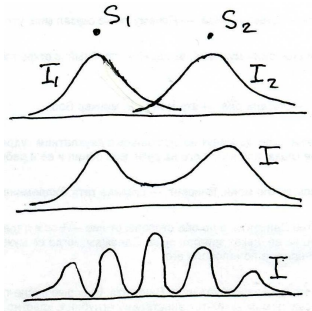


Раздел IV. Оптика.

Глава 2. Интерференция. Когерентность.

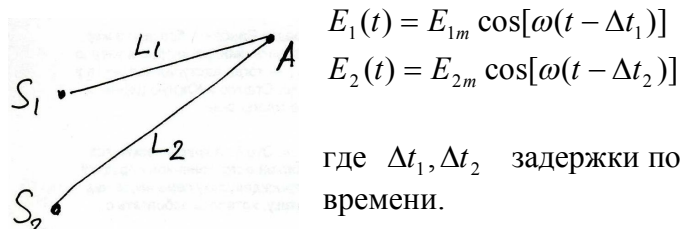
1. **Интерференция** – нелинейное перераспределение интенсивности света при сложении волн от 2^X или более точечных источников.



В первом случае интерференции нет, во втором – есть.

Для того чтобы наблюдать интерференцию в идеале источники должны:

- Излучать монохроматические волны одинаковой частоты.
- Быть сфазированными $\Delta\phi = \text{const}$, в дальнейшем для простоты будем считать $\Delta\phi = 0$. В этом случае в точке наблюдения А будет происходить сложение сигналов:



$$\Delta t = \int \frac{dl}{v_{\phi}} = \frac{1}{c} \int n(\vec{r}) dl = \frac{L}{c}$$

$L = \int n(\vec{r}) dl$ - оптическая длина пути.

Условие max амплитуды колебания в точке наблюдения:

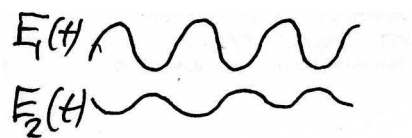
$$\Phi_2(t) - \Phi_1(t) = 2\pi m \Rightarrow L_1 - L_2 = \lambda_0 m \quad m=0, \pm 1, \pm 2 \dots$$

$\lambda_0 = cT = c \frac{2\pi}{\omega}$ - длина волны в вакууме.

Условие min амплитуды колебания в точке наблюдения:

$$\Phi_2(t) - \Phi_1(t) = 2\pi(m + \frac{1}{2}) \Rightarrow L_1 - L_2 = \lambda_0(m + \frac{1}{2})$$

$m=0, \pm 1, \pm 2 \dots$



Условия max и min для амплитуды суммарного сигнала сохраняются и для интенсивности:

$$I = \langle EH \rangle = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \langle E^2(t) \rangle = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \langle (E_1(t) + E_2(t))^2 \rangle \Rightarrow$$

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cos \frac{2\pi(L_1 - L_2)}{\lambda_0}$$

⇓

$$I_{\max} : L_1 - L_2 = m\lambda_0$$

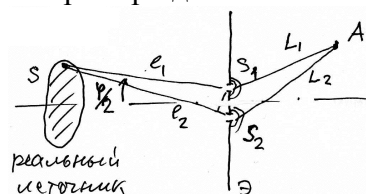
$$I_{\min} : L_1 - L_2 = (m + \frac{1}{2})\lambda_0 \quad m=0, \pm 1, \pm 2 \dots$$

Наиболее контрастной интерференционной картина будет, если $I_1 = I_2$

2. Интерференция от реальных источников. Когерентность.

В реальных источниках свет излучают возбужденные атомы, которые между собой не сфазированы и излучают на различных частотах. Для наблюдения интерференции в этом случае используют схемы, где реальный источник один, а интерференция наблюдается от волн, прошедших разными путями в точку наблюдения.

Например один из способов следующий:



В этой схеме интерференция происходит между вторичными волнами, которые излучают отверстия в экране $S_1 = S_2$

Для наблюдения интерференции в этом случае необходимо выполнение некоторых условий, которые называется пространственная и временная когерентность. Когерентность в общем смысле – согласованное протекание нескольких процессов.

А) Пространственная когерентность

Для наблюдения интерференции необходимо чтобы волны, испущенные любым атомом реального источника приходили на отверстия S_1 и S_2 примерно в одинаковых

$$\text{фазах, точнее } \Delta\Phi < \pi \Rightarrow l_2 - l_1 < \frac{\lambda}{2} \Rightarrow d \sin \frac{\varphi}{2} < \frac{\lambda}{2} \Rightarrow$$

при малых $\varphi \Rightarrow \boxed{d < \frac{\lambda}{\varphi}}$ φ - угловой размер реального

источника, (например Солнца, $\varphi \approx 0.01 \text{ рад}$),

d- расстояние между отверстиями S_1 и S_2 .

Величина $\frac{\lambda}{\varphi}$ называется пространственной или поперечной когерентностью:

$$d_{\text{ког}} = \frac{\lambda}{\varphi}$$

Условие наблюдения интерференции: расстояние между S_1 и S_2 должно быть меньше $d_{\text{ког}}$

$$d < d_{\text{ког}}$$

Б) Временная когерентность.

Волны излучаемые атомами не бесконечные синусоиды, а «обрезки» длиной $c\tau_{\text{изл}}$, поэтому для наблюдения

интерференции необходимо, чтобы в точке наблюдения А интерферировали одни и те же «обрезки», прошедшие разными путями. Это будет выполняться, если

$$L_2 - L_1 < c\tau_{\text{изл}}$$

Характерное $\tau_{\text{изл}}$ и является временной когерентностью.

Можно показать, что временная когерентность связана с шириной спектра излучения реального источника $\Delta\nu$

соотношением:

$$\tau_{\text{ког}} = \frac{1}{\Delta\nu}$$

Тогда условие временной когерентности имеет вид:

$$L_1 - L_2 < c\tau_{\text{ког}} = \frac{c}{\Delta\nu}$$

Вопросы

1. Что такое интерференция.
2. Условия max и min для интерференции от 2х источников.
3. Что такое пространственная когерентность. Условие наблюдения интерференции.
4. Что такое временная когерентность. Условие наблюдения интерференции.