

Ўзбекистон Республикаси
Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Мирзо Улуғбек номидаги
Ўзбекистон Миллий Университети

АСТРОФИЗИКАДАН АМАЛИЙ ИШЛАР

Тошкент - 2000

Ушбу ўқув қўлланма астрофизикадан лаборатория амалиётига бағишланган бўлиб, унда талабаларни астрофизиканинг замонавий кузатув ва маълумотларни қайта ишлаш усуллари билан таништириш мақсадида қатор лаборатория ишлари баёни келтирилган. Булар квазарлар характеристикаларини ўрганиш, туманликларнинг нурланиш интенсивлигини ва юлдуз ёрқинлигини аниқлаш, пульсацияланувчи гравитацион муҳит критик амплитудасини ҳисоблаш, цефеиданинг ёрқинлик эгри чизигини ва фотометрик кузатув усуллариини ўрганиш каби ишлардир.

Ўқув қўлланма университетларнинг "астрономия" йўналиши талабалари ва ўқитувчиларига мўлжалланган.

МУАЛЛИФЛАР: С.Н.НУРИТДИНОВ, А.Е.АШУРОВ,
А.Т.МИРЗАЕВ

Тақризчилар: Низомий номли Тошкент Давлат педагогика
университети доценти, физ. — мат. ф. н.

М. М. МАМАДАЗИМОВ,

Мирзо Улуғбек номли Тошкент давлат уни —
верситети доценти, физ. — мат. ф. н. А. ЁҚУБОВ

Қўлланма ТошДУ физика факультетининг Илмий — услубий
кенгаши томонидан нашрга тавсия қилинган (1997 йил " 23 "
май , № 8 баён).

МУҲАРРИР: ЎзФА Астрономия институти Майданак
обсерваторияси мудир, физ. — мат. ф. док.
М. М. ЗОКИРОВ

МАЪСУЛ МУҲАРРИР: ТошДУ Физика факультети
доценти, физ. — мат. ф. н. И. Б. БЎРИБОЕВ.

М У Н Д А Р И Ж А

Астрофизикадан лаборатория амалиёти хақида	4
Квазарлар спектри ва асосий характеристикалари (С.Н.Нуритдинов)	5
HeI ва HeII чизиқларидаги нурланиш интенсивлигини топиш (А.Е.Ашуров)	9
Юлдуз ёрқинлигини H_{γ} ютилиш чизигининг эквивалент кенглиги бўйича аниқлаш (А.Е.Ашуров, С.Н.Нуритдинов). .14	
Пульсацияланувчи гравитацион мухит критик амплитуда – сини ҳисоблаш (С.Н.Нуритдинов)	20
Кўлам объектларининг абсолют фотометрияси (А.Е.Ашуров, С.Н.Нуритдинов)	24
Цефеиднинг ёрқинлик эгри чизигини ўрганиш (А.Е.Ашуров)	28
Фотометрик фотометрлар ва доимий ёруғлик манбаларини ўрганиш усули (Ас.Т.Мирзаев)	32

АСТРОФИЗИКАДАН ЛАБОРАТОРИЯ АМАЛИЁТИ ХАҚИДА

Республикамызда астрономия ва унинг энг йирик бўлими астрофизика бўйича илмий ишлар тобора жадаллашиб бормоқда ва уларнинг келажаги жуда порлоқдир. Астрономия ва астрофизика барча университетларнинг асосан физика факультетларида ўқитилсада, уларга тегишли ўқув адабиётлари ўзбек тилида ҳалигача йўқ дейиш мумкин. Марказий Осиёда астроном мутахассислар фақат Тошкент давлат университетида тайёрланиб келинмоқда. ТошДУ астрономия кафедраси Республика эҳтиёжидан келиб чиқиб бугун астрономиянинг ўнга яқин ихтисосликларидан асосан астрофизика бўйича мутахассис тайёрламоқда. Шу сабабли айнан астрофизикадан тузилган ушбу услубий қўланма нашрга берилиб, унинг кейинги қисмлари устида ҳам ишлар олиб борилмоқда.

Ушбу қўланмада спектрал ва фотометрик таҳлил усуллари билан боғлиқ ишлар кўпроқ келтирилган. Унга киритилган лаборатория ишлари қийинлиги бўйича турлича. Уларни бажариш учун қатор ҳолларда кузатувдан олинган асл илмий материаллар қўлланилади. Шу сабабли материаллардан фойдаланишда талабалар жуда эҳтиёт бўлишлари лозим. Маълум ишларни бажариш давомида ўлчовли асбоблар ҳам ишлатилади. Талаба ўлчаш ишини бошлашдан олдин авваломбор қўлланиладиган асбобни ишлатиш усулини ўрганиб олиши лозим. Лаборатория ишларини бажариш давомида техника хавфсизлиги қондиларига амал қилиниши зарур.

КВАЗАРЛАР СПЕКТРИ ВА АСОСИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

1. Ишдан мақсад: а) Квazarлар спектри билан танишиш; б) Квazarларни қизилга силжиши, нурий тезлиги, абсолют катталиги ва уларгача масафони аниқлаш; в) Квazarларнинг физик хусусияти ва бугунги муаммолари билан танишиш.

2. Материал: Ишни бажариш учун квazarлар спектри туширилган материаллардан фойдаланилади. Хар бир талабага алохида бирор квazar спектри берилади.

3. Адабиётлар:

а) Физика космоса. Маленькая энциклопедия. Под ред. Р.А.Сюняева, М.,1986.

б) Б.В.Комберг. Квazarы — свидетели рождения галактик М.,1981.

4. Назарий қисм: Квazar сўзи инглизча quasars (радионурланишнинг юлдузсимон манбаси) сўздан олинган. Квazarлар кўринма ўлчамлари жуда кичик радионурланиш манбалари тарзида 1960 йили кашф қилиниб, уларнинг спектрлари узок вақт жумбоқ бўлиб келган. АҚШ астрофизиги М.Шмидт бу жумбоқ қизилга силжиш ходисаси билан боғлиқ деган фаразни ўртага ташлаганидан сўнг тўла хал бўлган. Шмидт 3С 273 квazar спектридаги баъзи эмиссион чизиқлар водороднинг Бальмер чизиқларини эслатишини ва улар маълум тўлқин узунлиги $\Delta\lambda$ га силжиган эканини кўрсатиб берган. У 1963 йили ушбу квazarнинг қизилга силжиши $z=0,158$ эканини ҳисоблаб, унгача масофа 630 Мпк га тенглигини аниқлаб, кузатилаётган квazar бизнинг Галактикамиздан ташқаридаги объектлигини кўрсатиб берган.

Квazarлар Коинотнинг энг катта нурланиш қувватига эга объектлардан ҳисобланади. Квazar учун электромагнит нурланиш спектрининг барча диапазонларидаги нурланиш қувватлари йиғиндиси $10^{46} - 10^{47}$ эрг/сек га тенг. Кўриниши юлдузсимон, спектрининг барча чизиқлари қизил томонга силжиган. Оптик ва радио диапазонлардаги нурланишлари ўзгарувчанлик хусусиятига эга. Бу ўзгарувчанликнинг даври асосан бир неча ой ва ҳафталарга тўғри келади. Ёрқинлиги бўйича Сейферт галактикаларини эслатади. Кузатилаётган квazarлар сони йилдан йилга узлуксиз ошиб бормоқда. Хатто қизилга силжиши $z > 3$ бўлган квazarлар ҳам топилган.

Хозирги кунда қизилга силжиш қиймати яхши ўлчанган квазарлар сони 2000 дан ортиқ. Қизиги шундаки, улар ичида кўпчилигининг радионурланиш қуввати оддий галактикалар кабидир. Квазарларнинг бундай тури А.Сендидж томонидан топилган. Уларни қисқача квазаглар (инглизча юдузсимон галактикалар сўзларидан олинган) номи билан атаб келинмоқда.

Демак, квазарлар кузатилаётган коинотнинг биздан энг узоқ объектлари бўлиб, улар туғилаётган ёш галактикаларнинг асосан ядролари тарзида кўринмоқда. Квазарлар Коинотнинг кенгайиши жараёнида қатнашиб, улар ичида нурий тезлиги энг каттасининг қиймати 280000 км/сек га тенг. Бу объектлардан келаётган нурланишлар бундан қарийиб бир неча миллиард йиллар бурун вужудга келиб, бизга энди тинимсиз равишда кўринмоқда. Улар спектри Коинот кенгайиши, галактикалараро мухит таъсири каби ходисалар нишоналаридан далолат беради.

Албатта, квазарларга боғлиқ қатор муаммолар ҳам бор. Масалан, ҳалигача улар нурланишининг ўзгарувчанлиги механизми нима билан боғлиқ экани аниқ номаълум. Квазарларнинг спектрал чизиқлар сериялари учун қийматлари баъзида кескин фарқ қилади. Квазарларнинг нур йўналиши ва осмон сфераси бўйича тақсимотлари қандай экани ҳам яхши ўрганилмаган. Квазарлар қандай вужудга келиши мумкинлиги умуман катта жумбоқ ҳисобланади. Қатор квазарлар атрофида ўлчами бир неча ўн килопарсек бўлган хира туманлик топилган. Лекин бу туманликлар таркиби ва вужудга келиши ҳали номаълум.

А. Квазарларнинг спектрал чизиқлари учун қизилга силжиш қийматини аниқлаш.

Ушбу қийматни аниқлаш космологик жихатдан маълум аҳамиятга эга. Бу масалани ҳал этиш учун энг аввал ўрганилаётган квазар спектрини олиб, унда водороднинг Бальмер сериясига тегишли чизиқларни уларни ўзаро жойлашуви нуқтаи назаридан топиб оламиз, чунки Коинотда энг кўп тарқалган элемент — водороддир. Сўнгра спектрнинг бошидан то бу сериядаги ҳар бир водород чизигигача бўлган масофани линейка ёрдамида аниқ ўлчаймиз. Сўнг ушбу спектрал чизиқлар учун масштабни ҳисобга олиш зарур. Оддий лабораторияда олинган спектрга кўра, масалан, H_{β} учун λ қ

$4861 \text{ \AA}$, H_γ учун $4380 \text{ \AA}$, H_δ учун $4102 \text{ \AA}$ га тенг. Хар бири учун $\Delta\lambda$ қийматини топиб, уни ўртачасини оламиз.

Э.Хаббл қонунига кўра, квазарларнинг кенгаювчи Коинотдаги тезлиги

$$v_r = H \cdot R \quad (1)$$

Бу ерда H — Хаббл доимийлиги, R — кузатувчидан то квазаргача бўлган масофа, v_r — нурий тезлик. (1) формуладан кўриниб турибдики, квазар қанчалик биздан узоқда бўлса, унинг тезлиги шунчалик катта бўлади. Иккинчи томонидан масалага Доплер эффекти нуқтаи назаридан қарасак,

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v_r}{c} \quad (2)$$

бунда $\Delta\lambda = \lambda_k - \lambda$, λ_k — ушбу квазар учун кузатувдан топилган тўлқин узунлик қиймати, λ — спектрал чизиқ тўлқин узунлигининг лабораториядан маълум бўлган стандарт қиймати, c — нур тезлиги. (2) формула $z = \Delta\lambda/\lambda < 0.1$ холида аниқ ишлатилади, чунки бу ҳолда $v_r \ll c$. Агар $v_r \sim c$ билса, унда релятивистик ҳол учун маълум бўлган формулани ишлатиш зарур.

В. Квазарларнинг нурий тезлигини аниқлаш.

Квазарларнинг спектрал чизиқлари учун $\Delta\lambda > 0$. Демак, худди шундай $v_r > 0$ бўлиб, улар биздан узоқлашмоқда. Нурий тезликни ўрганилаётган квазар учун қиймати $v_r = c \cdot z$ формуладан осонгина топилади.

С. Квазаргача бўлган масофани аниқлаш.

Квазарнинг биздан узоқлашиш тезлигини билган ҳолда Хаббл қонуни (1) ёрдамида масофа $R = v_r / H$ қийматини топа оламиз. Бунда Хаббл доимийлиги H қиймати 55 км/с . Мпс деб олинсин.

Д. Квазарнинг абсолют катталигини ҳисоблаш.

Маълумки, ёриттичнинг абсолют катталиги M унинг зарур параметри ҳисобланиб, ушбу ёриттич ёрқинлиги даражасидан далолат беради. Унинг қиймати қуйидаги формуладан аниқлашиши мумкин:

$$M = m - 5 \lg R + 5 \quad (3)$$

Демак, умумий ҳолда M визуал, фотографик, болометрик ва UVB системаларида топилади, чунки, гап кўринма катталиқ m қайси системада олинишига боғлиқ. Энг содда йўли визуал бўлиб, атрофдаги юлдузларнинг визуал кўринма катталигига нисбатан таққослаб топилади. Ёки квазар бор осмон қисми фотографик сурати олиниб, ҳам m ни қиймати топилиши мумкин. (3) формулада R ва m лар қиймати маълум бўлса, осонгина M ҳисобланади. "Ўртача" квазарнинг абсолют юлдуз катталиги -26^m атрофида. Куёш учун $M = +4^m,8$. Кўриниши хира бўлган галактикаларники -13^m ; ёрқин, гигант галактикалар учун $M = -24^m$. Квазар оптик диапазонда "чақнаган" вақтида $M = -31^m$ ҳам бўлиши мумкин (эслатиб ўтайлик, масалан 5^m га тенг фарқ бунда ёруғлиқ оқимлари нисбати тахминан 100 марта кўплигидан далолат беради.) $M = -31^m$ шу жисмдан секундга 10^{47} эрг энергия ажралиб чиқишига мос келади. (Куёш учун ушбу диапазонда ажралиб чиқадиغان энергия тахминан 10^{33} эрг.сек.).

5. Ишни бажариш кетма – кетлиги:

а) берилган квазар спектрида водороднинг H_β , H_γ ва H_δ чизиқларини топинг.

б) Ушбу топилган спектрал чизиқларнинг ҳар бирини ёрдамчи стандарт спектр билан таққослаб $\Delta\lambda$ ни аниқланг.

в) Квазарнинг нурий тезлигини ҳисобланг.

г) Квазаргача булган масофани аниқланг.

д) Ушбу квазарнинг абсолют юлдуз катталигини ҳисобланг.

6. Қуйидаги саволларга аниқ жавоб беринг.

1. Квазар ва квазарлар нима?

2. Нима учун квазар спектрида чизиқлар силжиган?

3. Қайси томонга ва нима учун? Хамма чизиқлар ягона қийматга силжиганми? Нима учун?

4. Квазарларни физик хусусиятлари ва ечилмаган муаммолар.

5. Гравитацион линзалар нима?

He I VA He II ЧИЗИҚЛАРИДАГИ НУРЛАНИШ ИНТЕНСИВЛИГИНИ ТОПИШ

1. Ишдан мақсад: Планетар туманлик спектридаги HeI $\lambda 4471 \text{ \AA}$ ва HeII $\lambda 4686 \text{ \AA}$ (нейтрал ва ионлашган гелий) чизиқларининг интенсивлигини Занстр усули билан аниқлаш.

2. Материал: Ишни бажариш учун 43 та планетар туманликнинг HeI чизиқдаги нурланиш интенсивлигининг H_β чизиқдаги интенсивликка нисбати, яъни HeI/ H_β бўйича температуралари, HeII/ H_β бўйича топилган температуралари ҳамда улар учун H_β чизиқдаги нурланиш интенсивлиги берилади (1 — жадвал).

3. Адабиётлар:

а) В.В.Соболев "Курс теоретической астрофизики". М., 1985;

б) Вопросы астрофизики. Вестник Львовского университета. Выпуск 58, 1984;

в) М.Ленг. Астрофизические формулы. М., 1984г.

4. Назарий қисм: Ўрганилаётган астрофизик объект спектрининг гелий чизиқларидаги нурланиш интенсивлигини билиш зарур ахамиятга эга. Қуйида ишлатилган усул планетар туманлик ядросининг нурланиши натижасида чиққан L_c квантлар сони билан бу туманлик спектридаги Бальмер чизиқлари ва Бальмер континуумидаги квантлар сонининг йиғиндисини солиштиришга асосланган. Агар туманликнинг Лайман континууми частотасидаги оптик қалинлиги $\tau_{Lc} \gg 1$ бўлса, унда

$$N_{Lc} = N_{Ba+Bac} \quad (1)$$

бўлади ва водород атомлари учун Занстр тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\int_{x_0}^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx = \sum A_i \frac{x_i^3}{e^{x_i} - 1} \quad (2)$$

бунда $x_0 = h\nu_0 / kT_*$; $x_i = h\nu_i / kT_*$; $A_i = E_i / \nu_i E^*$ — туманликнинг i номерли Бальмер чизигидаги тўлиқ нурланиш энергиясининг юлдуз нурланиш энергиясига нисбати. Худди

шунга ўхшаш тенгламани нейтрал ва ионлашган гелий (HeI ва HeII) учун ҳам ёзиш мумкин. (2) тенгламанинг унғ томонидаги A_1 катталиқнинг қийматлари кузатувлардан олинади. Лекин бу қийин масала.

Шунинг учун (1) тенгламани бошқача кўринишда ёзамиз.

Юлдуз нурланиши натижасида ҳосил бўлган ва туманлиқ томонидан, масалан, водород атомлари томонидан ютилган L_c квантларнинг тўлиқ сони қуйидагича ёзилади:

$$N_{L_c} = 4\pi r^2 \int_{\nu_0(H^0)}^{\infty} \frac{\pi B_\nu(T)}{h\nu} d\nu \quad (3)$$

бунда r — юлдуз радиуси, $B_\nu(T)$ — Планк функцияси (бу ерда юлдуз мутлоқ қора жисм сингари нурланади деб фараз қиламиз). Туманлиқ нурланишидан ҳосил булган Бальмер квантларининг тўлиқ сони, масалан, H_β чизиги учун қуйидагича ёзилади:

$$N_{Ba+Bac} = 4\pi R^2 k q(H_\beta) \frac{F(H_\beta)}{h\nu_\beta} \quad (4)$$

бунда R — Ердан туманлиқкача булган масофа, k — L_c нурланишининг туманлиқ томонидан тўсилиши мумкинлигини ҳисобга олувчи коэффициент ($k = 1$), $q(H_\beta)$ — водород сериясидаги ҳамма квантлар сонининг H_β чизигидаги квантлар сонига нисбатига тенг бўлган параметр, $F(H_\beta) - H_\beta$ чизигига мос ерга келиб тушаётган интеграл оқим (юлдузлараро муҳитдаги ютилиш ҳисобга олинган).

Натижада водород атомлари учун ёзилган Занстрнинг биринчи тенгламасини оламиз:

$$T_e^3 \int_{x_0(H^0)}^{\infty} \frac{x^2 dx}{e^x - 1} = 3,876 \left(\frac{R}{r} \right)^2 q(H_\beta) F(H_\beta) \quad (5)$$

Худди шу сингари He^0 ва He^+ атомлари учун:

$$T_e^3 \int_{x_0(He^0)}^{\infty} \frac{x^2 dx}{e^x - 1} = 3,565 \left(\frac{R}{r} \right)^2 q(\lambda 4471 HeI) F(HeI) \quad (6)$$

$$T_3 \int_{x_0(\text{He}^+)}^{\infty} \frac{x^2 dx}{e^x - 1} = 3,737 \left(\frac{R}{r_s} \right)^2 q(\text{HeII}) F(\text{HeII})$$

Бу ерда q — туманликнинг бирлик хажмида рўй бераётган ҳамма рекомбинациялар сонининг ушбу чизиқни ҳосил қилувчи эффектив рекомбинациялар сонига нисбати. (5) ва (6) тенгламаларнинг ўзаро нисбати юлдуз температурасининг кузатувдан олинadиган водород ва гелий чизиқларининг нисбий интенсивлигига боғлиқ функциясини беради:

$$f(T.)_{\text{HeI/H}\beta} = \frac{\int_{x_0(\text{He}^0)}^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx}{\int_{x_0(\text{H}_0)}^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx} = k_{\text{HeI/H}\beta} \frac{F(\text{HeI})}{F(\text{H}_\beta)} \quad (7)$$

$$f(T.)_{\text{HeII/H}\beta} = \frac{\int_{x_0(\text{He}^+)}^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx}{\int_{x_0(\text{H}_0)}^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx} = k_{\text{HeII/H}\beta} \frac{F(\text{HeII})}{F(\text{H}_\beta)} \quad (8)$$

ёки

$$\lg f(T.)_{\text{HeI/H}\beta} = \lg k_{\text{HeI/H}\beta} + \lg F(\text{HeI}) - \lg F(\text{H}_\beta) \quad (9)$$

$$\lg f(T.)_{\text{HeII/H}\beta} = \lg k_{\text{HeII/H}\beta} + \lg F(\text{HeII}) - \lg F(\text{H}_\beta) \quad (10)$$

бунда $k_{\text{HeI/H}\beta} = 2,14$, $k_{\text{HeII/H}\beta} = 0,498$.

(7) ва (8) тенгламалар, H^0 , He^0 , He^+ атомлари мос ҳолда $\lambda < 912 \text{ \AA}$, $\lambda < 504 \text{ \AA}$, $\lambda < 228 \text{ \AA}$ диапазондаги нурланишларни ютадиган ҳол учун ёзилган. Лекин аслида атомларнинг нурни $504 \text{ \AA} < \lambda < 912 \text{ \AA}$, $228 \text{ \AA} < \lambda < 504 \text{ \AA}$, $100 \text{ \AA} < \lambda < 228 \text{ \AA}$ интервалда ютиши ҳақиқатта яқин. Шунинг учун ҳам (7) ва (8) ифодалардаги интегрални шу интервалга мос келадиган частоталарда ҳисоблаш лозим.

5. Ишни бажариш тартиби ва ҳисоботи:

1. Юкорида кўрсатилган учта интервалнинг ҳар бири учун частотанинг қуйи чегараси ν_0 ва юқори чегараси ν_1 — ни ҳисобланг.

2. H° , He° ва He^{+} атомларининг ҳар бири учун берилган температуралар T . бўйича x_0 ва x_1 ни ҳисобланг.

3. Топилган x_0 ва x_1 интервалда (7) ва (8) ифодалардаги 4 та интегрални Симпсон усули билан ҳисобланг.

4. (7) ва (8) дан $f(T_*)$ — нинг қийматини топинг.

5. (9) ва (10) дан $\lg f(HeI)$ ва $\lg f(HeII)$ катталикларни ҳисобланг.

6. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг:

№	Туманлик номи	$f(T_*)_{HeI/H\beta}$	$f(T_*)_{HeII/H\beta}$	$\lg f(T_*)_{HeI/H\beta}$	$\lg f(T_*)_{HeII/H\beta}$

6. Синов саволлари.

1. Планетар туманликнинг нурланиш механизми қандай?

2. L_c квантлар сони қандай ҳосил бўлади?

3. Бальмер сериясидаги квантлар қандай ҳосил бўлади?

4. Занстр усулини тушунтириб беринг.

5. Бу усулдан фойдаланиш учун қандай шарт бажарилиши керак?

1 — жадвал

№	Туманлик номи	Туманлик ядроси температураси, $10^3 K$		H_{β} чизиғидаги оқим $\lg F(H_{\beta})$
		HeI / H_{β} бўйича	$HeII / H_{\beta}$ бўйича	
1	NGC 40	33	110	-10,64
2	650	39	120	-10,67
3	1535	40	94	-10,36
4	2022	26	141	-11,13
5	2346	42	97	-12,39

6	2371	30	133	– 10,96
7	2392	31	121	– 10,39
8	2440	37	227	– 10,45
9	2792	47	134	– 11,23
10	2867	36	109	– 10,57
11	3132	41	100	– 10,43
12	3242	38	108	– 9,27
13	4361	26	141	– 10,48
14	6153	39	99	– 10,85
15	6210	40	67	– 10,06
16	6302	52	121	– 10,53
17	6309	38	121	– 11,25
18	6445	41	106	– 11,15
19	6537	40	134	– 11,71
20	6543	38	67	– 9,60
21	6565	40	88	– 11,23
22	6567	45	99	– 10,95
23	6572	41	76	– 9,75
24	6644	43	96	– 11,10
25	6720	40	101	– 10,96
26	6741	40	114	– 11,49
27	6751	68	106	– 11,25
28	6778	48	92	– 11,26
29	6781	36	98	– 11,19
30	6790	42	72	– 10,73
31	6803	41	73	– 11,15
32	6807	43	111	– 11,22
33	6818	38	127	– 10,26
34	6826	41	43	– 9,92
35	6833	40	107	– 11,22
36	3853	41	117	– 9,44
37	6886	40	95	– 11,50
38	6891	44	99	– 10,86
39	7008	44	132	– 10,86
40	7009	39	91	– 9,78
41	7026	46	97	– 10,90
42	7027	36	113	– 10,12
43	7662	38	114	– 9,98

ЮЛДУЗ ЁРҚИНЛИГИНИ H_γ ЮТИЛИШ ЧИЗИГИНИНГ ЭКВИВАЛЕНТ КЕНГЛИГИ БЎЙИЧА АНИҚЛАШ

1. Ишдан мақсад: а) H_γ чизигининг фотометрик профилини олиш; б) H_γ чизигининг эквивалент кенглигини, юлдуз ёрқинлигини ва юлдузгача бўлган масофани аниқлаш; в) Ўлчанган абсолют юлдуз катталиги ва спектрал синфи асосида юлдузнинг Герцшпрунг—Рессел диаграммасидаги ўрнини аниқлаш.

2. Керакли асбоб ва материаллар: а) $O - A$ спектрал синфидаги юлдуз спектрининг негативи; б) Фотометрик шкала; в) Микрофотометр; г) Спектропроектор ёки кўрик столи; д) Юлдузнинг маълум юлдуз катталиги (ёруғ юлдузлар учун [3] дан олинади, хира юлдузлар учун ўқитувчи беради).

3. Адабиётлар:

а) Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. М., Наука, 1987;

б) Мартынов Д.Я. Курс общей астрофизики. М., Наука, 1988;

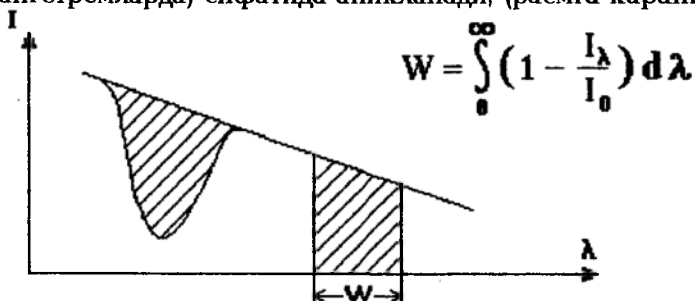
в) Куликовский П.Г. Справочник астронома—любителя. М., Наука, 1971.

4. Назарий қисм: Юлдуз ёрқинлигини аниқлашнинг фақат биргина бевосита усули бор. Бу усулдан фойдаланиб, юлдуз ёрқинлигини аниқлаш учун юлдузгача бўлган масофани ва унинг кўринма юлдуз катталигини билиш керак. Лекин бу усулдан ҳар доим фойдаланиб бўлмайди. Чунки ҳамма юлдузларгача бўлган масофани бевосита ўлчашнинг иложи йўқ.

Шунинг учун астрономияда юлдуз ёрқинлиги ва юлдузларгача бўлган масофани аниқлашнинг билвосита усуллари кенг тарқалган. Масалан, юлдуз ёрқинлигини унинг спектри орқали аниқлаш мумкин. Бу усул бир томондан ёрқинлиги ва иккинчи томондан спектр ютилиш чизигининг у ёки бу характеристикаси ўртасидаги эмпирик тарзда аниқланган муносабатларга асосланган.

Бу юлдуз ёрқинлигини унинг спектри асосида аниқлаш маълум бўлган кўринма юлдуз катталиги бўйича масофани осонгина топиш имконини беради.

Ушбу лаборатория ишида юлдуз ёрқинлиги H_γ водород чизиғининг эквивалент кенглиги W бўйича аниқланади. Эквивалент кенглик W — мавжуд спектр чизиғи орқали ютиладиган энергия миқдорини характерловчи катталиқдир. У юлдузнинг узлуксиз спектри соҳасидаги юзаси чизиқ профили “кесиб” олинадиган майдонга тенг бўлган соҳанинг кенглиги (ангстремларда) сифатида аниқланади, (расмга қаранг).



О — А спектрал синфидаги юлдузларнинг Бальмер ютилиши чизиқларининг эквивалент кенглиги юлдуз ёрқинлиги ортиши билан камайиши эмпирик йўл билан топилган. Кечки спектрал синфидаги юлдузлар учун бу муносабат у қадар яхши ифодаланмаган бўлиб, ҳар доим ҳам яхши натижа бермайди. Шунинг учун бундай юлдузлар ёрқинлигини аниқлашда бошқа усуллардан фойдаланилади.

Мазкур лаборатория ишида ўзи қайд қилмайдиган микрофотометрдан фойдаланилади. Лекин ушбу мақсадлар учун ўзи қайд қилувчи микрофотометрдан ҳам фойдаланиш мумкин. Бунда ўлчаш усуллари бирмунча ўзгаради. Бу ҳақдаги услубий кўрсатмалар иш охирида берилган.

5. Ишни бажариш тартиби:

а) Юлдуз спектрининг асосий чизиқларини ажратиб олиш. Юлдуз спектри спектропроекторда ёки кўрик столчасида кузатилади. Спектрда унинг қисқа тўлқинли қисмига қараб ўзаро яқинлашувчи Бальмер серияси чизиқлари яққол кўриниб туриши керак. Паст дисперсия билан олинган спектр одатда H_β чизиқ билан “бошланади”, лекин бу чизиқ спектр охиридаги ёрқинлик камлиги туфайли кўринмайди.

А синфидаги юлдузлар спектрида ионлашган кальцийнинг H чизиғи билан қўшилиб кетувчи H_ϵ

нинг қисқа тўлқинли томонидан $K (CaH)$ чизиғи яхши билиниб туриши керак. H_γ чизиғи одатда марказий текислик ўртасига яқин жойлашган бўлади.

б) Дисперсия эгри чизиғини ҳосил қилиниши.

Дисперсия эгри чизиғи спектр бўйлаб ҳисобланувчи чизиқли координата билан спектрдаги нурланиш тўлқини узунлигини бир—бирига боғлайди. Дисперсия эгри чизиғини яшаш учун спектр негатииви тирқиши ёпик микрофотометрға ўрнатилади. Тасвир тиниқлаштирилади. Пластинкани айлантириш йўли билан каретка ҳаракат қилганда пластинка қатъий спектр бўйлаб силжишига эришилади. Кейин пластинка микрометр винти билан секин силжитилади ва барабан орқали ҳар бир белгиланган спектр чизиғи координатаси ҳисобланади (чизиқ маркази микрофотометр тирқиши билан устма—уст тушганда микрофотометр чизиққа тўғрилانган ҳисобланади). Сўнгра "координата (мм ларда) — тўлқин узунлиги" муносабати чизилади.

Қуйида Бальмер серияси чизиқлари тўлқин узунлиги берилган (ангстремларда):

H_β	H_γ	H_δ	H_ϵ	H_ζ
4861	4340	4101	3968	3889

H_γ тўлқин узунлиқда чизиққа уринма ўтказилади ва унинг горизонтал ўққа оғиш бурчагининг тангенсини ҳисобланади. Олинган қиймат H_γ соҳасидаги спектр

дисперсияси бўлади. $U \text{ Å/мм ларда}$ ифодаланади.

в) Чизиқнинг фотометрик профилини олиш.

Микрофотометрда керакли ўлчамдаги тирқиш ўрнатилади. Унинг баландлиги спектр кенглигидан сал кичик бўлиши керак, кенглиги эса шундай танланадиги, фотоэлемент ёкилиб, пластинканинг ёруғ фониға тўғриланганда ҳисобловчи шкала асбобнинг кўриш майдонида катта қисмға силжиган бўлиши керак. Бу ҳолда тирқиш кенглиги ўлчанаётган чизиқ ўлчамидан анча кичик бўлиши керак. Ўлчаларда асбобнинг логрифмик шкаласидан фойдаланилади. Ёзувлар қуйидаги схема асосида бажарилади:

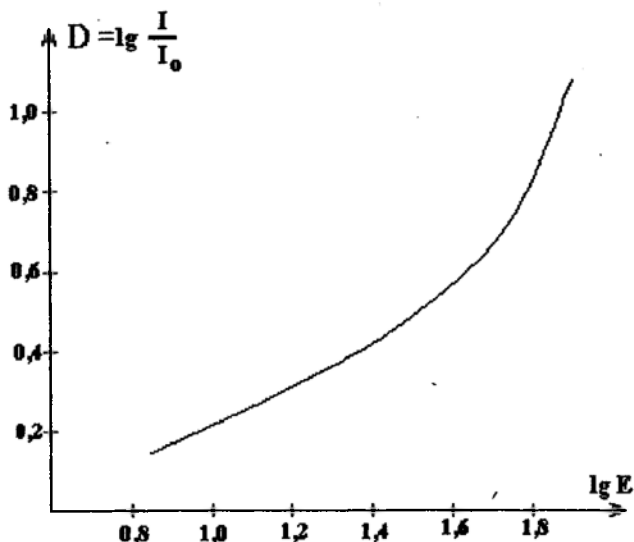
№	Барабан кўрсатиши мм	Спектрга тўғрилланган холда галь- ванометр кўрсатиши	Фоннинг ўртача қиймати	"Спектр- фон" айирмаси

Фон ҳисоби спектрнинг иккала томонидан олинади. Спектр ҳисоби билан фоннинг ўртача қиймати орасидаги фарқ фотометрик зичлик ҳисобланади.

Микрофотометр винти орқали пластинкани бир хил оралиқларда силжитиб, чизиққа қўндаланг йўналишда зичлик ўзгариши олинади. Чизиқ профилини олиш учун спектрнинг 20 – 30 нуқтасида ҳисоблашлар бажарилади. $D(x)$ муносабат графиги чизилади, бунда x – спектр бўйлаб олинган координата.

г) Характеристик эгри чизиқни олиш.

Қорайиш зичлиги $D = \lg(I/I_0)$ муносабат орқали аниқланади, бу ерда I ва I_0 – негативнинг берилган жойига тушувчи ва ўтиб кетувчи ёруғлик оқими. Характеристик эгри чизиқ қорайиш зичлигини фотоэмульсия бирлик юзасига тушувчи ёруғлик энергияси миқдори билан ёки унга пропорционал ихтиёрий бошқа катталиқ билан боғлайди. Характеристик эгри чизиқни ясаш учун микрофотометрга поғонали кучсизлантирувчи ёки фотометрик шкала тасвири олинган фотопластинка қўйилади. Агар поғонали кучсизлантирувчи тасвири олинган фотопластинка қўлланилса, шуни ҳисобга олиш керакки, бир поғонадан иккинчисига ўтилганда фотопластинка ёритилганлиги $10^{0,15}$ марта ўзгаради. Фотометрик шкаланинг нисбий



ёритилганлиги хақидаги маълумотлар ўқитувчига хабар қилинади. Характеристик эгри чизиқни ясашда вертикал ўқ бўйлаб поғоналар учун топилган D нинг қийматлари, горизонтал ўқ бўйлаб эса унга мос ёритилганлик E нинг қийматлари қийматлари қўйилади. Ўлчанган поғоналарнинг энг тиниғининг ёритилганлиги шартли равишда бирга тенг деб олинади, иккинчи поғонанинг ёритилганлиги $10^{0.15} \approx \sqrt{2}$, учинчи поғонаники 2 га тенг ва ҳоказо. E нинг қиймати логарифмик эмас, чизиқли ҳолда қўйилади.

д) Характеристик эгри чизиқнинг ночизиқлиги сабабли чизиқ профилига тузатма киритиш.

Фотоэмульсия — ночизиқли нурланиш қабул қилгичдир. Чизиқ профилини энергетик бирикларда чизилш учун характеристик эгри чизиқ ёрдамида профилини ўлчашдан олинган D нинг қийматларидан унга мос келувчи E нинг қийматларига ўтиш керак. Бу жараён чизиқ профилининг бир—биридан бир хил масофада турган нуқталари учун бажарилади, шундан сўнг $D(x)$ графиги $E(x)$ га ўтказилади. Спектр дисперсиясининг аввал олинган қийматларидан фойдаланиб, x координатани ангстремларда ифодалаш керак.

$E(\lambda)$ боғланиш чизиқнинг қидирилаётган фотометрик профилини беради.

е) Чизиқнинг эквивалент кенглигини баҳолаш.

Бу мақсадда чизиқ профили ажратган соҳанинг юзаси ҳисоблаб топилади ва у чизиқ марказидаги узлуксиз спектр баландлигига бўлинади. Шу йўл билан эквивалент кенглик аниқланади (ангстремларда).

ж) Юлдуз ёрқинлиги L ни баҳолаш.

Масофаси аниқ бўлган юлдузларга калибровка қилиш йўли билан олинган $W(M_v)$ боғланиш [2] да берилган. Унинг ёрдамида абсолют юлдуз катталигини $0,^m5$ аниқликда топиш мумкин. Сўнгги вақтларда O спектрал синфидаги юлдузлар учун бу боғланишнинг юқори қисми қайта кўриб чиқилди. Улар учун ушбу муносабаб топилган:

$$M_v = a + b \lg W$$

Бу ердаги a ва b қуйидаги жадвалдан топилади:

S_p	a	b
O6	- 8,2	8,1
O8	- 8,1	7,8
B0	- 8,0	7,6
B2	- 7,9	7,4

Ушбу топилган абсолют юлдуз катталиги бўйича ёрқинлиги L — ни қуйидагича топиш мумкин:

$$\lg L = -0,4(M_v - M_0)$$

з) Юлдузгача бўлган масофани аниқлаш

Юлдузгача бўлган масофа қуйидаги

$$\lg r = \frac{1}{5}(m_v - M_v) + 1$$

формуладан топилади. Агар масофа 100 пк дан ортиқ бўлса, ёруғликнинг юлдузлараро мухитда ютилишини назарда тутиб, ҳар бир 1 кпк учун $\Delta m = 1^m$ ҳисобида тузатиш киритилади ва масофа қайта топилади. Масофа 100 пк дан кам чиқса ҳеч қандай тузатиш киритилмайди.

Ўзи қайд қилувчи микрофотометр ёрдамида ишни бажариш юзасидан услубий кўрсатмалар

Ўзи қайд қилувчи микрофотометр қўлланилганда масаланинг моҳияти ва уни бажариш тартиби ўзгармайди. Фақатгина микрофотометр сигналини қайд қилиш жараёнида фарқ бор. Ўзи қайд қилувчи микрофотометр мураккаб асбоб ҳисобланади. Ишни бошлашдан аввал микрофотометрда ишлаш қоидалари билан танишиш керак. Асбоб ўқитувчининг руҳсати билангина ишга туширилади. Ёзув бошланишидан аввал тирқишнинг ўлчами танлаб олинади, унинг баландлиги спектр кенглигидан озроқ кичик бўлиши керак, кенглиги эса шундай бўлиши керакки, фотоэлемент ёқилганда асбоб бир маромда ишласин.

Микрофотометрда ёзув бажарилаётганда қорайиш зичлиги чизиқли бирликларда ўлчанади, чизиқли бирликлар сифатида қоғоз лентада белгиланган иккита сигнал сатҳи, яъни фон сатҳи ва "қоронғулик" сатҳи (фотоэлемент ўчирилган ҳолда асбоб чизган тўғри чизиқ) олинади.

Кучсизлантирувчи поғонасини ёзиш пайтида моторни ишлашмасдан поғоналарни тирқиш қаршисидан бирин—кетин қўл билан ўтказса ҳам бўлади, чунки бу ҳолда ҳаракат бир текис бўлиши талаб қўлинмайди. Бунда микрофотометр тирқиши охиригача очиқ бўлиши керак.

Микрофотометрда олинган чизиқ профилига характеристик эгри чизиқ, ночизиқлиги туфайли тузатма киритилади. Тузатма киритиш алоҳида нуқталар бўйича профил ясаш ҳолидаги каби бажарилади.

Фақатгина шуни эсдан чиқармаслик керакки, чизиқ профилининг ёзувини характеристик эгри чизиқ билан мослаштириш иккала эгри чизиқ вертикал ўқ бўйича масштабга келтирилгандан кейингина амалга оширилади. Иккала графикда ҳам фон сатҳи ва "қоронғулик" сатҳи орасидаги масофа бирга тенг деб олинади.

ПУЛЬСАЦИЯЛАНУВЧИ ГРАВИТАЦИОН МУХИТ КРИТИК АМПЛИТУДАСИНИ ҲИСОБЛАШ

1. Ишдан мақсад: Гравитацион мухит беқарорлиги унинг стационар ёки ностационар модели учун турлича эканини

тушуниб олиш ҳамда энг кенг тарқалган пульсация жараёни эволюцияси нималарга боғлиқлигини ўрганиш.

2. Материал: Ушбу иш шахсий компьютерларда бажарилади. Талабалар керакли стандарт дастурларга мурожаат қилиш усулини кўриб олиб, уларнинг ҳар бири алоҳида дастур тузишлари талаб этилади. Махсус материал ишлатилмайди.

3. Адабиётлар:

а) Нуриtdинов С.Н. Астрономический журнал. 1985 йил, 62—том, 506—517—бетлар;

б) Кокс Дж. Теория звездных пульсаций. М., "Мир", 1983.;

в) Марочник Л.С., Сучков А.А. Галактика. М., "Наука", 1984.

4. Назарий қисм: Астрофизик кузатув маълумотларига кўра Коинотнинг барча объектлари эволюцияси албатта ностационар босқичга эга. Ностационарликнинг турлари эса хаддан ташқари хилма—хилдир; коллапс, портлаш, пульсация, ҳар хил таркибдаги тўлқинлар, чақнашлар ва ҳакозо. Маълум физик шароитларда қатор гравитацион мухитлар эволюциясининг бошланғич босқичларидан бири глобал миқёсда содир бўлувчи пульсация билан характерланади. Пульсация амплитудасининг катта еки кичиклигига қараб, мухитнинг физикавий ҳолати ва ёши ҳақида ҳам фикр юритиш мумкин. Кизиғи шундаки, назарий жихатдан коллапс еки чексиз кенгайиш жараенларини пульсациянинг хусусий ҳолларидан бири деб қараш имконияти борлиғи, нульсация нисбатан умумий ҳол эканини ва уни ўрганиш натижалари амалий аҳамиятта эғалиғини кўрсатади. Глобал пульсация кенг тарқалган жараен бўлиб, унга мисол тариқасида Қуёшда, қатор юлдузларда, галактикалар ва уларни ташкил этувчи қисмларида кузатиласган ностационарлик таркибида аниқланган илмий маълумотларни келгириш мумкин. Кичик ўлчамли объектдан қанчалик каттасига ўтиб борганимиз сари пульсация даври ўрта ҳисобда ошиб боради дейиш мумкин. Пульсация жараени қайси объектда рўй бераётганига қараб, у ўзига хос қатор нармаметрларга боғлиқ бўлади ва шунга яраша физик механизми еки сабаби турлича бўлиши мумкин.

Афсуски, бу жараен назарияси ҳалигача ҳамма объектлар учун ўрганилмаган. Ушбу ишдан асосий мақсад протогалактика физикасига оид масала мисолида астрофизик

маънога эга тенгламани компьютерда тахлил қилиб, гравитацион беқарорлик мезонини ва пульсацияланувчи мухитнинг критик амплитудасини топишдан иборат.

Илмий жихатдан муҳим саволлардан бири қуйидагича: пульсация жараени қачон гравитацион барқарор ва у беқарор бўлганда қандай физик ўзгаришлар вужудга келади? Ушбу масала тахлили кўп ҳолларда ўзгарувчан коэффицентли ва юқори тартибли дифференциал тенгламалар билан ифодаланувчи ностационар дисперсион муносабатларга бориб тақалади. Хусусий ҳоллардагина бундай муносабатлар иккинчи тартибли дифференциал тенглама кўринишига келтирилиши мумкин. Улар ичида энг содда кўринишга эга холи қуйидагича:

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + \left(4 - \frac{\mu}{1 + \lambda \cos t} \right) u(t) = 0 \quad (1)$$

Бу ерда λ — пульсация амплитудаси ($0 \leq \lambda \leq 1$), t — вақт, μ — ердамчи параметр.

Юқорида қўйилган саволни ечиш учун ушбу тенглама λ нинг қайси қийматларида даврий бўлмаган ечимга эга эканини аниқлаш талаб этилади. Параметрик резонанс назариясида бу ҳилдаги саволлар чуқур ўрганилган [а,б] ва унга кўра, тенгламамиз 2π даврли ечимга эга бўлиши учун параметр μ қуйидагига тенг бўлиши керак

$$\mu = \frac{1}{2} [7 - f(\lambda)] \quad (2)$$

бу ердаги $f(\lambda)$ функцияси адабиетда берилган [а] .

Демак, қайси λ қиймати (2) ни қаноатлантирса, ўша λ критик ҳолат амплитудаси ҳисобланади. Ўқитувчи гравитацион беқарорлик маъносини яна бошқа мисолларда эслатиб ўтиб, юқоридаги тенглама (1) ни ЭХМ да ечиш усули билан таништириб ўтади. Хар бир талабага рўйхатга мос равишда сон берилиб, натижада унинг ечаётган тенгламаси бошқаларники — дан μ нинг қиймати бўйича фарқ қилади .

Ушбу масалани ЭХМ да ечишда адабиетларда батафсил берилган "даврий ечимлар барқарорлиги усули" дан фойдаланиш анча қулайдир. Бу усулга кўра, агар $u_1(t)$ ва

$u_2(t)$ тенгламанинг чизиқли боғланмаган иккита ечимлари бўлса, бошланғич шартлар сифатида

$$u_1(0) = \dot{u}_2(0) = 1, \quad \dot{u}_1(0) = u_2(0) = 0. \quad (3)$$

деб олиб, тенглама λ нинг берилган ҳар бир аниқ қиймати учун t бўйича $[0, 2\pi]$ оралиғида интегралланиб борилади. Хар сафар биз

$$u(t) = \begin{vmatrix} u_1(t) & \dot{u}_1(t) \\ u_2(t) & \dot{u}_2(t) \end{vmatrix} \quad (4)$$

матрицанинг $t = 2\pi$ нуқтадаги қийматларини топиб, қуйидаги характеристик тенгламани ечиб борамиз :

$$|u(t) - kE| = 0 \quad (5)$$

Бунда E — бирлик матрица, k — хусусий қиймат. Характеристик тенглама иккинчи тартибли бўлганлиги сабабли, у k_1 ва k_2 ечимларга эга. Пульсация жараени барқарор ҳолларда $|k_i| = 1$ бўлиб, беқарорлик бошланиши билан $|k_i| \neq 1$ вужудга келади, лекин доимо $|k_1| \cdot |k_2| = 1$. Тенгламани ЭХМ да интеграллаш мақсадида Рунге — Кутта усули учун мавжуд бўлган стандарт дастурни қўллаш етарлидир.

(1) тенглама айрим ҳолларда нафакат 2π даврли, балки 4π даврли ечимга ҳам эга бўлади. Бу ечим асосан резонанс ҳодисаси билан боғлиқдир.

5. Ишни бажариш кетма — кетлиги.

а) Ўқитувчи ишнинг моҳияти ва гравитацион системалар барқарорлиги назариясининг асосий, керакли билими ҳақида тушунча берганидан сўнг, ҳар бир талаба ундан ўзи учун μ нинг қийматини олиши керак.

б) Юқоридаги (1) тенгламани қуйидаги эквивалент холи

$$\frac{du_1}{dt} = u_2, \quad \frac{du_2}{dt} = \left(\frac{\mu}{1 + \lambda \cos t} - 4 \right) u_1(t)$$

учун ЭХМ да уни Коши масаласи сифатида Рунге—Кутта методи билан ечиш мақсадида дастур тузади .

в) Пульсация амплитудаси λ бўйича қадам $\Delta\lambda = 0,05$ деб олиниб, унинг ҳар бир қиймати учун $u(t)$ матрицанинг $t=2\pi$ даги қийматини топиб, сўнгра юқорида берилган характеристик тенглама илдиэларини топади.

г) Илдиэлари модули 1 га тенг бўлмаган λ қийматларини аниқлаб чиқиб, пульсация амплитудасининг критик қийматларини $\pm 0,002$ аниқик билан топади.

6. Саволлар:

1. Пульсацияланувчи объектларга турли мисоллар келтиринг, бу жараснлар механизмлари ҳақида нималарни биласиз?

2. Гравитацион барқарорлик нима ва унинг қайси турларини биласиз?

3. Коши масаласи, Рунге—Кутта усули ва характеристик тенгламалар маънолари қандай ?

КЎЛАМ ОБЪЕКТЛАРНИНГ АБСОЛЮТ ФОТОМЕТРИЯСИ

1. Ишдан мақсад: а) Кўлам нур манбаларини фотометрик ўлчаш усулларини ўрганиш; б) Ой равшанлиги тақсимои $m(x,y)$ ни олиш .

2. Керакли материал ва асбоблар; а) Кўлам объектнинг тасвири туширилган фотопластинка ва найсимон фотометр; б) Юлдузнинг фокусдан ташқаридаги тасвири ва найсимон фотометр белгилари туширилган фотопластинка; в) МФ — 2 микрофотометри.

3. Адабиётлар:

а) Курс астрофизики и звездной астрономии. под. ред. Михайлов А. А., М., 1951.;

б) Курс общей астрофизики. Мартынов Д. Я. , М., 1988.;

в) Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. М ., 1987.

4. Назарий қисм: Агар ўлчов диафрагмасининг юзаси S кв.с га тенг бўлса, унда объектнинг равшанлиги $m(x,y)$ юлдуз катталикларида олганимизда

$$m(x, y) = -2,5 \lg(B(x, y) - B_0(x, y)) + 2,5 \lg S + C$$

га тенг.

Бу ерда $B_0(x, y)$ ва $B(x, y)$ — фон ва объектнинг равшанликлари, C — юлдуз катталиклари шкаласининг нуль — нуқтаи (нуль нуқтаси).

Осмон фонининг равшанлиги $B_0(x, y)$ ўзгариб туриши мумкин, бунга сабаб осмон равшанлигининг ҳақиқатдан ҳам ўзгариши ёки фотоэмульсиянинг "шовқини" бўлиши мумкин.

Агар объектнинг ўлчамлари фоннинг характерли нотекисликларининг ўлчамларига нисбатан анча кичик бўлса, биринчи яқинлашишда фоннинг равшанлиги объект бўйлаб ўзгармас деб фараз қилиш мумкин.

$$B_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_{\phi i}$$

Ўзгармас катталик C — ни аниқлашнинг бир неча усуллари мавжуд. Булардан бири юлдуз катталиги аниқ m_* га тенг бўлган юлдузнинг фокусдан ташқаридаги тасвири бўйича:

$$m_* = -2,5 \lg B_{* \phi 0} + C$$

Биринчи яқинлашишда

$$B_{* \phi 0} = \frac{B_* \cdot \pi(d'')^2}{S \cdot 4}$$

Бу ерда B_* — юлдуз атрофидаги фоннинг ҳисобига олган ҳолда тасвир равшанлигининг барча ўлчамлари бўйича ўртача қиймати:

$$\bar{B}_* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_{*i} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_{\phi i}$$

S — илчов диафрагмасининг диаметри (кв.с) ,

d'' — юлдуз тасвирининг диаметри (ёй секундлари).

Бу ерда d — юлдузнинг фокусдан ташқаридаги тасвирининг диаметри, F — фокус масофаси. Доимий катталикларни қуйидагича ифодалаймиз:

$$C = m_* + 2,5 \lg B_*(x, y) - 2,5 \lg S + 2,5 \lg \left[\frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{206265d}{F} \right)^2 \right]$$

Агар объектни ва фокусдан ташқаридаги юлдуз тасвирини фотометрия қилиш пайтида ўлчов диафрагмаси ўзгармаса, унда унинг юзасини хисобга олишга ҳожат қолмайди. Янги константани киритамиз:

$$C_1 = C + 2,5 \lg S = m_0 + 2,5 \lg (B_0(x, y) - B_{0*}) + 2,5 \lg \left[\frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{206265d}{F} \right)^2 \right]$$

Унда объектни ёрқинлиги тақсимооти:

$$m(x, y) = -2,5 \lg (B_{1i}(x, y) - B_{0.1i}) + C_1$$

га тенг бўлади.

Бу ифода юлдуз ва кўлам объект иккаласи бир хил зенит масофадан кузатилганда тўғри бўлиб чиқади. Агар юлдуз ва объект ҳар хил зенит масофаларда кузатилган бўлса, унда ифодага Δm киритиш лозим.

$$m_z = m_0 - 2,5 \lg P \sec z, \quad P = 0,7, \quad \varphi = 60^\circ$$

Фотопластинкани колибраш (аниқликни киритиш учун) унда найсимон фотометр учун белгилари босилган; булар 2 қатор қорайиш зичлиги ошиб бориш тартиби билан жойлашган бир хил диаметрда доира шаклидаги белгиларидир.

Пластинкани ёритилганлиги диафрагманинг ўлчам — ларига пропорционал:

$$E = \frac{cd^2}{4}$$

Демак, r_1 ва r_2 радиуси 2 тешик учун

$$\lg E_1 - \lg E_2 = 2(\lg r_1 - \lg r_2)$$

Агар энг катта $r_{\max}$ га тўғри келган юлдуз катталигини 0

га тенг деб олсак, унда ихтиёрий диафрагма учун $m = 5 \lg \frac{r_{\max}}{r}$.

Ҳар хил қорайиш даражасига мос бўлган юлдуз катталиклар мажмуасини ўзининг нуль нуқтаси бўлган найсимон фотометрнинг фотометрик системаси деб қараш мумкин.

5. Ишнинг бажарилиш кетма — кетлиги.

Фотометрия ишларини бажаришдан олдин:

1) "Қорайиш зичлиги" шкаласининг нуль пунктини ўрганинг. Бунинг учун ёпиқ фотоэлементда шкала ∞ ни кўрсатиши лозим .

2) Фотопластинкани микрофотометр таглигига ўрнатиб, фотоэмульсия заррачалари тасвирини ва ёритувчи тирқиш тасвирини экран фокусига жамланг.

3) Ўлчов тирқишини квадрат шаклига келтириб, ўлчамини эса объект юлдуз ва найсимон фотометр учун белгиларидан анча кичик қилиб олинг. Ёритувчи тирқиш бунда каттароқ қилиб олинади.

4) Кўлам объектни фотометрия қилиш

а) Аввал объектга яқин бир неча жойларда осмон фонини ўлчанг, сўнг объект устида унинг бир четидан иккинчи четигача битта координата ўқи бўйлаб ўлчашларни бажаринг, кейин яна осмон фонини ўлчанг .

б) Иккинчи координата ўқини ўзгартириб, биринчи ўқ бўйлаб пластинкани суриг ва ўлчовларни давом эттиринг.

в) Найсимон фотометр белгиларини фотометрланг. Бунда 4 маротаба фон, 4 маротаба хар бир белги ўлчанади .

5) Фокусдан ташқари жойлашган юлдуз тасвирини фотометрланг (ўлчанг).

а) Найсимон фотометр белгиларини ўлчаганимиздек ўлчанади.

б) Найсимон фотометр белгиларини ўлчанг .

6. Ишнинг хисоботи

а) Найсимон фотометр белгиларини фотометрлаш натижаларига кўра характеристик эгри чизиқли графиги чизилади.

б) Олинган эгри чизиқдан юлдуз ва объект тасвирининг равшанлигини аниқлаймиз:

$$B_{\bullet}, \quad B_{\star}, \quad B_{i,k}(x,y), \quad B_{i,k}$$

в) Объект равшанлиги тақсимотини юлдуз катталикларига ўтказиш, $m(x,y)$ муносабатини чизиш ёки жадвал тузиш.

7. Саволлар

1. Нима учун объектни колибровка қилиш учун юлдузнинг фокусдан ташқаридаги тасвири ишлатилади?

2. Ўлчов диафрагмасининг ўлчами қандай хисобга олинади?

3. Нима учун осмон фони равшанлигининг бир неча ўлчашлар бўйича ўртачаси олинади?

4. Объектларнинг равшанлигига Ер атмосфераси таъсир қиладими?

ЦЕФЕИДНИНГ ЁРҚИНЛИК ЭГРИ ЧИЗИГИНИ ЎРГАНИШ

1. Ишдан мақсад: Цефеиданинг фотоэлектрик кузатув натижаларидан фойдаланган ҳолда унинг ўзгариш даврини аниқлаш ва ёрқинлик эгри чизигини тўлиқ тиклаш.

2. Материал: Ишни бажариш учун биричилар қатори кашф қилинган цефеидалардан бири η Aql юлдузининг фотоэлектрик кузатув маълумотларидан фойдаланилади. Бу маълумотлар ҳар хил вақт моментларидаги 3530 Å тўлқин узунлиқдаги, яъни ультрабинафша диапазондаги кўринма юлдуз катталиклардан иборатдир ва улар 1 – жадвалда келтирилган. Бунда вақт юлиан кунлари (JD) ҳисобида бўлиб, улар 2433070,947 – дан 2433225,640 – гача олинган. Жадвалдан кўриниб турибдики, баъзи вақт оралиқларида кузатувлар бажарилмаган. Бунга, масалан, ҳавода булут бўлиши сабабчи бўлиши мумкин. Ушбу вазифанинг қийин томони айнан бу маълумотларнинг узуклигидадир.

3. Адабиётлар:

а) Бакулин П.И., Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии. М., 1983.;

б) Мартынов Д.Я. Курс общей астрофизики. М., 1986.;

в) Физика космоса. Маленькая энциклопедия. М., 1986.

4. Назарий қисм: Цефеидалар деганимиз физик ўзгарувчан юлдузларнинг бир гуруҳи бўлиб, улар даврий равишда ўзларининг равшанлигини, радиусини, эффектив температурасини ва шунга мос ҳолда спектрал синфини ўзгартириб туради. Қизиқ томони шундаки, бу давр ҳар бир юлдуз учун жуда катта аниқлик билан доимийдир. Лекин у ҳар хил цефеидалар учун турлича бўлиб, тахминан 1 суткадан 100 суткаларгача оралиқда ётади. Бир давр ичида уларнинг кўринма юлдуз катталиги $0^m,5$ дан 2^m гача ўзгариши, бунда ёрқинликлари эса 2 дан 6 мартагача ўзгариши мумкин.

Цефеида сўзи бундай физик табиати энг биринчи кашф қилинган Цефеи юдуз туркумининг δ — си номи билан боғлиқ. Улар F ва G спектрал синфига тегишли бўлиб, Герцшпрунг — Рассел диаграммасининг гигантлар ва ўта гигантлар соҳасида жойлашгандир.

1 — жадвал

JD2430000 +	U 3530 Å	JD2430000 +	U 3530 Å
3070,947	-0,20	3172,801	0,22
3074,916	1,05	3177,709	-0,34
3076,914	-0,05	3177,804	-0,39
3082,841	0,96	3177,842	-0,41
3083,894	0,09	3179,685	0,16
3084,880	-0,34	3192,690	-0,31
3090,869	0,24	3192,756	-0,30
3098,859	-0,36	3193,679	0,09
3104,876	0,66	3193,719	0,10
3117,783	1,02	3200,689	0,03
3123,841	0,63	3200,722	0,02
3131,791	0,88	3206,718	-0,38
3123,871	0,64	3206,684	-0,39
3140,829	0,52	3207,682	-0,07
3144,859	0,40	3217,644	0,78
3151,823	0,26	3221,644	-0,24
3158,822	0,22	3225,640	1,04

5. Ишни бажариш тартиби ва ҳисобот шакли

а) 1 — жадвалдан JD 2433070,947 дан 2433225,640 гача бўлган вақт оралиғидаги маълумотлардан фойдаланамиз. Маълум бир масштабда уларнинг графигини чизинг (график № 1). Бунда абцисса ўқига вақтни, ординатага эса юдуз катталикларини қўйинг ва уларни одатдагидек пастига қараб ортиш тартибида жойлаштиринг. Графикдан кўринадики, маълумотлар бир неча циклни ўз ичига олади.

б) Графикдан кетма-кет жойлашган 2 та ўсувчи қисмини танлаб олиб, улар орасидаги масофани ўлчанг. Бу изланаётган даврнинг биринчи яқинлашишдаги тақрибий қиймати P_0 бўлади (расм 1).

в) Энди иложи борица кўпроқ циклни ҳисобга олиб, дастлабки ва охирги ўсувчи қисмлар орасидаги вақт $(t_2 - t_1)$ ни аниқлаб, уни ўша цикللار сонига бўлинса, даврнинг аниқроқ қиймати P_1 келиб чиқади:

$$P_1 = (t_2 - t_1) / (n - 1)$$

г) Иккинчи циклниң хамма кузатув вақтларидан P_1 — ни айириб, учинчи цикл кузатув вақтларидан эса $2P_1$ ни ва х.к. n — чи цикл вақт мометларидан $(n - 1) P_1$ — ни айириб чиқинг ва натижаларини 2 — нчи ва 3 — нчи жадвалларга ёзиб бординг. Бу билан сиз 2 — нчидан бошлаб хамма цикллارни биринчига силжитиб келган бўласиз.

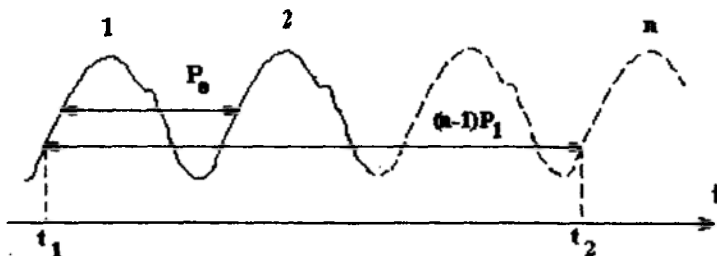
2 — жадвал.

	Цикллар номери i	$(i - 1)P_1$	$(i - 1)P$
$P_0 =$	1	0	0
	2	...	...
$P_1 =$	.	...	...
$P =$	n	...	...

3 — жадвал

JD	U	$JD - (i - 1) \cdot P_1$	$JD - (i - 1) \cdot P$

д) Хамма олинган нуқталарнинг, яъни U ва $(JD - (i-1)P_1)$ ўртача боғланиш графигини чизинг(график №2). Хар бир цикли бошқаларидан фарқ қилиши учун, уларни ё хар хил рангда ёки хар хил нуқталар (юлдузча, нуқта, крест ва х.к.лар) билан белгиланг.



Расм 1

Агар P_1 топилиши керак бўлган ҳақиқий қийматдан катта бўлса, силжитиб олиб келтирилган циклар биринчи цикл билан устма—уст тушиш ўрнига систематик равишда чапга силжиб боради. Аксинча, P_1 —нинг қиймати кичик бўлса циклар ўнга силжийди.

е) Агар шундай систематик силжишлар кузатилса, илгари топилган P_1 қийматига ΔP тузатма киритиш керак. Уни топиш учун, №2 графикдан энг четки цикл билан биринчи цикл орасидаги вақт силжитилган циклар сони $(n-1)$ га бўлиниши керак. Агар силжитилган циклар биринчи циклдан чапда жойлашса, даврнинг янги, аниқроқ қиймати $P = P_1 - \Delta P$, агар ўнга бўлса, $P = P_1 + \Delta P$ ифода билан аниқланади. Энди давр $0^{\circ},01$ аниқлик билан топилди деб ҳисоблаш мумкин.

ж) Топилган давр P қийматидан фойдаланиб, 2—нчи ва 3—нчи жадвалларнинг охири устинини тўлдилинг.

з) U ва $(JD - (i-1)P)$ ўртача боғланиш графигини чизинг(график № 3). Олинган эгри чизиқ, ушбу цефеиданинг тўлиқ бир даврдаги, тикланган ёрқинлик эгри чизигини ифодалайди.

и) Ёрқинлик максимумга тўғри келувчи вақт моментини аниқланг. Бунинг учун № 3 графикда ёрқинлик эгри чизигини

кесиb ўтувчи бир неча горизонтал тўғри чизиқлар ўтказинг. Хар бир тўғри чизиқ ўртасиний топинг ва бу нуқталардан эгри чизиқ ўтказинг. Ўз навбатида бу ёрқинлик эгри чизигини бирон бир t_0 вақт моментига, аниқроғи максимум моментига тўғри келувчи нуқтада кесиb ўтади.

к) Хисобот учун 2,3—жадваллар, 1,2,3—графиклар ва t_0 қиймати ёзиb топширилади.

6. Синов саволлари:

1. Цефеидалар қандай объектлар ва уларни турлари қандай?

2. Уларнинг пульсацияланиш сабаби нимада?

3. Ўзгариш даври билан ёрқинлик орасида (ёки абсолют юлдуз катталиғи) қандай боғланиш мавжуд? Бу боғланишнинг ахамияти хақида нима дея оласиз?

ФОТОЭЛЕКТРИК ФОТОМЕТРЛАР ВА ДОИМИЙ ЁРУҒЛИК МАНБАЛАРИНИ ЎРГАНИШ УСУЛИ

1. Ишдан мақсад: Фотометрларни умумий тузилиши ва ишлатиш услубини ўрганиш.

2 Асбоблар ва материаллар: Фотометрнинг фотометрик қалпоқчаси, бошқариш ФПЧ—БПМ ва озуқа блоки, П71М турдаги стабилизатор, В7—38 турдаги вольтметр, СИС—40—100 турдаги ёруғлик сочувчи лампа, ФС—М турдаги фотометрик ускунаси, В7—35 турдаги вольтметр.

3. Адабиётлар:

а) Чечик К.М. Фотоэлектронные умножители. М., 1959.;

б) Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. М., 1977.;

в) Фотометр фотоэлектрический постоянного излучения переносной ФПЧ. Техническое описание.

4. Назарий қисм: Фотоэлектрик фотометр— ёруғлик оқимини ўлчайдиган асбоб бўлиб, кейинги ўн йиллар мобайнида уларни илмий текшириш амалиётида ишлатиш кенг тарқалган. Энг муҳим афзалиғи шундаки, фотоэлектрик фотометр катта тезликда ва аниқ ўлчаш имкониятига эга. Фотоэлектрик фотометр шундай жараёнларни қайд қиладики,

бунда кўз ёруғлик кучини сустлагини ва спектрал селективликни билиб бўлмайди.

Фотоэлектрик фотометрнинг кўпгина турлари хар хил талабларни қўяди. Фотоэлектрик фотометр, асосан, қуйидаги кўрсаткичлари билан фарқланади: ёруғлик оқимини ўлчаш диапозони, аниқ ўлчаш даражаси, спектрал сезгирлиги, ёруғлик оқимини ўлчашни қайд қилиш хусусияти (асбобнинг кўрсаткичлар рўйхати ёки автоматик кўчирма), ёруғлик манбаини ўлчаш тасвифи (лампа, учкун, юлдуз ва бошқ.).

Фотоэлектрик фотометрлардан фойдаланишда таққосланаётган ёруғлик оқими нурнинг бир хил спектрал таркибига эга бўлишлари лозим. "Монохроматик" светофильтр қўлланилганда ихтиёрий спектрал интервалда иккита текширилаётган ёруғлик оқимини спектрал зичлигини таққослаш мумкин. Фотокатодларнинг спектрал характеристикаларини тўғрилаб бориб, ёруғлик оқимини кўзни кириш хусусиятига мос равишда ўлчаш имкониятига эгамиз.

Фотометр, асосан, фотокўпайтиргич, гальвонометр ва кучайтиргичдан тузилган, хусусан, кучайтирилган фототок I_0 билан ёруғлик оқими F_x орасидаги чизиқли боғланиш мавжудлигига асосланган. Схемадаги чизиқли боғлиқлик суйидагича ифодаланади:

$$F_x = \frac{I_0}{\gamma_0} = \frac{C_1(\alpha - \alpha_0)}{\gamma_0}$$

бу ерда C_1 — ўлчовчи асбоб доимийси, α — асбобнинг ўрсаткич бўлинмаси, α_0 — асбобнинг шартли нолга мос ўлиниш сони, γ_0 — фотокўпайтиргичнинг сезгирлиги.

Фотокўпайтиргич ёруғлик характеристикаси ток 10^{-9} ан бир неча миллиампергача бўлган интервалда чизиқли исобланади. Чизиқли соҳанинг юқори чегарасидаги ёруғлик арактеристикаси охириги эмиттердаги ёруғлик кўпайтиргич лан аниқланади, қуйи қисми эса номаълум ток миқдори люктуацион фототокда вужудга келади.

Фотометрда ёруғлик оқимини ўлчанадиган диапозонини энгайтириш кучайтиргични кучайиш коэффициенти орқали алга ошади, бунда кучайтиргич лампасининг тўр занжирини шқариш бошқа йўлга ўзгаради.

Шуни таъкидлаш лозимки, фотометрга фотоэлемент қилланилганда у кучли оқим даражасигача ўлчайди. Кучсиз ёруғлик оқими эса ёруғлик кўпайтиргич ёрдамида ўлчанади. Айрим фотометрлар $10^{-5} - 10^{-7}$ секунд давомида рўй берадиган берадиган жараёнларни қайд қила оладилар. Бу ҳолда индикатор электрон осциллографи бўлади.

Фотометр ёрдамида ўлчанган миқдор F_x ни топишдаги нисбий хатолик β билан характерланади:

$$\beta = \frac{\Delta F_x}{F_x} \cdot 100\%$$

ёки

$$\beta = \left(\frac{\Delta k}{k} + \frac{\Delta \gamma_\delta}{\gamma_\delta} + \frac{\Delta \alpha}{\alpha} \right) \cdot 100\%$$

5. Экспериментал қурилма ва ўлчаш усули: Тажриба сифатида таклиф қилинадиган қурилма СИС - 40 - 100 ёруғлик ўлчови лампа ва фотометрик қалпоқчадан иборат қайд қилиш системасига эга.

Фотометр тўртта майдон диафрагмасига эга. Улар диаметри 0,1; 1,0; 0,5; 5,0 мм. Ундан ташқари ҳаракатсиз махсус диафрагма ҳам бўлиб, унинг диаметри 17 мм. Айнан у фотометрнинг апертур бурчагини аниқлайди, ва ўлчов натижалари объектгача бўлган масофага боғлиқ эмаслигини таъминлайди. Бунда фақат ўлчанадиган объектнинг кўринма бурчаги фотометр майдони бурчагидан катта бўлиши керак. Ундан ташқари ўлчанадиган объект бир текисликда ёруғ бўлиши лозим.

Майдон диафрагмаси алмаштирилганда нурсиз ёруғ доғ ўз ҳолатини ва ўлчамини ўзгартирмайди, фақат унинг ёритилганлиги ўзгаради ҳолос.

6. Қўйидаги машқларни бажаринг:

Аввалом бор фотометрни ерга уланг ва ток манбасини ёқинг. Фотометр яхши ишлаши учун фотоқўпайтиргич ёритилган ҳолатда 30 минут давомида уни қиздириш зарур (бунинг учун фотометр ёритилган хонада пардани очиқ ҳолда қолдириш зарур). Диафрагмани "0,5" ҳолатта, кўпайтиргични эса "1000" ҳолатига қўйилади. Бунда шкаладаги кўрсаткич умуман четта бурилиб кетса, унда фотометрни ёруғлик

манбасига нисбатан ҳолати ўзгартирилади ёки диафрагмани "0,1" ҳолатга қўйиш керак.

Визирдан фойдаланган ҳолда фотометрни ўрганилаётган объектга тўғриланг. "Нуль" белгили ручка ёрдамида фотометрнинг ўлчаш бирлиги бошига келтиринг.

А. Метрологик параметрларни аниқлаш.

а) Фотометр ишга туширилган пайтда парда ва визирнинг ёруғлик тушувчи ойнаси беркитилади ва "1" бўлинма ёқилади. "Нуль" ручка ёрдамида фотометрнинг ўлчов шкаласида кўрсаткич "20" белгигача олиб борилади. 5 минут вақт ичида кўрсаткич иккита бўлинмадан ортиқ қийматга кўтарилмаслиги керак. Вақт секундомер ёрдамида белгилаб борилади.

б) Фотометрнинг ўзгарувчан кўрсаткичларини ёқиб қўйилган фотокўпайтиргич ёрдамида текширилади. У текширилаётганда унинг объективи корпуснинг охиригача суриб қўйилади. Объектив корпусида текшириб турувчи чироқча ўрнатилади, бунда лампа Л1 объектив томонга қаратилади. К0 ва Л1 дасталар ёқилади. Пардани очиб аста-аста кўпайтиргични озроқ, диафрагмани кўпроқ қўйилади. Фотометрнинг шкаласида 20 бўлинмадан 100 бўлинмагача кўрсаткичлар бўлишига эришилади. Ўлчов шкаласи ёрдамида икки минут ичида кўрсаткичнинг қайси томонга ва қанча бурилишини ҳисоблаб турунг. Кўрсаткичнинг бурилиши иккита бўлинмадан ошмаслиги керак. Вақт секундомер билан белгилаб турилади.

в) Фотометр кўрсаткичининг тасодифий хатолигини аниқлаш ўртача квадратик четланишларни ҳисоблаб топиш орқали аниқланади. Бунини аниқлаш учун фотометр объективини корпуснинг охиригача суриб, унинг айланасига сут рангли шиша мослама кийгизилади.

Фотометр қалпоқчаси тўғрисида қўйилган лампани суриб ва лампа манбасига бериладиган кучланишни ўзгартириб, диаграмма "5" ва кучайтиргич "1" ҳолатларда асбобимиз кўрсаткичи 50 бўлинмадан ошмаслиги керак. Натижаларни ҳар 20 секунд оралиқда 10 марта олиш керак.

Ўртача квадратик хатоликни қуйидаги формуладан ҳисоблаймиз:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (\Delta n_i)^2}{k-1}}$$

n_i — биринчи, иккинчи ва ҳақозо олган кўрсаткичинингиз ёзилади.

n — ўртача арифметик кўрсаткич,

k — неча марта ўлчаганингиз сони.

Алоҳида такидлаб ўтиш керакки, ўлчашнинг ўртача квадратик хатолиги иккита бўлинмадан ошмаслиги керак.

2. Манба равшанлигини ўлчаш

Кўпайтиргични 1000 ва диафрагмани 0,1 ҳолатига қўямиз. Кейин секин—аста кўпайтиргични қийматини камайтириб, диафрагмани ошириб борамиз. Шу йил билан олинган натижаларни фотометр кўрсаткич шкаласини кейинги ярмида ҳисоблаб текширишга эришиш мумкин. Шундан сўнг 3 минутта ФЭК билан объектни бир—бирига қаратиб қўямиз. Ёруғлик катталигини қуйидаги формула билан ҳисоблаймиз:

$$L = c \cdot n \cdot \Pi \text{ (қд. } m^{-2} \text{)}$$

c — фотометр бўлинмаси (унинг қиймати қуйидаги жадвалда диафрагма қийматларига мос равишда келтирилган).

Кўпайтиргич ўзгартиргичининг ҳолати	Диафрагманинг ҳолати			
	5	1	0,5	0,1
1	0,0001	0,00247	0,0027	0,211
10	0,00095	0,0235	0,0921	2,01
100	0,0092	0,228	0,893	19,5
1000	0,0957	2,36	9,25	201,7

n — фотометрнинг ўлчаш шкаласидаги бўлинмалар кўрсаткичи.

Π — фотометрни тўғрилама коэффиценти.

Диафрагма ва фотометр ҳисоб бўлинмалари эса қуйидаги жадвалда келтирилган:

Лампа белгиси	Диафрагма холати	Кўпайтиргич холати	Бўлинма холати
1	0,1	100	64,01
2	0,1	100	61,0

3. Нисбий ёритилганликни ўлчаш

Фотометр объективини чексиз масофа белгисига қўйиб, уни корпус охиригача жилдирилади. Кўпайтиргични 1000, диафрагмани "0,1" холтига қўйилади. Фотометр объективига сут рангли шиша мослама қийгизилади. Сўнгра объективни мўлжал тамонга бурамыз. Кўпайтиргични камайтириб ва диафрагмани ошириб, 20 бўлинма кўрсаткичига етказамиз. Диафрагма диаметри ва кўпайтиргич холатини биринчи объект учун n_1 кўрсаткич ҳисобини ёзиб оламиз. Кейин объективни бошқа мўлжалга буриб, яъни иккинчи мўлжалга буриб, яна n_2, d_2, m_2 ларни ҳисобини олиш зарур. Биринчи ва иккинчи мўлжалларнинг катталиги қуйидаги тенгликка эга:

$$E_1 = C_{m_1 d_1} \cdot n_1, \quad E_2 = C_{m_2 d_2} \cdot n_2$$

Демак,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{C_{m_1 d_1} \cdot n_1}{C_{m_2 d_2} \cdot n_2}$$

Бу биринчи мўлжал иккинчисидан қанча катта ёки кичиклигини ва неча баравар катта ёки кичиклигини билдиради.

4. Фотометрнинг техник ҳолатини текшириш

Бунда назорат кетма – кетлиги қуйидагича:

а) Фотометрнинг объективини корпуснинг охиригача жилдиринг.

б) Назоратчи ёруғлик текширилади.

Уларни корпусга шундай ўрнатиш керакки, ишлаб турган лампа объектив томонга бурилган бўлсин.

в) Кўпайтиргич ва диафрагмани ёқамиз. Бунда юқоридаги жадвалдан Л1 лампа учун керакли қийматларни оламиз.

г) Л2 тумблёр Л1 ҳолатига қўйилади. Назоратчи ёруғликни ёқиб, пардани очиб қўйинг.

д) ФЭК ва лампа 3 мин қизигандан кейин 20 сек дан 5 марта ўлчов ҳисобини олиш керак. Ҳисоб олишда парда очиб, ёпилиб турилиши керак. Назоратчи ёруғликни ўчириб, 5 марта олинган ҳисоблар ўртача қийматини фотометр паспортидаги ҳисоб билан таққослаш керак.

е) Агар фотометрнинг паспорт кўрсатмаси ўрта арифметик кўрсатма билан 5 га ҳам тўғри келмаса, Л2 назоратчи чироқни ёқиб, Л1 чироқда олинган натижаларни қайтаринг.

ж) Агар бу ҳолга аввалги 5 лик фарқ тўғри келса, унда Л2 лампа билан ишлаб, Л1 лампани назоратчи сифатида ишлатса бўлади.

з) Иккита лампа учун паспорт кўрсаткичлари тўғри келвермаса, дарҳол фотоқўпайтиргич янгиланиши лозим.

Синов саволлари

1. Фотозлектрик фотометрнинг умумий тузилиши ва ишлаш принципини тушунтиринг.

2. Фотометрнинг оптик схемасини тушунтиринг.

3. Фотометрнинг ҳар бир элементини функционал қийматини қандай аниқланади?

4. Фотозлектрик фотометрнинг сезгирлиги нима ва у қандай топилади?

5. Фотометрнинг майдон диаграммаси ва ёруғлик фильтри вазифаларини тушунтириб беринг.

6. Сиз ўрганаётган фотометрни қандай мақсадларда қўллаш мумкин?

Топшириқлар:

1. Фотометрда ёруғлик манбаи А ни ўлчаш учун бўлинма қийматини аниқланг.

2. Фотометрда кундузги осмон фонининг равшанлигини аниқланг.

3. Фотометр фотоқўпайтиргичини доимий ёруғлик манбасида ёритиб, унинг кўрсаткичи ўзгаришини аниқланг.

4. Синов ёритиш ёрдамида фотометрнинг сезгирлигини аниқланг.

5. Фотозлектрон қўпайтиргич лампасини 3 минут қиздиргандандан сўнг ва ёруғлик таъсирида ҳар 20 сек оралиғида пардани очиб ва ёпиб 5 та натижа олинг.

Босишга рухсат этилди 12.04.2000. Ҳажми 2,75 босма табок.
Бичими 60x84 1/16. Адади 100 нусха. Буюртма 298.
М.Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий Университети
босмахонасида чоп этилди.