

ОТЧЁТ
по лабораторной работе № 83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ
ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЁТКИ НА ГОНИОМЕТРЕ

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа №83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ
ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЁТКИ НА ГОНИОМЕТРЕ

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

Приборы и принадлежности: гониометр, дифракционная решётка, светофильтры, 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 – это спектральный прибор, предназначенный для разложения света в спектр и измерения длин волн. 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 решеток, изготовленные из специальной пластмассы. Их называют репликами. Основным параметром решётки является расстояние между соседними штрихами, называемое периодом решётки d (постоянной решётки) (рис. 1):

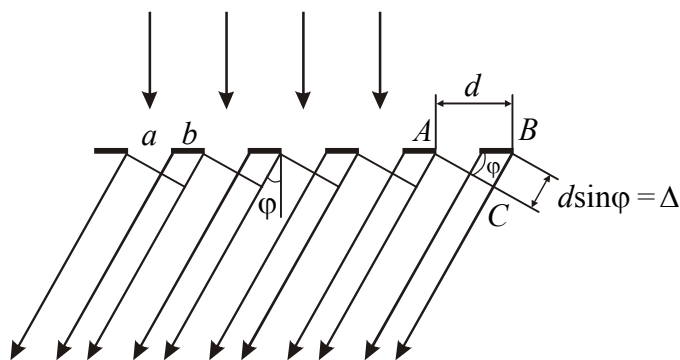


Рисунок 1

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

где a – ширина щели,
 b – размер препятствия.

Пусть световая волна падает на решётку нормально (т.е. перпендикулярно ее поверхности). Из каждой щели выходят лучи по всем направлениям. Выберем из множества лучей те, которые отклонились на угол φ от первоначального направления.

Угол φ называется углом дифракции. С помощью линзы эти лучи можно собрать в одну точку на экране. Так как в эту точку лучи приходят с некоторой разностью хода, то будет наблюдаться их интерференция.

Для того, чтобы наблюдался максимум интерференции, должно выполняться условие:

$$\Delta = 2m \frac{\lambda}{2}, \quad (2)$$

где Δ – разность хода лучей, λ – длина волны, $m=1, 2, 3 \dots$ – порядок максимума.

Из прямоугольного треугольника ABC (см. рис. 1) можно найти разность хода лучей:

$$\Delta = d \sin \varphi. \quad (2)$$

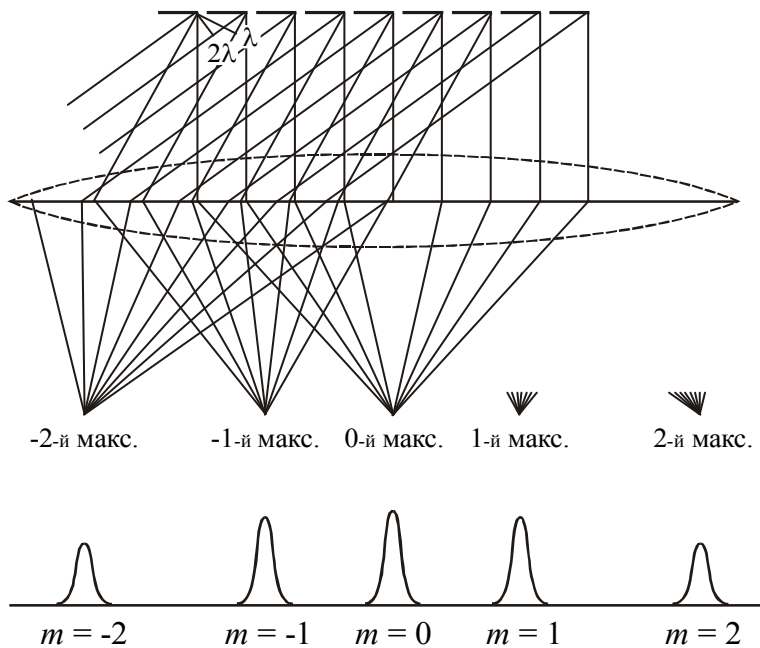


Рисунок 2

Дифракционную картину получают на экране, который располагают в фокальной плоскости собирающей линзы (рис. 2). Дифракционная картина будет иметь вид узких светлых полос, разделенных темными 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.

Зная период решётки d , угол дифракции φ и порядковый номер m максимума, можно по уравнению (3) найти длину волны:

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{m}. \quad (5)$$

Описание экспериментальной установки

Для определения углов, под которыми наблюдаются дифракционные максимумы, в данной работе используется гониометр. Гониометр является оптическим контрольно-измерительным прибором лабораторного типа и позволяет производить измерения углов. Гониометр состоит из зрительной трубы, коллиматора и угломерной отсчётной системы. Схема установки представлена на рис. 3.

Перед щелью S коллиматора C поме-

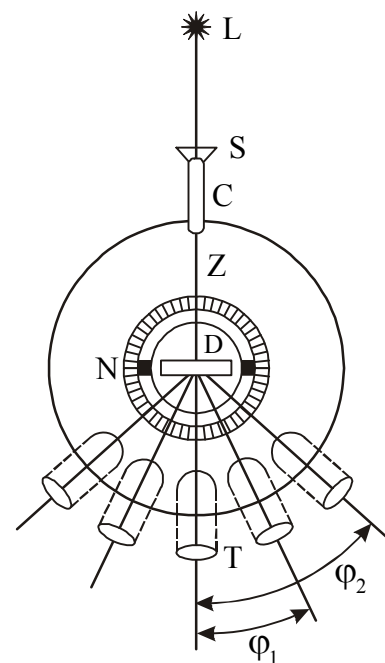


Рисунок 3

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

Зрительная труба T гониометра наведена на бесконечность. Вначале зрительную трубу поворачивают так, чтобы ее оптическая ось совпала с оптической осью коллиматора C , при этом освещенное изображение щели совпадает с визирной нитью зрительной трубы. Затем вращают трубу, например, вправо до тех пор, пока с визирной нитью не 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

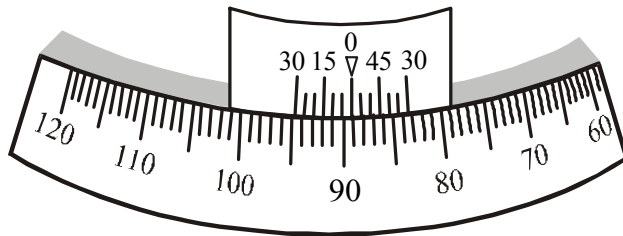


Рисунок 4

всегда по одному и тому же. Цена деления основной шкалы 1° , цена деления нониуса $5'$.

Отсчёт показаний при помощи нониуса поясняется рис. 4. 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.
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.
10. Провести измерения для другого светофильтра согласно п. 5,6,7.

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 (5) вычислить длины волн.
3. Найти среднее значение длины волны для каждого светофильтра.
4. Рассчитать абсолютную погрешность как для прямых измерений.
5. Рассчитать относительную погрешность измерений.
6. Записать окончательный результат для каждой длины волны в стандартном виде:

$$\lambda = \lambda_{\text{ср}} \pm \Delta\lambda$$

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. Нарисуйте ход лучей через дифракционную решётку. Укажите на рисунке период решётки, угол дифракции, оптическую разность хода лучей. Запишите условие, при выполнении которого будут наблюдаться главные максимумы.
4. Сравните полученные экспериментально значения длин волн с табличными значениями и сделайте вывод.

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе № 83

Выполнил(а) _____

Группа _____

Постоянная дифракционной решётки $d =$ _____

Таблица 1

Цвет светофильтра _____

№ п/п	Номер m максимума	φ_0	$\varphi_{\text{лев}}$	$\varphi_{\text{пр}}$	φ	λ , нм
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Среднее						

Таблица 2

Цвет светофильтра _____

№ п/п	Номер m максимума	φ_0	$\varphi_{\text{лев}}$	$\varphi_{\text{пр}}$	φ	λ , нм
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Среднее						

Дата _____

Подпись преподавателя _____