

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решётки»

Цель: экспериментальным путем определить длину световой волны, соответствующей красному и фиолетовому участкам оптического спектра.

Оборудование: прибор для определения длины световой волны, дифракционная решетка.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Параллельный пучок света, проходя через дифракционную решетку, вследствие дифракции за решеткой, распространяется по всевозможным направлениям и интерферирует. На экране, установленном на пути интерферирующего света, можно наблюдать интерферирующую картину. Максимумы света наблюдаются в точках экрана, для которых выполняется условие:

$$\Delta = n\lambda, \quad (1)$$

где Δ – разность хода волн; n – номер максимума; λ – длина световой волны. Центральный максимум называют нулевым; для него $\Delta = 0$. Слева и справа от него располагаются максимумы высших порядков.

Условие возникновения максимума (1) можно записать иначе: $n\lambda = d \sin \varphi$ (рис.18).

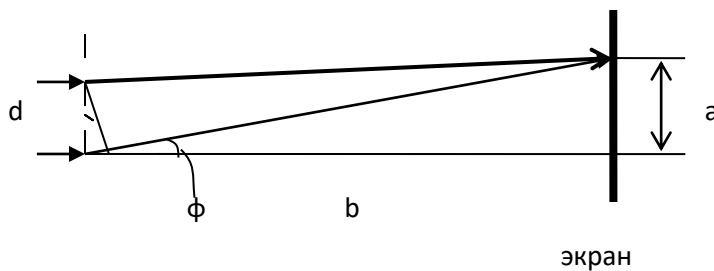


рис.18

Здесь d – период дифракционной решетки; φ – угол, под которым виден световой максимум (угол дифракции). Так как углы дифракции, как правило, малы, то для них можно принять $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi$, а $\operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{b}$ (рис.18)

Поэтому
$$n\lambda = \frac{d \cdot a}{b} \quad (2)$$

В данной работе формулу (2) используют для вычисления длины световой волны.

Анализ формулы (1) показывает, что положение световых максимумов зависит от длины волны монохроматического света: чем больше длина волны, тем дальше максимум от нулевого.

Получить дифракционный спектр, можно используя прибор для определения длины световой волны.

Прибор (рис.19) состоит из деревянного бруска 1 прямоугольного сечения длиной 532 мм, на верхней стороне которого нанесена шкала с миллиметровыми делениями. На боковых сторонах бруска сделаны пазы по всей длине.

Посередине бруска, снизу, прикреплен скоба 2, с которой шарнирно соединен металлический стержень 3, позволяющий закреплять брусок в различных положениях с помощью винта 4.

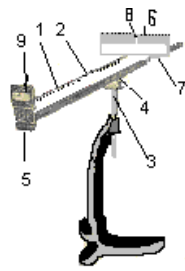


рис 19.

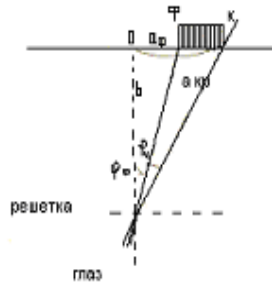


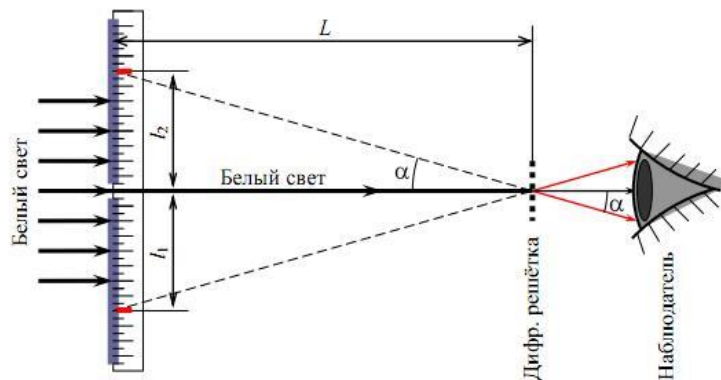
рис.20

К торцу передней части бруска прикреплена рамка 5, в которую вкладывается дифракционная решетка. С другого конца на брусок надевается ползунок 6 с вертикальным экраном; лапки ползунка могут перемещаться в пазах бруска по всей его длине.

Верхняя часть экрана окрашена в черный цвет, на нижнюю часть наклеена белая шкала 7 с черными миллиметровыми делениями. Нуль шкалы расположен в середине экрана. Сантиметровые деления отмечены порядковыми цифрами, вправо и влево от нуля. Над нулевым делением в экране сделано прямоугольное окно 8, оканчивающееся вдоль нулевого деления шкалы прорезью.

Ход работы:

1. Внимательно рассмотреть прибор для определения длины световой волны:



2. Вставить дифракционную решетку в рамку на продольной линейке прибора.
3. Экран со шкалой установить на конце продольной линейки.
4. Перемещением экрана со шкалой по продольной линейке добиться наиболее четкого изображения спектров 1-го порядка $k=1$.
5. Измерить смещение от щели до середины красной (фиолетовой) части спектра $l_{кр}$, $l_{фиол}$.
6. Измерить расстояние от дифракционной решетки до экрана L , м.
7. Вычислить длину волн соответствующие красному и фиолетовому участкам оптического спектра по формуле дифракционной решетки:

$$\lambda_{\text{кр}} = \frac{l_{\text{кр}} \cdot d}{L} \quad \lambda_{\text{фиол}} = \frac{l_{\text{фиол}} \cdot d}{L}$$

d – постоянная дифракционной решетки, при $k=1$.

8. Числовые расчеты и результаты занесите в таблицу.

Таблица:

№ опыта	d , м	L , м	Красная часть спектра		Фиолетовая часть спектра	
			$l_{\text{кр}}$, м	$\lambda_{\text{кр}}$, м	$l_{\text{фиол}}$, м	$\lambda_{\text{фиол}}$, м
1						

Вычисления:

Я вам сообщу значения величин, которые вы должны были измерить на уроке при выполнении лабораторной работы.

Ваша задача написать тему, цель, оборудование, переписывать теоретическую часть не нужно, ход работы, подставить в формулу п.7 и подсчитать длину волн соответствующие красному и фиолетовому участкам оптического спектра по формуле дифракционной решетки, далее заполнить таблицу, сделать вывод и ответить на контрольные вопросы.

d – постоянная дифракционной решетки $d=10^{-5}$ м

L - расстояние от дифракционной решетки до экрана $L=50$ см (переведите в м)

$l_{\text{кр}}$ - смещение от щели до середины красной части спектра $l_{\text{кр}}= 3,6$ см (переведите в м)

$l_{\text{фиол}}$ - смещение от щели до середины фиолетовой части спектра $l_{\text{фиол}} = 2$ см (переведите в м)

Вывод:

Контрольные вопросы:

1. Чем спектры, полученные при помощи дифракционных решеток с 50 и до 100 штрихами на миллиметр, отличаются друг от друга?
2. Какое значение имеют ширина и число щелей дифракционной решетки?
3. Найдите длину волны монохроматического света, падающего на решетку с периодом 30 мкм, если угол отклонения спектра третьего порядка равен 4° .