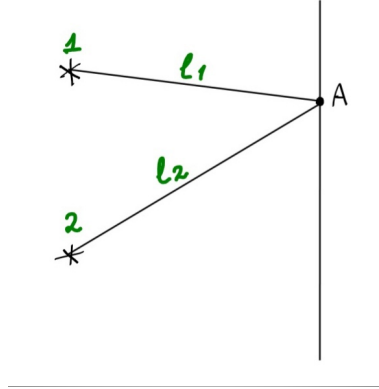

Интерференция от двух независимых источников

Пусть имеется два независимых точечных источника излучения. Каждый из них излучает, соответственно, гармонические волны

$$E_1 = E_{10} \cos(\omega_1 t - k_1 l_1 + \phi_1), \quad E_2 = E_{20} \cos(\omega_2 t - k_2 l_2 + \phi_2) \quad (1)$$

до некоторой точки экрана - точки А.



Суммарное поле в точке А определяется по принципу суперпозиции двух полей. Мы знаем, что интенсивность $I \propto \langle |E|^2 \rangle$, поэтому:

$$\begin{aligned} I \propto & \langle E_{10}^2 \cos^2(\omega_1 t - k_1 l_1 + \phi_1) \rangle + \langle E_{20}^2 \cos^2(\omega_2 t - k_2 l_2 + \phi_2) \rangle + \\ & + 2(E_{10} + E_{20}) \langle \cos(\omega_1 t - k_1 l_1 + \phi_1) \rangle \langle \cos(\omega_2 t - k_2 l_2 + \phi_2) \rangle = \frac{E_{10}^2}{2} + \frac{E_{20}^2}{2} + \\ & + 2(E_{10} + E_{20}) \langle \cos(\omega_1 t - k_1 l_1 + \phi_1) \rangle \langle \cos(\omega_2 t - k_2 l_2 + \phi_2) \rangle \end{aligned}$$

Воспользуемся тригонометрической формулой $\cos \alpha \cdot \cos \beta = 0,5(\cos(\alpha - \beta) \cos(\alpha + \beta))$. Так как $\cos((\omega_1 + \omega_2)t)$ - величина очень большая (ω порядка 10^{15} c^{-1}), то при усреднении здесь получится ноль, поэтому от третьего слагаемого останется:

$$(E_{10} + E_{20}) \langle \cos((\omega_1 - \omega_2)t - k_1 l_1 + k_2 l_2 + \delta\phi) \rangle$$

Запишем теперь это по-другому:

$$I = I_1 + I_2 + I_{12}, \quad I_{12} = (E_{10} + E_{20}) \langle \cos((\omega_1 - \omega_2)t - k_1 l_1 + k_2 l_2 + \delta\phi) \rangle \quad (2)$$

где I_{12} - вклад в интенсивность от интерференции двух волн!

Таким образом, чтобы этот вклад не был нулевым, должно выполняться три условия:

1. $\omega_1 = \omega_2$, сл-но $k_1 = k_2$
2. $\delta\phi = \text{const}$
3. $(E_{10}, E_{20}) \neq 0$

Разберем каждый из этих случаев:

1. $\omega_1 = \omega_2$

Это значит, что волны должны иметь одинаковую частоту.

2. $\delta\phi = \text{const}$

То есть волны должны быть когерентны. В то же время волны от двух независимых источников некогерентны, поэтому разность их фаз, стоящая под косинусом, будет зависеть от времени, следовательно, при усреднении даст ноль и интерференции не будет.

Таким образом, главный камень преткновения в излучении двух независимых источников - это их некогерентность, начальные фазы каждой из волн меняются случайным образом, из-за этого меняется случайным образом разность фаз результирующих колебаний, поэтому при усреднении она даст ноль и интерференции не будет.