

## Лабораторная работа №8

### *Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки*

**Цель:** определить длины волн света, излучаемого источником оптического излучения со сплошным спектром.

**Оборудование:** дифракционная решетка, установка для измерения длины световой волны, источник сплошного спектра.

### Методика эксперимента и описание установки

В данной работе применяется дифракционная решетка в установке для измерения длины световой волны (рис. 10). Установка состоит из деревянного бруска 1 длиной 53.2 см, на верхней стороне которого нанесена шкала с миллиметровыми делениями, на боковых сторонах бруска сделаны пазы по всей длине. Посередине бруска снизу прикреплена металлическая скоба 2, с которой шарнирно соединен металлический стержень 3, позволяющий закрепить брусок под разными углами с помощью винта 4.

К торцу передней части бруска прикреплена рамка 5, в которую вставляется дифракционная решетка 9, имеющая 100 штрихов на 1 мм. С другого конца на брусок надевается ползунок с вертикальным экраном 6, лапки которого могут перемещаться в пазах бруска по всей длине.

Согласно (10), измеряя углы, соответствующие положениям дифракционных максимумов, можно, зная  $d$ , определить длину волны света по

формуле:  $\lambda = \frac{d \sin \phi}{m}$ . (13)

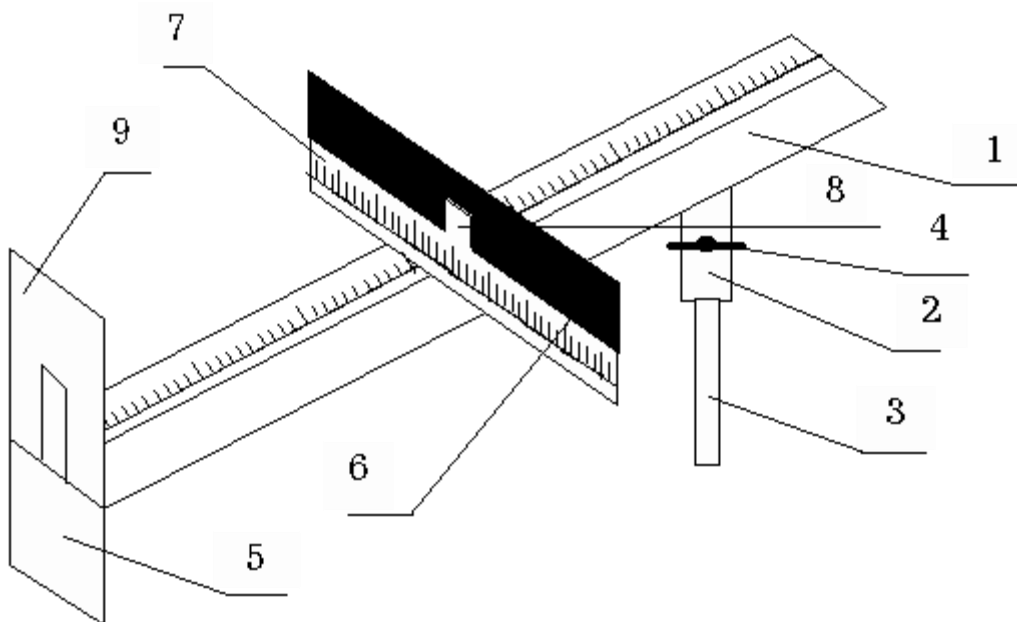


Рис. 10

Верхняя часть экрана окрашена в серый цвет, а на его нижней части находится шкала 7 с миллиметровыми делениями. Нуль шкалы расположен в середине щитка. Сантиметровые деления отмечены порядковыми цифрами вправо и влево от нуля. Над нулевым делением в экране сделано небольшое прямоугольное окно 8, оканчивающееся вдоль нулевого деления шкалы прорезью.

Рейку устанавливают на уровне глаз. Штрихи дифракционной решетки должны быть параллельны щели в щитке, а источник света устанавливается против щели. При наблюдении сквозь дифракционную решетку на сером фоне по обе стороны окна в щитке будут видны дифракционные спектры, которые расположены симметрично относительно щели так, что фиолетовая часть каждого спектра обращена к середине шкалы. При решетке со 100 штрихами на 1 мм обычно видны спектры первого, второго и третьего порядков, считая от окна в экране.

Поворачивая источник света или решетку, добиваются параллельного расположения спектров.

В спектрах первого порядка, расположенных по обе стороны от окна в экране, отсчитывают расстояние  $l$  от середины шкалы до крайних фиолетовых или крайних красных лучей. Если полученные значения  $l$  для левого и правого спектров отличны, то находят их среднее значение,

т.е.  $l_{cp} = \frac{k_m + l_m}{2}$ ,  $k_m$  и  $l_m$  – деления шкалы против правой и левой линии  $m$ -го порядка.

По шкале на рейке определяют расстояние  $L$  от щитка до дифракционной решетки, которая расположена на нулевом делении шкалы. Частное от деления  $l$  на  $L$  равно тангенсу угла, под которым виден этот луч. Поскольку угол  $\varphi$  достаточно мал, то можно допустить, что  $tg\varphi \approx \sin\varphi$ . Тогда  $\sin\varphi = l/L$  и выражение (13) можно записать в виде:

$$\lambda = \frac{d(k_m + l_m)}{2mL}. \quad (14)$$

Для решетки с количеством штрихов  $N$  на единицу длины период дифракционной решетки  $d$  определяется по формуле:

$$d = \frac{1}{N}. \quad (15)$$

С учетом формулы (14) выражение (10) можно записать в виде:

$$\lambda = \frac{k_m + l_m}{2mLN} . (16)$$

Для получения более точных результатов измерения необходимо величину  $L$  брать возможно большим и передвигать ползунок со щитом по рейке до тех пор, пока  $k_m$  и  $l_m$  не будет равна целому числу, выраженному в миллиметрах.

Цвета и табличные значения длин волн видимого диапазона

Цвет	Длина волны (нм)
Фиолетовый	380 - 430
Синий	430 - 470
Голубой	470 - 500
Зеленый	500 - 560
Желтый	560 - 590
Оранжевый	590 - 620
Красный	620 - 760

Рис. 11.

Порядок выполнения работы

1. Поместите дифракционную решетку в рамку прибора.
2. Включите источник света.
3. Смотря сквозь дифракционную решетку, направьте прибор на источник света так, чтобы последний был виден сквозь узкую прицельную щель экрана. При этом по обе стороны от щели на черном фоне появятся дифракционные спектры нескольких порядков. В случае наклонного положения спектров поверните решетку на некоторый угол до устранения перекоса. Определите положение красной и фиолетовой границы спектра для 1-го и 2-го порядков. Измерьте расстояние от щитка до решетки и рассчитайте длины волн для синего, зеленого и красного цветов по формуле (16).
4. По измеренным и рассчитанным данным заполните таблицу.

Табл  
ица

5. Порядок Спектра, $m$	$d, m$	$l, m$	Границы спектра		$\lambda, m$		
			фиолет.	красн.	синий	зеленый	красный
а							
б 1							
в 1							
г 2							
д 2							
е 2							
ж Ср. знач.							

лученные результаты длин световых волн с табличными значениями (рис. 11) и сделайте выводы.

6. Для каждой длины волны определите абсолютную погрешность эксперимента и результат запишите в виде:  $\lambda = \lambda_{\text{ср}} \pm 2\sigma$ . Абсолютную

погрешность эксперимента рассчитайте по формуле:  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum \Delta \lambda_i^2}{n(n-1)}}$  и

сделайте выводы.

#### Контрольные вопросы

1. Что называется дифракцией света?
2. Что представляет собой дифракционная решетка? Что называется периодом дифракционной решетки?
3. Запишите условие главных максимумов и главных минимумов при дифракции света на дифракционной решетке?
4. Какая существует зависимость между числом штрихов дифракционной решетки и количеством дополнительных минимумов?
5. Опишите, что будет происходить, если направить нормально на дифракционную решетку пучок белого света?
6. Под каким углом будет наблюдаться первый дифракционный максимум, если дифракционная решетка имеет 100 штрихов на 1 мм длины при падении на нее нормально монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 680 \text{ нм}$ ?
7. Максимум какого наибольшего порядка можно наблюдать при помощи дифракционной решетки с числом штрихов 1200 на 1 мм длины при падении на неё нормально монохроматического света с длиной волны

$\lambda = 500 \text{ нм}$ ? Рассчитать угол дифракции для максимального порядка спектра.