

1. Что такое дифракция света?

Дифракция света — явление, суть которого состоит в том, что свет способен огибать препятствия.

2. Существует ли принципиальное отличие между явлениями дифракции и интерференции?

Нет. По принципу Гюйгенса-Френеля, дифракция является частичным случаем интерференции.

3. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля, приведите его аналитическую запись.

Каждый элемент волнового фронта можно рассматривать как центр вторичного возбуждения, порождающего вторичные сферические волны, а результирующее световое поле в каждой точке будет определяться интерференцией этих волн.

$$E = \int_S \frac{a ds}{r} e^{i(\omega t - k r)}$$

4. В отличие между дифракцией Фраунгофера и дифракцией Френеля?

Дифракция Фраунгофера — дифракционная картина, которая наблюдается на большом расстоянии от препятствия, которое огибает свет, а **дифракция Френеля** наблюдается на небольшом расстоянии от препятствия.

5. Получите условия минимумов и максимумов дифракционной картины.

Условие максимума дифракционной картины:

$$\sin(\pi b \lambda^{-1} \sin \Theta) = \pm 1 \Leftrightarrow \pi b \lambda^{-1} \sin \Theta = \frac{2n+1}{2} \pi, n \in \mathbb{Z}$$

$$b \sin \Theta = \frac{2n+1}{2} \lambda \Rightarrow b \Theta = \frac{2n+1}{2} \lambda, n \in \mathbb{Z}$$

Условие минимума:

$$\sin(\pi b \lambda^{-1} \sin \Theta) = 0 \Rightarrow b \sin \Theta = n \lambda, n \in \mathbb{Z} \setminus \{0\}$$

$$b \Theta = n \lambda, n \in \mathbb{Z} \setminus \{0\}$$

6. В каких пределах должна находиться ширина щели для наблюдения дифракции? Как изменится дифракционная картина, если изменять ширину щели от b_{min} до b_{max} ?

Приблизительная оценка: $b - \lambda \leq b \leq 10^3 \lambda$, тогда для видимого света: $0.5 \leq b \leq 500$ (мкм). При увеличении ширины дифракционной щели дифракционная картина будет сжиматься. Её минимальная ширина определяется раздельной способностью глаза.

7. Запишите критерий разграничивания случаев дифракции Фраунгофера, Френеля и геометрической оптики. Дайте определение этих критериев на основании представлений про зоны Френеля.

Рассматривают величину $f = \frac{z^2}{\lambda b}$. φ — угол направления на рассматриваемую точку; z — расстояние от щели \ препятствия до экрана; λ — длина волны.

Дифракция Фраунгофера определяется условием $f \ll 1$, при этом при расчётах им пренебрегают. Это означает, что на экране располагается линия части первой зоны Френеля.

Дифракция Френеля определяется условием $f \geq 1$, при этом на экране одна или даже несколько зон Френеля.

8. Что произойдёт с дифракционной картиной, если закрыть половину линзы, в фокальной плоскости которой расположен экран?

Дифракционная картина не изменится, интенсивность света уменьшится.

9. Получите общее выражение и рассчитайте несколько значений отношений интенсивности побочных максимумов к главному.

Для главного максимума: $I = I_0$

Для побочных максимумов: $\Theta_n = \frac{2n+1}{2} \frac{\lambda}{z_0}, n \in \mathbb{Z}$

$$I_m = I_0 \left(\frac{\sin \left(z b \lambda^{-1} \sin \left(\frac{2n+1}{2} \frac{\lambda}{b} \right) \right)}{\pi b \lambda^{-1} \sin \left(\frac{2n+1}{2} \frac{\lambda}{b} \right)} \right)^2 = I_0 \left(\frac{\sin \left(\frac{2n+1}{2} \pi \right)}{\frac{2n+1}{2} \pi} \right)^2 = I_0 \frac{1}{\left(\frac{2n+1}{2} \pi \right)^2}$$

Тогда,

$$\frac{I_n}{I} = \frac{1}{\left(\frac{2n+1}{2} \pi \right)^2}$$

10. *От чего зависит число видимых главных максимумов решётки?*

Число видимых главных максимумов решётки зависит от угла падения света на решётку, от размера решётки, количества штрихов и ширины щели.

11. *Во сколько раз интенсивность главного максимума решётки больше чем интенсивность главного максимума одной её щели?*

Известно, что

$$I(\Theta) = I_0 \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2$$
$$\alpha = \pi b \lambda^{-1} \sin \Theta, \beta = \pi d \lambda^{-1} \sin \Theta$$

b — ширина щели, d — период решётки. При выполнении условий главного максимума $d \sin \Theta = m \lambda$. Эта дробь на границе даёт отношение $\frac{1}{N^2}$. Т.е. интенсивность в главном максимуме решётки в N^2 раз больше интенсивности главного максимума одной её щели.

12. *Что такое интенсивность световой волны?*

Интенсивность — величина, которая численно характеризует поток энергии, который переносится энергией в некотором направлении.

13. *С помощью каких приборов и на основании каких эффектов измеряется интенсивность света в данной работе? Откуда делается вывод про пропорциональность между интенсивностью света и показаниями прибора?*

Приборы для измерения интенсивности света: He–Ne лазер, дифракционная щель изменяемой ширины, в качестве экрана — фотоприёмник.

Понятно, что используется принцип Гюйгенса-Френеля, на основании которого выведены расчётные формулы.