

Горизонты физики. Введение в
фундаментальную фотонику и квантовую
физику. Лекция 2. Введение в волновую
оптику.

20 февраля 2020 г.

1 Явления волновой оптики

1.1 Поляризация

Для общего развития. В дальнейших расчётах использоваться не будет.

Рассмотрим волновое уравнение:

$$E = E_0 \cos(\omega t - kz + \varphi_0),$$

где φ_0 — начальная фаза

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

— волновое число

Для неполяризованного света:

$$\begin{cases} E_x = E_0 \cos(\omega t - kz + \varphi_0) \\ E_y = E_0 \cos(\omega t - kz + \varphi_0) \end{cases}$$

Поляризованный же свет колеблется только по определённым осям.

Линейная поляризация:

Колебания света происходят только по одной из осей. Соответственно, например, для колебаний по некоторой оси Ох:

$$E = E_x = E_0 \cos(\omega t - kz + \varphi_0)$$

Нелинейная поляризация:

Для начала получается линейная поляризация, затем достигается относительный сдвиг волн по фазе.

Поляроиды: TODO

1.2 Интерференция

Явление взаимодействия нескольких волн.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$I \sim \langle |E|^2 \rangle = \langle |\vec{E}_1 + \vec{E}_2|^2 \rangle = E_1^2 + E_2^2 + 2(E_1, E_2) = I_1 + I_2 + 2(E_{01}, E_{02}) =$$

$$= I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(k \cdot \Delta),$$

где $\Delta = n \cdot \Delta x$

Условия:

$$1) (E_{01}, E_{02}) \neq 0$$

$$2) \omega_1 = \omega_2 \Rightarrow k_1 = k_2 = \frac{\omega}{c}$$

Условие максимума интерференции:

$$\Delta_{max} = m\lambda,$$

m - целое.

Схема Юнга с щелями

Универсальная схема получения интерференции от нелазерного источника.

Из геометрии при малом угле φ :

$$\frac{x \cdot d}{L} = d \operatorname{tg} \varphi,$$

L — расстояние от щели до экрана, d — высота щели, x — высота рассматриваемой точки

Условие максимума интерференции:

$$d \operatorname{tg} \varphi = m \cdot \lambda$$

Схема Юнга с тремя щелями Векторные диаграммы

Дифракционная решётка

$N \gg 1$, N — число щелей.

Дифракционная картина при этом содержит чёткие узкие пики и тусклый фон между ними для каждой длины волны (грубо говоря, его отсутствие).

$$d \sin \varphi = m\lambda < d$$

$$m_{max} \leq \frac{d}{\lambda}$$

Различимость пиков разных частот для дифракционной решётки, если считать различимыми длины волн, отличающиеся хотя бы на 20 %:

$$\delta\lambda = \frac{\lambda}{m \cdot N}$$

Боковые максимумы менее яркие, чем центральные. Этот эффект возникает по причине неточечности щели.

Область дисперсии

Свободную область дисперсии определяет максимальную ширину спектрального интервала $\delta\lambda$ исследуемого излучения, при которой спектры соседних порядков еще не перекрываются. Длинноволновый конец спектра m -того порядка совпадает с коротковолновым концом спектра $(m+1)$ порядка при выполнении условия

$$m(\lambda + \delta\lambda) = (m + 1)\lambda$$

К примеру,

$$m\lambda_{red} = (m + 1)\lambda_{violet}$$

1.3 Дифракция

Принцип Бабине
TODO