

Лабораторная работа №84

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЁТКИ НА ОПТИЧЕСКОЙ СКАМЬЕ

Выполнил студент _____ Группа _____

Отметка о защите _____

Цель работы – ознакомиться с явлением дифракции на дифракционной решётке, определить длину световой волны светофильтра.

Приборы и принадлежности: оптическая скамья, осветитель со щелью и шкалой, дифракционная решётка, светофильтр.

Общие положения

Дифракция – это огибание светом препятствий, размеры которых соизмеримы с длиной волны. Явление дифракции можно наблюдать с помощью дифракционной решётки.

Дифракционная решётка – спектральный прибор, предназначенный для разложения света в спектр. Она представляет собой плоскую стеклянную пластинку, на которую с помощью делительной машины через строго одинаковые интервалы наносят параллельные штрихи. Промежутки между штрихами прозрачны для световых лучей и играют роль щелей. Штрихи рассеивают лучи и, поэтому, являются непрозрачными. В учебных лабораториях применяют отпечатки таких решёток, изготовленные из специальной пластмассы. Их называют репликами. Основным параметром решётки является расстояние между соседними штрихами, называемое периодом решётки d (постоянной решётки) (рис. 1):

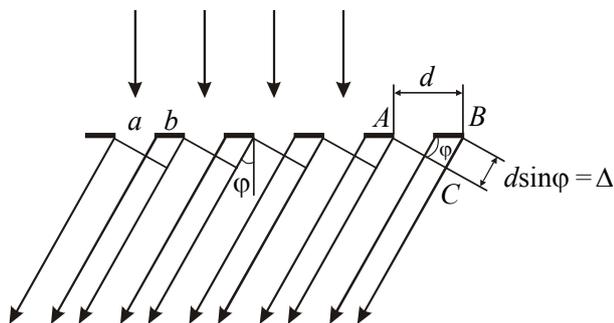


Рисунок 1

$$d = a + b, \quad (1)$$

где a – ширина щели,

b – размер препятствия.

Пусть световая волна падает на решётку нормально (т.е. перпендикулярно её поверхности). Из каждой щели выходят лучи по всем направлениям. Для наглядности на рисунке из множества лучей указаны те, которые отклонились на некоторый угол φ от первоначального направления. Угол φ

называется углом дифракции.

Дифракционная картина будет иметь вид узких светлых полос, разделённых тёмными промежутками. Центральный максимум ($m = 0$) имеет наибольшую интенсивность. Все другие располагаются симметрично относительно центрального максимума справа и слева. По мере удаления от центра их интенсивность уменьшается.

Условие главных максимумов для дифракционной решётки имеет вид:

$$d \sin \varphi = m\lambda. \quad (2)$$

где λ – длина волны, $m = 1, 2, 3 \dots$ – порядок максимума, d – период решётки, φ – угол дифракции.

Из уравнения (2) можно найти длину волны:

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{m}. \quad (3)$$

Описание установки и методики эксперимента

Оптическая скамья представляет собой линейку с делениями. На этой линейке помещается осветитель со шкалой. В корпусе осветителя прорезана щель, перед которой крепится светофильтр. Светофильтр из широкого диапазона длин волн, образующих белый свет, выделяет узкий интервал длин волн, поэтому выделенный свет можно считать монохроматическим. Дифракционная решётка устанавливается на переднем торце линейки.

Если смотреть на освещённую монохроматическим светом щель через дифракционную решётку, то кроме изображения щели на шкале можно увидеть симметрично расположенные максимумы (рис. 2). Каждый максимум находится на определённом расстоянии l от центрального максимума. Это расстояние измеряется по шкале AB . Расстояние OK от решётки до шкалы обозначим через L : $L = OK$.

Угол дифракции можно определить, измерив расстояния L и l . Так как угол φ мал, то:

$$\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = \frac{l}{L}. \quad (4)$$

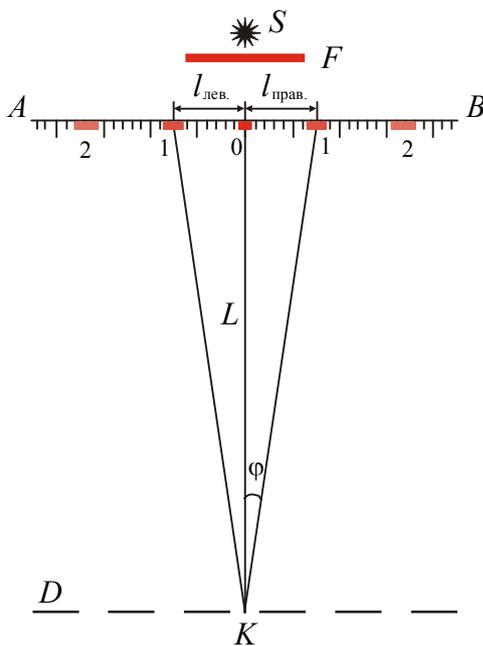


Рисунок 2

Сделав замену в (3), получим формулу для расчёта длины волны:

$$\lambda = \frac{ld}{mL}. \quad (5)$$

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. Какова цель работы?
2. Какие величины Вы будете измерять непосредственно?
3. Запишите формулу, по которой Вы будете рассчитывать длину волны, Поясните смысл обозначений.

Выполнение работы

1. Подключить осветитель к источнику питания. Установить светофильтр перед осветителем.
2. Записать значение постоянной решётки, указанное на решётке. Значение дано в мм. Закрепить дифракционную решётку в держателе на переднем торце линейки.
3. Перемещая осветитель с экраном вдоль линейки, получить чёткое изображение дифракционной картины. Измерить расстояние от решётки до экрана L .
4. Измерить расстояние от центрального максимума до первого левого l' и первого правого l'' дифракционных максимумов (см. рис. 2).
5. Выполнить измерения для 2-го и 3-го максимумов.
6. Изменить расстояние между решёткой и экраном. Повторить измерения согласно п. 3, 4, 5.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Рассчитать среднее значение $l = \frac{l' + l''}{2}$ для каждого максимума.
2. Рассчитать длину волны по формуле (5) для каждого максимума.
3. Найти среднее значение длины волны для каждого светофильтра.

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какое явление изучалось в данной работе? В чём оно заключается?
2. Какой прибор Вы использовали для наблюдения этого явления? Что он собой представляет?
3. Запишите условие, при выполнении которого будут наблюдаться главные максимумы. Поясните смысл обозначений.
4. Сравните полученное экспериментально значение длины волны с табличными значениями и сделайте вывод.

ПРОТОКОЛ

измерений к лабораторной работе № 84

Выполнил(а) _____

Группа _____

Постоянная дифракционной решётки $d =$ _____

Цвет светофильтра _____

№ п/п	Номер m максимума	L , см	l' , мм	l'' , мм	l , мм	λ , нм
1						
2						
3						
4						
5						
6						
	Среднее					

Дата _____

Подпись преподавателя _____