

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.

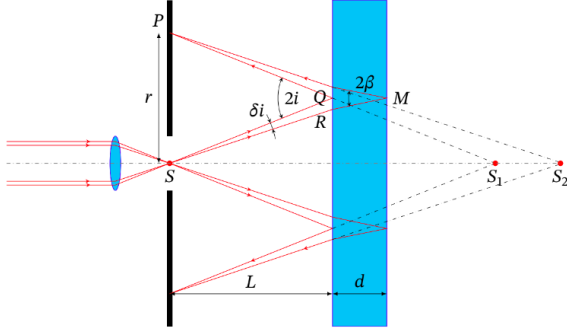


Рис. 1: Схема роботи

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 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  $\Theta$ . Проте для малих кутів  $\Theta$  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:

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

## 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 нм.

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 номера  $N$  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  $\Theta$

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

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

<b>L</b>	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$B_7$	$B_8$	$B_9$
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  $B$

<b>L</b>	$\Theta_1$	$\Theta_2$	$\Theta_3$	$\Theta_4$	$\Theta_5$	$\Theta_6$	$\Theta_7$	$\Theta_8$	$\Theta_9$
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  $\Theta$

<b>L</b>	$B\Theta_1$	$B\Theta_2$	$B\Theta_3$	$B\Theta_4$	$B\Theta_5$	$B\Theta_6$	$B\Theta_7$	$B\Theta_8$	$B\Theta_9$
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  $B\Theta$

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

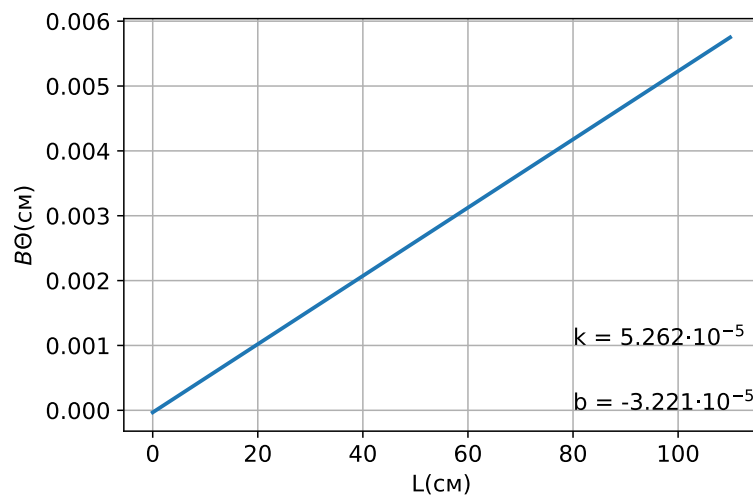


Рис. 2: Графік залежності  $B\Theta(L)$

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  $n \simeq 1.35$ .

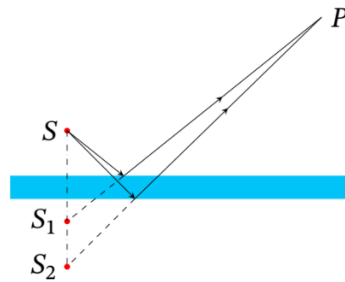
## Відповіді на контрольні питання

### 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?

Інтерференцію світла за допомогою плоскопаралельної пластини можна отримати за допомогою методу ділення амплітуди, коли пучок поділяється на дві або декілька частин за допомогою відбиваючих, частинно прозорих поверхонь.



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

Уявні джерела можливо утворювати за допомогою лінз, які будуть розподіляти світло таким чином, як би це було, якщо десь існувало інше джерело (уявн). Наприклад, у нашій роботі (рис. 1) світловий промінь від лазера проходить через короткофокусну лінзу, змонтовану в центрі екрана. Тому процес розсіяння світла можна розглядати як утворення уявного точкового джерела когерентного випромінювання.

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

Когерентність - це здатність хвиль до інтерференції (вони мають однакову частоту і в точках накладання - сталу різницю фаз)

Просторова когерентність - когерентність коливань, які відбуваються у один і той же момент часу у різних точках площини, перпендикулярній напрямку поширення хвилі.

Часова когерентність - когерентність коливань, які відбуваються у одній області, але відстають один від одного на певний обмежений обмежений проміжок часу.

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

Інтерференція на тонких плівках - виникнення стійкої інтерференційної картини при відбиванні променів від поверхонь шару прозорої речовини, товщина якого не перебільшує 40 мкм. Оскільки явище інтерференції на пряму залежить від довжини хвилі, то при інтерференції світла, що містить різні спектральні складові, наприклад, білого світла, відбувається розділення цих спектральних складових, і ми бачимо веселкові смуги.

#### 6. Апертура інтерференції і пучків.

Апертура інтерференції - кут, під яким виходять з джерела світла промені, що інтерферують на екрані. Вона визначає, чи буде можливість спостерігати явище інтерференції. Максимальне значення, за якого ще будемо спостерігати інтерференцію дорівнює відношенню довжини хвилі до розміру джерела світла.

Апертура пучка - (в геометричній оптиці) визначає розмір цього пучка променів.

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

Інтерференційні смуги або кільця, що виникають через різниці ходу між окремими парами вторинних променів, з яких кожна пара походить від різних точок джерела світла називаються смугами рівного нахилу. Смуги рівного нахилу спостерігаються в тих випадках, коли на тонку плоскопаралельну пластинку падає під різними кутами пучок світла, що розбігається чи збігається. Умови інтерференції є однакові для всіх променів, що падають на поверхню пластинки й відбиваються від неї під одним і тим самим кутом.

Інтерференційними смугами рівної товщини називаються інтерференційні смуги, які утворюються в результаті зміни променів в області перетину вторинних променів, що виникають з одного первинного променя. Смуги рівної товщини спостерігаються при відбиванні паралельного пучка світлових променів від тонкої прозорої пластинки, товщина якої неоднакова в різних місцях. Умови максимуму інтерференції є однакові в точках, що відповідають однаковим значенням товщини.