

2. МИКРОСКОПТЫҢ КӨМЕГІМЕН ШЫНЫ ПЛАСТИНКАНЫҢ СЫНУ КӨРСЕТКІШІН АНЫҚТАУ

2.1. Жұмыстың мақсаты

Жазық параллель пластинканың сыну көрсеткішін *микроскоп* арқылы оның қалыңдығын анықтау әдістерін меңгеру.

Микроскоптың көмегімен және микрометр арқылы пластинканың қалыңдығын өлшеудің дәлдіктерін салыстыруды жүргізу.

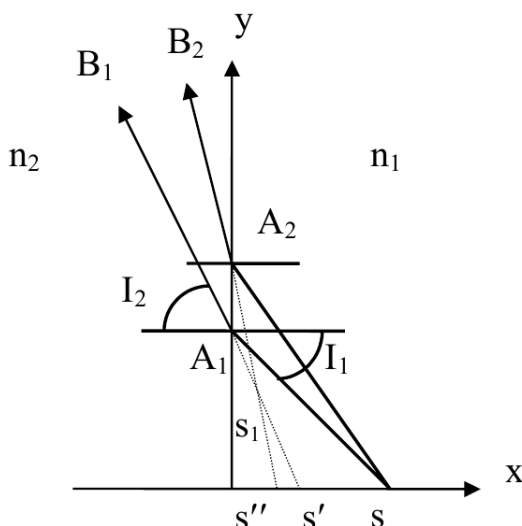
Өлшеу қателіктерінің себептерін сараптау.

2.2. Қысқаша кіріспе

Электромагниттік толқындардың (жарықтың) *шағылу* және *сыну* заңдарымен және жарықтың дисперсиясы құбылысының табиғатымен осы оқу құралындағы №1-лабораториялық жұмыстың 1.2.1. және 1.2.2 пунктерінде танысуға болады. Ал біз бұл жұмыста микроскоп көмегімен шыны пластинканың сыну көрсеткішін анықтау әдісінің принципін түсінуге мүмкіндік беретін есептерді қарастырамыз.

2.2.1. Жазық беттегі сыну

Гомоцентрлі жарық шоғының жалпы жағдайында сыну көрсеткіштері әртүрлі екі мөлдір заттың жазық бөліну шекарасында сынғанда (n_1 және n_2) ол астигматикалыққа айналатынын көрсетейік. Алынатын кескіндер айқын болмайды.



2.1-сурет. Жарық орталарының жазық шекарасында сынуы (шоқтың астигматизмі)

2.1-суретте $yo z$ - жазықтығымен дәл келетін екі мөлдір ортаның жазық шекарасы көрсетілген (oz -осі сурет жазықтығына перпендикуляр). Заттардың сыну көрсеткіштері сәйкесінше n_1 және n_2 тең, яғни, $n_1 > n_2$. ox осінде нүктелік жарық көзі S жатсын делік, одан сәуле екі ортаның бөліну шекарасы A_1 нүктесіне келіп түседі.

Жарықтың сыну заңына сәйкес

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (2.1)$$

мұндағы i_1 - түсу бұрышы, i_2 - сыну бұрышы деп белгілейік.

Сынған сәулені $A_1 B_1$ кері бағытта ox осін S' нүктесіне дейін қиылысқанша созайық. Абциссада S және S' нүктелерінің координаталарын сәйкесінше x және x' , ал ординатада координата нүктесін A_1 - y арқылы белгілейік.

SA_1O және $S'A_1O$ үшбұрыштарынан:

$$\sin i_1 = y / \sqrt{x^2 + y^2} \quad \text{и} \quad \sin i_2 = y / \sqrt{x'^2 + y^2} \quad (2.2)$$

(2.2) мәндерін (2.1) өрнегіне қойып, оны x' -ке қатысты шешеміз, сонда

$$x' = \left(\frac{n_2}{n_1}\right) \sqrt{x^2 + \left[1 - \left(\frac{n_1^2}{n_2^2}\right)\right] y^2} \quad (2.3)$$

болады.

(2.3) өрнектен SA_1 шоғының бағыты (S жарық көзінің x бойынша берілген орнына) S' нүктесінің алатын орнына әсер етеіні көрініп тұр, яғни, A_1 нүктесінің орналасуына тәуелді. Демек, әр түрлі сәулелер бір заттан екінші бір затқа өткенде әртүрлі болып сынады және олардың созындысы ox осін кез-келген жерден кесіп өтеді.

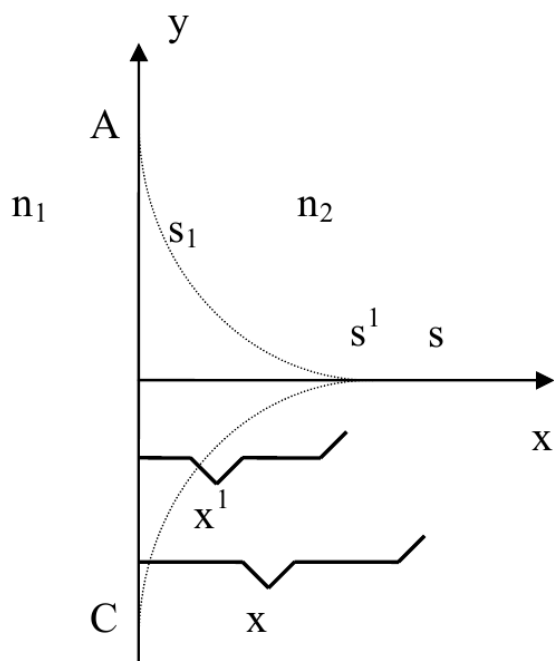
SA_1 бірінші сәулемен жіңішке гомоцентрлік жарық шоғын түзетін екінші SA_2 сәулесін қарастыралық. Сынғаннан кейінгі бұл сәуленің бағыты A_2B_2 болады. Сәуленің кері бағыттағы созындысы SA_2 ox осінің S'' нүктесінде қиылысады. A_1B_1 және A_2B_2 сәулелерінің кері бағыттағы созындылары өзара бірдей уақытта S_1 нүктесінде қиылысады.

S нүктелік жарық көзінен шығатын SA_1 және SA_2 сәулелер аралығында жататын басқа сәулелер сынғаннан соң олардың кері бағыттағы созындылары да S_1 нүктесінде қиылысады және ox осін S' және S'' нүктелерінің аралығында қиып өтеді.

2.1-суретті ойша ox осінің айналасында $d\alpha$ бұрышына шексіз денелік $d\Omega_1$ бұрышпен шектелген нүктелік S жарық көзінен шығатын кеңістік сәулелер шоғын бөліп алу үшін бұралық. Сынғаннан кейін бұл сәуле шоғы басқа $d\Omega_2$ айналады, хоу жазықтығымен қимасы A_1B_1 және A_2B_2 сызықтарымен анықталады. $d\Omega_2$ барлық сәулелер шоғының созындылары ox осін $S'S''$ кесінді аралығында қиып өтеді. $S'S''$ сызығы астигматикалық $d\Omega_2$ шоғының фокальдық сызықтарының бірі болып табылады. Басқа фокальдық сызық S_1 нүктесі арқылы өтеді. Ол суретті ox осінің айналасында $d\alpha$ бұрышына бұрғанда доғаның азғантай бөлігін береді. Шексіз аз $d\alpha$ бұрышын алып доғаның орнына сурет жазықтығына перпендикуляр түзудің азғантай кесіндісін алуға болады, ол осы кесіндіні қиып өтетін $d\Omega_2$ шоғына жатады. Сондықтанда ол екінші фокальдық сызық болып табылады.

Сурет жазықтығында жататын $S'S''$ фокальдық сызық *сагиттальдық*, ал сурет жазықтығына перпендикуляр S_1 фокальдық сызық *меридиональдық сызық* деп аталынады.

Жарық шоғының түсу бұрышын өзгерту кезінде айтылған екі фокальдық сызықтардың орындары да өзгереді. 2.2-суретте пунктирмен көрсетілген S_1 нүктелердің геометриялық орны *каустика* деп аталады.



2.2-сурет. Каустика

Сагиттальды фокальды сызықтар $S'S''$ ox осінің бойында S' нүктесінен S'' нүктесіне дейін орналасады. S нүктесінен шығатын жіңішке жарық шоғының нормальды түсу жағдайында ($i_1 = 0$) ортаның бөліну шекарасында екі фокальды сызықтар S' нүктесінде бірігіп кетеді. Бұл жағдайда жарықтың сынған шоғы гомоцентрлі болып қала береді.

(2.3) өрнегіне $y=0$ қоя отырып, S' нүктесінің координатасын табуға болады:

$$x' = (n_2/n_1)x \quad (2.4)$$

Жарық көзінің бейнесі S (объектінің) бұл жағдайда айқын болып қала береді, себебі, бұл шартта астигматизм өте аз.

Толық ішкі шағылу пайда болатын түсу бұрышы шекті мәніне ұмтылатын шарты A және O нүктелеріне сәйкес келетін фокальды сызықтардың алатын шекті орындарына сәйкес келеді (немесе i_1 түсу бұрышының белгілері қарама-қарсы өзгергендегі C және O).

2.2.2. Микроскоп көмегімен шыны пластинканың сыну көрсеткішін өлшеу әдісі

Мөлдір заттың жазық параллельді қабаты (шыны пластинка) ауамен салыстырғанда үлкен оптикалық тығыздыққа ие. Сондықтанда, осы қабат арқылы бақыланатын дене бізге жақын орналасқан сияқты болып көрінеді. Бұл тұжырым (2.4) формуланы сараптаудан шығады. $S'S=a$ кезіндегі $S'S$ объектісінің жақын көрінуі 2.2-суретте көрсетілген. Оны бағалай алсақ және онда ауаға қатысты шыны пластинканың $n_{ш}$ сыну көрсеткішін де (2.4) формулаға сай есептеуге болады:

$$n_{ш} = (n_1/n_2) = [h/(h-a)] = (h/h_{жс}) \quad (2.5)$$

Мұндағы $h=x$ жазық параллель пластинканың нақты қалыңдығы, ал $h_{жс} = x' = h-a$ - пластинканың жорамал қалыңдығы.

Өлшеулер төмендегі тәртіп бойынша жүргізіледі: а) зерттелінетін пластинканы микроскоптың зат қойылатын орындықшасына қояды; б) микроскопты алдымен пластинканың жоғарғы бетіне, содан кейін төменгі бетіне фокустайды. Фокустау кезінде микрометрлік винттің көмегімен микроскоптың тубусы жылжып отырады, ал винт бойынша есеп алудағы айырмашылық пластинканың $h_{жс}$ жорамал қалыңдығына тең. Сонымен, h -ты өлшеп $n_{ш}$ - ны (2.5) формула бойынша есептеп шығаруға болады.

Микроскоптың фокусталуын бағалау үшін зерттелінетін пластинканың жоғары және төменгі беттеріне реперлік нүктелермен (сия дақтары, ұсақ тырналған белгі және т.б.) белгіленеді.

2.3. Микроскоптың құрылысы

Микроскоп - кіші объектілердің ұлғайтылған бейнелерін алу үшін қолданылатын құрал.

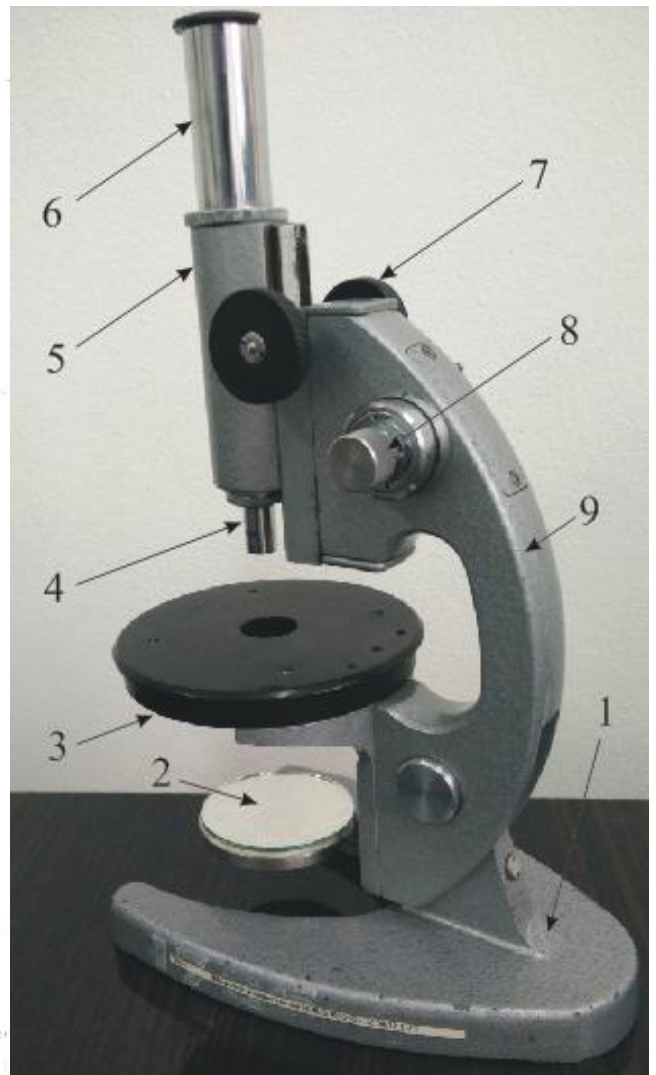
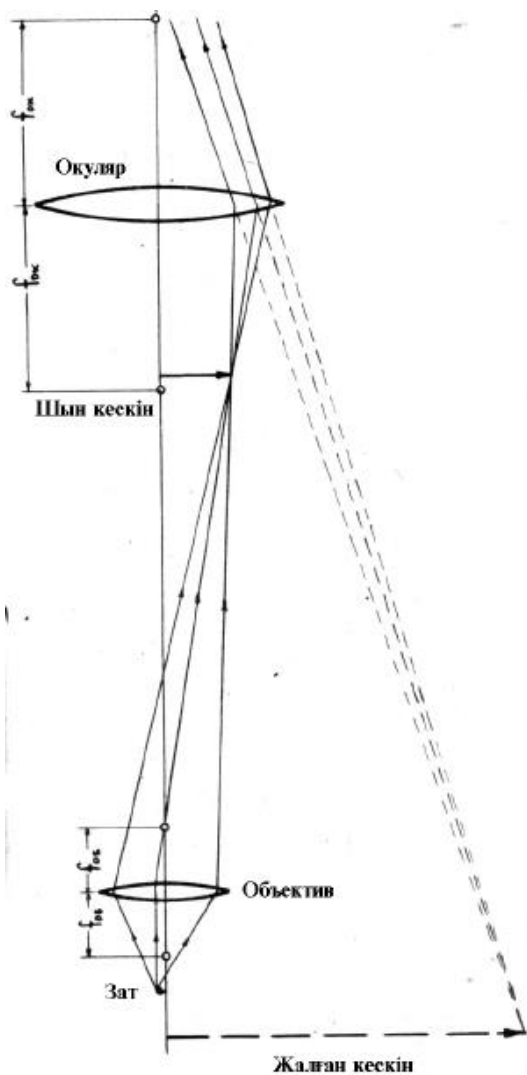
Шектеулі мамандандырылған микроскоптарды қоспағанда, барлық микроскоптарда жалпы түрдегі оптикалық және механикалық бұрыштары ұқсас жинастырылған

МБУ-4 микроскопының жалпы түрі және принциптік оптикалық схемасы 2.3 - суретте келтірілген. Микроскоптың оптикалық схемасының негізгі бөліктеріне қысқа фокусты объектив пен окуляр жатады. Олар бір-біріне қатысты орналасу қашықтықтары олардың фокустарының қашықтықтарына қарағанда әлдеқайда көп болады.

Объективтің алдыңғы фокусына таяу зерттелетін зат орналасады. Объектіден заттың шын, кері және ұлғайған бейнесі түзіледі. Бақылаушы окулярды лупамен қарағандағыдай осы кескінді ұлғайған, жорамал және тура болып көреді. Микроскоп нәрсеге қатысты ең жақсы көрінетін $D=25$ см аралықта кері кескінді береді.

Микроскоптың негізгі механикалық бөліктерден тұрады: оның негізі 1, тубусты ұстап тұратын тетік 9, объектив 4 және окуляры 6 бар тубус 5, зат қойылатын орындықша 3, зерттелінетін объектіге жарықты бағыттайтын айна 2.

Микроскопты фокустау дөрекі 7 және микрометрлік механизм 8 көмегімен тубусты жылжыту арқылы іске асырылады. Микрометрлік механизм барабанының 50 бөлігі бар. Бөліктің құны 0,002 мм. **Назар аударыңыз!** Микромеханизмде тубустың жүрісін 20-25 маховичок айналымына тежейтін (шектейтін) тетік болатынын естен шығармау керек.



а)

б)

2.3-сурет. Микроскоптағы сәулелер жолының принциптік схемасы (а) және МБУ-4 микроскопының жалпы түрі (б).

2.4. Жұмыс тапсырмалары

2.4.1. Микроскоптың құрылысымен танысыңыздар және оның көмегімен жүргізілетін өлшеулер әдістерін игеру қажет.

2.4.2. Микроскоптың көмегімен пластинканың жорамал $h_{ж}$ қалыңдығын және оның шын h қалыңдығын өлшеңіздер.

Статистикалық шамалау әдіспен бағаланылатын қателіктер үшін өлшеулер саны жеткілікті болу керек.

2.4.3. (2.5)-формуласы бойынша шыны пластинканың сыну көрсеткішінің мәнін есептеңіз.

2.4.4. Микрометр көмегімен пластинканың қалыңдығын өлшеңіз.

2.4.5. 2.4.2 және 2.4.4 пунктер бойынша пластинка қалыңдығын өлшеу дәлдіктерін салыстырыңыздар.

Бақылау сұрақтары

1. Геометриялық оптиканың негізгі заңдарын түсіндіріңіз.

2. Микроскоптағы сәулелер жолын түсіндіріңіз.
3. Не себепті зат жазық шыны пластинка (сұйық қабаты) арқылы қарағанда ол бізге жақынырақ орналасқан сияқты болып көрінеді?
4. (2.4) формуласы қандай жағдайларда дұрыс болады?

Әдебиет

1. Полатбеков П.П. Оптика. –Алматы: Мектеп, 1981.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. изд. “Лань”. 2011.
3. Жұманов К.Б., Сарсембинов Ш.Ш. Оптика. Алматы: Қазақ университеті, 2007.
4. Ахметов Е.А., Сарсембинов Ш.Ш., Ронжин В.В. Көшкімбаева А.Ш. Жалпы физикалық практикум. Оптика. Алматы, 1999.