

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ, НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ  
УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

Методичні вказівки  
по комп'ютерному моделюванню фізичних законів і явищ  
у лабораторних роботах (розділ «Оптика»)

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4.2.**  
**Вивчення дифракції Фраунгофера від однієї щілини**

Затверджено методичною  
Радою університету  
протокол №\_\_ від \_\_\_\_\_

Харків  
ХНАДУ  
2012

Укладачі: Батыгин Ю.В.  
Гаврилова Т.В.  
Степанов О.О.

Кафедра фізики

Зміст методичних вказівок відповідає програмі курсу фізики  
для вищих навчальних закладів

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4.2

### Вивчення дифракції Фраунгофера від однієї щілини

#### Ціль роботи

- Знайомство зі схемою дифракції Фраунгофера від однієї щілини в когерентному світлі.
- Визначення кутів дифракції в паралельних променях.

#### Коротка теорія

Дифракція Фраунгофера спостерігається в тому випадку, коли джерело світла і точка спостереження нескінченно віддалені від перешкоди, що викликала дифракцію. Схема спостереження дифракції Фраунгофера від однієї щілини показана на рис. 2.1.

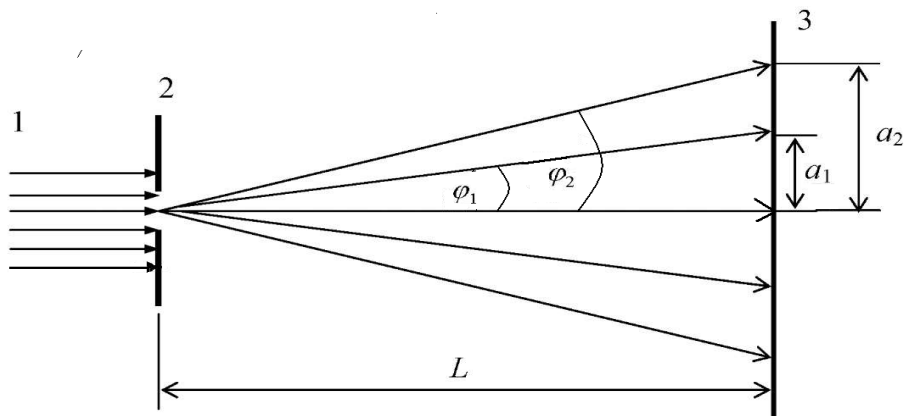


Рисунок 2.1 - Схема спостереження дифракції Фраунгофера від однієї щілини

Паралельний монохроматичний пучок світла 1 падає нормально на щілину 2, довжина якої багато більше її ширини. Згідно з принципом Гюйгенса, кожна точка площини щілини, до якої дійшла світлове коливання, стає джерелом вторинних хвиль, що поширюються на всі боки під кутами дифракції, тобто світло

дифрагує при проходженні через щілину. В результаті дифракції пучки є когерентними і можуть інтерферувати при накладенні.

Результат інтерференції у вигляді смуг з періодичним розподілом інтенсивності спостерігається на екрані 3, що знаходиться на відстані  $L$ . Умова дифракційного максимуму на основі методу зон Френеля визначається формулою

$$d \sin \varphi = \pm(2m + 1) \frac{\lambda}{2} \dots\dots\dots(m = 1, 2, \dots). \quad (2.1)$$

Більш точний розрахунок інтерференційної картини від однієї щілини дають такі формули, що визначають кути дифракції, відповідні дифракційним максимумам

першого порядку	$d \sin \varphi = \pm 1,43\lambda;$	
другого порядку	$d \sin \varphi_2 = \pm 2,46\lambda;$	(2.2)
третього порядку	$d \sin \varphi_3 = \pm 3,47\lambda.$	

З цих формул, знаючи ширину щілини і довжину хвилі світла, можна теоретично розрахувати напрямлення на точки екрану, в яких амплітуда а також інтенсивність світла максимальна. Аналогічні розрахунки можна зробити з експериментальних даних по виміряним на експерименті значенням і заданій відстані між щілиною і екраном  $L$  (для малих кутів допускаємо  $\sin \varphi \approx \text{tg} \varphi$ ). Тоді

$$\sin \varphi_1 \approx \frac{a_1}{L}; \quad \sin \varphi_2 \approx \frac{a_2}{L}; \quad \sin \varphi_3 \approx \frac{a_3}{L} \quad (2.3)$$

### Методика і порядок вимірювань

1. Уважно розгляньте малюнок, знайдіть все регулятора та інші елементи експерименту і замалюйте їх в конспект. Отримайте у викладача допуск для виконання лабораторної роботи.

2. Підведіть маркер миші до движку регулятора поблизу картини спектра, натисніть ліву кнопку миші і, утримуючи її в натиснутому стані, рухайте движок до установки значення довжини хвилі  $\lambda_1$ , взятого з табл. 2.1 для вашої бригади.

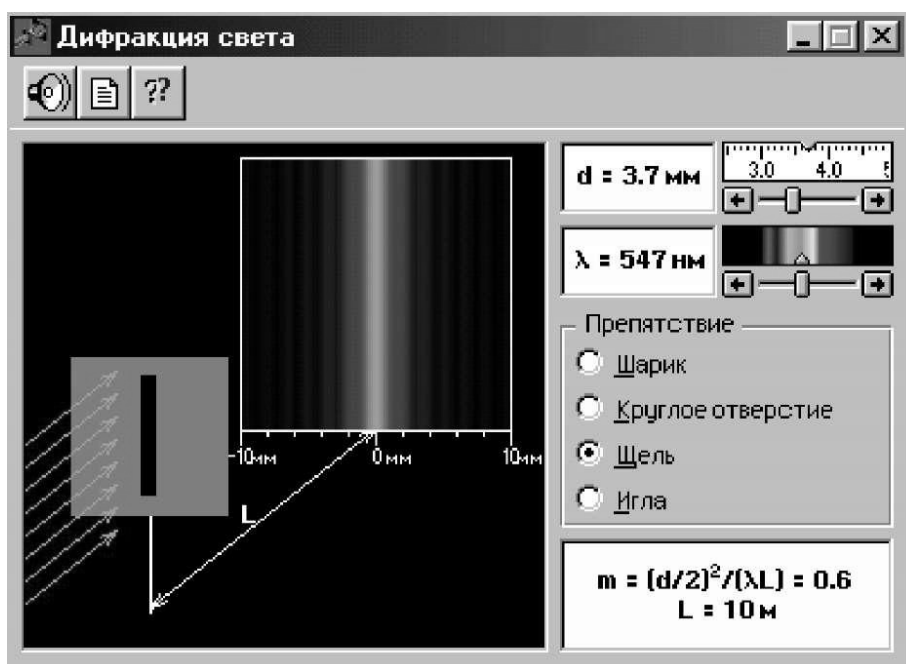


Рисунок 2.2 - Схема експерименту

3. Аналогічним чином, зачепивши мишею движок регулятора відстані між щілинами, встановіть мінімальну відстань  $d = 2$  мм. Виміряйте, використовуючи шкалу на екрані, відстань між нульовим і першим максимумами, між нульовим і другим максимумами і т. д., до четвертого максимуму. Запишіть ці значення в табл. 2.2. Збільшуючи  $d$  на 0,5 мм, проведіть ці вимірювання ще 4 рази.

4. Згідно з табл. 2.1, встановлюючи нові числові значення довжини хвилі для вашої бригади, повторіть вимірювання за п. 2, записуючи результати вимірювання в таблицю 2.2.

Таблиця 2.1 - Значення довжини хвилі  $\lambda$ (в нм)

Бригада	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda_1$	400	405	410	415	420	425	430	435
$\lambda_2$	500	505	510	515	520	525	530	540
$\lambda_3$	580	585	590	595	600	605	610	615
$\lambda_4$	630	635	640	645	650	655	660	665

Таблиця 2.2 - Результати вимірювань при  $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$  нм

$d$ , мм	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
$a_1$ , мм					
$a_2$ , мм					
$a_3$ , мм					
$a_4$ , мм					
$\sin\varphi_1 \times 10^3$					
$\sin\varphi_2 \times 10^3$					
$\sin\varphi_3 \times 10^3$					
$\sin\varphi_4 \times 10^3$					

### Обробка результатів і оформлення звіту

1. Виміряйте за шкалою екрана і внесіть до таблиці значення  $a_1, a_2, a_3, a_4$ .
2. Розрахуйте за формулами (2.3) і внесіть в таблиці значення синусів кутів дифракції.
3. Порівняйте отримані результати з теоретичними, розрахованими за формулами (2.2).
4. Оцініть абсолютну помилку вимірів кутів дифракції.
5. Проведіть якісні спостереження зміни дифракційної картини при збільшенні розміру щілини від мінімального до його максимального значення при незмінній довжині хвилі і запишіть результати цих спостережень у свій звіт.

### Запитання і завдання для самоконтролю

1. Що називається дифракцією Фраунгофера?
2. Що називається дифракцією Френеля?
3. Що таке світлова хвиля?
4. Що таке зона Френеля?
5. Що таке пляма Пуассона і чому воно виникає?
6. Запишіть умови максимумів і мінімумів при дифракції Френеля і дифракції Фраунгофера.
7. Вирішити задачу, запропоновану в роботі під знаком питання у верхній частині екрану.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Трофимова Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. - М.: Высш. шк. – 2003. – 541с.
2. Детлаф А. А., Яворский Б.М. Курс физики / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. - М.: Высш. шк.,- 2002. - 718с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики, т.2 / И.В. Савельев. - М.: Наука, - 1970. – 442с.

Навчальне видання

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

по комп'ютерному моделюванню фізичних законів і явищ у лабораторних  
роботах ("Оптика")

Укладачі: БАТИГІН Юрій Вікторович  
ГАВРИЛОВА Тетяна Володимирівна  
СТЕПАНОВ Олександр Олександрович

Відповідальний за випуск *Чаплигін Є.О.*

Підписано до друку\_\_\_\_\_. Формат 60x84 2/2.  
Розум. друк. арк. . Обл.-вид. арк. .  
Замовлення №\_\_\_\_\_. Тираж 100 екз. Ціна договірна

Видавництво ХНАДУ, 61002, Харків-мсп, вул. Петровського, 25