposure start
TIME_OBS = '19:27:08' / [old format] UTC time of exposure start
TIME = '19:27:08' / [old format] UTC time of exposure start
TIMESYS = 'UTC' / Default time system
RADECSYS = 'FK5' / Equatorial coordinate system
RA = '19 47 51.00' / [Pns J2000] Target right ascension
DEC = '+59 28 12.0' / [Mag J2000] Target declination
EQUINOX = '1 87268946128E-01' / J2000 zero point for 1 sec exposure
EPOCH = '2000.0' / Equatorial coordinates are J2000
EPOCH = '2000.0' / Incommod but needed by old programs
PA = '1.78678419165E-002' / [deg, 0-360 CCW] Position angle of plate
CTYPE1 = 'RA--TAN' / X-axis coordinate type
CRVAL1 = '2.97028644607E+002' / X-axis coordinate value
CRPIX1 = '1.02450000000E+003' / X-axis reference pixel
CDELT1 = '5.25208411252E-004' / [deg/pxel] X-axis plate scale
CROT1 = '1.42358083007E+000' / [deg] Pixel angle wrt X-axis
CTYPE2 = 'DEC--TAN' / Y-axis coordinate type
CRVAL2 = '5.54108593206E-001' / Y-axis coordinate value
CRPIX2 = '1.02450000000E+003' / Y-axis reference pixel
CDELT2 = '5.252083715225E-004' / [deg/pxel] Y-axis Plate scale
CROTA2 = '1.32359830872E+000' / [deg] Roll angle wrt Y-axis
C1_1 = '2.51941621112E-004' / Change in RA--TAN along X-axis
C1_2 = '5.82178396407E-006' / Change in RA--TAN along Y-axis
C2_1 = '5.521095901143E+006' / Change in DEC--TAN along X-axis
C2_2 = '2.519714581115E-004' / Change in DEC--TAN along Y-axis
TR1_0 = '1.02449991173E+003' / Private X-axis distortion coefficients
TR1_1 = '2.04895958493E-003'
TR1_2 = '1.90753956702E-001'

```

- Agar Sizga yetarlicha katta aniqlikdagi astrometriya natijalari kerak bo'lsa yulduzlarni UCAC4 katalogidan foydalanish tavsiya etiladi.

1. Har bir talaba teleskopda olingan tasvir ma'lumotlaridan foydalanib "Maxim D1" dasturi orqali tasvirlarni astrometriya qilishadi.
2. Astrometriya qilingan tasvirlardagi yorqin ob'ektlarning to'g'ri chiqish, og'ishi va ularning yulduz kattaligi yozib olinadi.
- 3.

1. Yulduzning yorqinligi uchun pogson formulasini yoritib bering.
2. Astrometriya deb nimaga aytiladi.
3. CCD kameraning vazifasini tushuntirib bering.
4. Fotometriya va astrometriya bir biridan nima bilan farqlanadi.

14-ISH. QIZILGA SILJISH VA XABBL QONUNI O'RGANISH

Ishning maqsadi: galaktikalar spektrida chiziqlarning qizilga siljishini masofaga bog'liqligini tushuntirish va galaktikalar spektrida qizilga siljishni o'lchash orqali Habbel qonunini o'rganish.

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Windows 7-11 (64-bit) kompyuter, VIREO (Virtual o'quv observatoriyasi) dasturi.

Nazariy qism

Har bir sayyora, yulduz va galaktikaning o'z yaralish epoxasi mavjudligi tayin. Biz bilamizki ularning barchasi, eng maydasidan to eng ulkanlarigacha doimiy xarakatda. 1929 yilda Edvin Xabbl o'zining mashhur qonunini keltirib chiqardi, ya'ni. - «Uzokda joylashgan koinot jismlarining qizilga tomon siljishi kuzatuvchi va shu koinot jismi o'rtasidagi masofaga proporsionaldir».

$$D = \frac{1}{H_0} cz$$

bu yerda, H_0 - Xabbl doimiyliigi, c - yorug'lik tezligi, z - qizilga tomon siljish. Bundan quyidagicha xulosa kelib chiqadi: Galaktika bizdan qancha uzoq bo'lsa, u shuncha bizdan tez uzoqlashadi.

Demak, H_0 dan Galaktika va galaktikadan tashqari ob'ektlargacha bo'lgan masofani baxolashda foydalaniladi. 2005 yildan $H_0 = -72 \pm 3$ (km/sek)/Mpk deb baxolangan. H_0 nazariy xisob kitoblarda vaqtga bog'lik o'zgaradi. Lekin u xar bir vaqt momentida barcha nuqtalar uchun o'zgarmasligi bilan doimiylik sifatida o'zini oqlagan. Shu yerda eslatib o'tish joizki, H_0 ga teskari qiymat shu vaqt birligidagi Koinotning kengayish vaqtini xarakterlovchi kattalik ma'nosini bildiradi. H_0 - odatda (km/sek)/Mpk larda ifodalanadi.

Yoritkichning bizdan uzoqlashish nuriy radial tezligi $v_r = cz$ ga teng. Agar galaktikalarining yulduz kattaligini bilsak unda ulagacha masofani quyidagi fo'rmuladan hisoblash mumkin.

$$M = m + 5 - 5 \lg D$$

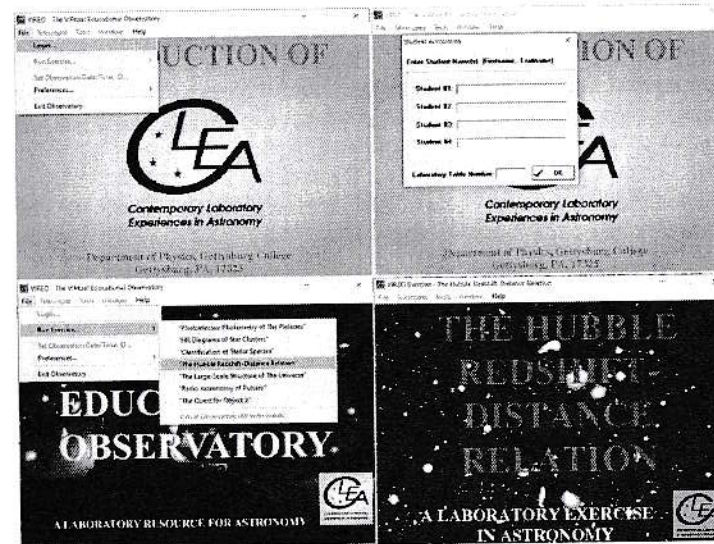
Bundan

$$D = 10^{(m-M+5)/5}.$$

Ishni bajarish tartibi

Kompyuterga VIREO dasturi o'rnatiladi va dastur ishga tushiriladi. VIREO dasturi (I) ishchi oynasi ochilgach, uning tepa chap chetida «File» yozuvi ustiga Kursorni qo'yib bir marta bosib, hosil bo'lgan ustundan

«Login» ni bosib (1-rasm, tepa chapda). Ishchi oynada «Student Accounting» sahifasi ochiladi (1-rasm, o'ngda).



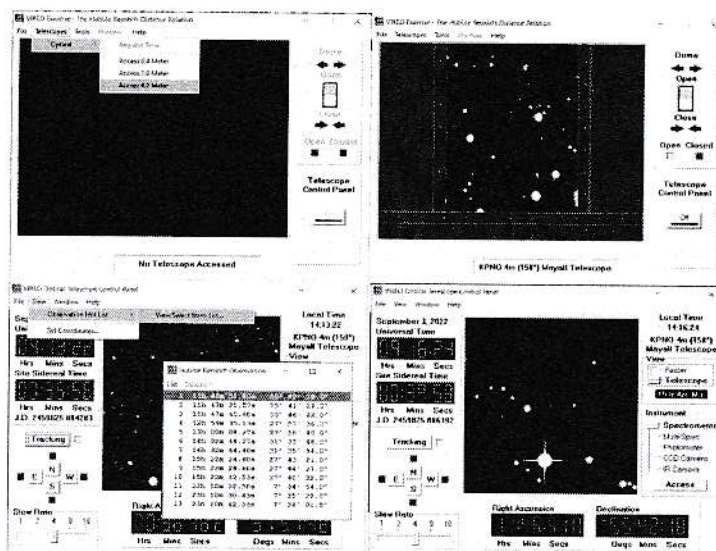
1-rasm.

Unga talabalarning ismini va laboratoriya ishi raqamini (Laboratory Table Number:) kiritib va «Ok» ni bosib, yangi sahifa chiqadi, unda tepa chap chetidagi «File» yozuvi ustiga kursorni qo'yib bir marta bosib, hosil bo'lgan ustundan «Run Exercise...» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlang, hosil bo'lgan ustundan «The Hubble Red Shift Distance Relation» nomli yozuv ustiga kursorni bir marta bosib yangi sahifani ochamiz (1-rasm, pastda).

TELESKOPNI ISHGA TUSHIRISH

Yangi ochilgan (II) sahifa tepasidan «Telescopes» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlab bir marta bosib, unda «Optical» yozuvi hosil bo'ladi. Kursorni «Optical» yozuvi ustiga qo'ying va hosil bo'lgan ustunda «Access 4 Meter» bosib (2-rasm, tepa chapda). Bu imkoniyatlarda 0,4 m va 4,0 m teleskoplarda ishlash mumkin. Ishni yagin galaktikalarni kuzatishda 1 m va uzoq galaktikalarni kuzatishda 4 m teleskopdan foydalanish tavsiya etiladi. Endi «Open» tugmasini bosib, observatoriya oynasi ochilgach «off» tugmasini bosib teleskop (III) sahifasi ochiladi. Osmon sahnida yoritkichlar va qizil kvadrat bor, e'tibor bersangiz yoritkichlar chapdan o'ngga tomon siljimoqda, bu osmonning qo'zg'almas teleskopga nisbatan sutkaviy

aylanishidir, bu harakatni to'xtatish uchun «Tracking» ni bosing. Yulduzli osmonda qizil ramka ichiga N, S, E, W tugmalar yordamida kuzatuv maydonida birorta galaktikani topib joylashtiramiz yoki «Slew» menyusidan «Observation Hot List» → «View/Select ...» Amalni bajarish orqali 13ta galaktikalardan iborat ro'yxatini ochamiz (2-rasm, past chapda). Ochilgan ro'yxatdan birinchi galaktika ustiga Kursorni ketma-ket ikki marta bosish orqali teleskopni bu ob'ektga to'g'irlaymiz. Teleskop kerakli ob'ektga to'g'irlangandan keyin «View» ustunidan «Telescops» yozuviga bosimg.



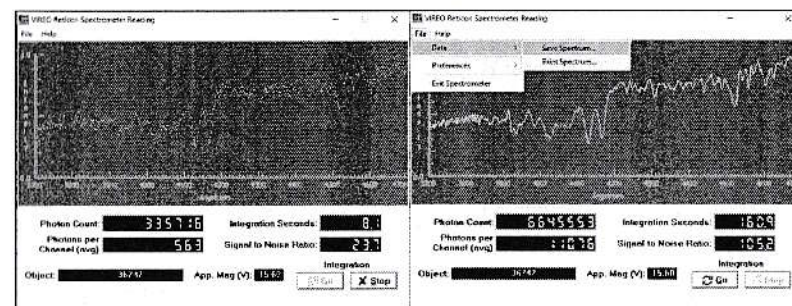
2-rasm

Kuzatuv oynasi o'rtasida ikkita parallel qizil kesmachalar paydo bo'ladi (2-rasm, past o'ngda). Ular spektr kirish tirgishini ko'rsatadi. Agar parallel qizil chiziqlar galaktikani ustida bo'lmasa N, S, E, W tugmalar yordamida tanlangan galaktikani tirgish ichiga joylashtiramiz.

SPEKTROMETR YORDAMIDA GALAKTIKA SPETRINI ANIQLASH

Galaktika spetrini aniqlash uchun «Telekop boshqaruv paneli (II sahifa)» dan «Instrument» ustuni pastidagi «Access» nomli tugmani bosamiz va «VIREO Reticon spectrometer Reading» nomli yangi (IV) sahifa ochiladi. Sahifa

o'rtasida koordinata o'qlari belgilangan grafik chizish uchun tayyor chizma joylashtirilgan. Endi «Go» tugmasining ustiga kursorni qo'yib bosimg. Chizma ichida spektrometr qabul qilayotgan fotonlar orqali galaktika spektri shakillana boshlaydi. Fotodiodlar tushayotgan fotonlar oqimi o'zgaruvchan bo'lganligi uchun qancha uzoq vaqt davomida foton sanalsa har bir fotodiodga tushayotgan fotonlar yig'indisi shu to'liq uzunlikda kelayotgan oqimning haqiqiy qiymatiga yaqinlasha boradi, spektrning yozuvi silliq egri chiziqqa aylanaboshlaydi. Chizmadan pastda galaktikaning belgisi «Object» to'g'risida, ko'rinma kattaligi «App. Mag (V)» ko'rinib turadi. Foton yig'ish vaqti «Integration» (sekundlarda), o'rtacha har bir fotodiodda to'plangan fotonlar soni «Photons per Channel» va signal/shovqin nisbati «Signal/Noise» to'g'risida yozila boshlaydi (3-rasm, chapda).



3-rasm.

«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 100 dan oshgandan keyin «Stop» ni bosish mumkin. Shunda sanash to'xtaydi va o'lchash natijalarini kompyuter xotirasiga yozib qo'yish kerak, buning uchun sahifa tepasidagi «File» ga kirib «Data» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlang, hosilbo'gan ustundan «Save Spectrum» ni bosimg. Bunda olingan spektr boshida talaba nomiga ochilgan papka ichiga ob'ekt nomi (...CSP) bilan saqlandi (3-rasm, o'ngda). Endi uchinchi (III) sahifaga qaytamiz va galaktikalar ro'yxatidan qolganlarini ham xuddi shunday spektrini aniqlab olamiz.

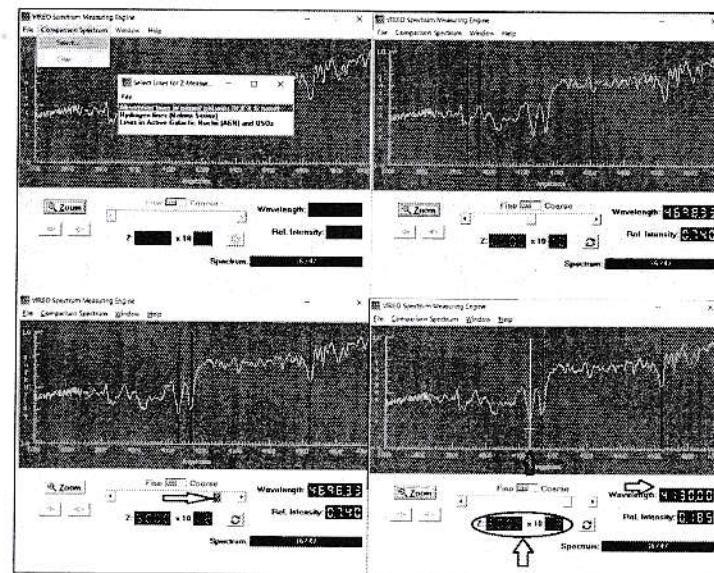
GALAKTIKALAR SPEKTRINI TEKSHIRISH

Endi olingan natijalar orqali galaktikalarining spetrlarini tahlil qilamiz. Buning uchun osmon sahnini berkitib (I) asosiy sahifaga qaytamiz. Bu sahifaning chap yuqori qismidagi "Tools" → "Spectrum Measuring" dan **"VIREO Spectrum Measuring Engine"** koordinata sistemasi ochiladi. Sahifaning chap yuqori burchagidagi "File" → "Data" → "Load Saved Spektrum" amali bajariladi. Bunda yuqorida saqlangan spektrlar papka ko'rsatiladi. Ulardan ketma-ketlikda tanlab ochamiz (4-rasm).



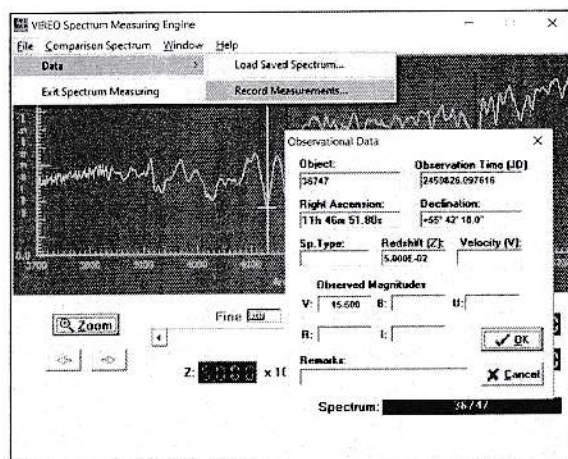
4-rasm.

Koordinatalar sistemasi ichida biz tanlagan spetr chiqadi. Bu sahifada "Comparison Spectrum" → "Select" amalini bajarish orqali "Line for Z Measurement" sahifasi ochiladi (5-rasm, tepa chapda). Bu sahifadan "Absorbion Line in normal galactics (H, K, and G band)" ustiga Kursor bilan tez-tez ikki marta bosish orqali ochilgan galktika spektrida H, K va G chiziqlarining o'rnini ko'rsatuvchi vertikal chiziqlar paydo bo'ladi (5-rasm, tepa o'ngda).



5-rasm.

Odatda H, K va G chiziqlari eng intensive bo'ladi va ularning spetri o'rnini ko'rsatuvchi bu vertikal chiziqlar birgalikda pasdagi suriluvchi tugma yordamida o'ngga tomon surilishi mumkin (5-rasm, past chapda). Agar surish tugmasi o'ng chegaraga yetsa, biroq vertikal chiziqlar spektral chiziqlar o'rtasiga tushmasa, surish tugmasi ustidagi katakdagi tugmani "Coarse" ga qo'yish orqali muammoni hal qilsa bo'ladi. Vertikal chiziqlar spektral chiziqning qoq o'rtasida bo'lgan holga mos keladigan "Z" suriluvchi tugma yacheykasiga yozib olinadi (5-rasm, past o'ngda). Bu yozuv butun va kasr qismdan iborat, uning o'ng tomonida yozuvdagi sonni yana o'n darajasi minus songa ko'paytirish zarur. "Z" ni o'lchash vodorod atomi spektral chiziqlari yordamida ham bajarilishi kerak. buning uchun "Comparison Spectrum" → "Select" → "Hydrogen line" oynasiga o'tiladi. Odatda barcha spektral chiziqlardan foydalanib topilgan "Z" ning qiymatlari bir biriga yaqin chiqadi. "Z" ning qiymati topilgandan keyin 6-rasmda keltirilganiday "File" → "Data" → "Record Measurements..." amalini bajaramiz. Bunda yangi sahifa ochilib Z katakchasiga biz topgan qiymat yoziladi, endi "Ok" tugmasini bosib natijani saqlaymiz. Har bir galaktika spektridan yuqoridagi amallarni bajarib "Z" ning qiymatini topamiz va _-jadvalga qiymatlarini yozib boramiz.



6-rasm

VAZIFA

1. Ish ro'yxatida berilgan galaktikalarning spetrlarini oling va saqlang.
2. Spektri olingan galaktikalarning spektrida chiziqlarning qizilga siljishini (Z) o'lchang.
3. Topilgan "Z" ning qiymati asosida galaktikaning bizdan uzoqligi va uzoqlashish nuriy tezligini toping.
4. Olingan natijalardan foydalanib Habbl doimiysining qiymatini toping.

14-ISH YUZASIDAN HISOBOT

Galaktika nomi	Z	m mag	M mag	D Mpk	v km/s	H km/(s Mpk)
1			-22			
2			-22			
...			-22			
13			-22			

Ish yuzasidan savollar

1. Galaktika deb nimaga aytiladi (ularning qanday turlari bor)?
2. Qizilga siljish nimaga aytiladi (topish fo'rmulasini yozing)?
3. Qizilga siljishni qiymati minus ishorada bo'lsa, bu nimani bildiradi?
4. Yoritkichning nuriy tezligi deb nimaga aytiladi?
5. Xabbl qonuni ayting va Xabbl doimiysining ma'nosini tushuntirib bering.

15-ISH. KOINOTNING KATTA O'LCHAMLI TUZILISHI

Ishning maqsadi: galaktikalar spektridagi chiziqlarning qizilga siljishiga ko'ra aniqlangan tezlikni masofaga bog'liqligini tushuntirish va galaktikalarning Koinotda taqsimlanish modelini chizish.

Kerakli jihoz va qo'llanmalar: Windows 7-11 (64-bit) kompyuter, VIREO (Virtual o'quv observatoriyasi) dasturi.

Nazariy qism

Koinotning bizga ko'rinadigan qismi Metagalaktika deb ataladi. Metagalaktika milliardlab galaktikalar, kvazarlardan tarkib topgan. Hozirgi zamon kuzatish vositalari yordamida qayd qilingan eng uzoq ob'yekt (kvazar) larning masofasi Metagalaktikaning radiusi deb qabul qilingan va u 4000 Mpk (megaparsek) dan biroz ko'proq. Bu o'lcham Xabbl qonuniga galaktikalarni qochish tezligi o'rniga kvazarlar tezligi (270000 km/s) ni va Xabbl doimiysi $H=73 \text{ km/s} \cdot \text{Mps}$ qiymati asosida topilgan. Metagalaktikadagi ob'ektlar har xil yo'nalishlar va masofalar bo'yicha o'rtacha olganda bir tekis joylashganlar. O'rtacha bir jinsli deganda biz Metagalaktikani katta o'lchamli (1000 Mpk) tuzilishni nazarda tutmoqdamiz. Yuqorida ko'rganimizdek kichik o'lchamli (100 Mpk) qismlarida Metagalaktika bir jinsli emas, unda galaktikalar guruhlari, to'dalari, o'ta katta to'dalar kuzatiladi. Metagalaktikani katta o'lchamlarda bir jinsliliigi undan tashqarida ham o'rinni bo'lsa kerak deb faraz qilish mumkin. Shunday qilib butun Koinot (ya'ni Metagalaktika va undan tashqaridagi koinot qismi) da materiya izotrop va bir jinsli taqsimlangan deb qarash mumkin.

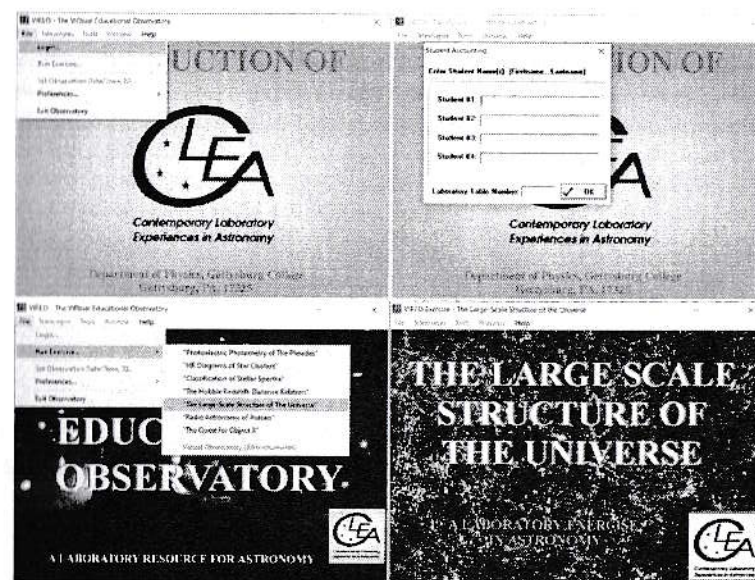
Har xil uzoqlikda joylashgan Koinot ob'ektlaridan kelayotgan va qayd qilinayotgan nurlanish ulardan har xil vaqtlarda sochilgan. Yorug'likning tarqalishi tezligi fundamental fizik doimiyligini hisobga olsak uzoqda joylashgan kvazarlardan kelayotgan nurlanish yaqindagi galaktika (Andromeda tumanligi) dan kelayotganlarga qaraganda ancha (10 mld. yil) oldin sochilgan (yo'lga chiqqan). Metagalaktikada uzoqlik bo'yicha ob'ektlar (galaktikalar) ni taqsimlanishidagi bir jinslilik ular hosil bo'lish vaqti bo'yicha uzluksiz ketma-ketlikni hosil qiladi degan xulosaga olib keladi.

Galaktikalar va kvazarlar spektrida chiziqlarni qizilga siljishi ularni bizdan uzoqlashish bilan tushuntiriladi. Ob'yekt bizdan qancha uzoqda bo'lsa uni uzoqlashish tezligi shuncha katta. Metagalaktika kengaymoqda, kengayish tezligi Xabbl qonuni $v = H \cdot D$ bilan ifodalanadi. Metagalaktikani tashqi chegarasi yaqinida kengayish tezligi yorug'lik tezligiga yaqinlashadi. Agar bu qonuniyat Metagalaktikadan tashqarida ham o'rinni deb hisoblasak u holda bir jinsli butun Koinot hozirda kengaymoqda. Demak u o'tgan zamonlarda hozirgiga qaraganda zichroq va qaynoqroq bo'lgan va uzoq o'tmish (10 mld.

yil oldin) esa zichlik va temperatura juda yuqori bo'lgan. Metagalaktikada kuzatilayotgan ob'ektlar va jarayonlar butun olamni tortishish qonuni (umumiy nisbiylik nazariyasi) ga bo'ysunadi. Bu qonunni uzoq o'tmishdagi o'ta yuqori zichlik (10^{93} g/m^3) va temperaturadagi (10^{32} K) Koinotga tadbiiq etib bo'ladimi, yo'qmi bu muammo bo'lib qolmoqda.

Ishni bajarish tartibi

Kompyuterga VIREO dasturi o'rnatiladi va dastur ishga tushiriladi. VIREO dasturi (I) ishchi oynasi ochilgach, uning tepa chap chetida «File» yozuvi ustiga Kursorni qo'yib bir marta bosib, hosil bo'lgan ustundan «Login» ni bosib (1-rasm, tepa chapda). Ishchi oynada «Student Accounting» sahifasi ochiladi (1-rasm, o'ngda).

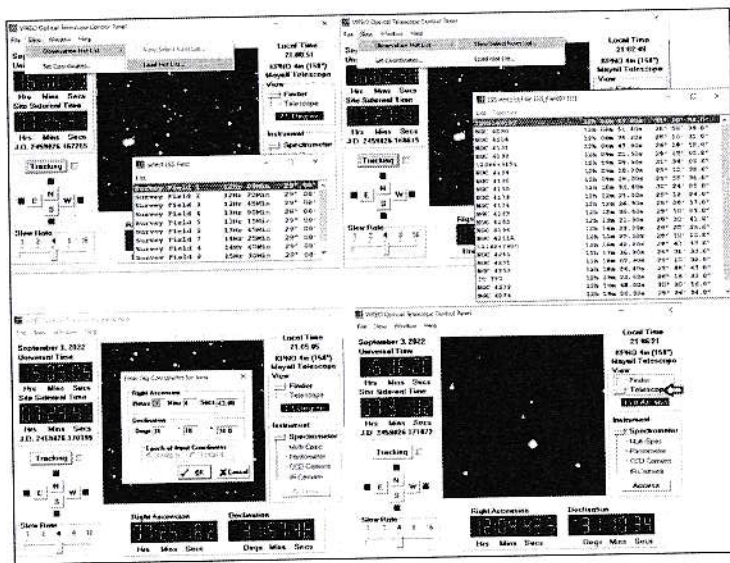


1-rasm.

Unga talabalarning ismini va laboratoriya ishi raqamini (Laboratory Table Number:) kiriting va «Ok» ni bosib, yangi sahifa chiqadi, unda tepa chap chetidagi «File» yozuvi ustiga kursorni qo'yib bir marta bosib, hosil bo'lgan ustundan «Run Exercise...» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlang, hosil bo'lgan ustundan «The Large Scale Structure of The Universe» nomli yozuv ustiga kursorni bir marta bosib yangi sahifani ochamiz (1-rasm, pastda).

TELESKOPNI ISHGA TUSHIRISH

Yangi ochilgan (II) sahifa tepasidan «**Telescopes**» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlab bir marta bosib, unda «**Optical**» yozuvi hosil bo'ladi. Kursorni «**Optical**» yozuvi ustiga qo'yib va hosil bo'lgan ustunda «**Access 4 Meter**» bosib (bu amalni bajarishda 1 m yoki 4 m li telskopdan foydalaniladi). Endi «**Open**» tugmasini bosib, observatoriya oynasi ochilgach «**off**» tugmasini bosib teleskop (III) sahifasi ochiladi. Osmon sahnida yoritkichlar va qizil kvadrat bor, e'tibor bersangiz yoritkichlar chapdan o'ngga tomon siljimoqda, bu osmonning qo'zg'almas teleskopga nisbatan sutkaviy aylanishidir, bu harakatni to'xtatish uchun «**Tracking**» ni bosib. Endigi qiladigan ishimiz kerakli ob'ektlarni tanlash bo'ladi. Buning uchun «**Slew**» menyusidan «**Observation Hot List**» → «**Load Hot List...**» amalni bajarib «**Select LSS Field**» oynasi ochiladi va ro'yhatdan «**Survey Field 1**» ustiga kursor bilan tez-tez ikki marta bosib (bunda birinchi maydon ob'ektlari ro'yhati ochiladi) (2-rasm, tepa chapda), keyin «**Slew**» menyusidan «**Observation Hot List**» → «**View/Select**» Amalini bajarib galaktikalar ro'yxatini ochamiz (2-rasm, tepa o'ngda). Ochilgan ro'yxatdan birinchi galaktika ustiga Kursorni ketma-ket ikki marta bosilsa galaktika koordinatalari chiqadi (2-rasm, past chapda), «**OK**» tugmasini bosib teleskopni bu ob'ektga to'g'irlaymiz. Teleskop kerakli ob'ektga to'g'irlangandan keyin «**View**» ustunidan «**Telescops**» yozuviga bosib.

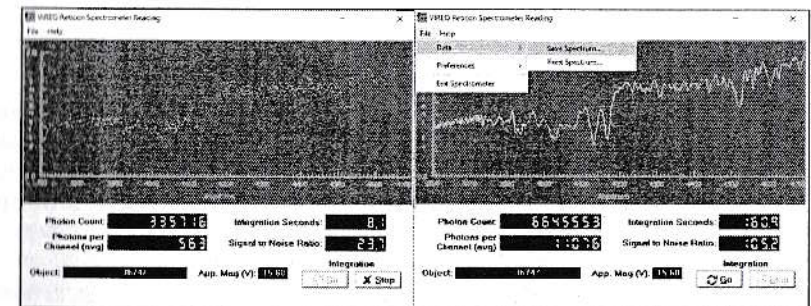


2-rasm

Kuzatuv oynasi o'rtasida ikkita parallel qizil kesmachalar paydo bo'ladi (2-rasm, past o'ngda). Agar parallel qizil chiziqlar galaktikani ustida bo'lmasa N, S, E, W tugmalar yordamida tanlangan galaktikani tirqish ichiga joylashtiramiz.

SPETKTROMETR YORDAMIDA GALAKTIKA SPETRINI ANIQLASH

Galaktika spetrini aniqlash uchun «Telekop boshqaruv paneli (II sahifa)» dan «**Instrument**» ustuni pastidagi «**Access**» nomli tugmani bosamiz va «**VIREO Reticon spectrometer Reading**» nomli yangi (IV) sahifa ochiladi. Sahifa o'rtasida koordinata o'qlari belgilangan grafik chizish uchun tayyor chizma joylashtirilgan. Endi «**Go**» tugmasining ustiga kursorni qo'yib bosib. Chizma ichida spektrometr qabul qilayotgan fotonlar orqali galaktika spektri shakillana boshlaydi. 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 egri chiziqqa aylanaboshlaydi. Chizmadan pastda galaktikaning belgisi «**Object**» to'g'risida, ko'rinma kattaligi «**App. Mag (V)**» ko'rinib turadi. Foton yig'ish vaqti «**Integration**» (sekundlarda), o'rta har bir fotodiodda to'plangan fotonlar soni «**Photons per Channel**» va signal/shovqin nisbati «**Signal/Noise**» to'g'risida yozila boshlaydi (3-rasm, chapda).



3-rasm.

«**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 100 dan oshgandan keyin «**Stop**» ni bosish mumkin. Shunda sanash to'xtaydi va o'lchash natijalarini kompyuter xotirasiga yozib qo'yish kerak, buning uchun sahifa tepasidagi «**File**» ga kirib «**Data**» yozuvi ustiga kursorni to'g'irlang, hosilbo'lgan ustundan «**Save**»

Spectrum» ni bosing. Bunda olingan spektr boshida talaba nomiga ochilgan papka ichiga ob'jekt nomi (...CSP) bilan saqlandi (3-rasm, o'ngda). Endi uchinchi (III) sahifaga qaytamiz va har bir maydondagi galaktikalarning spektrini aniqlab olamiz.

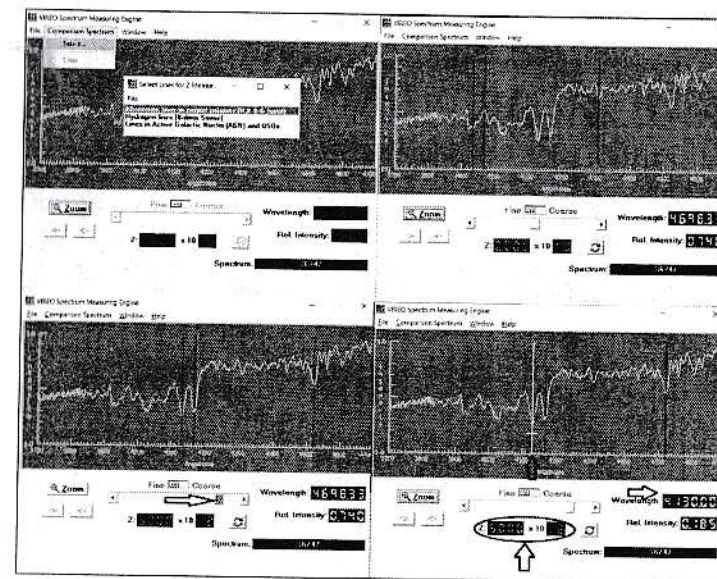
GALAKTIKALAR SPEKTRINING QIZILGA SILJISHI ANIQLASH

Galaktikalar spektridagi qizilga siljishni aniqlash uchun osmon sahnini berkitib (I) asosiy sahifaga qaytamiz. Bu sahifaning chap yuqori qismidagi **"Tools" → "Spectrum Measuring"** dan **"VIREO Spectrum Measuring Engine"** sahifasi ochiladi. Sahifaning chap yuqori burchagidagi **"File" → "Data" → "Load Saved Spectrum"** amali bajariladi. Bunda yuqorida saqlangan spektrlar papka ko'rsatiladi. Ulardan ketma-ketlikda tanlab ochamiz (4-rasm).



4-rasm.

Ochilgan papka ichida biz olgan spektr chiqadi. Bu sahifada **"Comparision Spectrum" → "Select"** amalini bajarish orqali **"Line for Z Measurement"** sahifasi ochiladi (5-rasm, tepa chapda). Bu sahifadan **"Absorbition Line in normal galactics (H, K, and G band)"** ustiga Kursor bilan tez-tez ikki marta bosish orqali ochilgan galaktika spektrida H, K va G chiziqlarining o'rnini ko'rsatuvchi vertikal chiziqlar paydo bo'ladi (5-rasm, tepa o'ngda).

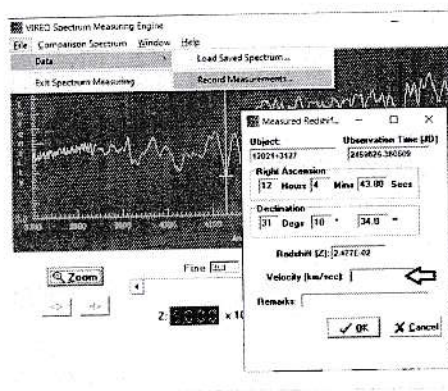


5-rasm.

O'lchash natijalari o'rtachalanib, egri chiziq bilan tutashtiriladi va spektrni yozuvi hosil bo'ladi. Bu yozuvda qora chiziqlar intensivlikni keskin pasayib va yana keskin ko'tarilishi sifatida namoyon bo'ladi va galaktika tutash spektrida chuqurcha shakliga ega bo'lgan K(CaII) 3933,7 A°, H(CaII) 3968,5 A° va G(metall tasma 4305 A°) yutilish chiziqlari ko'ranadi. H, K va G chiziqlarini eng intensivligi pas bo'lgan chuqurchalarga to'g'irlash uchun pastdagi suriluvchi tugma yordamida o'ngga tomon surib to'g'irlanadi (5-rasm, past chapda). Agar surish tugmasi o'ng chegaraga yetsa, biroq vertikal chiziqlar spektral chiziqlar o'rtasiga tushmasa, surish tugmasi ustidagi katakdagi tugmani **"Coarse"** ga qo'yish orqali muammoni hal qilsa bo'ladi. Vertikal chiziqlar spektral chiziqlarning qoq o'rtasida bo'lgan holga mos keladigan **"Z"** suriluvchi tugma yacheykasiga yozib olinadi (5-rasm, past o'ngda). Bu yozuv butun va kasr qismdan iborat, uning o'ng tomonida yozuvdagi sonni yana o'n darajasi minus songa ko'paytirish zarur.

Keyingi qiladigan ishimiz har bir spektral chiziq (H, K, G) uchun to'lqin uzunligini yozib olishdir. Buning uchun vertikal chiziqlar ustiga kursorni to'g'rilab bir marta bosilganda qizil chiziq oq rangga o'tadi, shu holatdagi **"wavelength"** yacheykasidagi son qiymat shu spektr to'lqin uzunligini bildiradi va yozib olinadi.

Aniqlangan qizilga siljish qiymatidan foydalanib galaktikalarning nuriy tezligi topiladi. Endigi qiladigan ish, "File"→"Data"→"Record Measurements..." amalini bajarib olingan natijani saqlash bo'ladi. Saqlash vaqtida "Measured Redshift..." sahifasi ochiladi. Bu sahifada "Velocity" (tezlik) yachaykasiga yuqorida topilgan nuriy tezlik qiymatini yozamiz va "Ok" tugmasini bosib natijani saqlaymiz. Har bir galaktika spektridan yuqoridagi amallarni bajarib qizilga siljishni va tezlik qiymatlarini topib savlash amallarini bajaramiz.



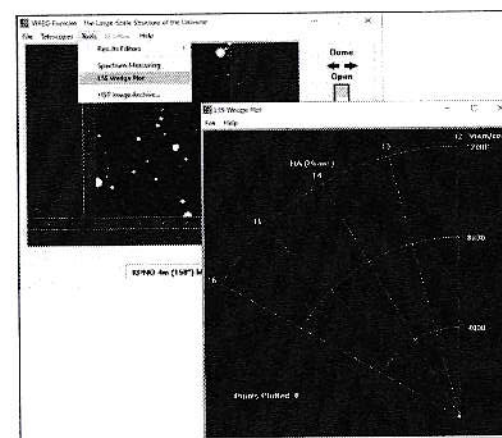
6-rasm.

KOINOTNING KATTA O'LCHAMLI TUZILISHI

Galaktikalar spektrida chiziqlar K(CaII) 3933,7 A°, H(CaII) 3968,5 A° va G(metall chiziqlari) 4305 A° ni siljishidan topilgan, ularning uzoqligi va o'lchangan koordinatalari (α va δ) ga asosan ularni fazoda joylashishi o'rganiladi.

Galaktikalar spektrida chiziqlar to'lqin uzunligi (λ) o'lchangandan keyin bu chiziqlarning qizilga siljishi ($\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$, λ_0 - qo'zg'almas manba spektrida chiziqlarning to'lqin uzunligi) va unga asoslanib galaktikaning nuriy tezligi $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} c$ hisoblanadi. Maydonlardagi barcha galaktikalarning tezligi o'lchangach (α , δ , v) diagrammasi tuziladi (7-rasm). Diagrammani tuzish uchun olindin har bir spektrdagi tezliklar yuqorida aytilganiday saqlangan bo'lishi kerak. Endi saqlangan natijalar asosida asosiy sahifa (The Large Scale Structure of The Universe) ga qaytamiz va "Tools" → "LSS Wedge Plot" amalini bajaramiz. Sizda kerakli diagramma hosil bo'ladi. Bu diagrammada siz spektrini o'rganish orqali topgan tezlik va koordinatalar bo'g'lanishi kelib chiqadi. Bu

galaktikalarning Koinotdagi taqsimotini ko'rsatadi. "File" → "Print Wedge Plot..." amalini bajarish orqali diagrammani saqlash yoki printerdan chiqarish mumkin.



7-rasm.

Vazifa

1. Berilgan maydonlardagi galaktikalarning spektrini oling va har bir chiziq uchun ularning to'lqin uzunliklari, qizilga siljish va nuriy tezliklarini aniqlang.
2. Yuqoridagi ma'lumotlardan foydalanib Koinotning katta o'lchamli strukturasi diagrammasini tuzing.

Hisobot

N°	Galaktika nomi	α h m s	δ d m s	λ_0 (H) A°	λ_0 (K) A°	λ_0 (G) A°	λ (H) A°	λ (K) A°	λ (G) A°	Z (H))	Z (K))	Z (G))	v(H)) km/s	v(K)) km/s	v(G)) km/s
1															
2															

	013419			2			
9	J073220.3+3138 01	113,0845 3	+31.6335 3	0,180 7	14,76	1,98	1,29
10	J075053.0+1740 36	117,7208 6	+17.6767 6	0,181 5	16,77	1,87	1,18
11	J083057.3+6550 31	127,7387 2	+65.8419 7	0,185 3	16,25	2,09	1,36
12	J085007.9+3604 14	132,5329 7	+36.0704 6	0,363 9	18,33	1,96	1,36
13	J090912.7+1058 29	137,3031 2	+10.9747 5	0,168 1	15,56	2,22	1,39
14	J091609.0- 002226	139,0376 4	-0,37401	0,316 3	18,05	2,03	1,32
15	J091753.4+5143 38	139,4725 8	+51.7271 0	0,216 1	16,08	2,22	1,56
16	J092048.3+3028 18	140,2011 6	+30.4717 6	0,292 8	17,04	2,05	1,26
17	J092200.5+5155 21	140,5021 1	+51.9225 0	0,204 2	16,43	1,98	1,24
18	J092804.5+2031 45	142,0188 8	+20.5292 0	0,209 7	15,75	1,94	1,18
19	J094101.5+1235 22	145,2561 8	+12.5895 8	0,179 9	17,45	1,73	1,18
20	J094951.8+1707 11	147,4658 5	+17.1196 0	0,412 4	17,88	1,81	1,27
21	J100226.8+2031 02	150,6118 2	+20.5171 6	0,337 6	18,08	1,93	1,26
22	J100303.2+6710 28	150,7634	+67.1745 0	0,230 4	16,34	2,34	1,45
23	J104729.0+1514 02	161,8708 8	+15.2339 1	0,210 7	16,91	1,96	1,29
24	J105417.5+1439 04	163,5730 9	+14.6511 7	0,295 6	17,18	2,03	1,38
25	J111254.5+1326 09	168,2270 8	+13.4358 4	0,175 6	15,23	1,88	1,17
26	J111450.3- 121351	168,7095 2	-12,2307	0,192 6	16,1	1,94	1,24
27	J112358.8+2128 50	170,9950 3	+21.4804 7	0,190 7	16,78	1,98	1,37
28	J113553.9+4001 32	173,9747	+40.0255 5	0,290 6	17,67	2,07	1,2
29	J115235.4+3715 43	178,1474 3	+37.2619 7	0,169 9	16,48	1,9	1,25

30	J115914.9+4947 48	179,8118 9	+49.7967 0	0,355 5	17,6	1,89	1,2
31	J120131.9+2306 50	180,3828 7	+23.1140 2	0,259 7	17,49	1,58	1,23
32	J121218.5+2732 55	183,0770 1	+27.5486 5	0,342 6	17,39	1,92	1,35
33	J122902.5+4737 21	187,2605 7	+47.6223 8	0,246 7	17,03	2,06	1,32
34	J123048.9+1032 47	187,7036 3	+10.5463 8	0,170 6	15,33	2,13	1,46
35	J124932.5+4953 44	192,3852 5	+49.8956 0	0,271 5	17,09	1,87	1,16
36	J130650.0+4633 33	196,7083 1	+46.5592 7	0,224 6	16,16	2	1,41
37	J131129.5- 012028	197,8729 6	-1,34112	0,179 1	15,69	2,31	1,53
38	J131505.2+5149 03	198,7718 2	+51.8174 4	0,283 8	16,76	1,97	1,32
39	J133238.4+5033 36	203,1600 5	+50.5600 0	0,277 5	17,33	2,09	1,31
40	J133408.7+2014 53	203,5361 6	+20.2480 6	0,172 7	16,56	1,71	1,18
41	J133520.1+4100 04	203,8337 2	+41.0011 5	0,230 4	16,37	2,12	1,44
42	J133649.4+1026 24	204,2057 8	+10.4400 2	0,166 2	15,62	1,82	1,12
43	J140102.1+0252 42	210,2586 2	+02.8784 7	0,261 5	16,06	2,28	1,49
44	J141424.1- 002240	213,6002 3	-0,37764	0,140 6	15,14	1,7	1,14
45	J142556.7+3748 59	216,4861 1	+37.8164 6	0,166 7	15,62	1,99	1,38
46	J144431.8+3113 36	221,1324 8	+31.2266 7	0,234	16,65	1,85	1,19
47	J152120.6+3040 15	230,3357 5	+30.6709 3	0,095 6	13,99	2,2	1,23
48	J152407.4+2953 20	231,0309 3	+29.8889 6	0,109 3	14,9	1,89	1,3
49	J153940.5+3425 27	234,9187 2	+34.4242 5	0,225 4	16,95	2	1,36
50	J155820.0+2714 00	239,5833 3	+27.2334 1	0,087 1	14,4	2,01	1,34
51	J160319.0+0316	240,8291	+03.2790	0,238	16,67	2,18	1,35

	45	2	5	3			
52	J161602.6+0751 53	244,0107 1	+07.8646 4	0,377	18,31	1,99	1,28
53	J164019.8+4642 42	250,0825 5	+46.7115 3	0,230	16,55	2,01	1,34
54	J164325.4+1322 36	250,8557 3	+13.3766 4	0,190	16,45	2,11	1,38
55	J171228.8+6403 39	258,1198 4	+64.0608 3	0,116	13,97	2,67	1,42
56	J172227.2+3207 57	260,6132 5	+32.1325 7	0,221	15,26	2,27	1,51
57	J212823.4+0135 36	322,0976 6	+01.5934 7	0,385	17,77	2,13	1,41
58	J212936.5+1725 33	322,4018 9	+17.4258 1	0,230	16,43	1,9	1,24
59	J215336.8+1741 44	328,4034 7	+17.6954 8	0,247	16,66	2,07	1,22
60	J215608.6+0123 27	329,0357 7	+01.3909 4	0,221	15,75	2,01	1,34
61	J222833.7+2037 16	337,1405 0	+20.6212 2	0,408	18,64	1,95	1,18
62	J225652.8+0530 14	344,2197 9	+05.5039 8	0,186	15,56	2,09	1,23
63	J230800.7- 015543	347,0030 5	-1,92868 8	0,320	17,74	1,9	1,2
64	J231133.2+0338 04	347,8884 3	+03.6343 7	0,311	17,47	1,6	1,07
65	J233352.4+0704 54	353,4685 1	+07.0816 0	0,295	17,39	1,79	1,18
66	J233739.7+0016 17	354,4155 3	+00.2713 7	0,304	17,23	1,93	1,13

Bu yerda: RA – to'g'ri chiqish, DEC – og'ish, z_{ph} – qizilga siljish, m_R – R filtrdagi yulduz kattaligi, r_{200} – to'da zichligi koinotning kritik zichligidan 200 katta qismining radiusi, r_{500} – to'da zichligi koinotning kritik zichligidan 500 katta qismining radiusi.

Bu ishda Habbli doimiysi $H = 75 \frac{km}{s \cdot Mpc}$ deb olingan, Koinotning kritik zichligi $\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$ formuladan topiladi, G – gravitatsiya doimiysi ($1pk = 3,08 \cdot 10^{13} km$). To'dalargacha masofani Habbli qonunidan foydalanib topamiz.

$$D = \frac{cz}{H} \quad (1)$$

Bu yerda c – yorug'likning vaqumdagi tarqalish tezligi, z – qizilga siljish.

Masofa ma'lum bo'lsa to'daning absolyut yulduz kattaligini quyidagi formuladan topiladi:

$$M = m + 5 - 5 \lg D \quad (2)$$

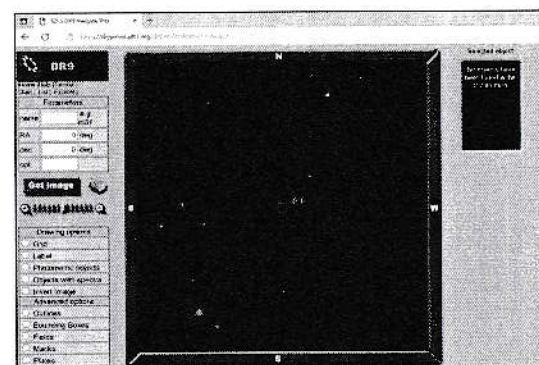
Yuqoridagi jadvaldagi to'daning r_{200} va r_{500} radiuslari berilgan bo'lib, bu raoslardan foydalanib to'daning massasini topish mumkin. Bunda:

$$\mu_{200} = 200 \rho_c \cdot \frac{4}{3} \pi r_{200}^3 \text{ va } \mu_{500} = 500 \rho_c \cdot \frac{4}{3} \pi r_{500}^3 \quad (3)$$

Ish bajarish tartibi

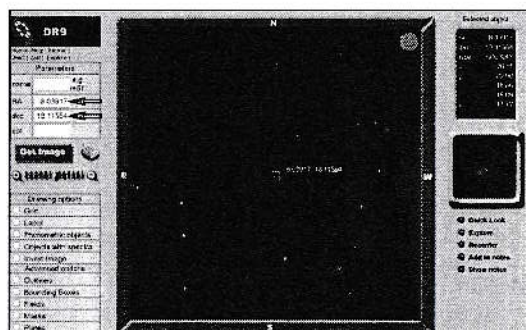
SDSS MA'LUMOTLAR BAZASIDAN TASVIRNI OLISH

<https://skyserver.sdss.org/dr9/en/tools/chart/navi.asp?> Shu ssilka yordamida SDSS (DR9 – DR12) bazasiga kiriladi va 1 – jadvalda berilgan to'dalarning tasvirlari olinadi (1-rasm).



1-rasm. SDSS DR9 tasvir qidiruv oynasi

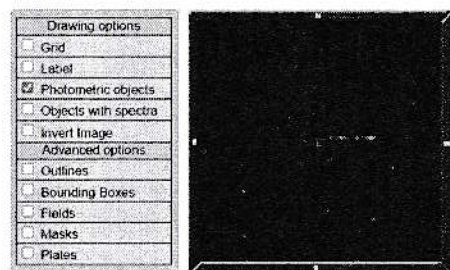
To'da tasvirini olish uchun 1-jadvalning "REJ2000" va "DEJ2000" ustunlaridagi qiymatlar 2-rasmda ko'rsatilganidagi "RA" (to'g'ri chiqish) va "dec" (og'ish) darchalariga yoziladi. Darchalar to'g'ri to'ldirilganidan keyin "Get Image" tugmasiga Kursorni qo'yib bir mata bosing. Bunda ko'rsatilgan koordinata bo'yicha to'da tasviri topiladi (2-rasm katta ekran ichida to'da tasviri, kichik ekranda biz koordinatasini kirgizgan galaktika tasviri ko'rsatgan).



2-rasm. SDSS da J003209.4+1890656 galatikalar boy to'dasi

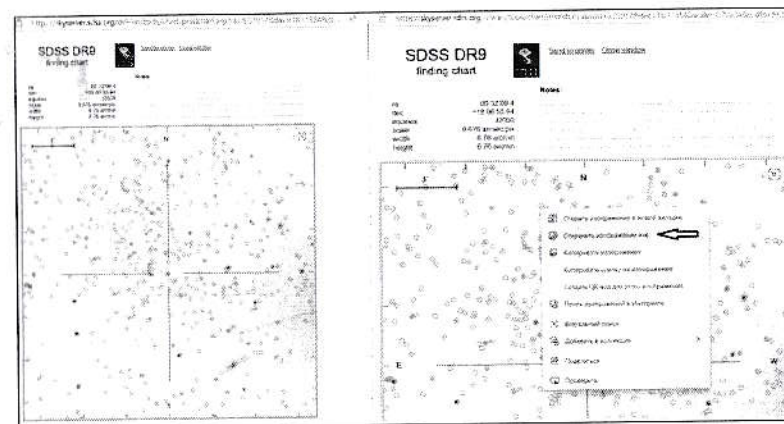
Agar to'da markazi biz kirgizgan koordinatadan siljigan holda chiqqan bo'lsa, S, E, N, W tugmalarini bosish orqali to'da markazini ekran markaziga to'g'irlashimiz kerak bo'ladi.

Endigi qiladigan ishimiz tasvirda ko'rinib turgan fotometrik ob'yektlarni alohida belgilab olish bo'ladi. Buning uchun "Drawing options" ustunidan "Photometric objects" ustiga Kursorni qo'yib bir marta bosning (3-rasm, chapda) Bunda tasvir quyidagicha ko'rinishga o'tadi (3-rasm, o'ngda).



3-rasm. Fotometrik ob'yektlar belgilash

Endi tasvirni ".jpeg" formatda olish kerak bo'ladi, buning uchun "Get Image" o'ng tarafidagi "printer" belgisini Kursor bilan bosamiz, shunda yangi sahifa ochiladi (4-rasm). Endi bu tasvirni ".jpeg" formatda saqlash uchun kompyuter sichqonchasining o'ng tarafini bosning, hosil bo'lgan ustundan "сохранить изображение как" yozuvi ustiga bir marta Kursor bilan bosning. Bunda siz tasvirni kompyuterda yangi papka ochib unga saqlashingiz mumkin.



4-rasm.

Etibor bering olingan tasvir 6,76 ga 6,76 arcmin yoki 13,52 ga 13,52 arcmin o'lchamda olinadi. Chunki shu o'lchamlarda to'dadagi galaktikalar taqsimotda ko'rinadi.

TO'DAGI GALAKTIKALARNING TAQSIMOTI

Endi olingan tasvirni kompyuteringizdan "Paint" programmasi orqali oching va 5-rasmda ko'rsatilganda xalqlar chizib chiqing. Xalqlar chizayotganingizda ular orasidagi aylana yuzalari ayirmasi bir xil bo'lishi kerak. Tasvirga xalqa chizish jarayonida birinchi radius 30 piksel yoki 40 piksel qilib olish kerak. Birinchi xalqa chizilganda keyin quyidagi (4) - formuladan birinchi xalqa yuzi topiladi:

$$S_n = \pi R_n^2 \quad (4)$$

Keyingi xalqalarni chizishda, ular orasidagi yuzlar farqi bir xil bo'lishi kerak. Buning uchun birinchi xalqa yuzasi qolgan xalqlar orasidagi yuzlar farqiga teng qilib olinadi:

$$S_1 = \Delta S_1 = \Delta S_2 = \dots = \Delta S_n,$$

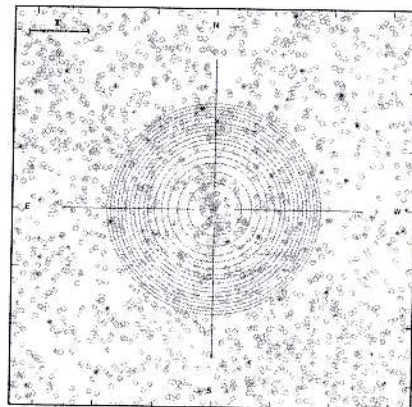
Bunga keyingi yuzlar quyidagicha topoladi:

$$S_n = S_{n-1} + \Delta S \quad (5)$$

S_n - chizilayotgan xalqa yuzasi. Endi chizilishi kerak bo'lgan xalqa radiusi (5) - fo'rmuladan topilgan yuza orqali topiladi:

$$R_n = \sqrt{\frac{S_n}{\pi}} \quad (6)$$

Ikkinchi xalqadan boshlash (6) – fo'rmuladan topilgan radiuslar orqali xalqalar chiziladi. Har bir xalqa radiuslari 3 - jadvalga yoziladi. Tasvirga 15 tadan 20 tagacha xalqa chizish maqsadga muvofiq bo'ladi.



5-rasm.

Keyingi qiladigan ishimiz har bir birichi xalqa ichidagi va qolgan xalqalar oraliqidagi galaktikalar sonini aniqlab 3-jadvalga yozishdir (bunda jadvalda ko'rsatilgan "n" ustuniga galaktikalar soni yoziladi). Endi har bir xalga ichidagi to'liq galaktikalar sonini aniqlashimiz kerak, buning uchun (7) formuladan foydalanamiz:

$$N_n = N_{n-1} + n \quad (7)$$

Bunda $N_n - S_n$ yuzadagi to'liq galaktikalar soni. Topilgan to'liq galaktikalar soni har bir yuzaga mos holda 3 - jadvalga yoziladi.

Ko'rinma sir zichligi $F = \frac{N}{S}$ formuladan topiladi [F] = arcmin⁻² birlikda o'lchanadi. Hisoblangan natijalar 3 - jadvalga yoziladi.

VAZIFALAR

1. Har bir talaba 1-jadval ma'lumotlaridan foydalanib 66 ta to'daning absolyut yulduz kattaligini, massalarini (μ_{200} , μ_{500}) topishlari kerak. topilgan natijalar 2-jadvalga yoziladi.
2. Har bir talaba 5 tadan to'da tasvirini olib sirt zichligini hisblaydi.
3. To'dalarning topilgan sirt zichligi bilan radiusi orasidagi bog'lanish grafigini toping.

16-ISH YUZASIDAN HISOBOT

1. Birinchi vazifada berilgan topishiriq natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

2-jadval.

Nº	D Mpk	M mag	μ_{200} kg	μ_{500} kg
1				
2				
3				
...				
66				

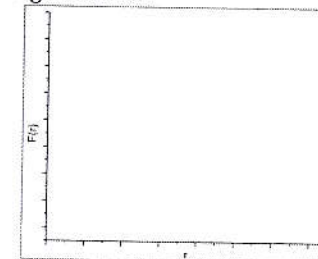
2. Har bir talaba o'zi tahlil qilayotgan to'dalar uchun 3-jadvalga aniqlagan va hisoblash natijalarini yozadi.

3-jadval

Nº	r_{px} px	S px ²	n	N	r arcmin	S arcmin ²	r arcsek	S arcsek ²	F arcmin ⁻²	F arcsec ⁻²
1										
2										
3										
...										

Bu yerda N-xalqalar ichidagi galaktikalar soni, r-xalqa radiusi, S-xalqa yuzi, F-xalqalar ichidagi galaktikalar ko'rinma sirt zichligi. Radiusni pikseldan arcminutga o'zish uchun tasvir o'lchamlarinining o'zaro proposiyasidan foydalanamiz, ya'ni 13,52x13,52 arcminut o'lchamli tasvir "Paint" dasturida ochilganda 600x600 piksel o'lchamda bo'ladi. Bunda $r_n = \frac{13,52 \cdot r_{px}}{600}$ dan foydalanish mumkin.

3. Aniqlangan natijalar asosida ko'rinma sirt zichliklari va xalqa radiuslari orasidagi bog'lanish grafigi chizilsin.



Ish yuzasidan savollar

1. Galaktikalar to'dasi deganda nimani tushunasiz va ularning qanday turlari bor?
2. Galaktikalar to'dalarigacha masofa qanday topiladi?
3. Koinotning kritik zichligi deb nimaga aytiladi (qiymatini hisoblash orqali topib bering)?
4. 1-jadvalda berilgan r_{200} va r_{500} radiuslardagi 200 va 500 sonlarining ma'nosini tushuntiring.
5. To'daning ko'rinma sirt zichligi deb nimaga aytiladi va qanday topiladi?

ILOVA

IADVALLAR

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

apekti= $\alpha=211^{\circ}$, $\delta=+30^{\circ}$

$l=57^{\circ}$, $b=+22^{\circ}$

Galaktikaning aylanish doimiysi

$P=+0,32''$ yuz yilda

$Q=-0,21''$ yuz yilda

Quyoshning ekvatorial gorizontal parallaksi= $8,79418'' = 4,26353 \cdot 10^{-5}$ rad

Oyning ekvatorial gorizontal parallaksi= $3422,54''$

Nutatsiya doimiysi = $9,21''$

Aberratsiya doimiysi = $\frac{2\pi \cdot 206265 \cdot a \cdot b}{c \cdot (1 - e^2)^{1/2}} = 20,496''$

Yorug'lik tezligi $c=2,997925 \cdot 10^{10}$ sm/s, $c^2=8,987554 \cdot 10^{20}$ sm²/s²

Tortishish doimiysi $G=6,67 \cdot 10^{-8}$ dina·sm²/g²

Plank doimiysi $2\pi\hbar=h=6,6222 \cdot 10^{-27}$ 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

$$(k^{1/2}=1,175 \cdot 10^{-8} \text{ erg}^{1/2}/\text{grad}^{1/2})$$

$$\text{Gaz doimiysi } R=8,3143 \cdot 10^7 \text{ erg}/(\text{grad} \cdot \text{mol})=1,9865 \text{ kal}/(\text{grad} \cdot \text{mol})=$$

$$=82,056 \text{ sm}^3 \cdot \text{atm}/(\text{grad} \cdot \text{mol})=62363 \text{ sm}^3 \cdot \text{mm.sim.ust.}/(\text{grad} \cdot \text{mol})$$

$$\text{Issiqlikning mexanik ekvivalenti } J=4,1854 \text{ J/kal}$$

$$\text{Avogadro soni } N_A=6,02217 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Loshmidt sooni } n_0=2,68684 \cdot 10^{19} \text{ sm}^{-3}$$

$$\text{Standart atmosfera } A_0=1013250 \text{ dina}/\text{sm}^2=760 \text{ mm sim.ust.}$$

$$\text{Muzning erish nuqtasi } (=0^\circ \text{ C})=273,150 \text{ K}$$

$$\text{Suvning uchlik nuqtasi } (\text{H}_2\text{O})=273,160 \text{ K}$$

$$^1\text{H uchun Ridberg doimiysi } R_H=109677,576 \text{ sm}^{-1}, 1/R_H=911,76340$$

(vakuum)

$$\text{Nozik struktura doimiysi } \alpha=2\pi e^2/hc=7,297351 \cdot 10^{-3} (1/\alpha=137,0360,$$

$$\alpha^2=5,32513 \cdot 10^{-3})$$

$$\text{Birinci bor orbitasining radiusi (cheksiz massa)}$$

$$\alpha_0=h^2/4\pi^2 m_e e^2=0,5291775 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$$

$$\text{Birinci bor orbitasi } (2\pi \text{ ga bo'lingan}) \text{ uchun aylanish davri}$$

$$\tau_0=m_e^{1/2} \alpha^{3/2} e^{-1}=h^3/8\pi^3 m_e e^4=2,4189 \cdot 10^{-17} \text{ s}$$

$$\text{Birinci bor orbitasiga mos chastota } =6,5797 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Birinci bor orbitasining maydoni } \pi a_0^2=8,79737 \cdot 10^{-17} \text{ sm}^2$$

$$\text{Birinci bor orbitasidagi elektron tezligi } a_0 \tau_0^{-1}=2,18769 \cdot 10^8 \text{ sm/s}$$

$$\text{Elektronning klassik radiusi } l=e^2/m_e c^2=2,81794 \cdot 10^{-13} \text{ sm}$$

$$\text{Qo'zg'almas yadro uchun Shredinger doimiysi } 8\pi^2 m_e h^{-2}=1,63817 \cdot 10^{27}$$

$$\text{erg}/\text{sm}^{-2}$$

$$^1\text{H atom uchun Shredinger doimiysi } =1,6374 \cdot 10^{27} \text{ erg}/\text{sm}^{-2}$$

$$\text{Kompton to'lqin uzunligi } h/m_e c=2,42631 \cdot 10^{-10} \text{ sm}$$

$$(h/2\pi m_e c=3,861592 \cdot 10^{-11} \text{ sm})$$

$$\text{Spektr polosasining doimiysi (inertsia momenti/to'lqin soni)}$$

$$h/8\pi^2 c=27,9933 \cdot 10^{-40} \text{ g} \cdot \text{sm}$$

$$\text{Atomning issiqlik sig'imi doimiysi } =c_2/c=h/k=4,79943 \cdot 10^{-11} \text{ s} \cdot \text{grad}$$

$$\text{Bor magnetonining magnit momenti}$$

$$\mu_B=1/2 \alpha m_e^{1/2} \alpha_0^{5/2} \tau_0^{-1}=h e/4\pi m_e c=9,27410 \cdot 10^{-21} \text{ erg/Gs}$$

$$\text{Elektronning magnit momenti } \mu_e=1,001159639 \mu_B$$

$$\text{Protonning magnit momenti } \mu_p=1,5210326 \mu_B$$

$$\text{Bir yadro magnetonining magnit momenti } \mu_n=h e/4\pi m_p c=5,05095 \cdot 10^{-24}$$

$$\text{erg/Gs}$$

$$\text{Magnit momentining atom birligi } =2\mu_B/\alpha=2,54177 \cdot 10^{-18} \text{ erg/Gs}$$

$$\text{Zeeman kengayishi } =e/4\pi m_e c=4,6686 \cdot 10^{-5} \text{ sm}^{-1}/\text{Gs}^{-1}$$

$$\text{Chastotada } =1,39961 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}/\text{Gs}^{-1}$$

$$1 \text{ eV ga mos to'lqin uzunligi } \lambda_0=12398,54 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$$

$$1 \text{ eV ga mos to'lqinlar soni } s_0=8065,46 \text{ sm}^{-1}$$

$$1 \text{ eV ga mos chastota } \nu_0=2,417965 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ eV energiya } E_0=1,602192 \cdot 10^{-12} \text{ erg}$$

$$\text{Birlik to'lqin songa mos foton energiyasi } hc=1,98648 \cdot 10^{-16} \text{ erg}$$

$$\text{To'lqin uzunlikka mos foton energiyasi } =1,98648 \cdot 10^{-8}/\lambda \text{ erg}$$

$$(\lambda \text{ - to'lqin uzunlik vakuumda } \text{\AA} \text{ larda})$$

$$1 \text{ eV energiyaga ega elektron tezligi } =(2 \cdot 10^8 e/m_e c)^{1/2}=5,93094 \cdot 10^7 \text{ sm/s}$$

$$(\text{tezlik})^2=3,51760 \cdot 10^{15} \text{ sm}^2/\text{s}^2$$

$$1 \text{ eV ga mos harorat } =E_0/k=11604,8 \text{ K}$$

$$\text{Nurlanish zichligi doimiysi } =8 \pi^5 k^4/15 c^3 h^3 a=7,56464 \cdot 10^{-15}$$

$$\text{erg}/(\text{sm}^3 \cdot \text{grad}^4)$$

$$\text{Stefan-Boltsman doimiysi } =ac/4, \sigma=5,66956 \cdot 10^{-5} \text{ erg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{grad}^4 \cdot \text{s})$$

$$\text{Nurlanishning birinchi doimiysi (nurlantiruvchi qobilyati) } =2\pi hc^2,$$

$$c_1=3,74185 \cdot 10^{-5} \text{ erg} \cdot \text{sm}^2/\text{s}$$

$$\text{Nurlanishning birinchi doimiysi (nurlanish zichligi) } =8\pi hc,$$

$$c_1=4,99258 \cdot 10^{-15} \text{ erg} \cdot \text{sm}$$

$$\text{Nurlanishning ikkinchi doimiysi } =hc/k, c_2=1,43883 \text{ sm} \cdot \text{grad}$$

$$\text{Vinning siljish qonuni doimiysi } =c_2/4,96511423=0,289789$$

$$\text{Yorug'likning } (\lambda=5550 \text{ \AA} \text{ uchun}) \text{ mexanik ekvivalenti}=0,00147 \text{ Vt/lm}$$

1-jadval
YULDUZNING NOMLARI

Yulduzning		Yulduz turkumining nomi	
Nomi	Turkumdagi belgisi	O'zbekcha	Ruscha
1	2	3	4
Akernar	α	Eridan	Eridan
Algol	β	Persey	Persey
Albireo	β	Oq qush	Lebed
Aldebaran	α	Savr	Teles
Alkor	γ	Katta Ayiq	Bolshaya Medvedisa
Altair	α	Burgut	Oryol
Alfard	α	Gidra	Gidra
Alferas	α	Andromeda	Andromeda
Antares	α	Aqrab	Skorpion
Arktur	α	Xo'kiz Boqar	Volopas
Bellyatriks	γ	Orion	Orion
Betelgeyze	α	Orion	Orion
Benetnash	η	Katta Ayiq	Bolshaya Medvedisa
Vega	α	Lira	Lira
Gemma	α	Hulkar	Severnaya Korona
Deneb	α	Oq qush	Lebed
Deiebola	β	Asad	Lev
Dubxe	α	Katta Ayiq	Bolshaya Medvedisa
Kanopus	α	Kil	Kil
Kapella	α	Aravakash	Voznichiy
Kastor	α	Javzo	Bliznesi
Kaf	β	Kursi	Kassiopeya
Menkar	α	Kit	Kit
Mira	α	Kit	Kit
Mirfak	α	Persey	Persey
Misar	α	Katta Ayiq	Bolshaya Medvedisa

Polluks	β	Javzo	Bliznesi
Qutb Yulduzi	α	Kichik Ayiq	Malaya Medvedisa
Prozion	α	Kichik It	Malie Pes
Regul	α	Asad	Lev
Rigel	β	Orion	Orion
Sirius	α	Katta It	Bolshoy Pes
Samka	α	Sumbula	Deva
Telemak yoki Tolman	α	Sentavr	Sentavr
Polmangaut	α	Janubiy baliq	Yujnaya Rib
Xamal	α	Hamal	Oven
Sheat	β	Pegas	Pegas
Shedar	α	Kursi	Kassiopeya

3-Jadval.

4-Quyosh tizimidagi sayyoralarning fizik xarakteristikalarini
va orbitasining elementlari.

Sayyora	M		$\bar{R}_c$		$\bar{\rho}$ g/sm ³	a		T		S sutka
	10 ²⁴ kg	$\oplus=1$	km	$\oplus=1$		a.b.	10 ⁶ km	tr. yil	sutka	
Merkuriy	0,33	0,055	2440	0,38	5,43	0,39	57,9	0,24	87,97	115,85
Venera	4,87	0,815	6052	0,95	5,24	0,72	108,2	0,62	224,70	583,93
Yer (Oy)	5,97	1,000	6378	1,00	5,52	1,00	149,6	1,00	365,25	*
Mars	0,07	0,012	1737	0,27	3,34	*	*	*	*	779,91
Yupiter	0,64	0,107	3397	0,53	3,94	1,52	227,9	1,88	686,98	398,87
Saturn	1898,8	317,8	7149	11,21	1,33	5,20	778,6	11,87	4332,84	378,09
Uran	568,5	95,16	2	9,45	0,70	9,58	1433,	29,67	10832,5	369,66
Neptun	86,6	14,50	6026	4,01	1,30	19,2	7287	0,4	3	367,49
Pluton	102,8	17,20	8	3,88	1,76	30,0	4491,	164,5	30691,2	366,72
	0,02	0,003	9	0,19	1,10	39,2	1	245,7	8	
			2476				5868,		60070	
			4				9		0	
			1195						89751	
									9	

Izoh: Sayyoralarning massasi-M, o'rtacha ekvatorial radiusi- $\bar{R}_e$, o'rtacha zichligi- $\bar{\rho}$, Quyoshdan o'rtacha uzoqligi- a , siderik davri-T, sinodik davri esa S harflar bilan belgilangan. Yulduzcha (*) belgisi Oyning Yerga nisbatan Oyga tegishli kattaliklar ($a=384400$ km, $T=27,3$

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 (v) yoki kuchsiz (v?) o'zgaruvchanligi hamda spektri ham berilgan. Parallaxsi p yoy sekundlarida, uzoqligi r pk larda ko'rsatilgan.

Xususiy harakatining absolyot kattaligi μ va yo'nalishi θ (pozitsion burchgi) berilgan. Nuriy V_r bilan bir qatorda uning o'zgaruvchanligi (v) yoki yulduzlarning spectral qo'shaloqligi (b), shuningdek V filtdagi absolyut 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	$L_v/L_\odot$	μ ("/yil)	θ (°)	V_r (km/s)
Quyush	-	G2V	-	-	+4,8	1	-	-	-
Sirius	α CMa	A1V _m	0,379	2,6	+1,5	21	1,324	204	-8b
Kanopus	α Car	F0II	0,010	100	-5,7	1600	0,034	50	+21
S	α Cen	G2V+K1V K1,5IIIp	0,742	1,3	+4,1	0	3,678	281	-23b
Toliman	α Boo	A0Va	0,089	11,2	-0,3	1,9	2,281	209	-5v
Arktur	α Lyr	G5III+G0III	0,129	7,8	+0,6	110	0,348	45	-14v
Vega	α Aur	B8Ia	0,077	13,0	-0,5	50	0,430	169	+30b
Kapella	β Ori	F5IV-V	0,004	250	-6,8	134	0,004	236	+21b
Rigel	α CMi	B3Vpe	0,286	3,5	+2,7	4500	1,248	214	-3b
Protsion	α Eri	M2Iab	0,023	43,5	-2,7	0	0,108	105	+16
	α Ori	B1III	0,008	125	-5,0	7,3	0,028	68	v
Axernar	β Cen	B0,5IV+B1V	0,006	170	-5,5	1000	0,030	221	+21b
Betelgeyze	α Cru	A7V	0,010	100	-4,2	8400	0,031	240	+6b
Xadar	α Aql	K5III	0,194	5,2	+2,2	1400	0,662	54	-11b
Akruks	α Tau	M1,5Iab	0,050	20	-0,7	0	0,200	161	-2b
Altair	α Sco	+B4Ve	0,005	200	-5,5	4200	0,024	197	+54b
Aldebaran	α Vir	B1III-IV				11			-3b
Antares	β Gem	+B2V	0,012	83	-3,6	160	0,054	232	+1b
		K0IIIb				1400			
Spika	α PsA	A3V	0,097	10,3	+1,1	0	0,629	265	
Polluks	α Cru	B0,5III	0,130	7,7	+1,7	2400	0,373	116	+3v
	α Cyg	A2Ia	0,009	110	-4,0	31	0,042	246	+7
Fomalgot			0,001	100	-8,8	17	0,005	11	+16b
Mimoza						3200			-5v
Deneb						27000			

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.

λT , sm·grad	$x=c_2/\lambda T$	$\frac{F_0 - \lambda}{F_0 - \infty}$	$\frac{F_\lambda}{F_{\lambda_{max}}}$	$\frac{N_0 - \lambda}{N_0 - \infty}$	$\frac{N_\lambda}{N_{\lambda_m}}$	$\frac{F_\lambda}{F_{\lambda_m}}$
	Katta x	$\frac{x^3 e^{-x}}{6,4939}$	$\frac{x^5 e^{-x}}{21,201}$	$\frac{x^2 e^{-x}}{2,404}$	$\frac{x^4 e^{-x}}{4,780}$	$\frac{x^3 e^{-x}}{1,4214}$
0,00	↑	↑	↑	↑	↑	↑
0,01	143,883	0,0 ⁵⁶ 16	0,0 ⁵³ 95	0,0 ⁵⁸ 31	0,0 ⁵⁴ 29	0,0 ⁵⁶ 68
0,02	71,942	0,0 ²⁶ 37	0,0 ²³ 52	0,0 ²⁷ 14	0,0 ²⁴ 32	0,0 ²⁵ 15
0,03	47,961	0,0 ¹⁶ 27	0,0 ¹³ 18	0,0 ¹⁷ 15	0,0 ¹⁴ 16	0,0 ¹⁵ 12
0,04	35,971	0,0 ¹¹ 19	0,0 ⁹ 678	0,0 ¹² 14	0,0 ¹⁰ 84	0,0 ¹¹ 78

0,05	28,777	0,0 ⁸ 130	0,0 ⁶ 296	0,0 ⁹ 117	0,0 ⁷ 456	0,0 ⁸ 533
0,055	26,161	0,0 ⁷ 135	0,0 ⁵ 251	0,0 ⁸ 134	0,0 ⁶ 426	0,0 ⁷ 548
0,06	23,980	0,0 ⁷ 929	0,0 ⁴ 144	0,0 ⁷ 100	0,0 ⁵ 266	0,0 ⁶ 373
0,065	22,136	0,0 ⁶ 467	0,0 ⁴ 610	0,0 ⁷ 543	0,0 ⁴ 122	0,0 ⁵ 186
0,07	20,555	0,0 ⁵ 184	0,0 ³ 205	0,0 ⁶ 229	0,0 ⁴ 442	0,0 ⁴ 723
0,075	19,184	0,0 ⁵ 594	0,0 ³ 571	0,0 ⁶ 791	0,0 ³ 132	0,0 ⁴ 231
0,08	17,985	0,0 ⁴ 164	0,00137	0,0 ⁵ 232	0,0 ³ 338	0,0 ⁴ 633
0,085	16,927	0,0 ⁴ 399	0,00292	0,0 ⁵ 597	0,0 ³ 765	0,0 ³ 152
0,09	15,987	0,0 ⁴ 870	0,00562	0,0 ⁴ 137	0,00156	0,0 ³ 328
0,095	15,146	0,0 ³ 173	0,00994	0,0 ⁴ 228	0,00291	0,0 ³ 646
0,10	14,388	0,0 ³ 321	0,01640	0,0 ⁴ 558	0,00506	0,00118
0,11	13,080	0,0 ³ 911	0,03767	0,0 ³ 173	0,01278	0,00328
0,12	11,990	0,00213	0,07253	0,0 ³ 438	0,02684	0,00752
0,13	11,068	0,00432	0,12225	0,0 ³ 951	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 ³ 656	0,97618	0,00809	0,07564
5	0,2878	0,99890	0,0 ³ 279	0,98438	0,00430	0,05028
6	0,2398	0,99935	0,0 ³ 138	0,98898	0,00255	0,03580
7	0,2055	0,99959	0,0 ⁴ 758	0,99181	0,00164	0,02677
8	0,1799	0,99972	0,0 ⁴ 450	0,99368	0,00111	0,02077
9	0,1599	0,99980	0,0 ⁴ 284	0,99496	0,0 ³ 788	0,01658
10	0,1439	0,99985	0,0 ⁴ 188	0,99590	0,0 ³ 579	0,01354
15	0,0959	0,9 ⁴ 55	0,0 ⁵ 380	0,99815	0,0 ³ 176	0,00617
20	0,0719	0,9 ⁴ 80	0,0 ⁵ 122	0,99895	0,0 ⁴ 751	0,00351
30	0,0480	0,9 ⁵ 43	0,0 ⁶ 244	0,99953	0,0 ⁴ 255	0,00158
40	0,0360	0,9 ⁵ 75	0,0 ⁷ 776	0,99974	0,0 ⁵ 956	0,0 ³ 894

50	0,0288	0,9 ⁵ 88	0,0 ⁷ 319	0,99983	0,0 ⁵ 491	0,0 ³ 574
100	0,0144	0,9 ⁶ 85	0,0 ⁸ 201	0,99996	0,0 ⁶ 619	0,0 ³ 144
	Kichik x	1-0,0513x ³	0,0472x ⁴	1-0,208x ²	0,2092x ³	0,7035x ²

6-Jadval. Volf (W) sonining o'rtacha yillik qiymatlari.

Yil	174 9	1750	175 1	175 2	1753	175 4	175 5	175 6	175 7	175 8	175 9	176 0
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	176 1	1762	176 3	176 4	1765	176 6	176 7	176 8	176 9	177 0	177 1	177 2
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	177 3	1774	177 5	177 6	1777	177 8	177 9	178 0	178 1	178 2	178 3	178 4
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	178 5	1786	178 7	178 8	1789	179 0	179 1	179 2	179 3	179 4	179 5	179 6
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	179 7	1798	179 9	180 0	1801	180 2	180 3	180 4	180 5	180 6	180 7	180 8
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	180 9	1810	181 1	181 2	1813	181 4	181 5	181 6	181 7	181 8	181 9	182 0
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	182 1	1822	182 3	182 4	1825	182 6	182 7	182 8	182 9	183 0	183 1	183 2
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	183 3	1834	183 5	183 6	1837	183 8	183 9	184 0	184 1	184 2	184 3	184 4
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	184 5	1846	184 7	184 8	1849	185 0	185 1	185 2	185 3	185 4	185 5	185 6
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	185 7	1858	185 9	186 0	1861	186 2	186 3	186 4	186 5	186 6	186 7	186 8
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	186 9	1870	187 1	187 2	1873	187 4	187 5	187 6	187 7	187 8	187 9	188 0
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	188 1	1882	188 3	188 4	1885	188 6	188 7	188 8	188 9	189 0	189 1	189 2
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	189 3	1894	189 5	189 6	1897	189 8	189 9	190 0	190 1	190 2	190 3	190 4
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	190 5	1906	190 7	190 8	1909	191 0	191 1	191 2	191 3	191 4	191 5	191 6
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	191 7	1918	191 9	192 0	1921	192 2	192 3	192 4	192 5	192 6	192 7	192 8
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	192 9	1930	193 1	193 2	1933	193 4	193 5	193 6	193 7	193 8	193 9	194 0
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	194 1	1942	194 3	194 4	1945	194 6	194 7	194 8	194 9	195 0	195 1	195 2
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	195 3	1954	195 5	195 6	1957	195 8	195 9	196 0	196 1	196 2	196 3	196 4
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	196 5	1966	196 7	196 8	1969	197 0	197 1	197 2	197 3	197 4	197 5	197 6

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	197 7	1978	197 9	198 0	1981	198 2	198 3	198 4	198 5	198 6	198 7	198 8
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	198 9	1990	199 1	199 2	1993	199 4	199 5	199 6	199 7	199 8	199 9	200 0
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	200 1	2002	200 3	200 4	2005	200 6	200 7	200 8	200 9	201 0	201 1	201 2
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			K0	-0,6
A5	-0,30	G0	-0,3		
F0	-0,10	G5	-0,6	K5	-1,0
F5	0,00				
G0	-0,03	K0	-1,0	M0	-1,7
G5	-0,10	K5	-1,6		
K0	-0,20			M5	-3,0
K5	-0,58	M0	-2,5		
M0	-1,20	M5	-4,0		
M5	-2,1				

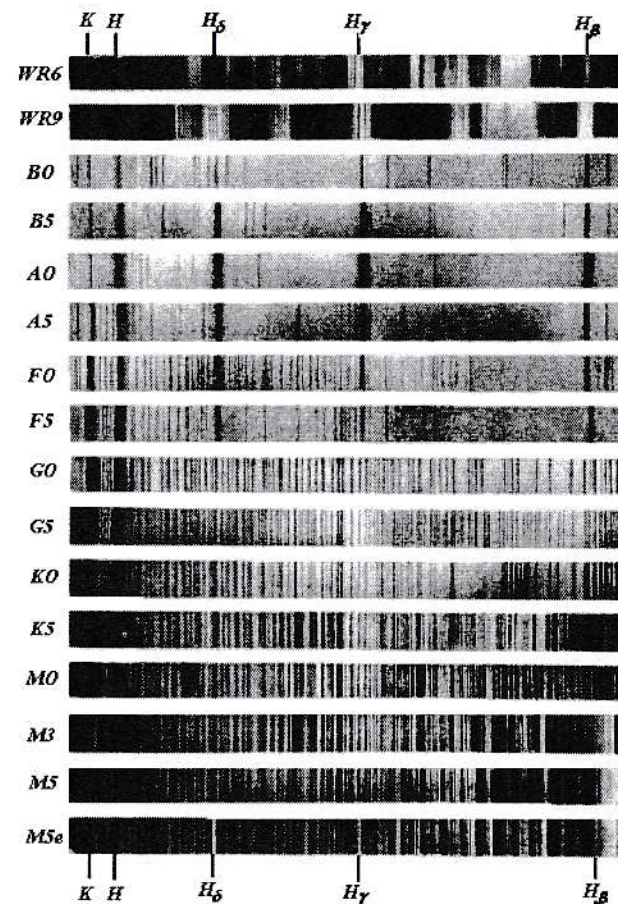
8-Jadval. Galaktik ekvator ($b=0^\circ$) nuqtasi va to'rtta galaktik parallelning koordinatalari.

δ	$b=+45^\circ$		$b=+5^\circ$		$b=0^\circ$				$b=-5^\circ$		$b=-45^\circ$	
	α	α	α	α	α	l	α	l	α	α	α	α
+70°24	12 ^h 49 ^m	12 ^h 49 ^m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70 00	11 08.1	14 29.7	0 ^h	0 ^h	-	-	-	-	-	-	-	-
67 36	-	-	48 ^m .9	48 ^m .9	0 ^h	0 ^h	-	-	-	-	-	-
62 36	-	-	-	-	48 ^m .9	123°. 1	48 ^m .9	123°. 1	-	-	-	-
60 00	9 45.1	15 52.7	3 50.8	21 47.1	2 33.5	135.8	23 04.4	110.4	0 ^h 48 ^m .9	0 ^h 48 ^m .9	-	-
57 36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50 00	9 22.7	-	4 58.1	20 39.7	4 16.2	-	21 21.7	-	3 27.1	22 10.7	-	-
40 00	9 17.8	16 13.8	5 37.5	20 00.4	5 05.8	153.4	20 32.1	92.8	4 31.8	21 06.1	-	-
30 00	9 22.3	16	6 06.1	19 31.8	5 39.3	166.7	19 58.6	79.5	5 11.4	20 26.5	-	-
20 00	9 33.8	20.1	6 29.6	19 08.3	6 05.4	178.8	19 32.5	67.4	5 40.7	19 57.1	0 ^h 48 ^m .9	0 ^h 48 ^m .9
17 36	-	16 15.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+10 00	9 52.3	16	6 50.9	18 47.0	6 25.9	19 11.9	201.6	44.6	6 04.9	19 33.0	1 43.3	22
0 00	10 20.1	04.1	7 11.5	18 26.4	6 48.9	213.1	18 48.9	33.1	6 26.4	19 11.5	2 28.8	16.7
-10 00	-	-	7 33.0	18 04.9	7 11.9	224.6	18 25.9	21.6	6 47.0	18 50.9	2 56.7	21
17 36	11 05.6	15 45.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.2
20 00	12 48.9	15 17.7	7 57.1	17 40.7	7 32.5	235.8	18 05.4	10.4	7 08.3	18 29.6	3 15.1	21 03.3
30 00	-	-	8 26.5	17 11.4	7 58.6	247.4	17 39.3	358.8	7 31.8	18 06.1	3 26.6	-
40 00	-	14 32.3	9 06.1	16 31.8	8 32.1	259.5	17 05.8	346.7	8 00.4	17 37.5	3 35.1	20
-50 00	-	-	10 10.7	15 27.1	9 21.7	272.8	16 16.2	333.4	8 39.8	16 58.1	3 26.2	44.9
	-	12 48.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 33.4
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 28.9
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 33.8

PLANSHETLAR

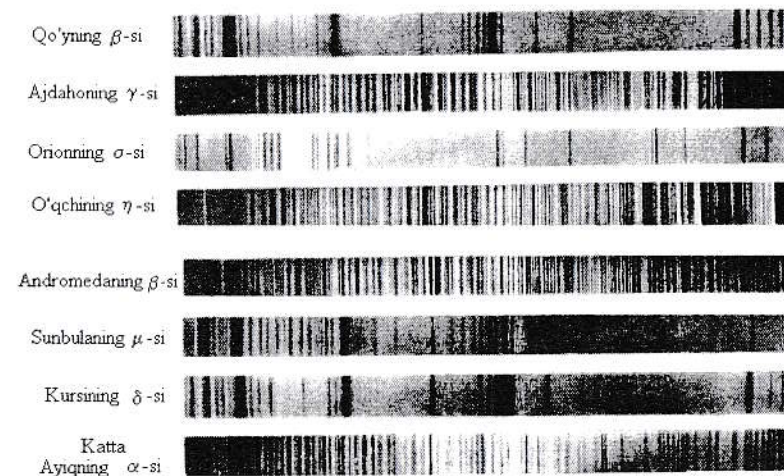
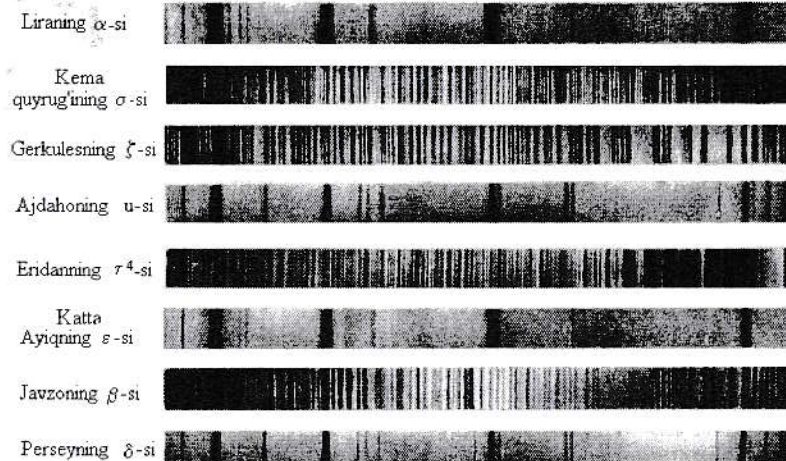
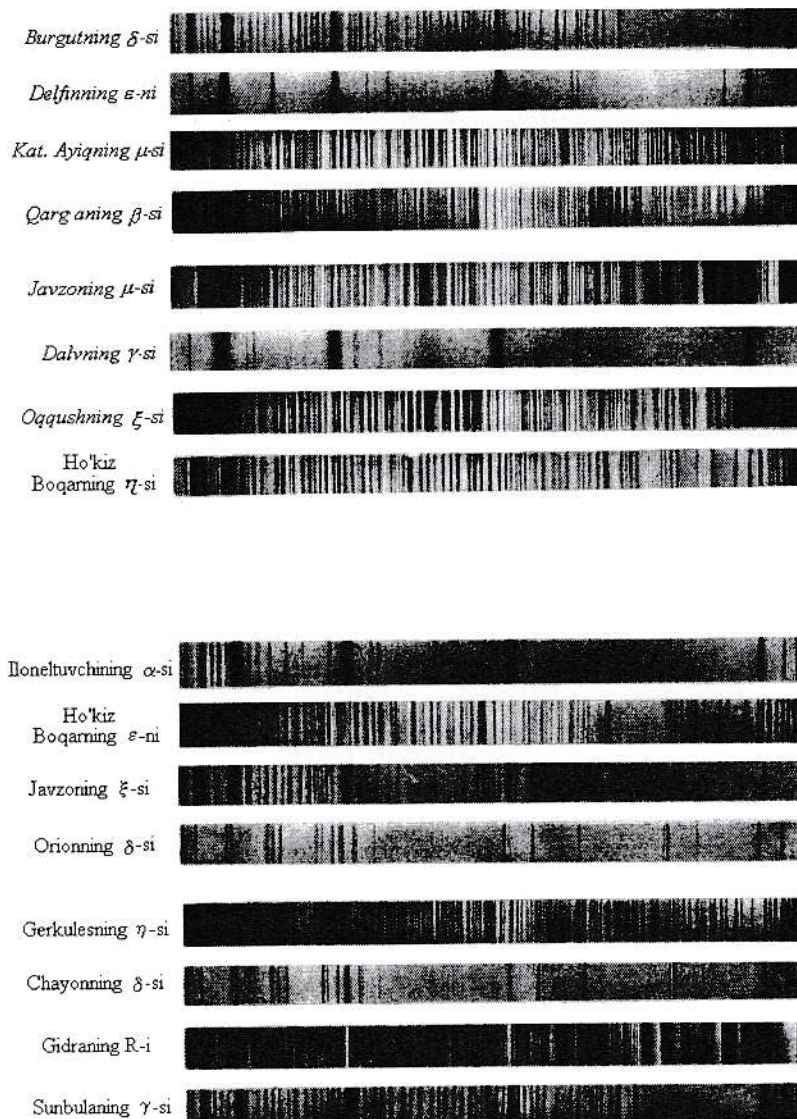
1-Planshet

Garvard sinfiga tegishli yulduzlarining spektrlari



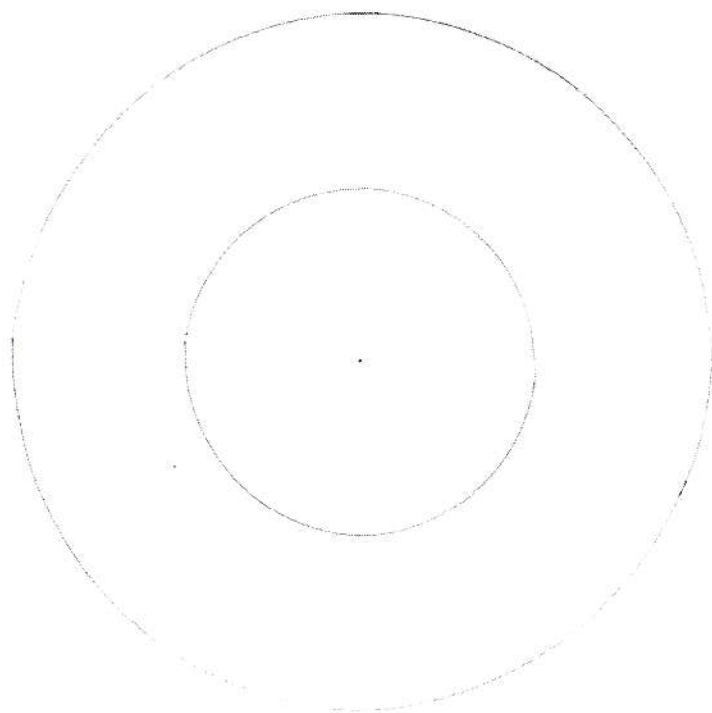
2÷5-Planshetlar

Ba'zi yulduzlarning tirqish yordamida olingan spektrogrammalari



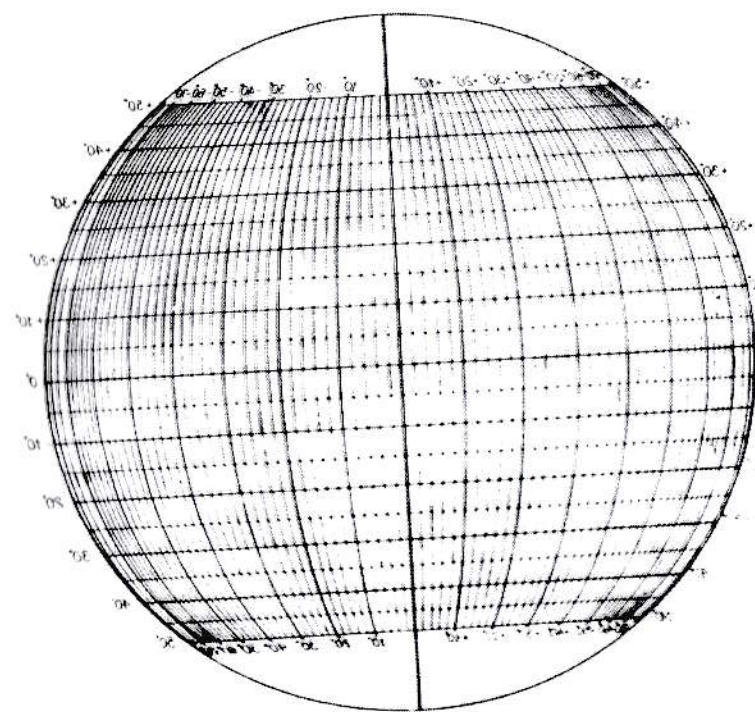
6-Planshet

Quyosh tasviriga moslab chiziladigan disk



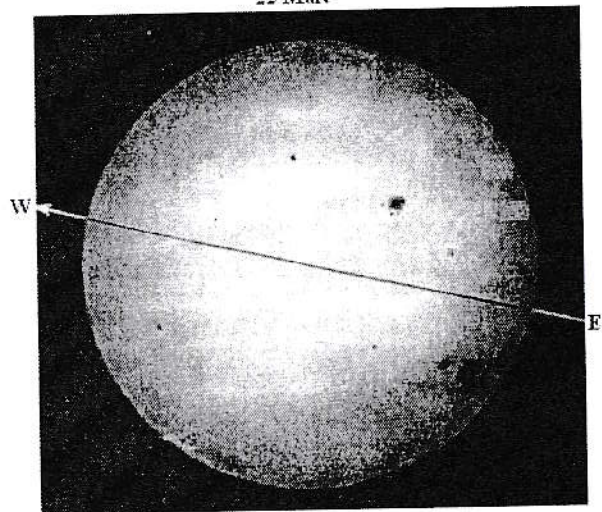
7-Planshet

Stereografik setka

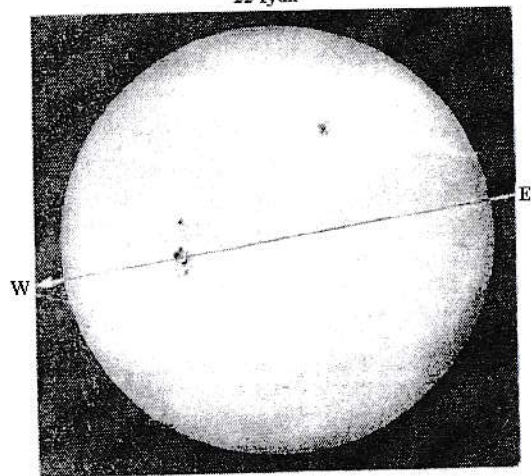


8-Planshet
Quyoshning fotosuratlari

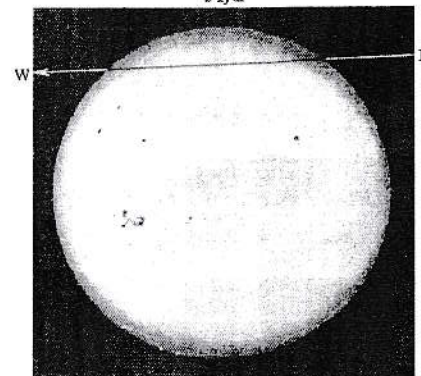
22 Mart



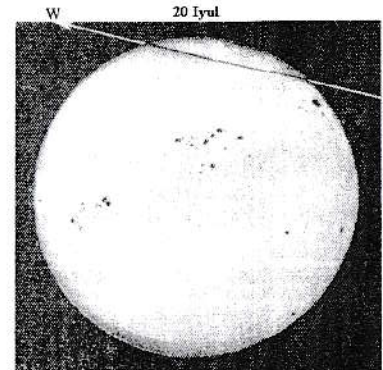
22 Iyun



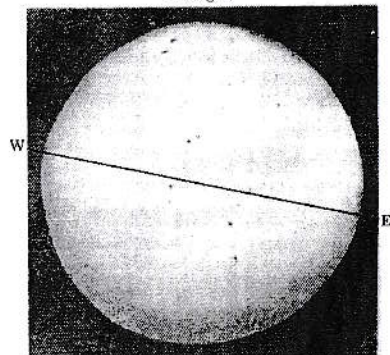
5 Iyul



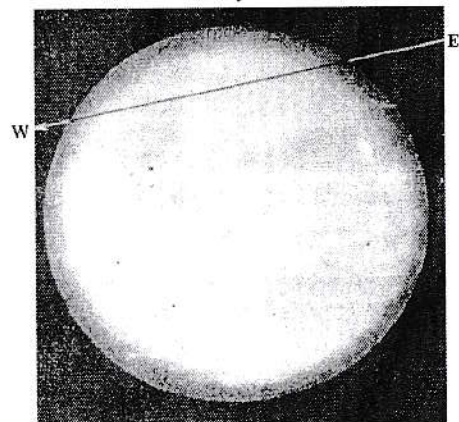
20 Iyul



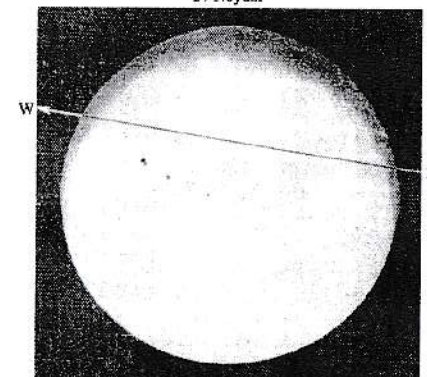
24 Avgust



22 Noyabr

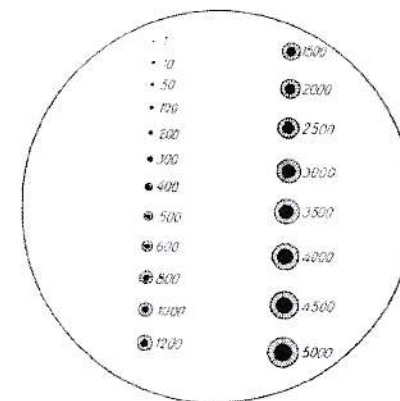


27 Noyabr



9-Planshet

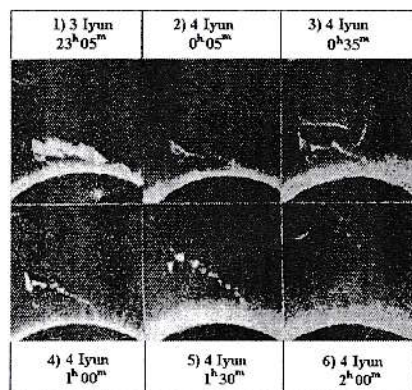
Quyosh dog'lari paletkasi



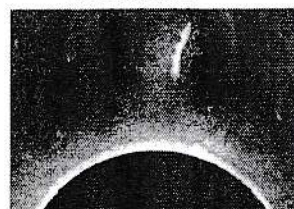
Kalkaga nusxa ko'chiriladi

10-Planshet

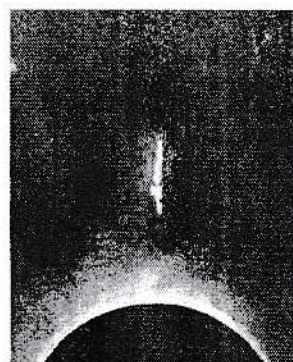
Protuberanslar fotosurati



7) 19 Noyabr, 7^h 32^m



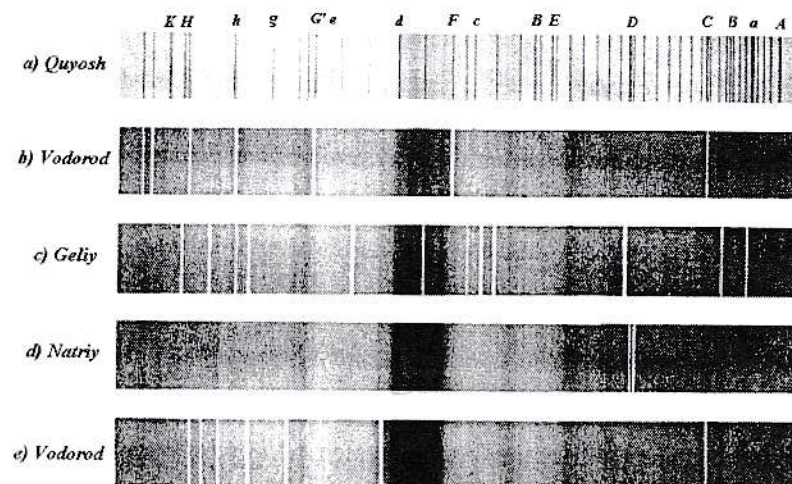
8) 19 Noyabr, 8^h 45^m



9) 19 Noyabr, 9^h 03^m

11-Planshet

Quyosh va bir nechta kimyoviy elementlarning spektrlari



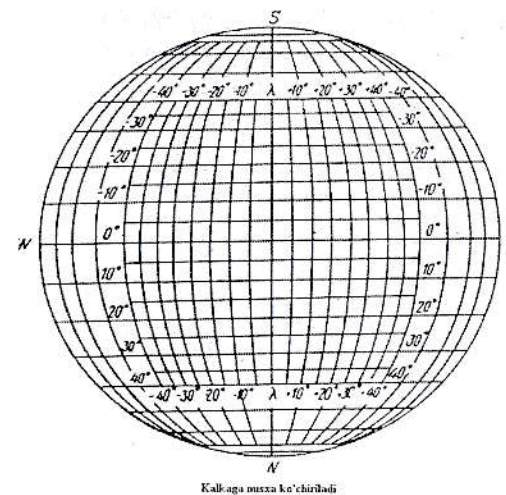
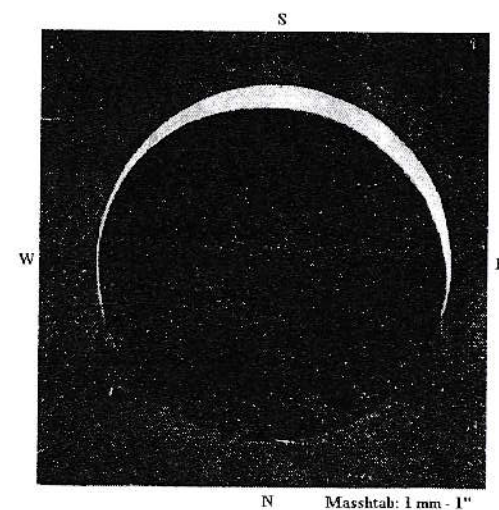
12- Planshet

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
	Vodorod H		Temir Fe		Geliy He
C	H _α	6563	E	5270	7065
F	H _β	4861	b ₃	5169	6678
G' (f)	H _γ	4340	b ₄	5168	5876
h	H _δ	4102	c	4954	5048
		3970	d	4668	5016
	H_ε	3889	e	4384	4922
	H _ζ	3835		4326	4713
	H _η	3798	G	4308	4472
	H_θ	3771	G ₁	4046	4388
	H _ι	3750			4144
	H _κ				4121
	Kislород O	7621	Magniy Mg	5711	
A		7185		5184	4026
a		6870	b ₁	5173	3965
B		6278	b ₂	5167	Ionlashgan strontsiy Sr ⁺
α			b ₄		
			Kaltsiy Ca	4308	4215
				4227	4078
	Natriy Na	5896	g		Ionlashgan
D ₁	D ₁	5890	Ionlashgan		titan Ti ⁺
D ₂	D ₂	5876	kaltsiy Ca ⁺	3968	3759
D ₃	D ₃		H	3934	
			K		

13-Planshet

Venera fotosurati va planetografik koordinatalar setkasi

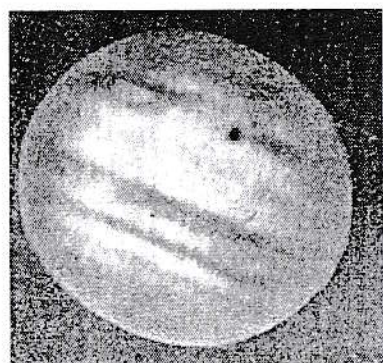


14-15 - Planshetlar

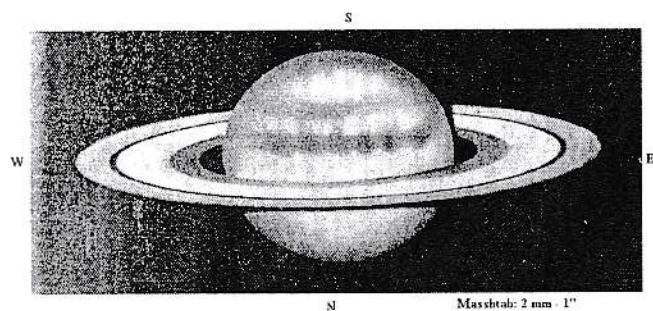
Yupiter va Saturinning fotosuratlari



$T_1 = 22^h 05^m$



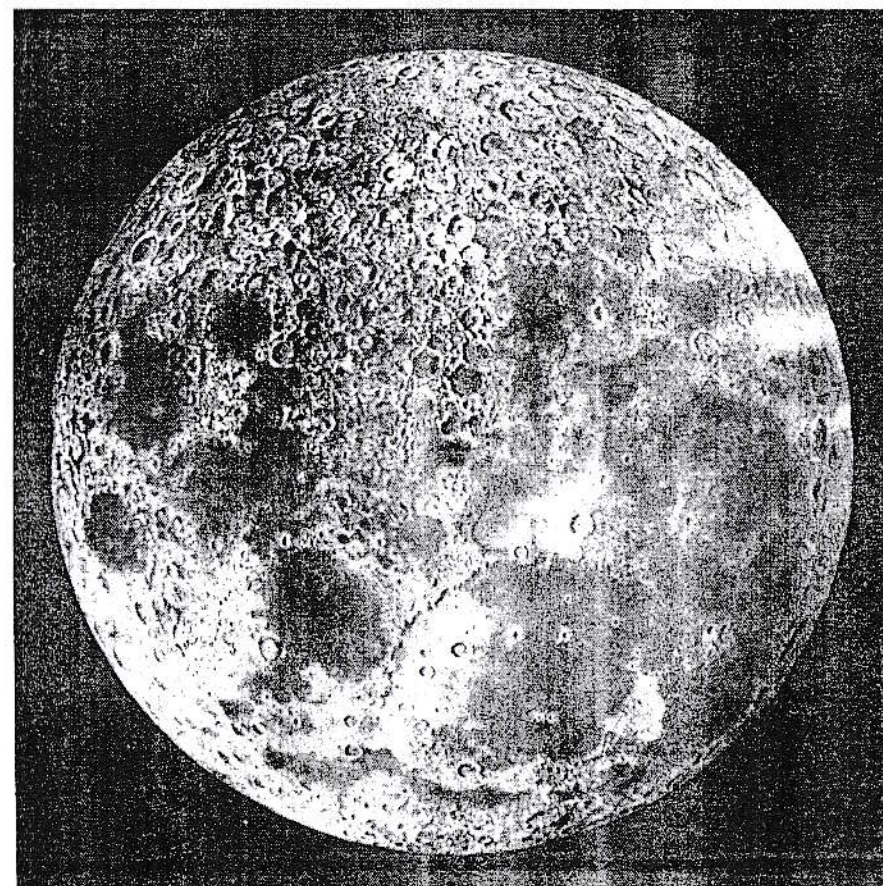
$T_2 = 22^h 38^m$



Masshtab: 2 mm - 1"

16 -Planshet

Oyning ko'rinadigan yarim sharining fotosurati



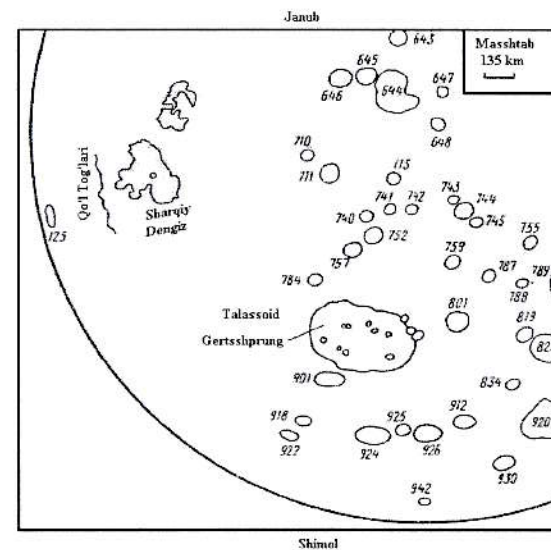
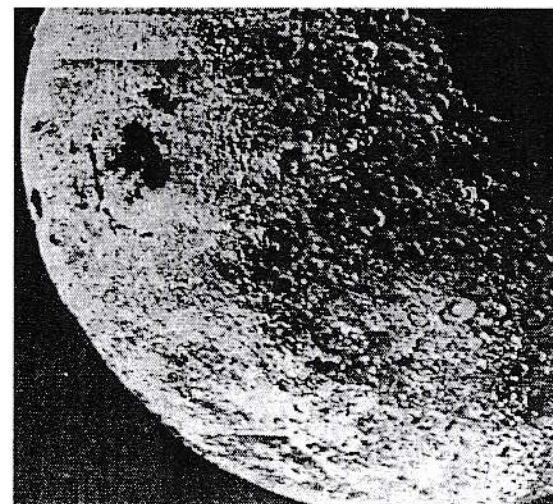
16 - Planshetga



Kalkaga nusxa ko'chiring

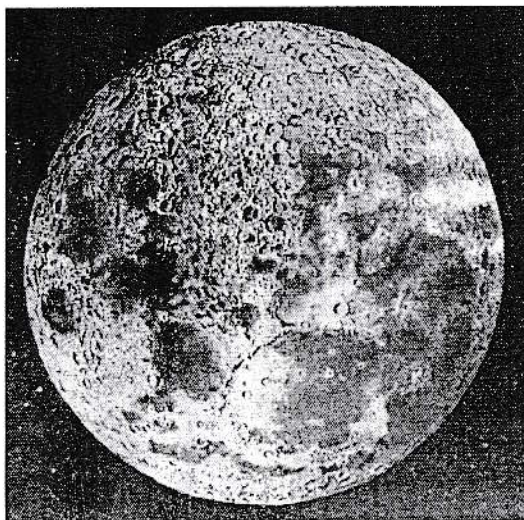
17-Planshet

Oyning ko'rinmaydigan yarim sharining fotosurati



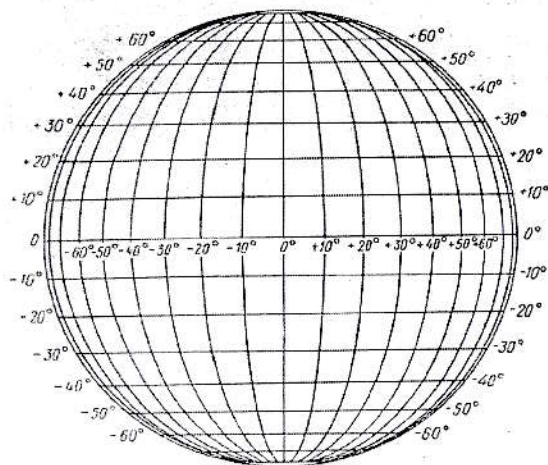
18-Planshet

To'linoy relefining fotosurati



19-Planshet

Ortogonal koordinatalar setkasi



Kalkaga nusxa ko'chiring

GLOSSARIY

(izohli lug'at)

Astronomiya- lotincha so'zdan olingan bo'lib "yulduzlar to'g'risidagi qonun" degan ma'noni anglatadi. U yulduzlar, sayyoralar, kometalar, asteroidlar, meteorlarning kelib chiqishi, tuzilishi, harakati va rivojlanishini o'rganadi. Astronomiya fani qadimgi Misr, Xitoy va Vavilonda paydo bo'lgan.

Atmosfera- Yerni qurshab olgan havo qatlami, ya'ni gazli qobiq, uning umumiy massasi $5,15 \cdot 10^{18}$ kg. Tabiiy tarkibi: 78,09 % Azot, 20,95% Kislorod, 0,97% Argon va boshqa inert gazlar tashkil etadi. Atmosfera quyidagiqatlamlarga bo'lib o'rganiladi: troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera va ekzosfera.

Asteroid- lotincha so'zdan olingan bo'lib "yulduzsimon" degan ma'noni anglatadi. Asteroid yemirilgan sayyora parchalaridir, uni "mayda sayyora" deb ham yuritiladi. Asteroidlarning asosiy qismi (98%) Mars va Yupiter sayyorolari oralig'idagi fazoda joylashgan. Hozirda 30000 dan ortiq mayda sayyoralar topilgan. Jumladan, Beruniy, Ulug'bek, Ibn Sino, Xorazmiy, O'zbekiston, Samarqand, Maydonoq nomli mayda sayyoralar bor.

Albedo - bu osmon jismlarining yorug'lik nurini qaytarish qobiliyatini ifodalaydi. Masalan, Yer uchun albedo 45% ga teng.

Apeks - bu harakat yo'naltirilgan osmon sferasidagi nuqta.

Astrograf - bu osmon yoritkichlari (yulduzlar)ni suratga olish uchun mo'ljallangan maxsus teleskop.

Astronomik observatoriya - bu osmon yoritkichlarini doimiy (sistematik) kuzatish uchun mo'ljallangan ilmiy-tadqiqot korxonasi bo'lib, astronomiya sohasida izlanishlar olib boriladi.

Astrospektrograf - bu osmon jismlari nurlanish spektrini qayd qiluvchi asbob.

Astrofotometr - bu osmon jismlaridan kelayotgan yorug'lik oqimini o'lchovchi asbob. Asosi fotoelementdan iborat.

Biosfera- lotincha so'zdan olingan bo'lib "hayot shari" degan ma'noni anglatadi. Biosfera Yerning hayor mavjud bo'lgan, ya'ni jonli qobig'idir. Birinchi marta bu ilmiy atamani fanga avstriyalik olim E.Zyuss kiritgan, kiyinchalik rus olimi V.I.Vernadskiy tomonidan rivojlantirilgan. Biosferaga Yer atmosferasining troposfera, litosfera va gidrosferalari kiradi.

Bolid- osmonda uchib o'tuvchi "olov shar"dir. Yerga tomon katta tezlikda kelayotgan meteor atmosferaga kirib qarshilikka uchraydi va qizib o'zidan yorug'lik tarqatadi, buni fanda bolid deb yuritamiz.

Gidrosfera- lotincha soʻzdan olingan boʻlib, “suvli qobiq” degan maʼnoni anglatadi yoki Yerning suv bilan qoplangan qismi. Gidrosfera butun Yer sharining 70,2% ni egallab olgan. Agar Yer sharining umumiy maydoni 519 mln. km² boʻlsa, gidrosferaning umumiy maydoni 361 mln. km² ga teng.

Galaktika- lotincha soʻzdan olingan boʻlib “sutli” degan maʼnoni anglatadi. Koinotning oʻrganilgan qismi (Metagalaktika)da 10¹¹ ta galaktika bor va ular guruhlariga boʻlingan. Bizning Yer sayyoramiz Quyosh sistemasiga, Quyosh sistemasi esa Somon yoʻli galaktikasiga, Somon yoʻli galaktikasi boʻlsa, Mahalliy galaktikalar guruhiga kiradi.

Gorizont- Yerning inson koʻrishi mumkin boʻlgan qismi yoki Yer yuzasining ochiq tekisligida koʻrinadigan qismidir. Horizont doira shaklida boʻlib, kuzatuvchi shu doiraning markazida boʻladi. Horizont balandlikka bogʻliq va balandlik oshish bilan kengayadi. Shuning uchun rasadxonalar (observatoriya) baland togʻlarda quriladi.

Kalendar – lotincha soʻzdan olingan boʻlib “qarz” degan maʼnoni anglatadi. Kalendar – bu katta vaqt oraliqlarini oʻlchovchi moslama. Kalendarlar 3 xil boʻladi: Oy, Quyosh, Oy-Quyosh. Oy kalendari qadimgi Vavilonda paydo boʻlgan boʻlsa, Quyosh kalendari qadimgi Misrda paydo boʻlgan. Birinchi aniq kalendar muallifi aleksandriyalik astronom Sozigen hisoblanadi.

Krater- lotincha soʻzdan olingan boʻlib “katta tovoq” degan maʼnoni anglatadi, yaʼni tovoqsimon katta chuqurlik. Yerning ayrim hududlarida asosan, meteoritlarning kelib tushishi natijasida paydo boʻladi. Eng katta krater AQShning Arizona shtatida joylashgan boʻlib, uning diametri 1kilometrdan koʻproq va chuqurligi 175 metrga teng. Yerning tabiiy yoʻldoshi boʻlgan Oyda kraterlar juda koʻp, chunki uni tashqi taʼsirlardan asrab qoladigan atmosfera qatlami yoʻq.

Kometa - lotincha soʻzdan olingan boʻlib “sochli” degan maʼnoni anglatadi. Kometa siyraklashgan gazdan iborat boʻlgan katta hajmdagi samoviy jism. Ular Quyosh atrofida eksentrisiteti katta boʻlgan orbitalar boʻylab harakatlanadi. Kometalar 2 xil boʻladi: davriy va nodavriy. Davriy kometalar Quyosh atrofida bir necha marta aylanadi, nodavriy kometalar bir koʻrinadida, keyin uni koʻra olmaymiz. Sababi, nodavriy kometa Quyoshga yaqinlashganda toʻla parchalanib ketadi. Kometa: bosh, koma, yadro va dumdan iborat boʻlgan qismlardan tashkil topgan.

Koinot – bu cheksiz yoki bepoyon olam. Vaqt va fazoda cheksiz mavjud boʻlgan butun tashqi borliq.

Kulminatsiya – osmon jismlarining gorizontga nisbatan eng yuqori yoki eng quyi nuqtada boʻlishi.

Kosmonavtika – lotincha soʻzdan olingan boʻlib “kema boshqarish sanʼati” degan maʼnoni anglatadi. U kosmik uchishlar va raketa texnikasi

haqidagi bilimlarni oʻrganuvchi fandir. Nazariy kosmonavtikaning asoschisi Keldish boʻlsa, amaliy asoschisi Korolyovdir.

Lava – lotincha soʻzdan olingan boʻlib “koʻchki” degan maʼnoni anglatadi. Vulqonlar otilishi natijasida Yerning yoriqlaridan oqib chiquvchi, yuqori haroratli suyuqlik. Yer yuzasiga chiqqan lavaning harorati 2000 °C atrofida boʻladi. Uning sovishi natijasida qattiq togʻ jinslari (bazalt) hosil boʻladi.

Litosfera – lotincha soʻzdan olingan boʻlib “qattiq yoki tosh shar” degan maʼnoni anglatadi. Yer sharining ustki qatlami litosfera deb ataladi. Uning qalinligi 33 km. atrofida boʻlib, tarkibi asosan, kislorod va kremniydan iborat.

Meteor – bu asteroid qoldiqlari hisoblanilib, oʻlchami bir mkm. dan 1 km.gacha boʻladi. Meteor Yer atmosferasiga kirib bolidga aylanadi. Agar meteor oʻlchami katta boʻlsa, atmosferada toʻla parchalanmay, Yerga kelib tushadi krater hosil qiladi.

Meteorit – bu Yerga kelib tushgan meteordir.

Meteorit yomgʻir – bu yemirilgan kometaga Yer sayyorasi toʻqnash kelganda paydo boʻladi. Bunga tabiiy meteorit yomgʻir deyiladi. Sunʼiy meteorit yomgʻirlar antropogen taʼsirlar natijasida hosil boʻladi.

Magma – lotincha soʻzdan olingan boʻlib “quyuq moy” degan maʼnoni anglatadi. Yer markaziga tomon harorat orta borib, uning markazidagi harorat Quyosh fotosferasidagi haroratga teng boʻladi. Ana shunday yuqori harorat natijasida yuza kelgan birikmalar majmuasi magma deyiladi. Magma qatlam Avacha (Rossiya) vulqoni ostida doimiy mavjud.

Manyovr – harakat yoʻnalishini har xil oʻzgartirishdir.

Mantiya – lotincha soʻzdan olingan boʻlib “koʻrpa yoki yopinchiq” degan maʼnoni anglatadi. U Yer sharining litosfera qatlami bilan tashqi yadro qatlami oraligʻida joylashgan. Mantia qatlamining qalinligi 2900 km. atrofida boʻlib, zichligi (2700÷5700)kg/m³ boʻladi.

Mezosfera – lotincha soʻzdan olingan boʻlib “oʻrta” degan maʼnoni anglatadi. Mezosfera Yer atmosferasining (55 ÷ 85) km. balandligida joylashgan. Unda butun atmosfera massasining 0,3%i mujassam.

Oy – bu Yerning yagona tabiiy yoʻldoshi. Oʻlchami Yernikidan qariyb 4 marta va massasi 81 marta kichik boʻlgan osmon jismi boʻlib, oʻz atmosfera qatlamiga ega emas. Oy Yer atrofini har 29,53 sutkaga aylanib chiqsa, oʻz oʻqi atrofida ham xuddi shu vaqtda bir marta aylanib chiqadi. Demak, Oyda sutka va yilning davomiyligi bir xil. Oy va Yer orasidagi oʻrtacha masofa 384400 km.

Pulsarlar – bu qatʼiy hamda davriy oʻzgaruvchi elektromagnit nurlanish manbai.

Planeta (sayyora) – lotincha soʻzdan olingan boʻlib, “adashgan yoki daydi” degan maʼnoni anglatadi. Quyosh sistemasi (tizimi)da 8 ta planeta bor: Merkuriy, Venera, Yer, Mars, Yupiter, Saturn, Uran, Neptun. Planetalar taxminan 5 mlrd. Yil oldin paydo boʻlgan.

Radioteleskop – bu radiotoʻlqinlar diapazonida osmon jismlarini tekshirishga moʻljallangan astronomik asbob.

Refraksiya – bu osmon yoritkichlaridan kelayotgan yorugʻlik nurlarining atmosfera qatlamida sinish hodisasi.

Sekstant – bu yulduzning gorizontdan balandligini oʻlchovchi asbob yoki gorizont va yulduz orasidagi burchakni oʻlchovchi asbob. Sekstant – bu 60° lik yoy.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYHATI

1. Mamadazimov M. “Umumiy astronomiya” T., Yangi asr avlodi, 2008 y.
2. Mamadazimov M. “Astronomiya” AL va KHKlari uchun darslik, T., Oʻqituvchi, 2004 y.
3. Mamadazimov M. “Astronomiyadan oʻqish kitobi” T., Oʻqituvchi, 1992 y.
4. Mursalimova G. “Umumiy astronomiyadan laboratoriya ishlari” T., Oʻqituvchi, 1980 y.
5. Sattorov I., Qodirov B.Gʻ, Begimqulov U.Sh. “Astrofizikadan kompyuterda laboratoriya ishlari” Nizomiy nomidagi TDPU, 2002 y.
6. Sherdonov Ch.T., Sattorov I. “Astrofizikadan laboratoriya ishlari” Nizomiy nomidagi TDPU, 2008 y.
7. Sherdonov Ch.T., Tillaboev A. “Astronomiyadan kuzatish ishlari” Nizomiy nomidagi TDPU, 2009 y.
8. Sherdonov Ch.T., Mamadazimov M., Sattarova B., Ilʼyasov S. “Umumiy astronomiya (kosmonavtika asoslari) kursidan amaliy mashgʻulotlar” Nizomiy nomidagi TDPU, 2013 y.
9. Миннарт М. “Практическая астрономия” М., Мир., 1971 г.
10. Дагаев М.М. “Лабораторный практикум по курсу общей астрономии” Москва, 1972 г.

-14173/9-

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM,
FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI
AXBOROT RESURS MARKAZI

A. M. Tillaboyev, S. Sh. Kutlimuratov, Sh. E. Nurmetov, O. Burxonov

ASTRONOMIYA KURSI 1, 2

(Astronomiya kursidan laboratoriya ishlari)

**“60110700-Fizika va astronomiya” taʼlim yoʻnalishi talabalari
uchun moʻljallangan oʻquv qoʻllanma**

Muharrir:

X. Taxirov

Tehnik muharrir:

S. Melikuziva

Musahhih:

M. Yunusova

Sahifalovchi:

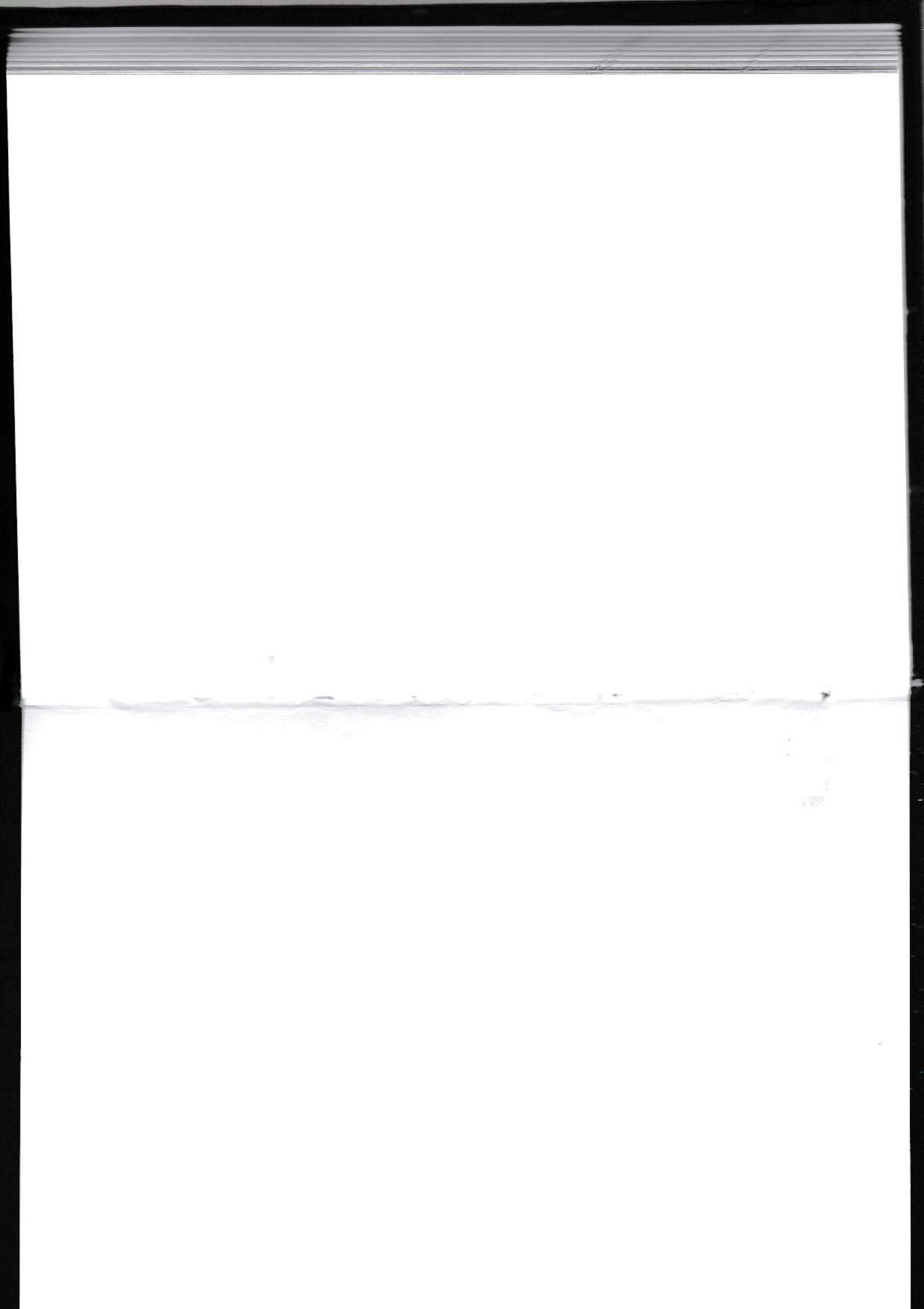
I. Xakimov

Nashriyot litsenziya № 2044, 25.08.2020 й

Bichimi 60x84¹/₁₆. “Cambria” garniturası, kegli 14.

Offset bosma usulida bosildi. Shartli bosma tabogʻi 19. Adadi
100 dona. Buyurtma № 1814182

Yangi chirchiq prints MCHJda chop etildi.



9 789910 751844

