

11. МИКРОСКОПТЫҢ КӨМЕГІМЕН ШЫНЫ ПЛАСТИН-КАНЫҢ СЫНУ КӨРСЕТКІШІН АНЫҚТАУ

11.1. Жұмыстың мақсаты

Жазық параллель пластинканың сыну көрсеткішін өлшеудің және микроскоп арқылы оның қалыңдығын анықтаудың әдістерін игеру.

Микроскоптың көмегімен және микрометр арқылы пластинканың қалыңдығын өлшеудің дәлдіктерін салыстыру. Өлшеу қателіктерінің себептерін сараптау.

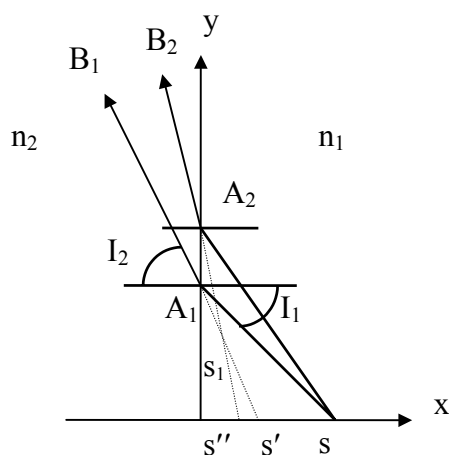
11.2. Қысқаша кіріспе

Электромагниттік толқындардың (жарықтың) шағылу және сыну заңдарымен және жарықтың дисперсиясы құбылысының табиғатымен осы оқу құралындағы N10 лабораториялық жұмыстың 10.2.1. және 10.2.2 пункттерінде танысуға болады. Ал біз бұл жұмыста микроскоп көмегімен шыны пластинканың сыну көрсеткішін анықтау әдісінің принципін түсінуге мүмкіндік беретін есептерді қарастырамыз.

11.2.1. Жазық беттегі сыну.

Сыну көрсеткіштері әртүрлі екі мөлдір заттың жазық бөліну шекарасында сынғанда, жалпы жағдай үшін, бастапқы гомоцентрлік жарық шоғы астигматикалыққа айналатындығын көрсетеміз; олардың кескіндері айқын болмайды.

Екі мөлдір ортаның жазық бөліну шекарасы uoz - жазықтығымен дәл келетін болсын (11.1-сурет, oz -осі сурет жазықтығына перпендикуляр).



11.1-сурет. Жарықтың орталардын жазық шекарасында сынуы (шоқтың астигматизмі)

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (11.1)$$

Сынған сәулені кері бағытта, оны ox осімен қиылысқанша созайық. Қиылысу нүктесі S_1 болсын. S және S^1 нүктелерінің координаталарын x және x^1 , A_1 нүктесінің координатасын y арқылы белгілейік.

SA_1O және S^1A_1O үшбұрыштарынан:

$$\sin i_1 = y / \sqrt{x^2 + y^2} \quad \text{және} \quad \sin i_2 = y / \sqrt{x'^2 + y^2} \quad (11.2)$$

(11.2) мәндерін (11.1) өрнегіне қойып, оны x' -ке қатысты шешеміз, Сонда

$$x' = (n_2 / n_1) \sqrt{x^2 + \left[1 - (n_1^2 / n_2^2)\right] y^2} \quad (11.3)$$

болады.

S^1 нүктесінің алатын орны A_1 сыну нүктесінің орналасуына байланысты екендігі (11.3) өрнегінен көрініп тұр; яғни ол SA_1 сәуле бағытына (S жарық көзінің x бойынша берілген орнына) тәуелді. Демек, әр түрлі сәулелер бір заттан екінші бір затқа өткенде әртүрлі болып сынады және олардың созындысы ox осін кез-келген жерде кесіп өтеді.

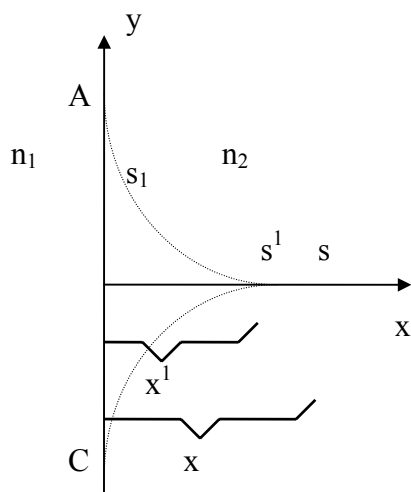
SA_1 бірінші сәулемен жінішке гомоцентрлік жарық шоғын түзейтін екінші SA_2 сәулесін қарастыралық. Сынғаннан кейінгі бұл сәуленің бағыты

A_2B_2 болады және оның кері бағыттағы созындысынан ox осіндегі S^{11} қиылысу нүктесін тауып алуымызға болады. A_1B_1 және A_2B_2 сәулелерінің созындылары өзара бірдей уақытта S_1 нүктесінде қиылысады.

S нүктелік жарық көзінен шығатын және 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^1 және S^{11} нүктелерінің аралығында қиып өтеді.

Шексіз денелік $d\Omega_1$ бұрышпен шектелген нүктелік S жарық көзінен шығатын кеністік сәулелер шоғын бөліп алу үшін 11.1-суретті ойша ox осінің айналасында $d\alpha$ бұрышына бұралық. Сонда сынғаннан соң бұл сәуле шоғы басқа $d\Omega_2$ айналады; xy жазықтығымен қимасы A_1B_1 және A_2B_2 сызықтарымен анықталады. $d\Omega_2$ барлық сәулелер шоғының созындылары ox осін S^1S^{11} кесінді аралығында қиып өтеді. Осы аралықтағы S^1S^{11} сызық негізінде, астигматикалық $d\Omega_2$ шоғының фокальдық сызықтарының бірі болып табылады. Басқа фокальдық сызық S_1 нүктесі арқылы өтеді де, ол доғаны” (сурет ox осінің айналасында $d\alpha$ бұрышына бұрылғанда) азғантай бөлігі болып есептелінеді. Бұрыш $d\alpha$ шексіз аз болғанда доғанын орнына сурет жазықтығына перпендикуляр түзудің азғантай кесіндісін алуға болады. $d\Omega_2$ шоғына жататын барлық сәулелердің созындысы осы кесіндіні қиып өтеді. Сондықтан ол екінші фокальдық сызық болып табылады.

Сурет жазықтығында жататын S^1S^{11} фокальдық сызық сагиттальдық, ал сурет жазықтығына перпендикуляр S^1 фокальдық сызық меридиональдық сызық деп аталынады.



11.2-сурет. Каустика.

Егер біз жарық шоғынын түсу бұрышын өзгертетін болсақ, онда айтылған екі фокальдық сызықтардың орындары да өзгереді. S_1 нүктелердің геометриялық орны (11.2-суретте пунктирмен көрсетілген) *каустика* деп аталынатын пішінді болады. Сагиттальдық фокустық сызықтар S^1 нүктесінен 0 нүктесіне дейін ox осінің бойымен орналасады.

S нүктесінен шығатын және бөліну шекарасына нормаль ($i_i=0$) болып түсетін жіңішке шоқты қарастырғанда екі фокальдық сызықтар S^1 нүктесінде бірігіп кететіндігіне көз жеткізуге болады. Мұнда сынған шоқ гомоцентрлі болып қала береді. (11.3)-өрнегіндегі $y=0$ болады деп қарастырып S_1 нүктесінің координатасын табуға болады:

$$x' = (n_2/n_1)x \quad (11.4)$$

Бұл жағдайда, берілген шартқа сай, астигматизмнің аз болуына байланысты объектінің (S жарық көзінің) бейнесі айқын болады.

A және 0 (немесе i_1 түсу бұрышының белгілері қарама-қарсы өзгергендегі C және 0) нүктелеріне сәйкес келетін фокальдық сызықтардың алатын шекті орындары толық ішкі шағылу пайда болатын түсу бұрышының шекті мәніне ұмтылатын шартты қанағаттандырады.

11.2.2. Микроскоп көмегімен шыны пластинканың сыну көрсеткішін өлшеу әдісі

Ауамен салыстырғандағы оптикалық тығыздығы үлкен мөлдір заттың (шыны пластинка) жазық-параллель қабаты арқылы бақыланатын дене бізге жақынырақ орналасқан сияқты болып көрінеді. Бұл тұжырым (11.4) формуланы сараптаудан шығады. Егер объектің (11.2-сурет) осы $S(S=a$ жорамал

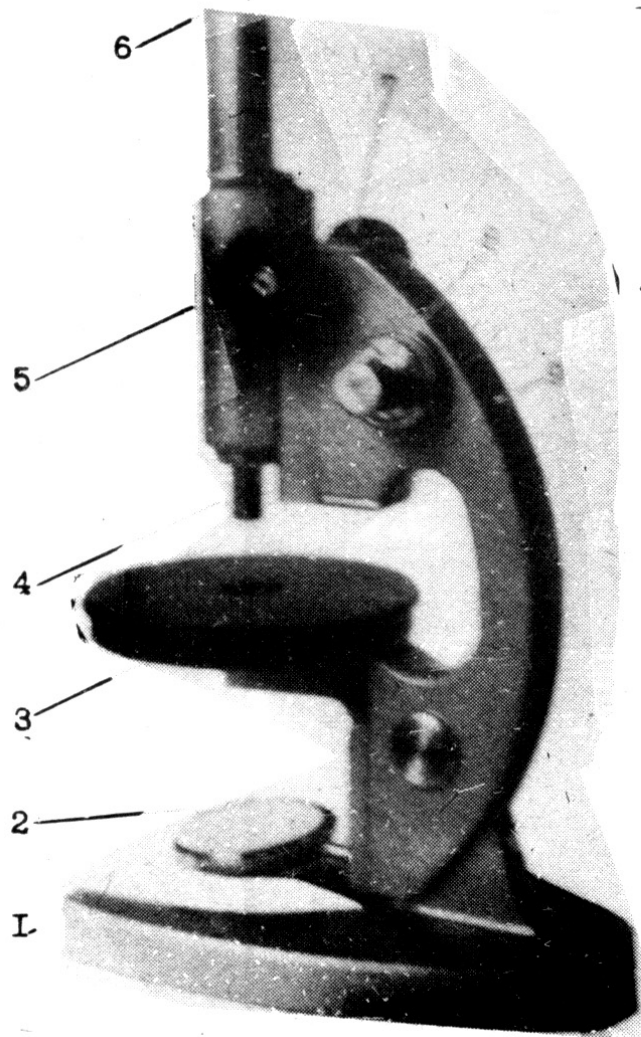
жақындауын бағалай білетін болсақ, онда ауаға қатысты шыны пластинканың $n_{ш}$ сыну көрсеткішін де, (11.4) формулаға сай есептеуге болады:

$$n_{ш} = (n_1 / n_2) = [h / (h - a)] = (h / h_{ж}) \quad (11.5)$$

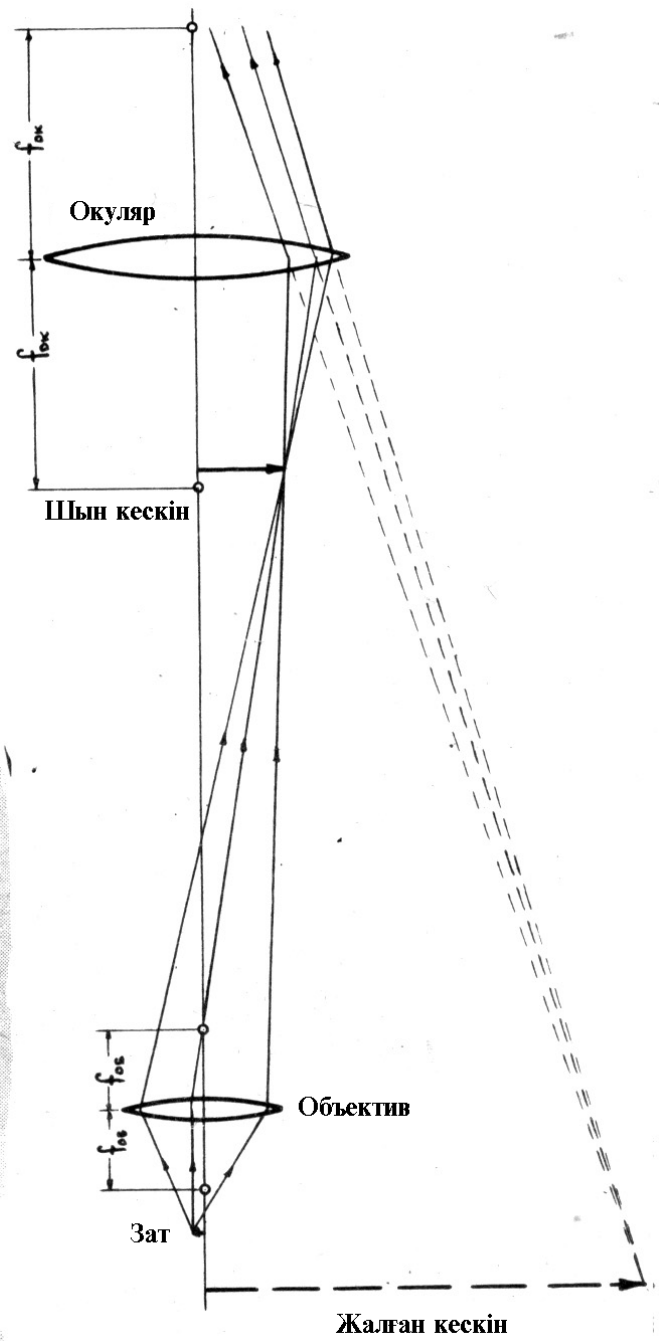
Мұндағы $h = x$ жазық параллель пластинканың нақты қалыңдығы, ал $h_{ж} = x' = h - a$ - пластинканың жорамал қалыңдығы.

Өлшеулер төмендегі тәртіп бойынша жүргізіледі. Зерттелінетін пластинканы микроскоптың зат қойылатын орындықшасына қояды. 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 $h_{ж}$ жорамал қалыңдығына тең. Сонымен, h -ты өлшеп $n_{ш}$ - ны (11.5) формула бойынша есептеп шығаруға болады.

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



б)



а)

- сурет. Микроскоптағы сәулелер жолының принциптік

схемасы (а) және МБУ-4 микроскопының жалпы түрі (б).

11.3. Микроскоптың құрылысы

Микроскоп - кіші объектілердің ұлғайтылған бейнелерін алу үшін қолданылатын құрал. 11.3-суретте микроскоптың (жалпы) принциптік оптикалық схемасы және МБУ-4 микроскоптың жалпы -түрі келтірілген.

Микроскоптың оптикалық схемасының негізгі бөліктері- бір-біріне қатысты орналасу қашықтықтары олардың фокустарының қашықтықтарына қарағанда әлдеқайда көп болатын қысқа фокусты объектив пен окуляр.

Объективтің алдыңғы фокусына таяу орналасқан нәрсенің кескіні шын, кері және ұлғайған болып табылады. Кескін, лупамен қарағандағыдай окуляр арқылы қаралады. Бақылаушы үшін окулярда бұл кескін ұлғайған, жорамал және тура болып көрінеді. Негізінде, микроскоп нәрсеге қатысты, ең жақсы көрінетін $D=25\text{см}$ аралықта, кері кескінді береді.

Микроскоптың негізгі механикалық бөліктері: 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 дәрежі 7 және микрометрлік механизм 8 көмегімен тубусты жылжыту арқылы іске асырылады. Микрометрлік механизм барабанының 50 бөлігі бар. Бөліктің құны 0,002 мм. Микромеханизмде тубустың жүрісін 20-25 маховичок айналымына тежейтін (шектейтін) тетік болатынын естен шығармау керек.

11.4. Жұмыс тапсырмалары

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

11.4.2. Микроскоптың көмегімен пластинканың жорамал $h_{ж}$ қалыңдығын және оның шын h қалыңдығын өлшеңіздер. Статистикалық шамалау әдіспен бағаланылатын қателіктер үшін өлшеулер саны жеткілікті болу керек.

11.4.3. (11.5)-формуласы бойынша шыны пластинканың сыну көрсеткішінің мәнін есептеңіз.

11.4.4. Микрометр көмегімен пластинканың қалыңдығын өлшеңіз.

11.4.5. 11.4.2 және 11.4.4 пункттер бойынша пластинка қалыңдығын өлшеу дәлдіктерін салыстырыңыздар.

11.5. Бақылау сұрақтары

11.5.1. Геометриялық оптиканың негізгі заңдарын түсіндіріңіз.

Микроскоптағы сәулелер жолын түсіндіріңіз.

Не себепті зат жазық шыны пластинка (сұйық қабаты) арқылы қарағанда ол бізге жақынырақ орналасқан сияқты болып көрінеді?

(11.4) формуласы қандай жағдайларда дұрыс болады?

11.6. Әдебиет

Ландсберг Г.С. Оптика. -М. : Наука, 1976.

11.6.1. Кортнев А.В и др. Практикум по физике. -М.: Высшая школа, 1965.

11.6.2. Полатбеков П.П. Оптика. -Алматы: Мектеп, 1981.

11.6.3. Матвеев А.Н. Оптика. -М.: Высшая школа, 1985