

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Ігоря СІКОРСЬКОГО»
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

Протокол до лабораторної роботи **ІНТЕРФЕРЕНЦІЯ СВІТЛА**

Виконали студенти
групи ФІ-81

Кармазін А.О.
Корешков М.О.
Прохоренко О.С.
Шкаліков О.В.

Перевірив:
Долгошей В.Б.

Теоретична частина

В роботі пропонується використати деякі оптичні схеми, за допомогою яких формується два джерела когерентного випромінювання, інтерференцію від яких можна спостерігати на екрані.

На рис. 1 зображено схему, в якій за допомогою скляної платівки утворюється два уявних джерела когерентного світла. Світловий промінь 2 від лазера 1 проходить крізь короткофокусну лінзу 3, змонтовану в центрі екрана 4. Процес розсіювання світла лінзою можна розглядати як утворення уявного точкового джерела когерентного випромінювання S_0 . Внаслідок подальшого відбиття світла від передньої та задньої поверхні платівки утворюється два уявних точкових джерела S_1, S_2 світло яких інтерферує на поверхні екрана 4. Для отримання чіткої інтерференційної картини з максимальним освітленням в центрі екрана необхідно, щоб джерела S_0, S_1, S_2 містились на одній прямій. Промінь 2 має попадати точно в центр лінзи. Екран 4 та платівка 5 паралельні один одному, що досягається за допомогою регулюючого гвинта на утримувачі платівки 5.

В наведеній схемі апертура інтерференції залежить від точки інтерференційного поля, тобто від кута Θ . Проте для малих кутів Θ цією залежністю можна знехтувати. Як видно з рис. 1,

$$2\omega = \frac{h}{L+l} \sin 2\Theta, \quad (1)$$

де $h = \frac{h_0}{n}$ - оптична товщина платівки, L - відстань між платівкою та екраном, $l = L - f$ - відстань між джерелом S_0 та екраном, f - фокусна відстань лінзи 3.

Відомо, що

$$B = \frac{L\lambda}{d} = \frac{\lambda}{2\omega}$$

Тоді ширина інтерференційної смуги:

$$B\Theta = \frac{\lambda(2L-f)}{h_0 \sin 2\Theta} n \simeq \frac{\lambda L}{h_0 \Theta} n - \frac{f}{2h_0 \Theta} n \quad (2)$$

Хід роботи

Мета роботи: Вивчення явища інтерференції світла, дослідження інтерференційної картини, отриманої при відбиванні світла від товстої скляної пластини; визначення показника заломлення скляної пластини (довжини хвилі лазера, товщини пластини).

Відстані між об'єктами на оптичній лаві вимірюються за допомогою міліметрової шкали, що нанесено на лаві, і відраховуються від рисок, що нанесені на штативах. Довжина хвилі гелій-неонового лазера, що використовується в експерименті, дорівнює 632.85 нм. Фокусна відстань збиральної лінзи, розташованої в центрі екрана, дорівнює $f = 13 \pm 1$ мм. Показник заломлення скла, з якого зроблена пластинка, наближено дорівнює 1.5.

1. Виміряйте радіуси не менше шести темних кілець (для кожного кільця треба отримати 4 значення, що визначені по взаємно-перпендикулярним шкалам екрану 2 і усереднити). Кільцям приписують номери N в порядку зростання їх радіусів. Номер $N = 1$ приписують першому темному кільцю, поблизу отвору в екрані.
2. Побудуйте графік $B\Theta(L)$. Знайдіть кутові коефіцієнти прямих, що апроксимують ці залежності.

3. Знайдіть показник заломлення скляної пластинки, знаючи довжину хвилі лазера $\lambda = 632.816$ нм та товщину пластинки d , яка зазначена на ній.

Практична частина

У результаті проведених експериментів отримані наступні дослідні дані.

L(см)	Номер кільця	r(см)
60	1	1
	2	1.35
	3	1.6
	4	1.8
	5	2
	6	2.2
	7	2.4
	8	2.55
	9	2.7
	10	2.85
80	1	1.4
	2	1.8
	3	2.2
	4	2.5
	5	2.8
	6	3
	7	3.25
	8	3.5
	9	3.65
	10	3.85
100	1	1.6
	2	2.2
	3	2.7
	4	3.05
	5	3.4
	6	3.75
	7	4.05
	8	4.35
	9	4.6
	10	4.75

Табл. 1: Дослідні дані

Обрахуємо значення B та Θ

$$B_i = r_{i+1} - r_i$$

$$\Theta_i = \frac{r_i}{2L}$$

Апроксимуємо залежність $B\Theta(L)$ лінійною функцією $B\Theta = kL + b$ Графік отриманою залежності наведено нижче.

L	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9
60	0.35	0.25	0.2	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15
80	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.25	0.25	0.15	0.2
100	0.6	0.5	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.25	0.15

Табл. 2: Результати обрахунку B

L	Θ_1	Θ_2	Θ_3	Θ_4	Θ_5	Θ_6	Θ_7	Θ_8	Θ_9
60	0.008	0.011	0.013	0.015	0.017	0.018	0.02	0.021	0.023
80	0.009	0.011	0.014	0.016	0.018	0.019	0.02	0.022	0.23
100	0.008	0.011	0.014	0.015	0.017	0.019	0.02	0.22	0.023

Табл. 3: Результати обрахунку Θ

L	$B\Theta_1$	$B\Theta_2$	$B\Theta_3$	$B\Theta_4$	$B\Theta_5$	$B\Theta_6$	$B\Theta_7$	$B\Theta_8$	$B\Theta_9$
60	0.0029	0.0028	0.0027	0.003	0.0033	0.0037	0.003	0.0032	0.0034
80	0.0035	0.0045	0.0041	0.0047	0.0035	0.0047	0.0051	0.0033	0.0046
100	0.0045	0.0055	0.0047	0.0053	0.006	0.00556	0.006	0.0054	0.0034

Табл. 4: Результати обрахунку $B\Theta$

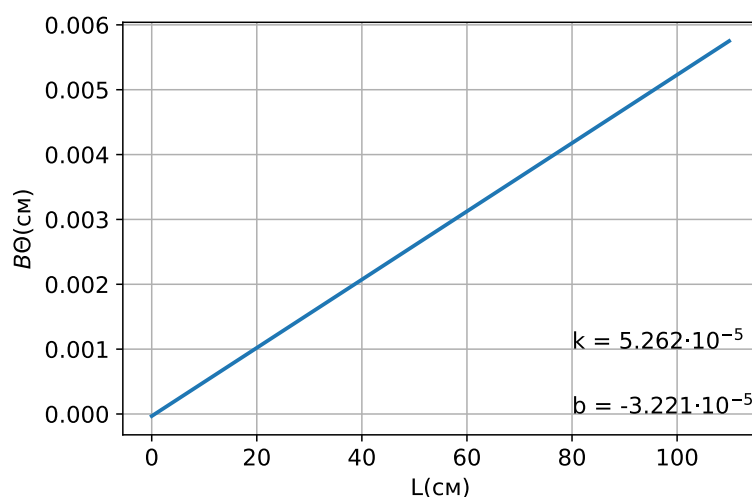


Рис. 1: Графік залежності $B\Theta(L)$

З формули 2 слідує, що показник заломлення дорівнює ($h_0 = 16.25 \cdot 10^{-1}(\text{см})$)

$$n = \frac{kh_0}{\lambda} \simeq 1.35$$

Висновки

Ми вивчили явища інтерференції світла, шляхом дослідження інтерференційної картини, отриманої при відбиванні світла від товстої скляної пластини.

Було обраховано допоміжні величини (таблиці 2, 3, 4) За результатами обробки дослідних даних отримано та побудовано лінійну залежність $B\Theta(L)$ (рис. 4). Як результат було визначено показник заломлення скляної пластини, який дорівнює $n \simeq 1.35$.

Відповіді на контрольні питання

1. Що таке інтерференція світлових хвиль?

Інтерференція - явище накладання когерентних світлових хвиль при якому спостерігається перерозподіл світлового потоку в просторі.

2. Як отримати інтерференцію світла за допомогою плоскопаралельної пластини?

3. Яким чином утворюються уявні джерела світла? Навіщо стоїть короткофокусна лінза на виході джерела світла у схемі нашої роботи?

4. Що таке когерентність хвиль? Просторова і часова когерентність.

5. Інтерференція на тонких плівках. Чому ми бачимо різні кольори світла?

6. Апертура інтерференції і пучків.

7. Що таке інтерференція світла зі смугами рівної товщини, рівного нахилу?