

Лабораторная работа №22

Наблюдение явлений интерференции и дифракции света

Цель: экспериментально изучить явления интерференции и дифракции.

Место проведения: кабинет физики.

Оборудование: электрическая лампа (одна на группу), две стеклянные пластинки, стеклянная трубка, мыльная вода, компакт-диск, капроновая ткань, дифракционная решетка, темная бумага с отверстиями различного диаметра, установка для определения длины световой волны, прибор для определения длины световой волны.

Виды самостоятельной работы: проведение опытов, снятие показаний приборов, заполнение таблицы значениями физических величин, ответы на контрольные вопросы.

Краткая теоретическая справка

Интерференция – явление характерное для волн любой природы: механических, электромагнитных. **Интерференция волн** – сложение в пространстве двух (или нескольких) волн, при котором в разных его точках получается усиление или ослабление результирующей волны.

Для образования устойчивой интерференционной картины необходимы когерентные (согласованные) источники волн.

Когерентными называются волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз.

Интерференционная картина – регулярное чередование областей повышенной и пониженной интенсивности света.

Интерференция света – пространственное перераспределение энергии светового излучения при наложении двух или нескольких световых волн. Следовательно, в явлениях интерференции и дифракции света соблюдается закон сохранения энергии. В области интерференции световая энергия только перераспределяется, не превращаясь в другие виды энергии. Возрастание энергии в некоторых точках интерференционной картины относительно суммарной световой энергии компенсируется уменьшением её в других точках (суммарная световая энергия – это световая энергия двух световых пучков от независимых источников).

Светлые полосы соответствуют максимумам энергии, темные – минимумам.

Дифракция – явление отклонения волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия и огибании волной малых препятствий.

Условие проявления дифракции: $d < \lambda$, где d – размер препятствия, λ – длина волны. Размеры препятствий (отверстий) должны быть меньше или соизмеримы с длиной волны. Существование этого явления (дифракции) ограничивает область применения законов геометрической оптики и является причиной предела разрешающей способности оптических приборов.

Дифракционная решетка – оптический прибор, представляющий собой периодическую структуру из большого числа регулярно расположенных элементов, на которых происходит дифракция света. Штрихи с определенным и постоянным для данной дифракционной решетки профилем повторяются через одинаковый промежуток d (период решетки). Способность дифракционной решетки раскладывать падающий на нее пучок света по длинам волн является ее основным свойством. Различают отражательные и прозрачные дифракционные решетки. В современных приборах применяют в основном отражательные дифракционные решетки.

Для дифракционной решётки справедлива формула:

$$k\lambda = d \sin \varphi,$$

где λ – длина световой волны,

$k = 0, 1, 2, \dots$ – порядок главных максимумов,

φ – угол, образованный лучом, прошедшим через решётку, и перпендикуляром к дифракционной решётке.

Главные максимумы расположены симметрично относительно центрального максимума. При освещении дифракционной решётки белым светом происходит его разложение в спектр.

Дифракционная решётка широко применяется в спектральном анализе в тех случаях, когда необходимо определить длину световой волны.

В данной работе с помощью дифракционной решетки определяется длина световых волн, излучаемых источником света. Прибор (рис. 13) состоит из деревянного бруса (1) прямоугольного сечения, на верхней стороне которого нанесена шкала с миллиметровыми делениями.

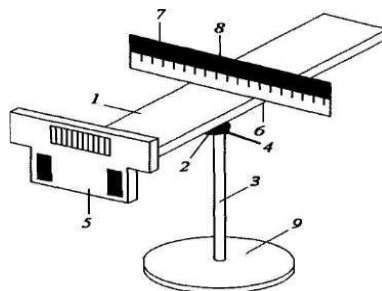


Рис. 13 Прибор для определения длины световых волн

На боковых сторонах бруска сделаны пазы. К торцу передней части бруска прикреплена рамка (5), в которую вкладывается дифракционная решетка (период 0,01мм). С другого конца на брусок надевается ползунок с вертикальным экраном (6), лапки которого могут перемещаться в пазах бруска (1) по всей длине. Верхняя часть экрана окрашена в черный цвет, а на нижней находится шкала (7) с миллиметровыми делениями. Нуль шкалы расположен посередине экрана, сантиметровые деления отмечены порядковыми цифрами вправо и влево от нуля. Над нулевым делением в экране сделано небольшое прямоугольное окно (8), оканчивающееся вдоль нулевого деления шкалы прорезью (щелью).

Источник света на штативе устанавливается за шкалой (7), а наблюдатель располагает глаз перед решёткой. Хрусталик глаза является линзой, в фокальной плоскости которой (на сетчатке) будет наблюдаться дифракционная картина. Пучок света от источника света падает на окно и щель (8), дальше лучи идут практически параллельным пучком, проходят через дифракционную решётку.

Задание. Пронаблюдать явления интерференции и дифракции света.

Порядок выполнения задания

1. С помощью стеклянной трубки выдуть мыльный пузырь и внимательно рассмотреть его. При освещении его белым светом наблюдать образование цветных интерференционных колец. По мере уменьшения толщины пленки кольца, расширяясь, перемещаются вниз.

Ответить на вопросы: 1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску? 2. Какую форму имеют радужные полосы? 3. Почему окраска пузыря все время меняется?

2. Тщательно протереть две стеклянные пластинки, сложить их вместе и сжимать пальцами. Из-за не идеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты, при отражении света от поверхностей пластин, образующих зазор, возникают яркие радужные полосы – кольцеобразные или неправильной формы. При изменении силы, сжимающей пластинки, изменяются расположение и форма полос. Зарисовать увиденные картинку.

Ответить на вопросы: 1. Почему в местах соприкосновения пластин наблюдаются яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы? 2. Почему с изменением нажима изменяются форма и расположение интерференционных полос?

3. Рассмотреть внимательно под разными углами поверхность компакт-диска. Что наблюдается? Объяснить наблюдаемые явления. Описать интерференционную картину.

4. Пронаблюдать спектры, рассматривая источник света через дифракционную решетку. Зарисовать увиденную картинку.

5. Пронаблюдать спектры через отверстие разного диаметра, рассматривая источник света. Объяснить наблюдаемые явления.

6. Сделать вывод.

Задание 2. Измерить длину световой волны с помощью дифракционной решётки.

Порядок выполнения задания

1. Начертить таблицу 24 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 24

Порядок спектра	Постоянная решетки	Расстояние от решетки	Границы спектра		Длина световой волны	
			Красный	Фиолетовый		
k	d, мм	S, мм	$l_{кр.}$ мм	$l_{фиол.}$ мм	λ кр.	λ фиол.
1	0,01	500				
2	0,01	500				

1	0,01	400				
2	0,01	400				
Среднее значение						

2. Установить ползунок прибора на расстояние 400 мм от дифракционной решетки.

3. Наблюдая через дифракционную решетку, установить источник света так, он был виден через узкую щель в щитке на нулевом делении шкалы.

4. По обе стороны от окна на черном фоне наблюдать спектры 1-го и 2-го порядка. Определить по шкале границы красного $\lambda_{кр.}$ мм и фиолетового $\lambda_{фиол.}$ мм спектров 1-го и 2-го порядка (результат записать в таблицу 1).

5. Определить длину световой волны по формуле: $\lambda = \frac{d}{k} \sin \theta$, где $d = \frac{1}{N}$ период дифракционной решётки, N – число щелей в решётке, $k=1$ – порядок максимума.

6. Повторить опыт, установив ползунок на расстояние 500 мм от дифракционной решетки.

7. Вычислить среднее значение длины красного и фиолетового цветов (результаты записать в таблицу 24).

8. Сравнить полученные значения с табличными значениями, сделать вывод.

Требования к содержанию отчета

Отчет должен содержать:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- ход работы;
- вывод;
- ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что такое интерференция света? Запишите условия максимума и минимума световых колебаний.

2. Что такое дифракция света?

3. Что такое дифракционная решётка?

4. Дифракционная решётка, постоянная которой равна 0,004 мм, освещается светом с длиной волны 687 нм. Под каким углом к решётке нужно производить наблюдения, чтобы видеть изображение спектра второго порядка?