

8. БУГЕР ЗАҢЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОПТИКАЛЫҚ ОРТАНЫҢ ЖҰТЫЛУ КӨРСЕТКІШІН ӨЛШЕУ

8.1. Жұмыстың мақсаты

Жарықтың затта жұтылуын, Бугер және Френель заңдарын тексеру.

8.2. Қысқаша теориялық кіріспе.

Тәжірибелерден белгілі жазық жарық толқыны затта таралған кезде оның интенсивтілігі біртіндеп азая бастайды. Бұл (жарықтың адсорбциясы) *жарықтың затта жұтылу құбылысы* деп аталады. Бұл толқынның электромагнитті өрісінің энергиясының басқа энергия түрлеріне түрленуімен байланысты (көбінесе жұтылған жарық негізінде қызатын зат бөлшектерінің хаосты жылулық қозғалысының энергиясына жұмсалады).

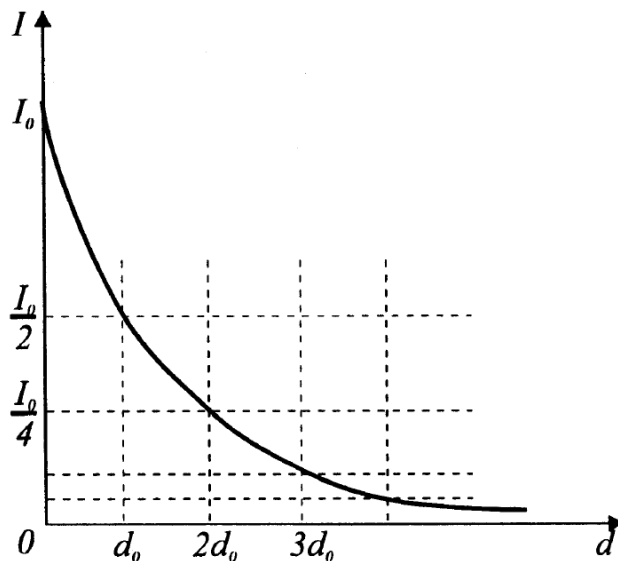
Бугер заңы - жарықтың параллель монохроматты шоғының жұту қабілеті бар заттық ортада тарау барысында біртіндеп әлсіретуін анықтайтын заң.

Егер қалыңдығы d болатын затқа енетін жарықтың шоғының энергиясы I_0 болса, онда заттан шыққан жарық шоғының энергиясы Бугер заңы бойынша келесі түрде өрнектеледі:

$$I = I_0 \cdot \exp(-\alpha d) \quad (8.1)$$

мұндағы, d -қабаттың қалыңдығы, α -жұтылу коэффициенті.

Жұтылу коэффициентінің (α) сандық мәні $1/\alpha$ мәніне тең d -қабаттың қалыңдығына сәйкес келеді және одан өткеннен кейін оның интенсивтілігі $e=2,72$ есеге азаяды. Бұл заңдылық заттағы жарық толқынының интенсивтілігі экспонента бойынша азаятынын көрсетеді. Егер жарық қалыңдығы d болатын материалдан өткен кезде оның интенсивтілігі N ретке азайса, қалыңдығы $2d$ болатын материалдан өткен кезде N^2 ретке азаяды (8.1-суретті қараңыз).



8.1-сурет. Жарық интенсивтілігінің материал қалыңдығына тәуелділігі

8.2.1. Түссіз шыныдан жарықтың өтуін және жұтылуын анықтау

Ортаның жарық өткізуі қасиеті τ ортадан өткен Φ жарық ағынының түскен Φ_0 жарық ағынына қатынасы арқылы анықталады. Егер жарық ағыны өткізу коэффициенті $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ болатын бірнеше ортадан өткен болса, онда жүйенің өткізу коэффициенті келесі түрде анықталады:

$$\tau = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \dots \tau_M \quad (8.2)$$

Жарық өткізгіштікке кері мәннің логарифмі оптикалық тығыздық деп аталады $D' = \lg(1/\tau') = -\lg(\tau')$. Бірнеше M ортадан құралған жүйенің оптикалық тығыздығы келесі түрде анықталады $D = D_1 + D_2 + \dots + D_M$. Көріп отырғанымыздай аддитивтілік заңы орындалады. Бұл жерде τ және D мәндерін анықтайтын формулалардың түсуші жарық монохроматты, орта селективті немесе түсуші жарық спектрінің құрамы әртүрлі және орта селективті емес болған жағдайда орындалады.

Тәжірибеде a мәнін өлшеу барысында, жарықтың белгілі бір бөлігінің зерттелетін зат бетінен шағылатынын ескеріп, шамалы түзетулер енгізіп отыру қажет (мысалы Френель формуласы арқылы).

Түссіз шыныдан жасалған пластинаның жарық өткізгіштігі келесі формула бойынша есептеледі:

$$\tau' = \frac{\Phi}{\Phi_0} = (1 - \rho)^2 e^{-\alpha d} = R\tau \quad (8.3)$$

Мұндағы, ρ - тегістелген бір беттен шағылу коэффициенті; $(1 - \rho)^2 = R$ - өткізу бірліктері арқылы берілген шағылуды түзету көрсеткіші.

ρ түзету көрсеткіші мәнін келесі формула бойынша есептеледі:

$$\rho = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2} \quad (8.4)$$

n – сыну көрсеткіші.

Жұту көрсеткіштері бірдей M пластинадан құралған жүйе үшін

$$\tau' = (1 - \rho)^{2M} e^{-\alpha d_{\text{сум}}} = R^M \tau_{\text{сум}} \quad (8.5)$$

Тәжірибе бойынша анықталып отырған α жұтылу коэффициенті келесі формула бойынша есептеледі:

$$\alpha = \frac{\lg R^M - \lg \tau'}{d_{\text{сум}} \lg e} \text{ немесе } \alpha = \frac{D_\rho - D'}{0,4343d} \quad (8.6)$$

Мұндағы, $\lg e = 0,4343$; d – мәнi см өлшенеді.

Қалыңдықтары d_1 және d_2 болатын қабаттардан өткен жарықтың интенсивтіліктері I_1 және I_2 мәндерін өлшейтін болсақ, жұтылу коэффициентін төмендегі өрнектен анықтап алуымызға болады:

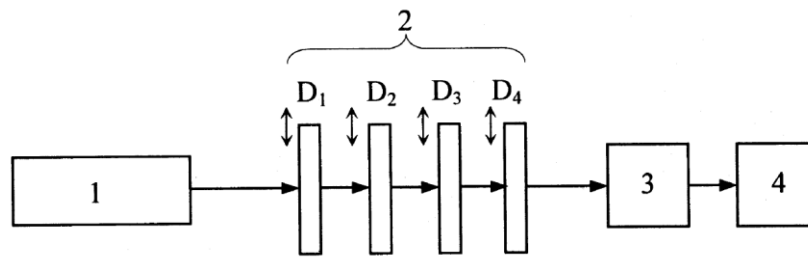
$$\frac{I_1}{I_2} = e^{\alpha(d_2 - d_1)} \quad (8.7)$$

8.2.2. Шыны пластинаның жарық өткізгіштігін анықтамалық мәліметтер бойынша есептеу

Шыны пластинаның жарық өткізгіштігін каталогтағы анықтамалық мәліметтер бойынша (ЦВЕТНОЕ ОПТИЧЕСКОЕ СТЕКЛО И ОСОБЫЕ СТЕКЛА. Каталог. Москва, 1990) есептеу кезінде, жұтылу коэффициентінің кестеде көрсетілген α_λ және $\alpha(\lambda)$ мәндері жоғарыда келтірілген α коэффициентімен келесі қатынас арқылы байланысатынын ескеру қажет:

$$\alpha = \frac{\alpha_\lambda}{0,4343} \quad (8.8)$$

8.3. Тәжірибелік қондырғының сипаттамасы



8.2-сурет. Қондырғының функционалдық сызбасы

Тәжірибелік қондырғының функционалдық сызбасы 8.2-суретте келтірілген.

Қондырғының құрамына:

1 - Жарық көзі (жатылай өткізгішті лазер);

2 - Зерттелінетін объект (бейтарап шыны пластиналар жиыны);

3 - Жарық қабылдағыш (фотоқабылдағыш);

4 - Тіркеуші құрылғы (мультиметр) кіреді.

Тәжірибелік қондырғының сыртқы көрінісі 8.2-суретте, сызбасы 8.3-суретте келтірілген.

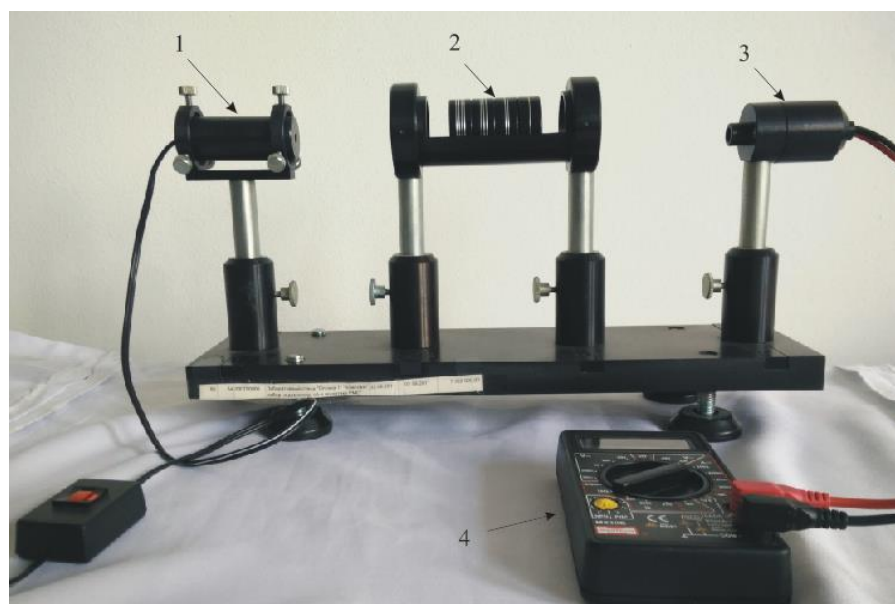
Зеттеу жұмысы үшін жұту қабілеті бар HC6 бейтарап шынысынан даярланған пластиналар қолданылады. Пластиналардың параметрлері 8.1-кестеде келтірілген.

8.1-кесте

Жұту қабілеті бар HC6 бейтарап шынысынан даярланған пластиналардың параметрлері

№	Маркісі	Қалыңдығы, мм
D1	1 жолақ	1
D2	2 жолақ	2
D3	3 жолақ	4
D4	4 жолақ	8

Толқын ұзындығы, $\lambda = 650 \text{ нм}$, $n_D = 1,502$, $\alpha_\lambda = 0,06$.



8.3-сурет. Қондырғының сызбасы

8.4. Жұмыс тапсырмалары және эксперимент әдістемесі

8.4.1. Жарық қабылдағышты мультиметрге қосу;

8.4.2. Мультиметрді қосып, тоқты өлшеу режимін таңдау;
 8.4.3. Лазерді қосып, қондырғыны 10 мин бойына қыздыру;
 8.4.4. Мультиметр арқылы зерттелінетін объект жоқ кездегі лазерлік сәуленің интенсивтілігіне сәйкес келетін I_0 анықтау.

8.4.5. Пластиналарды 8.1-кестеде көрсетілген рет бойынша орналастырып, I_1 көрсеткішін өлшеу.

8.4.6. 8.4.4 және 8.4.5 өлшеулерді барлық комбинациялар үшін қайталап, алынған нәтижелерді кестеге енгізу.

8.4.7. Анықтамалық мәліметтерді қолдана отырып барлық пластиналар жиыны үшін R^M мәнін есептеп кестеге енгізу.

8.4.8. Тәжірибе нәтижелері бойынша τ' , τ және α мәндерін есептеп кестеге енгізу. α_{opt} мәнін анықтау. Анықтамалық мәліметтермен салыстыру (салыстыру кезінде (8.8) формуланы қолданыңыздар).

8.4.9. $d_{сум}$ қалыңдықтары үшін, анықтамалық мәліметтерді қолдана отырып $\tau'_{теор}$ мәнін есептеу.

8.1-кесте

№	Пластинаның жинағы (1-бар, 0-жоқ)				Қосынды қалыңдық $d_{сум}$ мм	Эксперимент			Есеп R^M	Эксперимент $\tau = \tau'/R^M$	α , $см^{-1}$
	D1	D2	D3	D4		I_0 , mA	I_1 , mA	$\tau' = I_1/I_0$			
1	1	0	0	0	1						
2	0	1	0	0	2						
3	1	1	0	0	3						
4	0	0	1	0	4						
5	1	0	1	0	5						
6	0	1	1	0	6						
7	1	1	1	0	7						
8	0	0	0	1	8						
9	1	0	0	1	9						
10	0	1	0	1	10						
11	1	1	0	1	11						
12	0	0	1	1	12						
13	1	0	1	1	13						
14	0	1	1	1	14						
15	1	1	1	1	15						
										α_{opt}	

8.4.10. Алынған нәтижелер бойынша τ' , τ , $\tau'_{теор}$ мәндерінің $d_{сум}$ -нан тәуелділік графигін тұрғызыңыз. Алынған нәтижелерді түсіндіріңіз.

Бақылау сұрақтары

1. Ламберт-Бугер заңының формуласын қорытыңыз.
2. Жарық өткен ортамен не түсіндіріледі?
3. Жарықтың өтуі мен жұтылуы арасындағы байланыс қандай?

Әдебиет

1. Полатбеков П.П. Оптика. –Алматы: Мектеп, 1981.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. изд. “Лань”. 2011.
3. Сивухин Д.В. Общей курс физики. Том IV. Оптика. 2005.
4. Ахметов Е.А., Сарсембинов Ш.Ш., Ронжин В.В. Көшкімбаева А.Ш. Жалпы физикалық практикум. Оптика. Алматы, 1999.
5. Жуманов К.Б., Сарсембинов Ш.Ш. Оптика. -Алматы: Қазақ университеті, 2007.