

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА. КОГЕРЕНТНОСТЬ

Интерференция – изменение средней плотности потока энергии, обусловленное суперпозицией электромагнитных волн.

По **принципу суперпозиции** суммарное возмущение $U(P)$ в точке наблюдения P складывается из амплитуд элементарных излучателей E_i , сдвинутых по времени за счет различной длины путей до точки P .

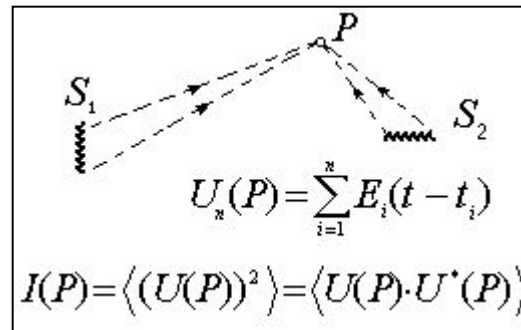


Рис. 2.1 Принцип суперпозиции

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА. КОГЕРЕНТНОСТЬ

Выражение для интенсивности разбивается на две части: *аддитивный член*, являющийся простой суммой интенсивностей источников, и *интерференционный член (ИЧ)*, содержащий перекрестные произведения напряженностей от различных источников.

Если фазы колебаний случайны (*нескоррелированы*), то $ИЧ = 0$. Если корреляция есть - говорят о *частичной или полной когерентности*.

$$\begin{aligned} I(P) &= \langle (E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n)^2 \rangle \\ I(P) &= \langle (E_1 \cdot E_1^* + \dots + E_n \cdot E_n^*) + \\ &\quad + \underbrace{2(E_1 \cdot E_2^* + \dots)}_{ИЧ} \rangle \end{aligned}$$

Когерентность – согласованное протекание волновых процессов в пространстве и времени.

КВАЗИМОНОХРОМАТИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ

МОНОХРОМАТИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ – электромагнитные колебания одной частоты излучения. $\Delta\omega = 0$

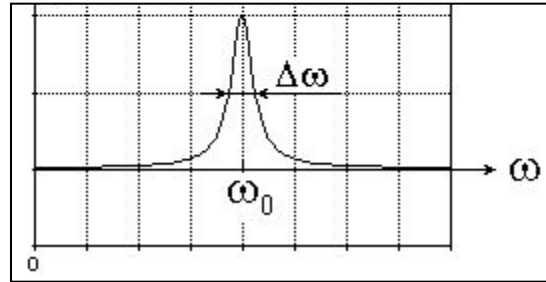


Рис. 2.2 Ширина спектра излучения

КВАЗИМОНОХРОМАТИЧНОСТЬ – определяется соотношением между шириной спектра $\Delta\omega$ и резонансной частотой ω_0 .

γ – "естественная" ширина линии излучения квазимонохроматический свет (КМХ)

$$\gamma \approx \Delta\omega \ll \omega_0 \quad \text{иначе:} \quad Q = \frac{\omega_0}{\gamma} \gg 1$$

Q – добротность колебательной системы.

ВОЛНОВОЙ ЦУГ. ЕГО ПРОТЯЖЕННОСТЬ И ДЛИТЕЛЬНОСТЬ

Волновой пакет, или **цуг волн** – квазигармоническая волна, получающаяся в результате суперпозиции гармонических волн с одинаковыми амплитудами и распространяющимися вдоль одного луча, но имеющими различные частоты.

Продолжительность цуга волн τ – время излучения отдельного атома, время когерентности.

Длина цуга волн – расстояние, которое проходит волна за время τ , длина когерентности. Для вакуума:

$$l = c \cdot \tau$$

ОПТИЧЕСКАЯ РАЗНОСТЬ ХОДА.

Оптическая длина пути – произведение геометрической длины на показатель преломления среды, в которой волны распространяется.

Оптическая разность хода (ОРХ) – разность оптических длин путей, проходимых волнами от различных источников.

$$\Delta = (d_1) - (d_2) = d_1 n_1 - d_2 n_2$$

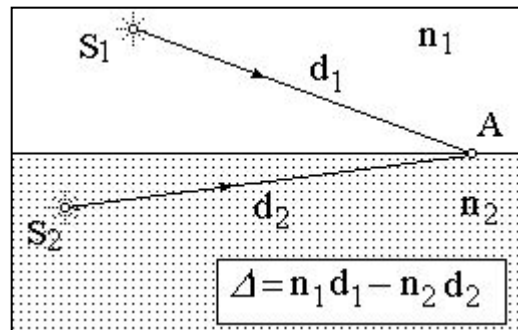


Рис. 2.3 Оптическая разность хода.

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ДВУХ МОНОХРОМАТИЧЕСКИХ ВОЛН

Суммарная интенсивность в точке P :

$$I(P) = \langle E_1 \cdot E_1^* \rangle + \langle E_2 \cdot E_2^* \rangle + 2 \operatorname{Re} \left(\langle E_1(t + \tau) \cdot E_2^*(t) \rangle \right) = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1}\sqrt{I_2} \cos \delta$$

$$\delta = \frac{2\pi\Delta}{\lambda} \text{ - сдвиг фаз между волнами}$$

Порядок интерференции m – отношение разности хода к длине волны, равное отношению разности фаз к 2π .

$$m = \frac{\Delta}{\lambda} = \frac{\delta}{2\pi}$$

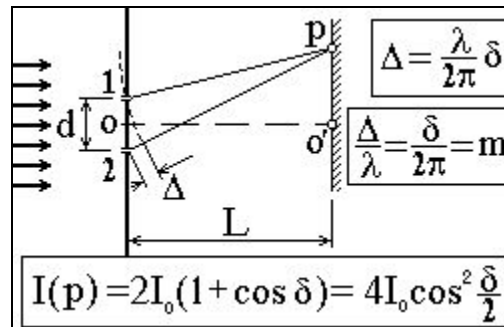


Рис. 2.4 Интерференция двух монохроматических волн: источники – две щели в непрозрачной экране, освещаемом плоской волной

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ДВУХ МОНОХРОМАТИЧЕСКИХ ВОЛН

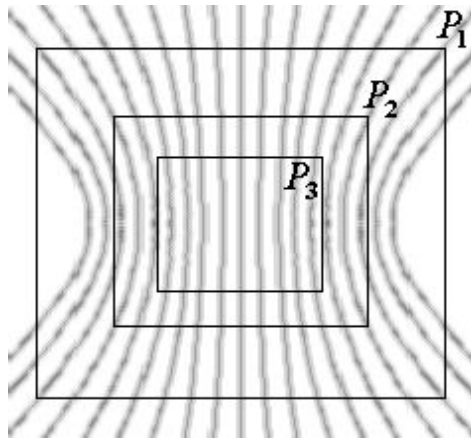


Рис. 2.4 Двумерная интерференционная картина

В случае двумерной интерференционной картины интерференционные полосы на экране должны представлять собой **семейства гипербол**, отвечающие постоянству оптической разности хода.

По мере удаления от плоскости источников полосы становятся все шире и постепенно, в доступной для наблюдения области, остается практически прямолинейная система полос, ортогональных линии, соединяющей источники (последовательность экранов P_1 , P_2 и P_3).

Видность интерференционной картины – количественная характеристика качества интерференционной картины.

$$V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

УСЛОВИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ МАКСИМУМОВ И МИНИМУМОВ

Интенсивность, наблюдаемая при двухлучевой интерференции :

$$I(P) = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1}\sqrt{I_2} \cos \delta$$

$\cos \delta = -1$ - наблюдается минимум интенсивности

$$\delta = \pi, 3\pi, 5\pi \dots$$

$$\Delta = \lambda, 2\lambda, 3\lambda \dots$$

$\cos \delta = 1$ - наблюдается максимум интенсивности

$$\delta = 0, 2\pi, 4\pi \dots$$

$$\Delta = \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2} \dots$$

$$\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} (m = 0, 1, 2 \dots) \quad \mathbf{min}$$

$$\Delta = m\lambda (m = 0, 1, 2 \dots) \quad \mathbf{max}$$