

Лабораторная работа №20.

Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза.

Цель: используя дифракционную решётку с известным периодом, определите спектральные границы чувствительности вашего глаза.

Оборудование: прибор для определения длины световой волны; дифракционная решётка (период 0,01 мм); лампа накаливания.

Содержание и метод выполнения работы.

Из всех электромагнитных волн (от радиоволн с длинами волн, измеряемыми километрами и кончая гамма-излучением с длиной волны $\lambda < 10^{-10}$ м) человеческий глаз способен воспринимать лишь электромагнитные излучения, называемые видимым светом. Границы области видимого можно определить с помощью дифракционной решётки и лампы накаливания. Нить лампы накаливания, нагретая до высокой температуры, испускает электромагнитные волны с различной длиной волны, спектр излучения сплошной.

Дифракционная решётка представляет собой совокупность большого числа очень узких параллельных щелей, разделённых непрозрачными промежутками. Если на дифракционной решётке имеется 100 штрихов на 1 мм, то период, или постоянная, дифракционной решётки $d = 0,01$ мм.

На рис 1 представлена схема хода лучей через решётку. Лучи, проходящие через решётку перпендикулярно её плоскости, попадают в зрачок наблюдателя и образуют на сетчатке глаза обычное изображение источника света. Лучи, огибающие края щелей решётки, имеют некоторую разность хода, которая зависит от угла α . Если эта разность равна длине волны λ или $k\lambda$, где k – целое число, то каждая такая пара лучей образует на сетчатке изображение источника, цвет которого определяется соответствующей длиной волны λ .

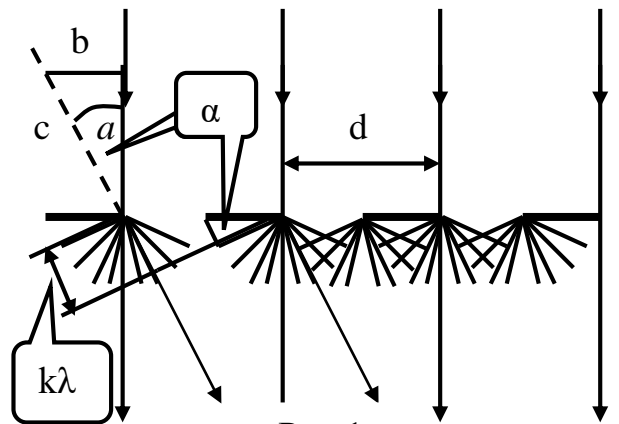


Рис 1

Смотря сквозь решётку на источник света, наблюдатель, кроме этого источника, видит расположенные симметрично по обе стороны от него дифракционные спектры. При таком способе наблюдения спектра роль линзы, собирающей в одну точку параллельный пучок световых лучей, идущих под углом α от дифракционной решётки, выполняет оптическая система глаза человека, а роль экрана, на котором получается спектр, выполняет сетчатка глаза.

Ближайшая пара спектров ($1^{\text{го}}$ порядка) соответствует разности хода лучей, равной λ для соответствующего цвета. Более удалённая пара спектров ($2^{\text{го}}$ порядка) соответствует разности хода лучей, равной 2λ , и т. д.

Как видно из рис 1, $\lambda = \frac{d \sin \alpha}{k},$

где d – известный период решётки, а k – порядок спектра.

Значит, чтобы определить длину волны, соответствующей линии определенного цвета, достаточно найти $\sin \alpha = \frac{b}{a}.$

Поскольку углы, под которыми наблюдают границы спектров для решётки с $d=0,01$ мм, не превышают 4° , вместо синусов можно использовать значения тангенсов, т.е. $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a}.$

Для определения указанного выше отношения служит прибор, изображённый на рисунке 2. Это линейка, разделённая на миллиметры. На одном её конце находится чёрный экран, который можно перемещать вдоль линейки. Посередине экрана имеется прорезь. На другом конце линейки закреплена дифракционная решётка.

Смотря сквозь решётку и прорезь на источник света, наблюдатель увидит на чёрном фоне экрана по обе стороны от прорези дифракционные спектры $1^{\text{го}}, 2^{\text{го}}$ и т.д. порядков.

Расстояние a отсчитывают по линейке от решётки до экрана, расстояние b – от прорези до линии спектра определяемой длины волны.

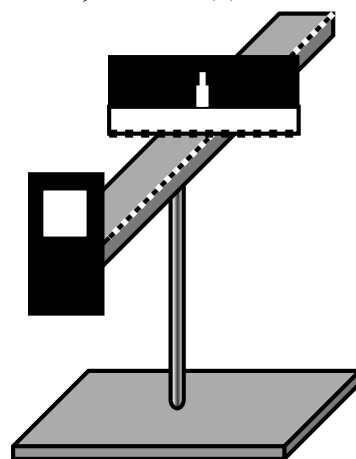


Рис 2.

Порядок выполнения работы.

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

2. Поместите дифракционную решётку в рамку прибора. Включите лампу и расположите её за экраном со щелью.

3. Смотря сквозь дифракционную решётку, направьте прибор на источник света так, чтобы он был виден сквозь прицельную щель щитка. При этом по обе стороны щитка на чёрном фоне будут заметны дифракционные спектры нескольких порядков.

Порядок спектра	Постоянная решётки	Расстояние от решётки до шкалы	Границы спектра		Длина световой волны	
			К	Ф	К	Ф
$1^{\text{го}}$						
$2^{\text{го}}$						
$1^{\text{го}}$						
$2^{\text{го}}$						

4. По шкале щитка, рассматриваемой через решётку, определите красную и фиолетовую границы спектров $1^{\text{го}}$ и $2^{\text{го}}$ порядков.

5. По делениям линейки определите расстояние от дифракционной решётки до шкалы.

6. Результаты измерений занесите в таблицу.

7. Установите ползунок с экраном на другом расстоянии от решётки и повторите измерения.

8. Определите длину световой волны для красных и фиолетовых лучей по уравнению, приведённому выше.

9. Определите средние значения длины волны для красной и фиолетовой границ спектра.

Контрольные вопросы.

- Что называется периодом решётки?
- Как образуется дифракционный спектр и чем он отличается от дисперсионного?
- Как влияет период дифракционной решётки на расстояние между участками дифракционных спектров?