

Тема 8. Взаимодействие света с веществом.

8.1. Дисперсия света.

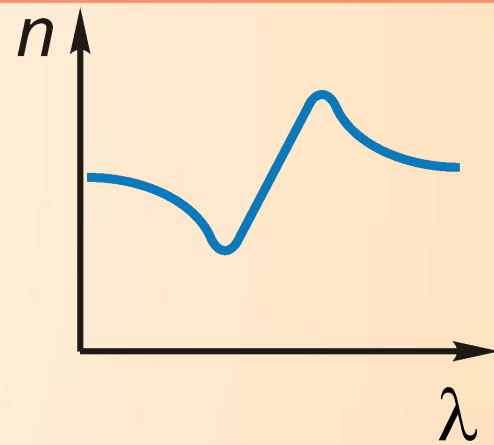
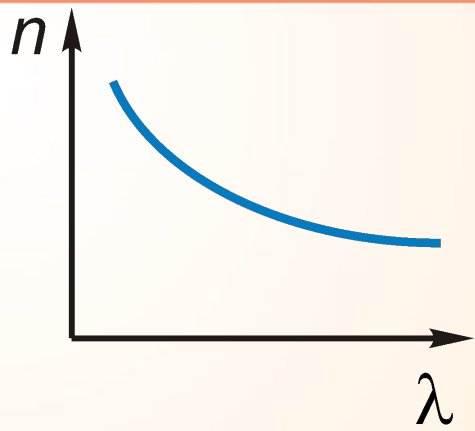
- **Дисперсия света** – это явления, обусловленные зависимостью показателя преломления вещества от длины волны (или частоты).

$$n = f(\lambda) \quad (8.1)$$

- Производную $dn/d\lambda$ называют **дисперсией вещества**.

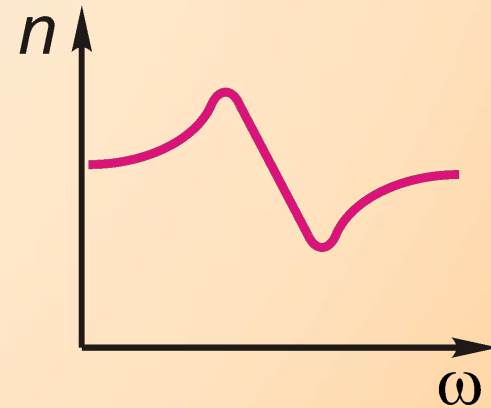
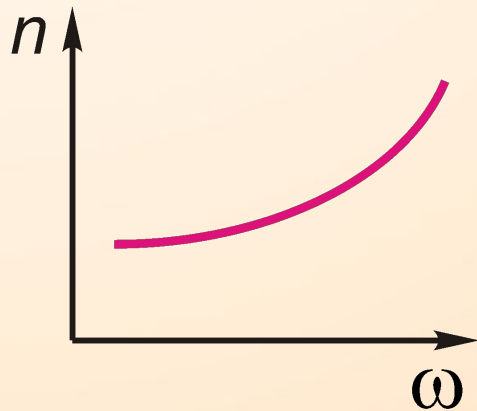
Нормальная дисперсия - $dn/d\lambda < 0$

Аномальная дисперсия - $dn/d\lambda > 0$



В области нормальной дисперсии:

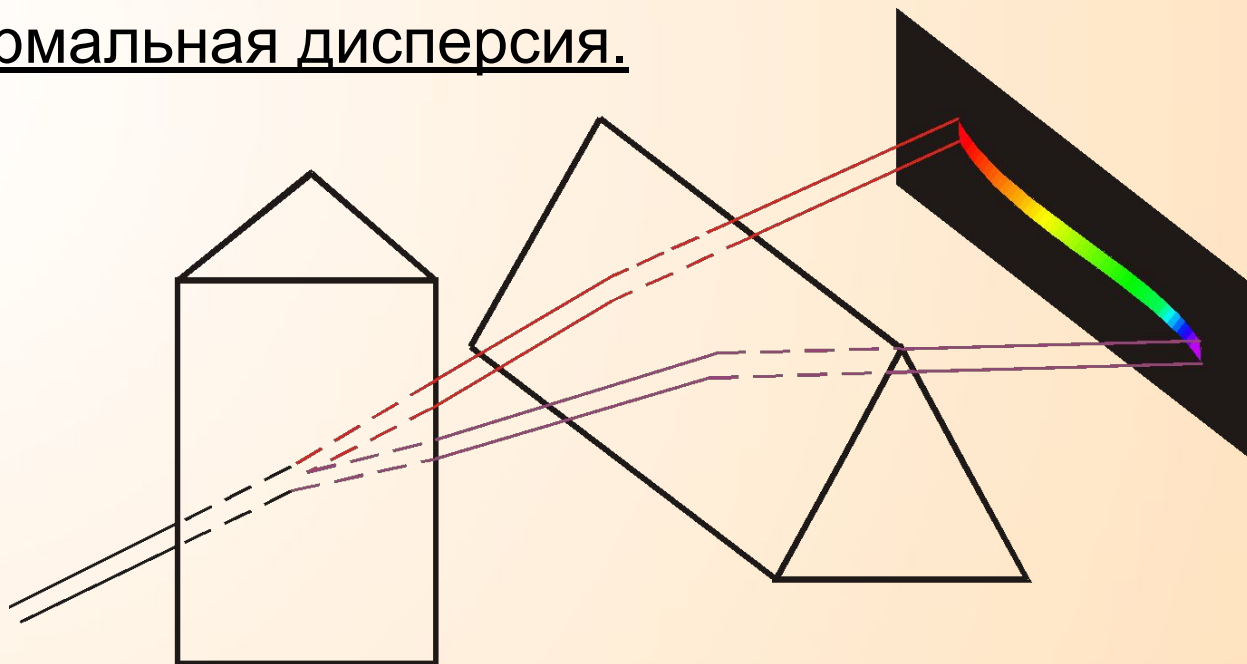
$$n = a + b/\lambda^2 \quad (8.2)$$



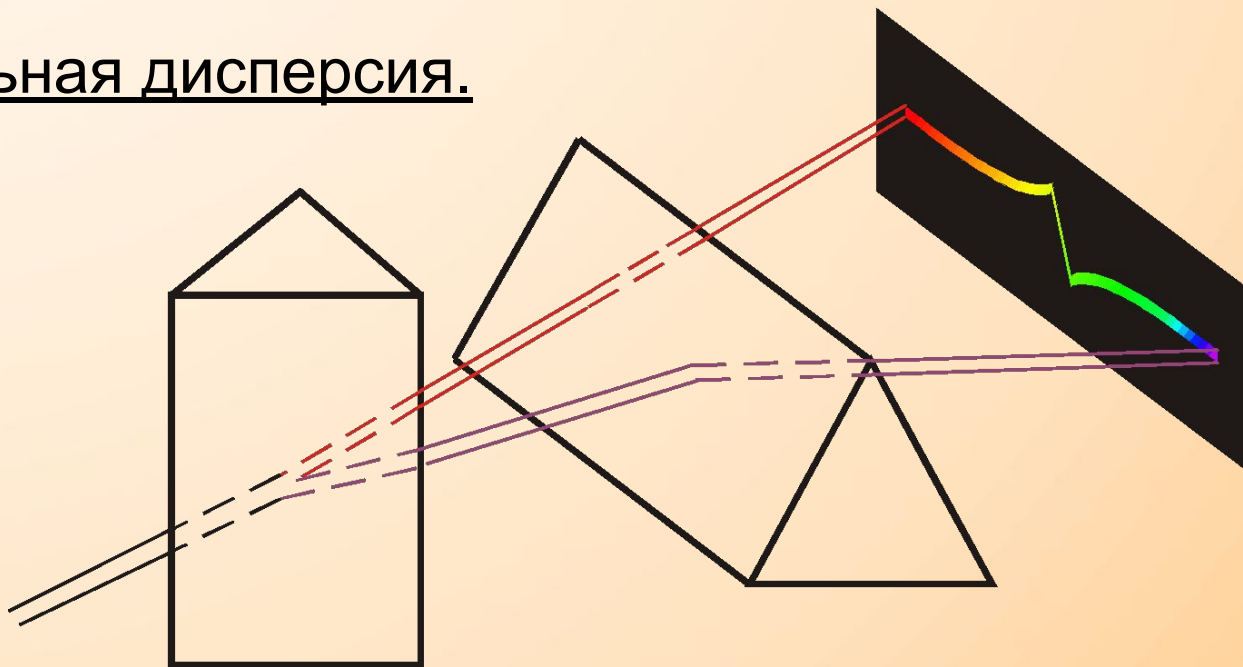
$$n = a + b' \cdot \omega^2$$

$$b' = b/(2\pi c)^2 \quad (8.3)$$

Нормальная дисперсия.



Аномальная дисперсия.



8.2. Классическая теория дисперсии.

$$n = \sqrt{\varepsilon}$$

$$\varepsilon = 1 + \kappa$$

$$\vec{P} = \kappa \varepsilon_0 \cdot \vec{E}$$

$$\varepsilon = 1 + \frac{P_x(t)}{\varepsilon_0 E_x(t)} \quad (8.4)$$

$$P_x = n_0 \cdot p_x \quad p_x = ql_x = q(-x) = -qx \quad (8.5)$$

$$\varepsilon = 1 + \frac{n_0(-qx)}{\varepsilon_0 E_x} \quad (8.6)$$

$$m\ddot{x} = -kx - r\dot{x} + qE_m \cos \omega t \quad (8.7)$$

$$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = f_m \cos \omega t \quad (8.8)$$

$$\omega_0^2 = k/m \quad 2\beta = r/m \quad f_m = qE_m/m$$

$$x = x_m \cos(\omega t - \varphi) \quad (8.9)$$

$$x_m = \frac{f_m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}} \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{2\beta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad (8.10)$$

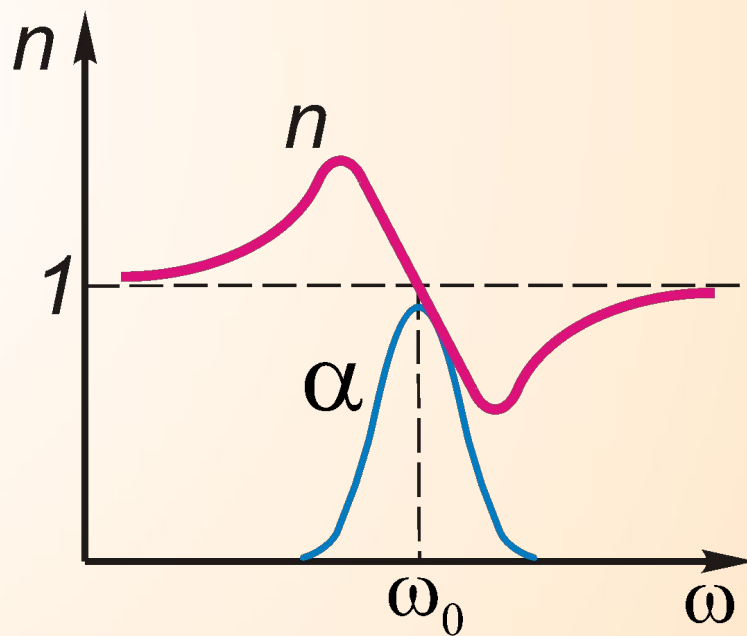
$$2\beta\omega \ll (\omega_0^2 - \omega^2)$$

$$\omega < \omega_0 \quad \Rightarrow \quad x(t) = \frac{f_m}{\omega_0^2 - \omega^2} \cos \omega t$$

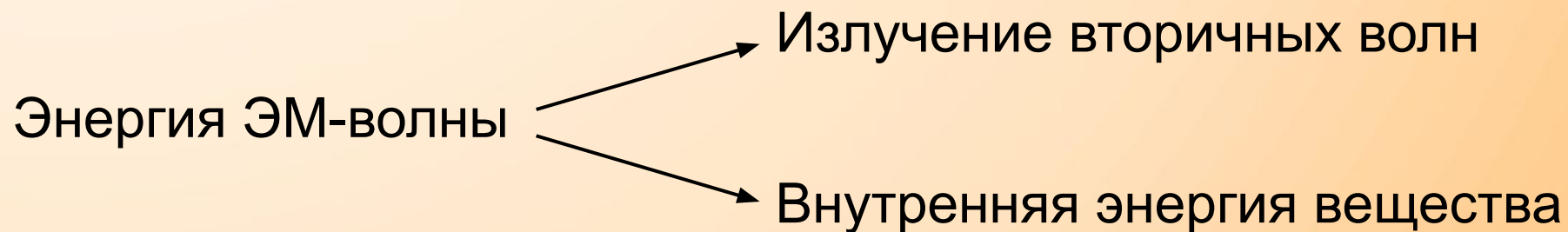
$$\omega > \omega_0 \quad \Rightarrow \quad x(t) = \frac{f_m}{\omega_0^2 - \omega^2} \cos(\omega t - \pi)$$

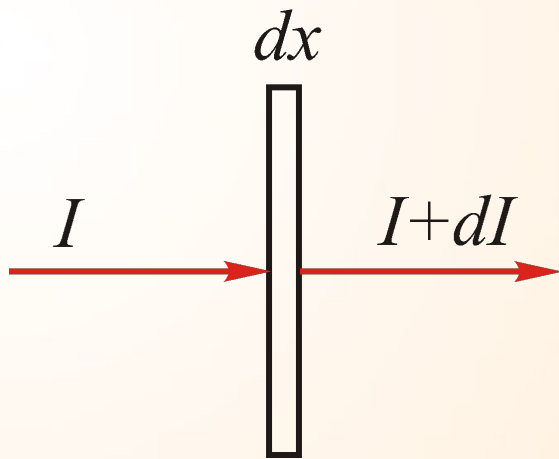
$$qE_m \cos \omega t = -qE_x$$

$$\varepsilon = 1 + \frac{N_0 e^2 / \varepsilon_0 m_e}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad (8.11)$$



8.3. Поглощение света.





$$-dI = \alpha I \cdot dx \quad (8.12)$$

$$-\frac{dI}{I} = \alpha \cdot dx$$

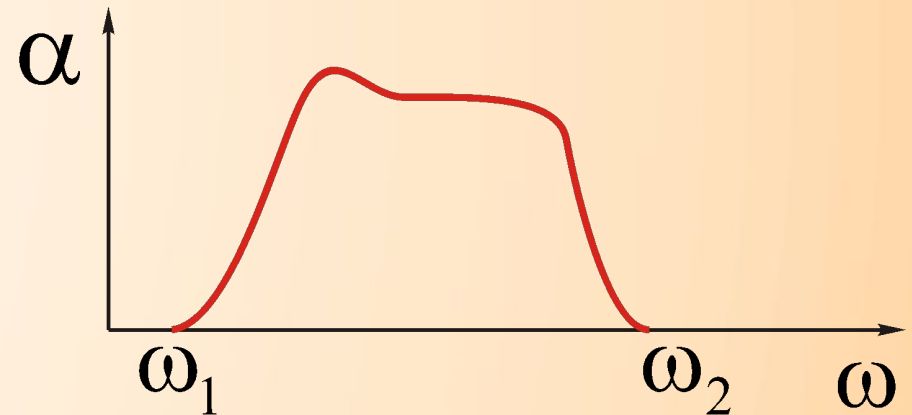
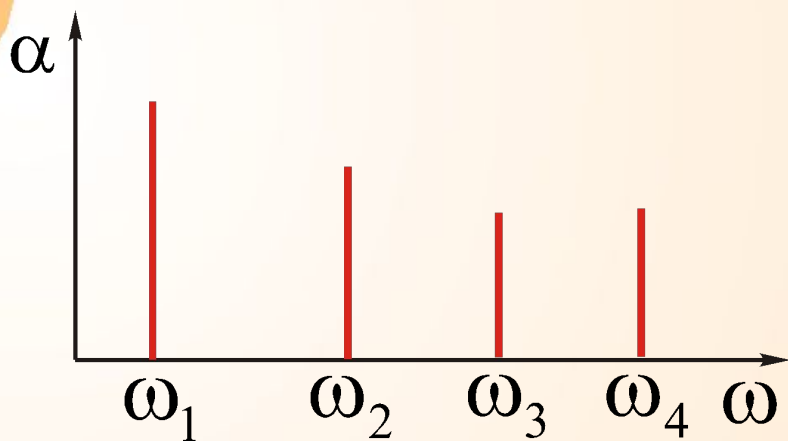
Интегрируем в пределах от I_0 до I и от 0 до x .

$$\ln(I/I_0) = -\alpha \cdot x$$

• **Закон Бугера.**

$$I = I_0 \cdot e^{-\alpha \cdot x} \quad (8.13)$$

$$\Phi = \Phi_0 \cdot e^{-\alpha \cdot r} \quad (8.14)$$



8.4. Рассеяние света.

- Рассеянием** называется возникновение вторичных волн, распространяющихся во всех направлениях, при прохождении волны в неоднородной среде.

Рассеяния в однородной среде не происходит!

Рассеяние в средах с малыми неоднородностями (не более $\sim 0,1\lambda$) подчиняется **закону Рэлея**:

$$I \sim \omega^4 \sim 1/\lambda^4$$

(8.15)

$$I = I_0 \left(1 + \cos^2 \vartheta \right), \quad (8.16)$$

где ϑ - угол рассеяния

$\vartheta = \frac{\pi}{2}$ - рассеянный луч полностью поляризован в плоскости, перпендикулярной направлению первичного светового пучка.

Размеры неоднородностей сравнимы с длиной волны света.

$$I \sim \omega^2 \sim 1/\lambda^2$$

(8.17)

$\vartheta = \frac{\pi}{2}$ - рассеянный луч поляризован лишь частично.

Размеры неоднородностей много больше длины волны света.

Спектральный состав рассеянного света практически совпадает со спектральным составом первичного пучка.

$$\tilde{\alpha} = \alpha + \alpha' \quad (8.18)$$

α' - коэффициент экстинкции.

$$I = I_0 \cdot e^{-\tilde{\alpha} \cdot x} \quad (8.19)$$

- **Молекулярным рассеянием** называется рассеяние на флуктуациях плотности жидкостей и газов, возникающих в процессе хаотического теплового движения молекул среды.

