

Лабораторная работа №83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЁТКИ НА ГОНИОМЕТРЕ

Выполнил студент _____ Группа _____

Отметка о защите _____

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

Приборы и принадлежности: гониометр, дифракционная решётка, светофильтр, источник света.

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):

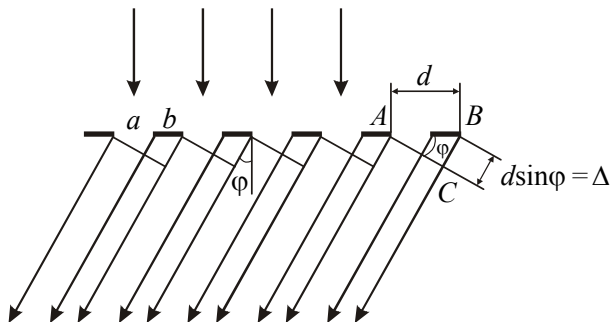


Рисунок 1

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

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 экспериментальной установки

Для измерения углов, под которыми наблюдаются дифракционные максимумы, в данной работе используется гониометр. Гониометр состоит из зрительной трубы, коллиматора и угломерной отсчётной системы. Схема установки представлена на рис. 2.

Перед щелью S коллиматора C помещается источник света L . Щель коллиматора находится в главном фокусе линзы Z . Вышедшие из линзы лучи идут параллельным пучком и попадают на дифракционную решётку D .

Вначале зрительную трубу поворачивают так, чтобы освещенное изображение щели совпало с визирной нитью зрительной трубы. Снимают отсчёт по гониометру. Затем вращают трубу, например, вправо до тех пор, пока с визирной нитью не

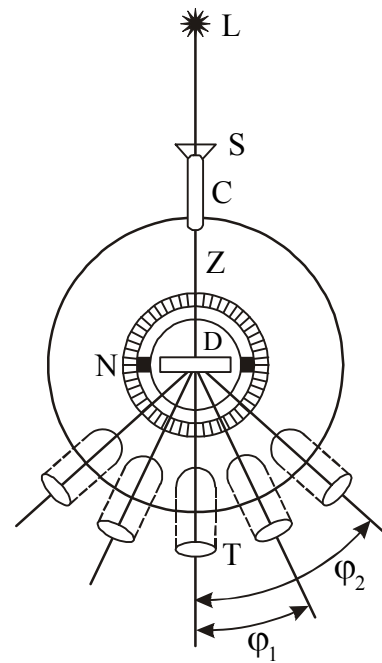


Рисунок 2

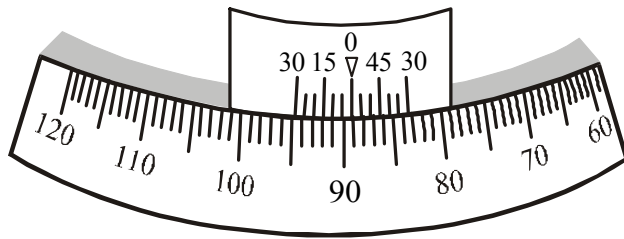


Рисунок 3

совместится линия спектра первого, второго и т.д. порядков. Отсчёт углов производится по нониусу N . В данной модели гониометра имеется два нониуса. Отсчёты можно производить по любому нониусу, но всегда по одному и тому же. Цена деления основной шкалы 1° , цена деления нониуса $5'$.

Отсчёт показаний при помощи нониуса поясняется рис. 3. На рисунке показано положение шкалы и нониуса, соответствующее отсчёту $89^\circ 10'$ (нуль нониуса расположен левее нуля шкалы на 89 полных делений, и в левой части нониуса с одним из делений шкалы совмещается его второе деление).

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. Включить установку в сеть.
2. Установить зрительную трубу так, чтобы видеть изображение щели коллиматора и визирной нити. Для этого путём вращения окуляра добиваются резкого изображения визирной нити, а перемещением окулярной части – чёткого изображения щели.
3. Установить светофильтр перед щелью. Светофильтр из широкого диапазона длин волн, образующих белый свет, выделяет узкий интервал длин волн, поэтому выделенный свет можно считать монохроматическим.
4. Записать значение постоянной решётки, указанное на решётке. Значение дано в мм.

5. Установить решётку на столике гониометра перпендикулярно оси коллиматора, штрихи решётки должны быть параллельны щели.
6. Навести визирную нить на середину нулевого максимума для данного светофильтра. Отсчитать по нониусу угловое положение трубы φ_0 .
7. Повернуть зрительную трубу вправо так, чтобы с визирной нитью совместились линия спектра первого порядка. Снять отсчёт по гониометру $\varphi_{1\text{пр}}$.
8. Повернуть зрительную трубу вправо дальше так, чтобы с визирной нитью совместились линия спектра второго порядка. Снять отсчёт по гониометру $\varphi_{2\text{пр}}$. Аналогично снять отсчёты для максимумов третьего и т.д. порядков, если они наблюдаются.
9. Повернуть зрительную трубу влево от нулевого максимума так, чтобы с визирной нитью совместились линия спектра первого порядка. Снять отсчёт по гониометру $\varphi_{1\text{лев}}$. Аналогично снять отсчёты для максимумов второго, третьего и т.д. порядков, если они наблюдаются.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Рассчитать левые и правые углы дифракции $\varphi = |\varphi_0 - \varphi_i|$ для каждого порядка дифракции (φ_i – отсчёты по гониометру).
2. По формуле (3) вычислить длины волн. Синусы углов можно определить с помощью таблиц Брадиса.
3. Найти среднее значение длины волны.

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?
3. Запишите условие, при выполнении которого будут наблюдаться главные дифракционные максимумы. Поясните смысл обозначений.
4. Сравните полученное экспериментально значение длины волны с табличными значениями и сделайте вывод.

ПРОТОКОЛ

измерений к лабораторной работе № 83

Выполнил(а) _____

Группа _____

Постоянная дифракционной решётки $d =$ _____

Цвет светофильтра _____

№ п/п	Номер m максимума	φ_0	$\varphi_{\text{лев}}$	$\varphi_{\text{пр}}$	φ	λ , нм
1						
2						
3						
4						
	Среднее					

Дата _____

Подпись преподавателя _____