

Лабораторное занятие № 10

Изучение интерференции и дифракции света

Оборудование: источник электропитания, лазер, экран с разметкой, дифракционная решетка, держатель, линейка.

Цель: Ознакомиться с методом определения длины световой волны с помощью дифракционной решетки

Задание: Измерить длину волны красного света для двух дифракционных решеток и сравнить полученные значения с табличными данным

Рекомендации по выполнению задания:

Одномерная дифракционная решетка представляет собой ряд прозрачных параллельных щелей одинаковой ширины a , разделенных равными непрозрачными промежутками b . Сумму размеров прозрачного и непрозрачного участков принято называть периодом, или постоянной решетки d .

$$d = a + b$$

Период решетки связан с числом штрихов на одном миллиметре n соотношением: $d = 1/n$

Общее число штрихов решетки N равно

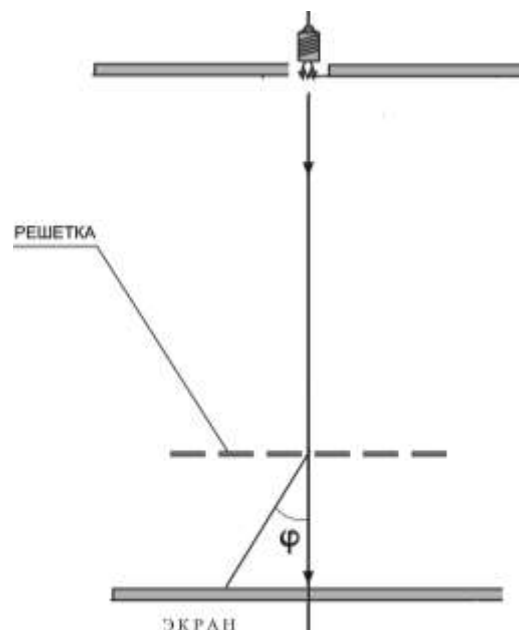
$$N = l/d = l n,$$

где l – ширина решетки.

Дифракционная картина на решетке определяется как результат взаимной интерференции волн, идущих от всех N щелей, т.е. дифракционная решетка осуществляет многолучевую интерференцию когерентных дифрагированных пучков света, идущих от всех щелей.

Пусть на решетку падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны λ . За решеткой в результате дифракции лучи будут распространяться по разным направлениям. Так как щели находятся на одинаковых расстояниях друг от друга, то разности хода Δ вторичных лучей, образующихся согласно принципу Гюйгенса – Френеля и идущих от соседних щелей в одном направлении φ , будут одинаковы в пределах всей решетки и равны

Здесь $k = 0, 1, 2, \dots$ - порядок главных



максимумов.

Главные максимумы расположены симметрично относительно центрального, или нулевого, с $k = 0$, соответствующего лучам света, прошедшим через решетку без отклонений (недифрагированным, $\varphi = 0$). Равенство (2) называют условием главных максимумов на решетке. Каждая щель также образует свою дифракционную картину. В тех направлениях, в которых одна щель дает минимумы, будут наблюдаться минимумы и от других щелей. Эти минимумы определяются условием: $d \cdot \sin \varphi = k\lambda$, ($k = 0, 1, 2, \dots$)

Положение главных максимумов зависит от длины волны λ . Поэтому при пропускании через решетку белого света все максимумы, кроме центрального ($k = 0$), разложатся в спектр, фиолетовая часть которого будет обращена к центру дифракционной картины, а красная - наружу. Это свойство дифракционной решетки используется для исследования спектрального состава света, т.е. дифракционная решетка может быть использована как спектральный прибор.

Ход работы.

1. Выберите одну из дифракционных решёток, запишите период решетки $d=1/n$. Соберите установку, расположив приборы так, как показано на рисунке. Включите источник света (лазер).

2. Передвигая дифракционную решетку, получить отчетливые точки параллельно шкале экрана. Установите экран на расстоянии приблизительно 10-15 см от решетки.

3. Измерьте расстояние от дифракционной решетки до экрана $a = \underline{\hspace{2cm}}$

4. Выберите порядок спектра k ($k=1$) и измерить расстояние b до k -го максимума от $k=0$. Слева: $b = \underline{\hspace{2cm}}$ или справа: $b = \underline{\hspace{2cm}}$

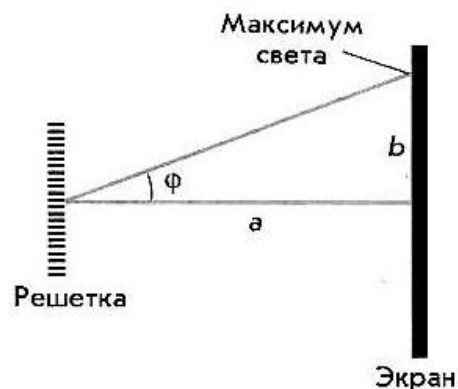
5. Вычислите длину волны красного цвета слева от щели в экране. k - номер луча $\lambda = d \cdot \sin \varphi / k$.

Поскольку углы, под которыми наблюдаются максимумы 1-го и 2-го порядков, не превышают 5° , можно вместо синусов углов использовать их тангенсы. $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = a/b$, тогда

$$\lambda_{\text{сп1}} = \frac{d \cdot b}{k \cdot a} \quad \lambda_{\text{сп1}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Вычислите длину волны красного цвета справа от щели в экране.

$$\lambda_{\text{сп2}} = \frac{d \cdot b}{k \cdot a} \quad \lambda_{\text{сп2}} = \underline{\hspace{2cm}}$$



6. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

7. Вычислите среднее значение длины волны красного цвета.

$$\lambda_{кр} = \frac{\lambda_{кр1} + \lambda_{кр2}}{2} \quad \lambda_{кр} = \text{_____}$$

8. Произвести вычисление погрешности: $\Delta\lambda = \lambda\varepsilon_\lambda$; $\varepsilon_\lambda = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$

9. Сравнить с табличным значением: $\lambda_{кр} = \text{_____}$

10. Аналогично проделайте с другой дифракционной решеткой (или другим цветом).

Таблица результатов измерений и вычислений

Решетка	Расположение	k	d	a	b	λ
d ₁ =	Слева от k=0					
	Справа от k=0					
d ₂ =	Слева от k=0					
	Справа от k=0					

10. сравнить с табличным значением.

Вывод.

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_en.html