

ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ

Выполнил студент гр. _____

Ф.И.О. _____

Подпись преподавателя _____
(обязательна после окончания эксперимента)

дата _____

Цель работы: изучение явления многолучевой интерференции и определение длины волны света с помощью дифракционной решётки.

Описание установки

В данной работе в качестве источника света используется лампа накаливания дающая “белый” свет с разными длинами волн λ от фиолетового до красного. Согласно условию интерференционных максимумов $d \sin \varphi = m\lambda$, $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ углы, под которыми наблюдаются максимумы разного цвета, не совпадают, и за решеткой видны радужные спектральные полосы (центральный спектр 0-го порядка остается “белым”).

Лучи света от лампы, отклоняемые дифракционной решеткой под углом φ , попадают в глаз наблюдателя и создают изображение спектра в точке А сетчатки. Но глаз пытается рассмотреть щель в непрозрачной диафрагме, через которую проходят лучи света от лампы, и которая расположена на линейке, находящейся на удалении L . Глаз аккомодирован на это расстояние. Изображение спектра он увидит на таком же расстоянии в точке В линейки, которая в данном эксперименте будет экраном. Линия АВ проходит через центр линзы-хрусталика глаза и наклонена под углом φ к оси симметрии. Координата l наблюдаемого спектра m -го порядка на линейке может быть вычислена как $l = L \cdot \tan \varphi$. Угол φ мал и можно считать, что $\tan \varphi \approx \sin \varphi = m\lambda/d$. Приходим к соотношению, позволяющему вычислить

длину волны участка спектра любого цвета:

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

Порядок выполнения работы

1. Включить установку в сеть.
2. Приблизив глаз к дифракционной решётке, повернуть шкалу-линейку с прорезанной щелью и дифракционной решёткой и направить её на источник света так, чтобы на линейке по обе стороны от щели были видны интерференционные спектры 1-го и 2-го порядков.
3. Замерить расстояние L от линейки до дифракционной решётки.
4. Замерить расстояние l от середины центрального максимума 0-го порядка до середины максимума $m=1$ -го порядка синего цвета вначале слева от щели, а потом справа от щели.
5. По формуле (*) вычислить два значения длины волны λ синего цвета по двум измеренным расстояниям.
6. Замерить расстояние l до середины максимума $m=2$ -го порядка синего цвета сначала слева, а потом справа от щели и согласно (*) вычислить соответствующие им длины волн λ . Полученные данные занести в таблицу.
7. Аналогичные измерения провести для желтого, зеленого и красного цветов по указанию преподавателя.
8. Вычислить среднее значение $\langle \lambda \rangle$ для всех полученных длин волн одного цвета. Рассчитать величины (модули) их отклонения от среднего значения $\Delta \lambda = |\lambda - \langle \lambda \rangle|$, а также среднюю величину такого отклонения $\langle \Delta \lambda \rangle$ и относительную погрешность $E = \frac{\langle \Delta \lambda \rangle}{\langle \lambda \rangle} \cdot 100\%$. Результаты занести в таблицу.



$L = \dots\dots\dots \text{ см}$

Таблица

Цвет	m		$l, \text{ см}$	$\lambda, \text{ нм}$	$\langle \lambda \rangle, \text{ нм}$	$\Delta \lambda, \text{ нм}$	$\langle \Delta \lambda \rangle, \text{ нм}$	$E, \%$
синий	1	слева						
		справа						
	2	слева						
		справа						
зеленый	1	слева						
		справа						
	2	слева						
		справа						
красный	1	слева						
		справа						
	2	слева						
		справа						
жёлтый	1	слева						
		справа						
	2	слева						
		справа						

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 32

1. В чем заключается явление интерференции, что называется интерференционной картиной и при каких условиях она наблюдается?
2. Почему на экране не появится интерференционной картины, если на него направить лучи света от двух фонарей, пропущенные через один и тот же светофильтр?
3. Какие источники света называются когерентными? Что является когерентными источниками света в данной работе? От чего зависит разность хода лучей, испускаемых этими источниками?
4. Сделайте вывод зависимости интенсивности света, прошедшего через дифракционную решетку от угла φ и с помощью полученной формулы определите условия интерференционных максимумов и минимумов на дифракционной решётке.
5. На дифракционную решетку с постоянной $d = 2 \text{ мкм}$ нормально падает свет с длиной волны $\lambda = 600 \text{ нм}$. Сколько интерференционных максимумов (спектров) можно наблюдать за решеткой?
6. Почему в данной работе наблюдаются не отдельные узкие линии спектров, а протяжённые радужные полосы? Чем обусловлен порядок цветов в каждой такой полоске?
7. Почему наблюдаемые в работе полосы спектров более высокого порядка имеют большую ширину, а их интенсивность, наоборот, уменьшается?
8. Почему центральная полоса спектра нулевого порядка имеет тот же цвет, что и свет, испускаемый лампой?
9. Будут ли полосы спектров более высокого порядка перекрываться, образуя сплошную разноцветную полосу без промежутков? Начиная со спектра какого порядка m произойдёт это перекрывание?
10. Почему, если передвинуть линейку и произвольно изменить расстояние L , глаз по-прежнему увидит четкие изображения радужных полосок-спектров на ней?
11. Прodelайте и объясните вывод расчётной формулы (*) для определения λ .
12. Расстояние $L = 50 \text{ см}$. Найдите ширину радужной полосы спектра 2-го порядка на линейке, если постоянная решётки $d = 4 \text{ мкм}$.

Изучаемый в работе материал можно найти в следующих учебных пособиях:

1. Савельев И.В. Курс общей физики в 3-х тт.: Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика – СПб., М., Краснодар: Лань, 2008. - §94.
2. Колмаков Ю.Н., Пекар Ю.А., Лежнева Л.С. Электромагнетизм и оптика, - изд. ТулГУ. 2010, гл.7 §7.