

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4.2

### Изучение дифракции Фраунгофера от одной щели

Ознакомьтесь с теорией в конспекте лекций и в учебниках:  
1. Трофимова Г.И. Курс физики. § 179; 2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Гл. 32, § 32.3.

Запустите программы: «Оптика» и «Дифракция света». Нажмите вверху внутреннего окна кнопку с изображением страницы. Прочитайте и запишите краткие теоретические сведения в свой конспект.

#### Цель работы

- Знакомство со схемой дифракции Фраунгофера от одной щели в когерентном свете.
- Определение углов дифракции в параллельных лучах.

#### Краткая теория

Дифракция Фраунгофера наблюдается в том случае, когда источник света и точка наблюдения бесконечно удалены от препятствия, вызвавшего дифракцию. Схема наблюдения дифракции Фраунгофера от одной щели показана на рис. 1.

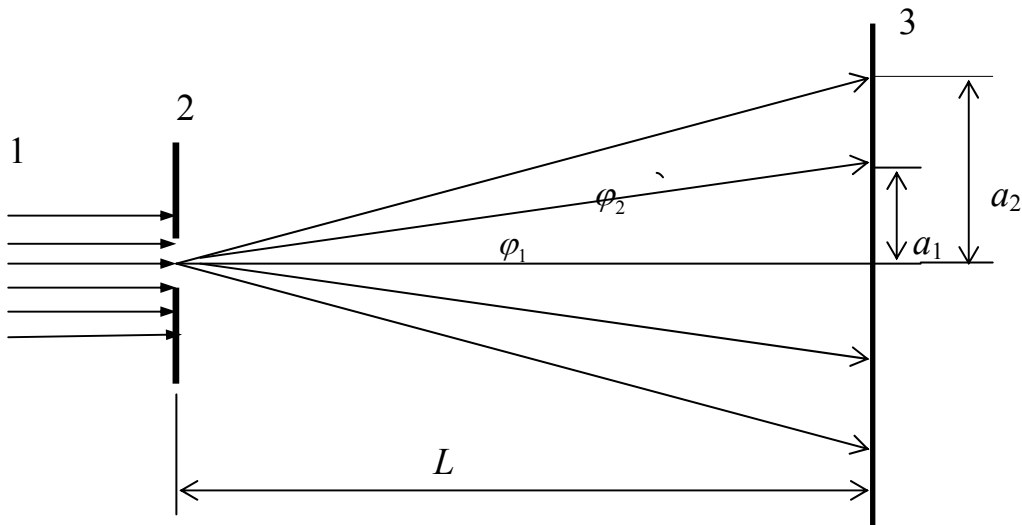


Рис. 1

Параллельный монохроматический пучок света 1 падает нормально на щель 2, длина которой много больше ее ширины  $d$ . Согласно принципу Гюйгенса, каждая точка плоскости щели, до которой дошло световое колебание, становится источником вторичных волн, распространяющихся во все стороны под углами дифракции  $\varphi_1, \varphi_2 \dots$  т.е. свет дифрагирует при прохождении через щель. В результате дифракции пучки являются когерентными и могут интерферировать при наложении. Результат интерференции в виде полос с периодиче-

ским распределением интенсивности наблюдается на экране 3, находящемся на расстоянии  $L$ . Условие дифракционного максимума на основе метода зон Френеля определяется формулой

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

Более точный расчет интерференционной картины от одной щели дают следующие формулы, определяющие углы дифракции, соответствующие дифракционным максимумам:

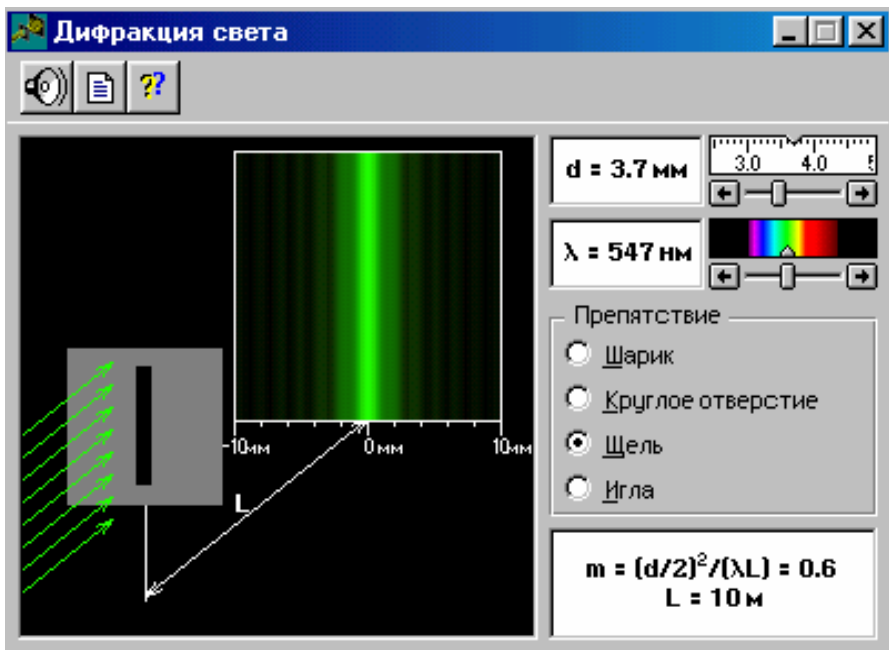
$$\begin{aligned} \text{первого порядка} \quad d \sin \varphi_1 &= \pm 1,43\lambda; \\ \text{второго порядка} \quad d \sin \varphi_2 &= \pm 2,46\lambda; \\ \text{третьего порядка} \quad d \sin \varphi_3 &= \pm 3,47\lambda. \end{aligned} \quad (1)$$

Из этих формул, зная ширину щели  $d$  и длину волны света  $\lambda$ , можно теоретически рассчитать направления на точки экрана, в которых амплитуда, а следовательно, и интенсивность света максимальна. Аналогичные расчеты можно сделать из экспериментальных данных по измеренным на опыте значениям  $a_1$ ,  $a_2$  и  $a_3$  и заданному расстоянию между щелью и экраном  $L$  (для малых углов допускаем  $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$ ). Тогда

$$\sin \varphi_1 \approx \frac{a_1}{L}; \quad \sin \varphi_2 \approx \frac{a_2}{L}; \quad \sin \varphi_3 \approx \frac{a_3}{L}. \quad (2)$$

### Методика измерений

Закройте окно теории. Внимательно рассмотрите рисунок, найдите все регуляторы и другие элементы эксперимента и зарисуйте их в конспект. Получите у преподавателя допуск для выполнения лабораторной работы.



## Измерения

1. Подведите маркер мыши к движку регулятора вблизи картинке спектра, нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее в нажатом состоянии, двигайте движок до установки значения длины волны  $\lambda_1$ , взятого из табл. 1 для вашей бригады.

2. Аналогичным образом, зацепив мышью движок регулятора расстояния между щелями, установите минимальное расстояние  $d = 2$  мм. Измерьте, используя шкалу на экране, расстояние  $a_1$  между нулевым и первым максимумами,  $a_2$  – между нулевым и вторым максимумами и т. д., до четвертого максимума. Запишите эти значения в табл. 2. Увеличивая  $d$  на 0,5 мм, проведите эти измерения еще 4 раза.

3. Согласно табл. 1, устанавливая новые числовые значения длины волны  $\lambda$  для вашей бригады, повторите измерения по п. 2, записывая результаты измерения в таблицу по форме 1.

Таблица 1

Значения длины волны  $\lambda$  (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

Форма 1

Результаты измерений при  $\lambda =$  \_\_\_\_\_ 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					
$\sin \varphi_1 \times 10^3$					
$\sin \varphi_2 \times 10^3$					
$\sin \varphi_3 \times 10^3$					
$\sin \varphi_4 \times 10^3$					

### Обработка результатов и оформление отчета

1. Измерьте по шкале экрана и внесите в таблицы значения  $a_1, a_2, a_3, a_4$ .
2. Рассчитайте по формулам (2) и внесите в таблицы значения синусов углов дифракции.
3. Сравните полученные результаты с теоретическими, рассчитанными по формулам (1).
4. Оцените абсолютную ошибку измерений углов дифракции.
5. Проведите качественные наблюдения изменения дифракционной картины при увеличении размера щели от минимального до его максимального значения при неизменной длине волны и запишите результаты этих наблюдений в свой отчет.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что называется дифракцией Фраунгофера?
2. Что называется дифракцией Френеля?
3. Что такое световая волна?
4. Что такое зона Френеля?
5. Что такое пятно Пуассона и почему оно возникает?
6. Запишите условия максимумов и минимумов при дифракции Френеля и дифракции Фраунгофера.
7. Решите задачу, предложенную в работе под знаком вопроса в верхней части экрана.