

Государственное высшее учебное заведение
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ОТЧЁТ
по лабораторной работе №84

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ
ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЁТКИ НА ОПТИЧЕСКОЙ СКАМЬЕ

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа №84

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЁТКИ НА ОПТИЧЕСКОЙ СКАМЬЕ

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

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

Общие положения

Дифракция – это огибание светом препятствий, размеры которого 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, которое называют периодом решётки d (постоянной решётки) (рис. 1):

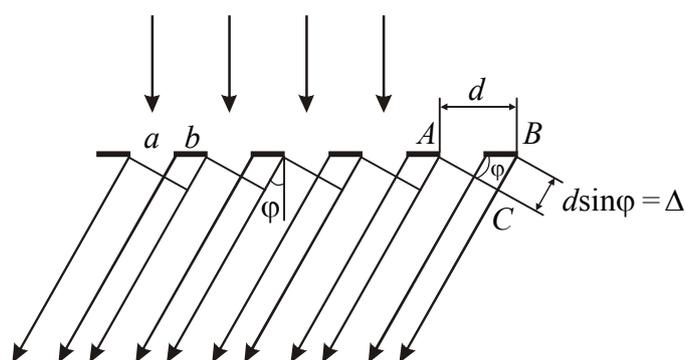


Рисунок 1

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

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, $m=0,1,2,3 \dots$ – порядок максимума.

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

$$\Delta = d \sin \varphi. \quad (3)$$

Приравняв выражения (1) и (2), получим условие главных максимумов для дифракционной решётки:

$$d \sin \varphi = m\lambda. \quad (4)$$

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.

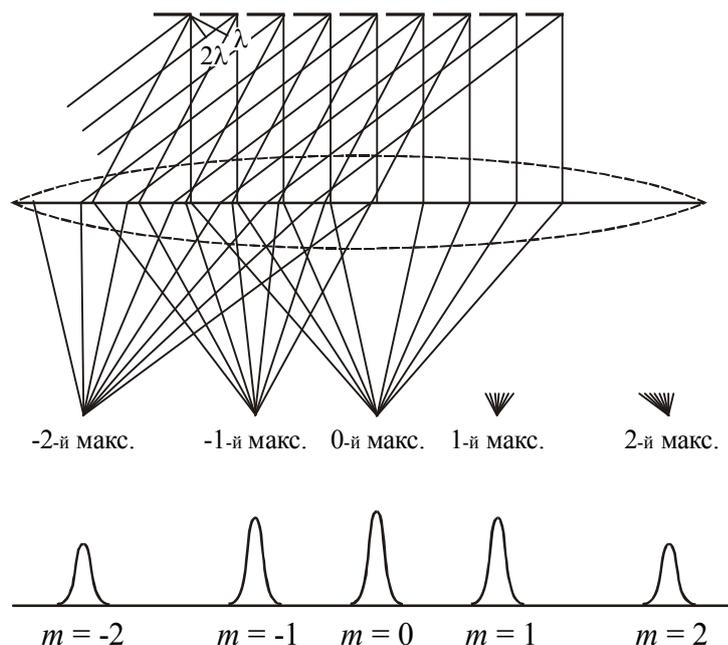


Рисунок 2

(3) найти длину волны:

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

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 освещенную монохроматическим светом щель через дифракционную решётку, то кроме изображения щели на шкале можно увидеть симметрично расположенные максимумы (рис. 3). 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:

$$\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = \frac{l}{L}. \quad (6)$$

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

$$\lambda = \frac{ld}{mL}. \quad (7)$$

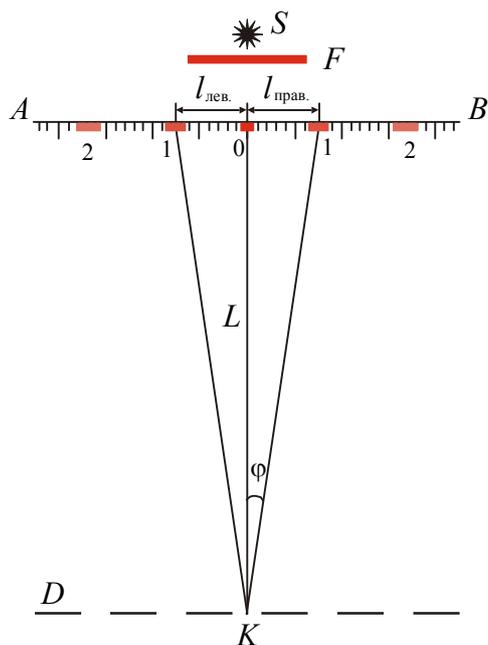


Рисунок 3

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. 3).
5. Выполнить измерения для 2-го и 3-го максимумов.
6. Изменить расстояние между решёткой и экраном. Повторить измерения согласно п. 3, 4, 5.
7. Заменить светофильтр. Провести измерения для второго светофильтра согласно п. 3-5.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Рассчитать среднее значение $l = \frac{l' + l''}{2}$ для каждого максимума.
2. Рассчитать длину волны по формуле (7) для каждого максимума.
3. Найти среднее значение длины волны для каждого светофильтра.
4. Рассчитать абсолютную погрешность как для прямых измерений для каждой длины волны.
5. Найти относительную погрешность измерений. Результаты представить 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. Какой вид будет иметь дифракционная картина, если решётку освещать белым светом?
5. Сравните полученные экспериментально значения длин волн с табличными значениями и сделайте вывод.

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе № 84

Выполнил(а) _____

Группа _____

Постоянная дифракционной решётки $d =$ _____

Таблица 1

Цвет светофильтра _____

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

Таблица 2

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 _____