

Лекция 14. Поляризация света в анизотропной среде.

Поляризация при рассеянии и отражении света



§3. Поляризация света в анизотропной среде – продолжение

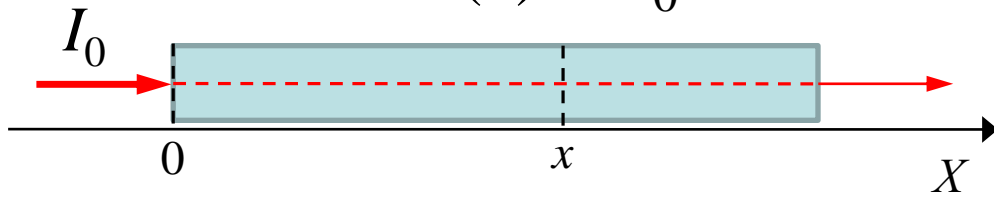
3.2. Поляризация при избирательном поглощении

а) поглощения света веществом

(Пьер Бугёр – 1729)

закон Бугёра–Ламберта

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

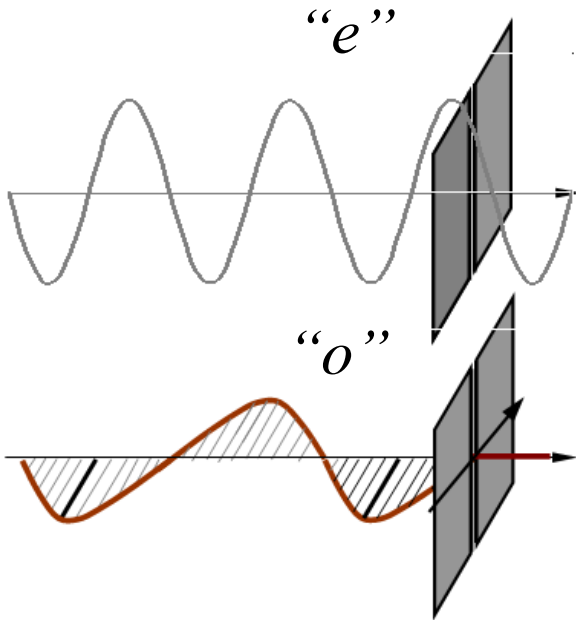


$\alpha(\lambda)$ – спектр поглощения вещества

(для растворов – 1852)

$\alpha = \alpha_0 C$ – закон Бёра, C – концентрация активных молекул в поглощающей среде

«Всё вместе» \equiv закон Бугёра–Ламберта–Бёра



б) избирательное поглощение

Дихроизм кристаллов – различное поглощение света с разным направлением вектора \vec{E} , т.е. с разной поляризацией

Турмалин – сложный алюмосиликат

3.3. Понятие о природе двулучепреломления света

для анизотропного кристалла
 ϵ — НЕ ЧИСЛО
 зависит от направления поля !

$a > b = c$
 В этом направлении больше
поляризуемость среды $\Rightarrow \epsilon$

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\epsilon_0\mu\mu_0}}$$

$n = \sqrt{\epsilon\mu} \quad v = \frac{c}{n}$

«положительный кристалл»
 (кварц)

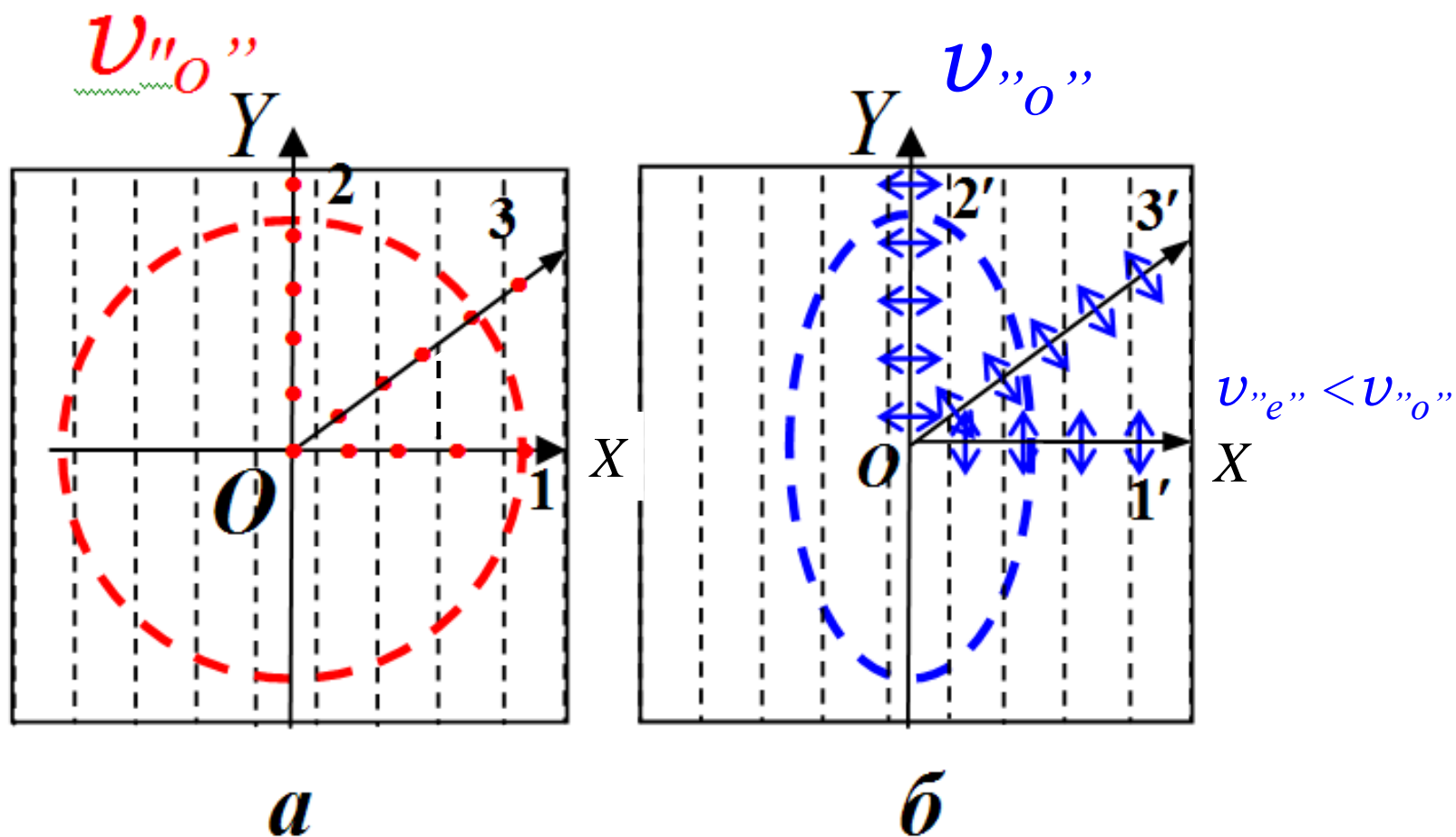
$v''_o'' \geq v''_e''$

главная плоскость

$v''_e'' = v_{min}$
 n''_e''
 n''_o''
 $v''_o'' = v_{max}$

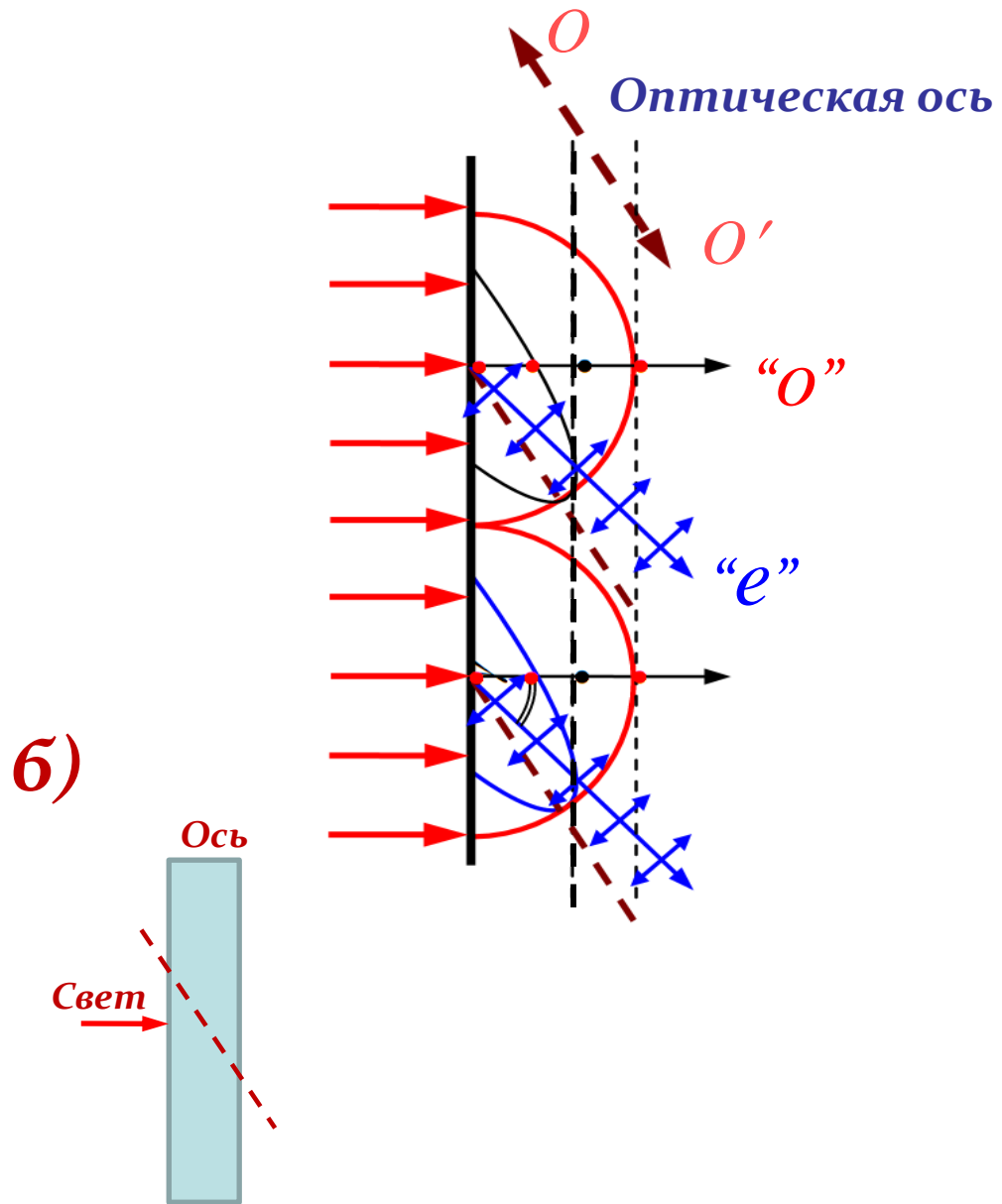
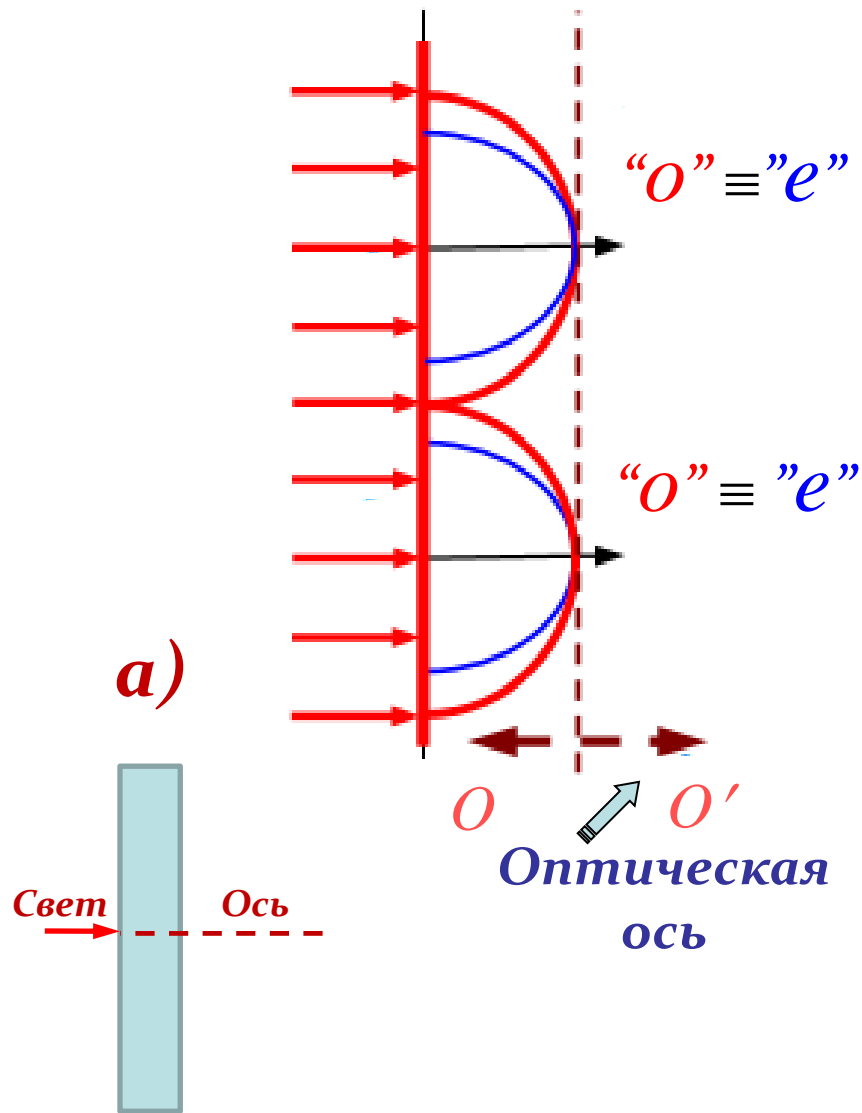
$E_0''_e'' = E_0 \cdot \cos\theta$
 $E_0''_o'' = E_0 \cdot \sin\theta$

Распространение поляризованных волн от точечного вторичного источника в анизотропной среде



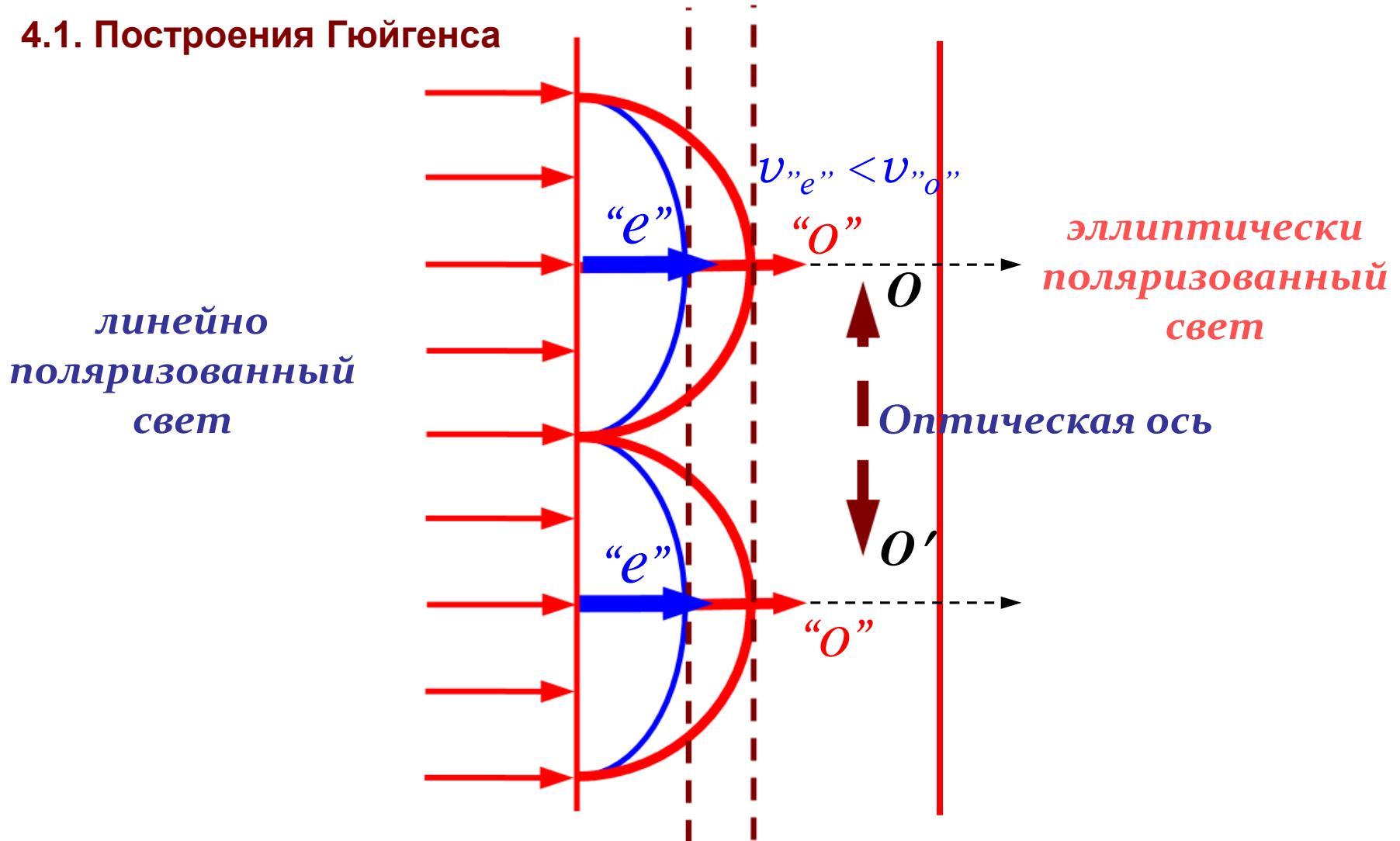
3.4. Возникновение двух лучей

Нет разделения лучей



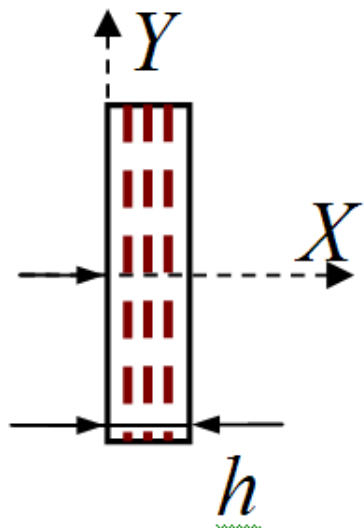
§4. Получение и анализ эллиптически поляризованного света. Кристаллические пластинки “ $\lambda/4$ ” и “ $\lambda/2$ ”

4.1. Построения Гюйгенса



4.2. Кристаллические пластинки “ $\lambda/4$ ” и “ $\lambda/2$ ”

Оптическая ось



На выходе ($x = h$):

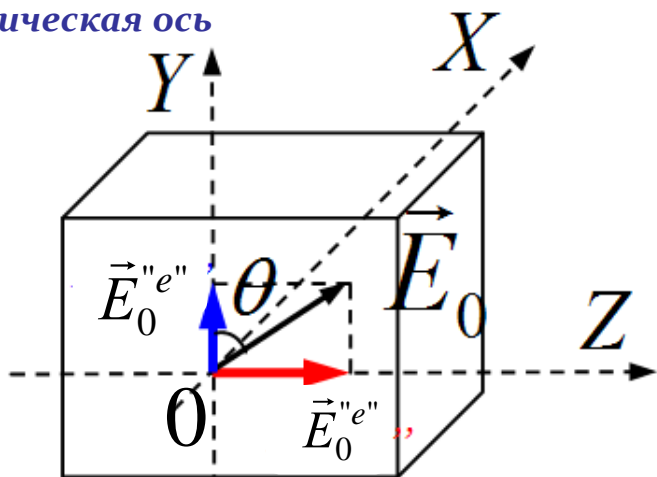
$$E^{''o''}(h, t') = E_{z0} \cdot \cos(\omega t')$$

$$E^{''e''}(h, t') = E_{y0} \cdot \cos(\omega t' - \delta)$$

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

$$\Delta = (n_e - n_o) \cdot h$$

Оптическая ось



$$1) \Delta = \lambda/4 \Rightarrow \delta = \pi/2$$

$$2) \Delta = \lambda/2 \Rightarrow \delta = \pi$$

“На входе”
($x = 0$):

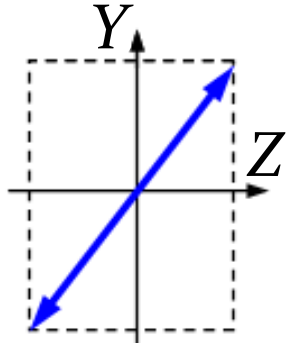
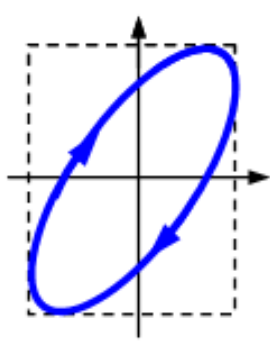
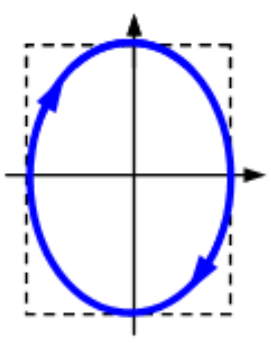
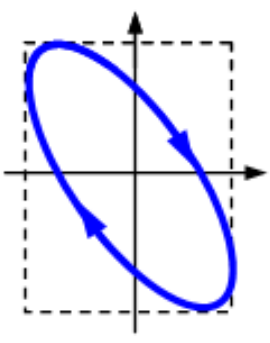
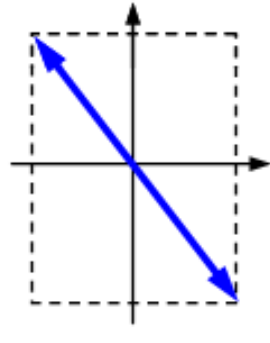
$$E^{''o''}(0, t) = E_{z0} \cdot \cos(\omega t)$$

$$E^{''e''}(0, t) = E_{y0} \cdot \cos(\omega t)$$

Кристаллические пластинки “ $\lambda/4$ ”, “ $\lambda/2$ ”, ...

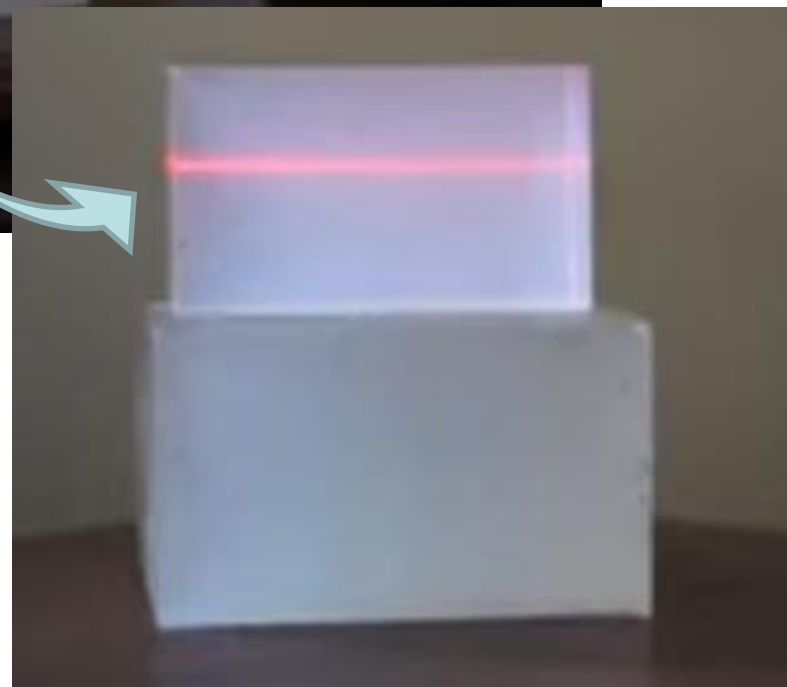
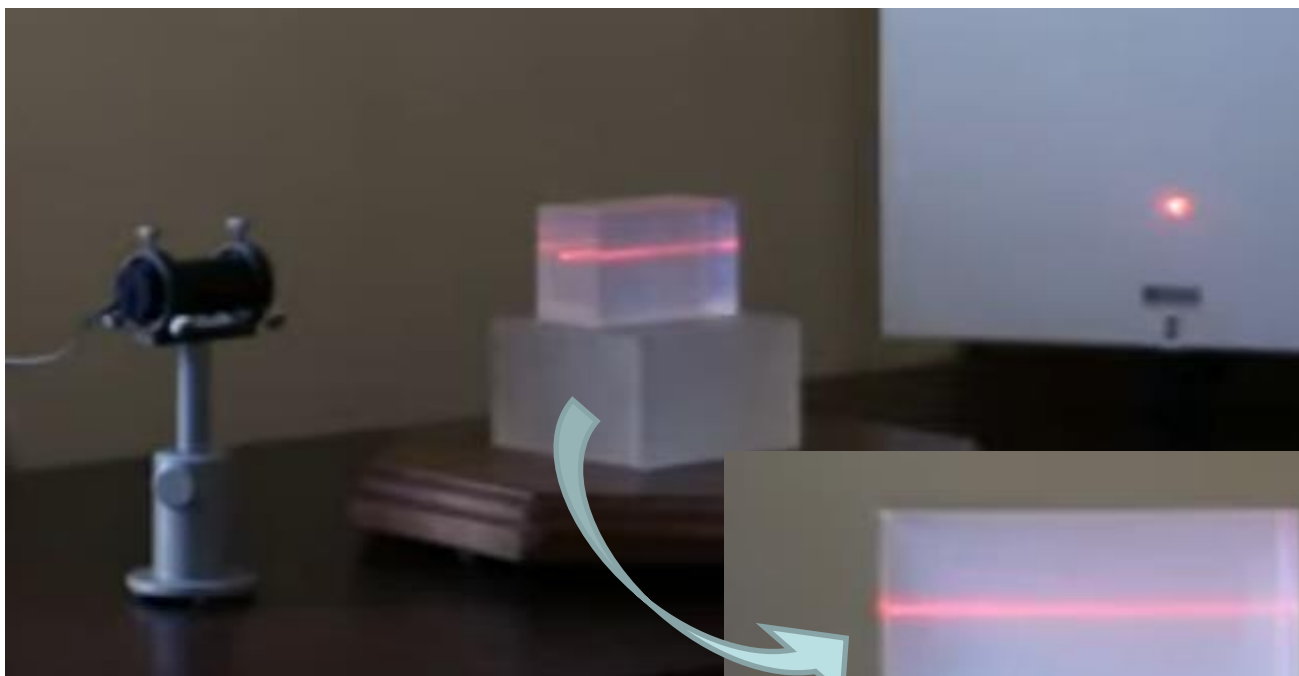
Уравнения
Эллипса:

$$\begin{cases} E''^o(h, t') = E_{z0} \cdot \cos(\omega t') \\ E''^e(h, t') = E_{y0} \cdot \cos(\omega t' - \delta) \end{cases}$$

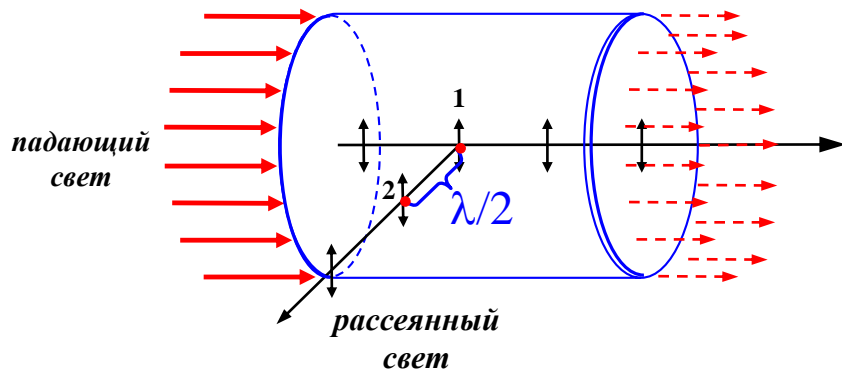
Δ	$m\lambda_0$	$\lambda_0/8$	$\lambda_0/4$	$3\lambda_0/8$	$\lambda_0/2$
δ	$2m\pi$	$\pi/4$	$\pi/2$	$3\pi/4$	π
					

* («смотрим навстречу лучу»)

§5. Поляризация при рассеянии света



а) Среда однородная ($n_{cp} = const$)



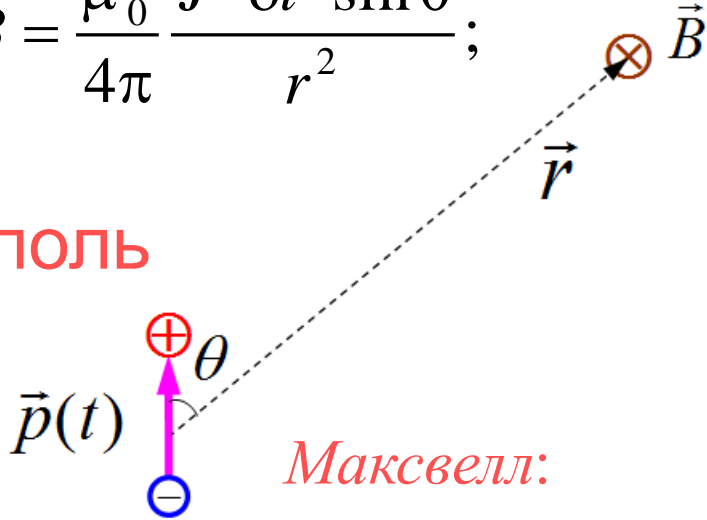
б) Рассеяние света “мутной средой”

$$n_{cp} = n(x, y, z)$$

5.1. Особенности излучения диполя

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{J \cdot \delta l \cdot \sin \theta}{r^2};$$

ДИПОЛЬ



Максвелл:

$$E \sim \frac{\partial B}{\partial t} \Rightarrow$$

вихревое электрическое поле

$$\Rightarrow E_0 \sim \ddot{\xi} \sim \Omega^2 \sin \theta$$

$$\xi(t) = A \cos(\Omega t - \alpha) \Rightarrow$$

“сила тока”: $J \rightarrow \dot{\xi}$

$$\delta l \equiv \xi(t); \quad \xi(t) = \mathcal{A} \cos(\Omega t - \alpha)$$

$$\dot{\xi}(t) = -\Omega \mathcal{A} \sin(\Omega t - \alpha)$$



амплитуда силы тока $J_0 \sim \Omega$

$$E \sim \ddot{\xi} \sim \Omega^2 \sin \theta$$

Интенсивность излучения:

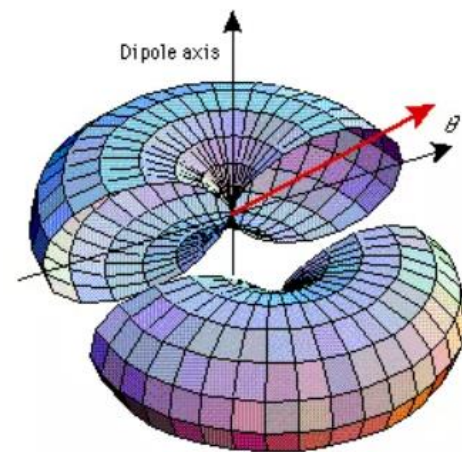
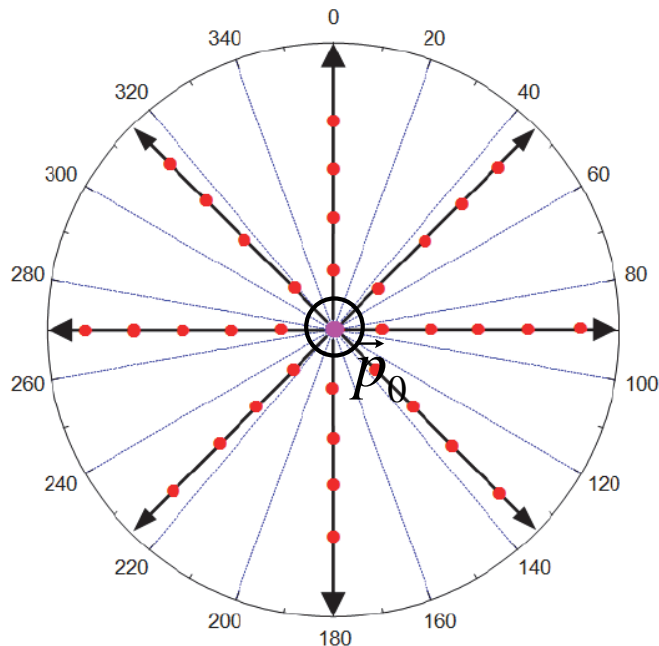
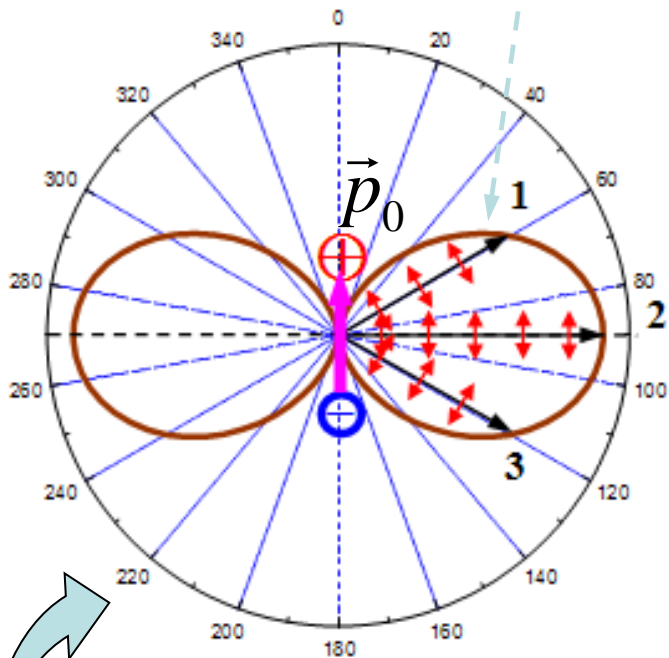
$$\Rightarrow I \sim \Omega^4 \sin^2 \theta$$



или $\sim \frac{1}{\lambda^4} \cdot \sin^2 \theta$!!

Диаграмма направленности излучения диполя

Длина стрелки \sim интенсивности

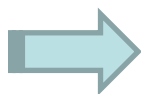


в плоскости оси диполя

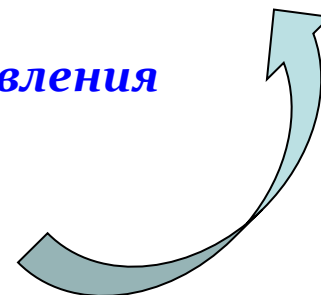
в перпендикулярной плоскости

Зависимость интенсивности излучения от направления

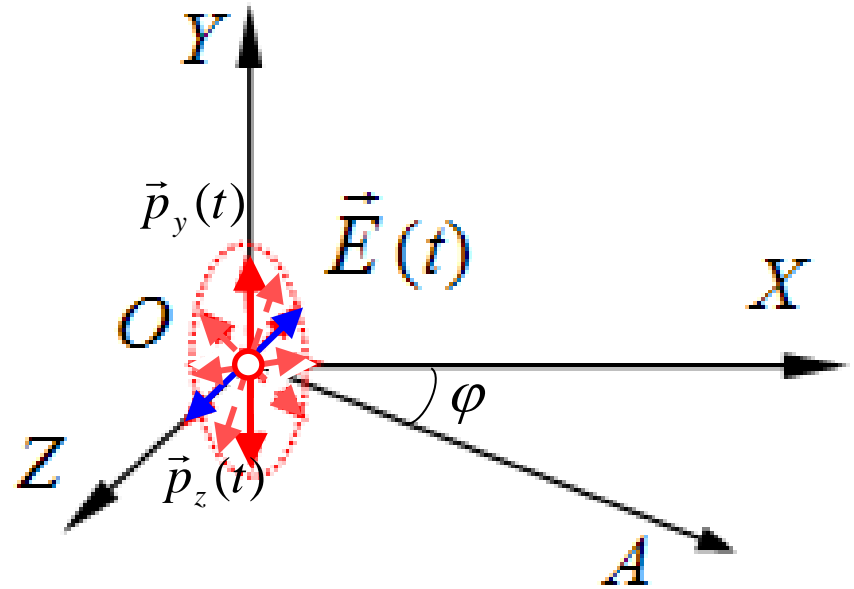
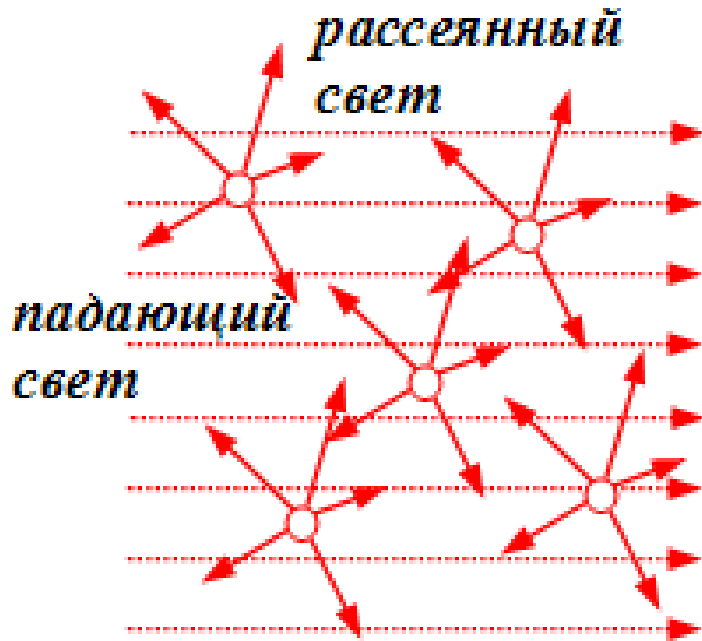
3D



тороид ("бублик" 😊)



5.2. Рассеяние света “мутными средами”



Закон Рэлея:

$$I_{\text{диполя}} \sim \frac{1}{\lambda^4} \cdot \sin^2 \theta \Rightarrow$$

интенсивность
рассеянного света: $I \sim I_0 \frac{1 + \cos^2 \varphi}{\lambda^4}$

... а поляризация ??