

# Лекция 14. Поляризация света в анизотропной среде.

## Поляризация при рассеянии и отражении света



## §3. Поляризация света в анизотропной среде – продолжение

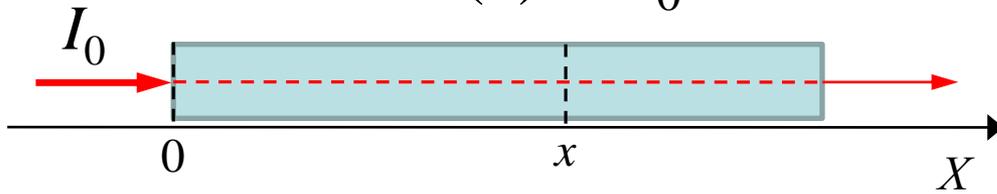
### 3.2. Поляризация при избирательном поглощении

а) поглощения света веществом

(Пьер Бугёр – 1729)

**закон Бугёра–Ламберта**

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

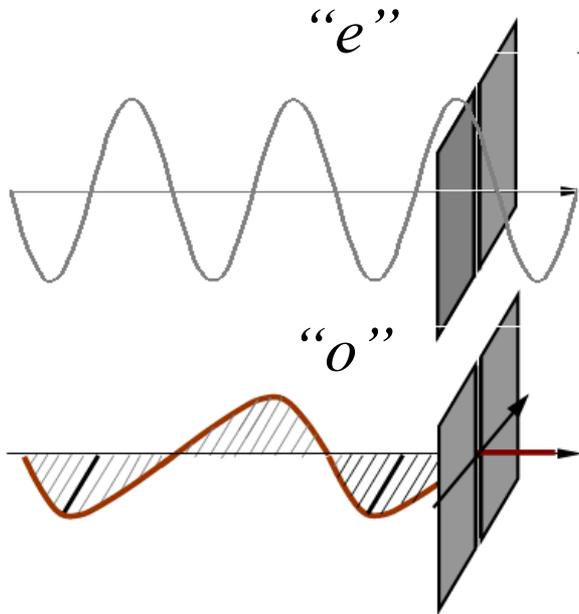


$\alpha(\lambda)$  – спектр поглощения вещества

(для растворов – 1852)

$\alpha = \alpha_0 C$  – закон Бёра,  $C$  – концентрация активных молекул в непоглощающей растворителе

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

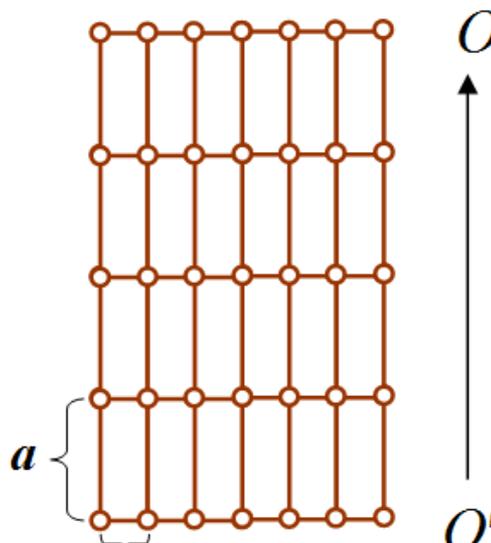


б) избирательное поглощение

**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



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

для анизотропного кристалла  $\epsilon$  — НЕ ЧИСЛО  
зависит от направления поля!

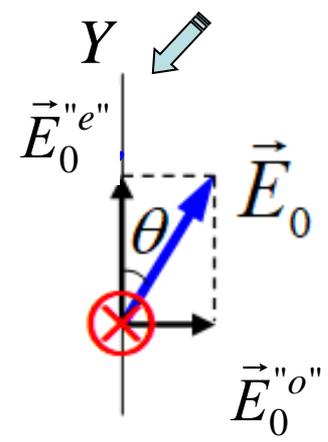
$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\epsilon_0\mu\mu_0}}$$

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

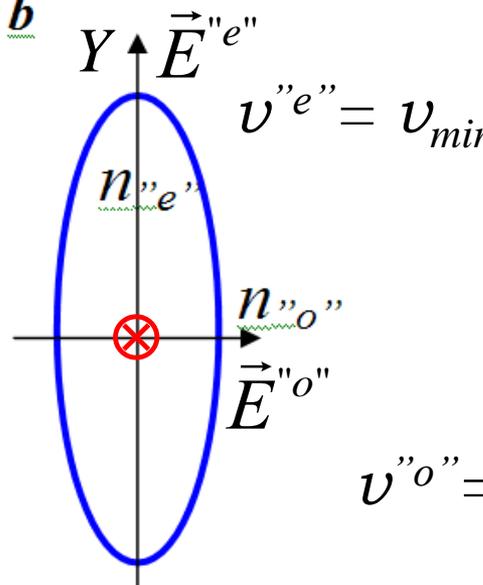
«положительный кристалл» (кварц)

$v_{"o"} \geq v_{"e"}$

главная плоскость

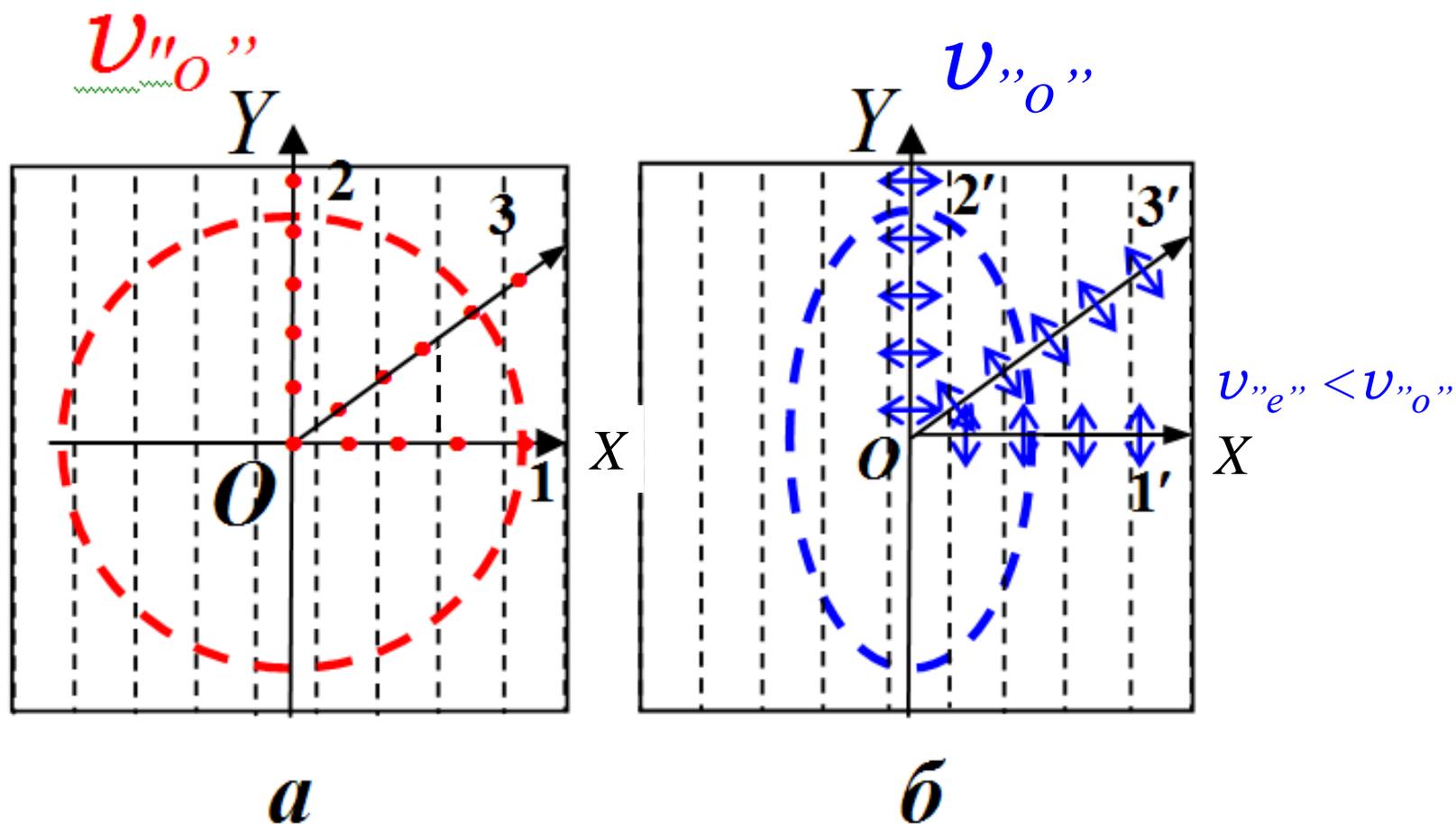


$E_0^{"e"} = E_0 \cdot \cos\theta$   
 $E_0^{"o"} = E_0 \cdot \sin\theta$



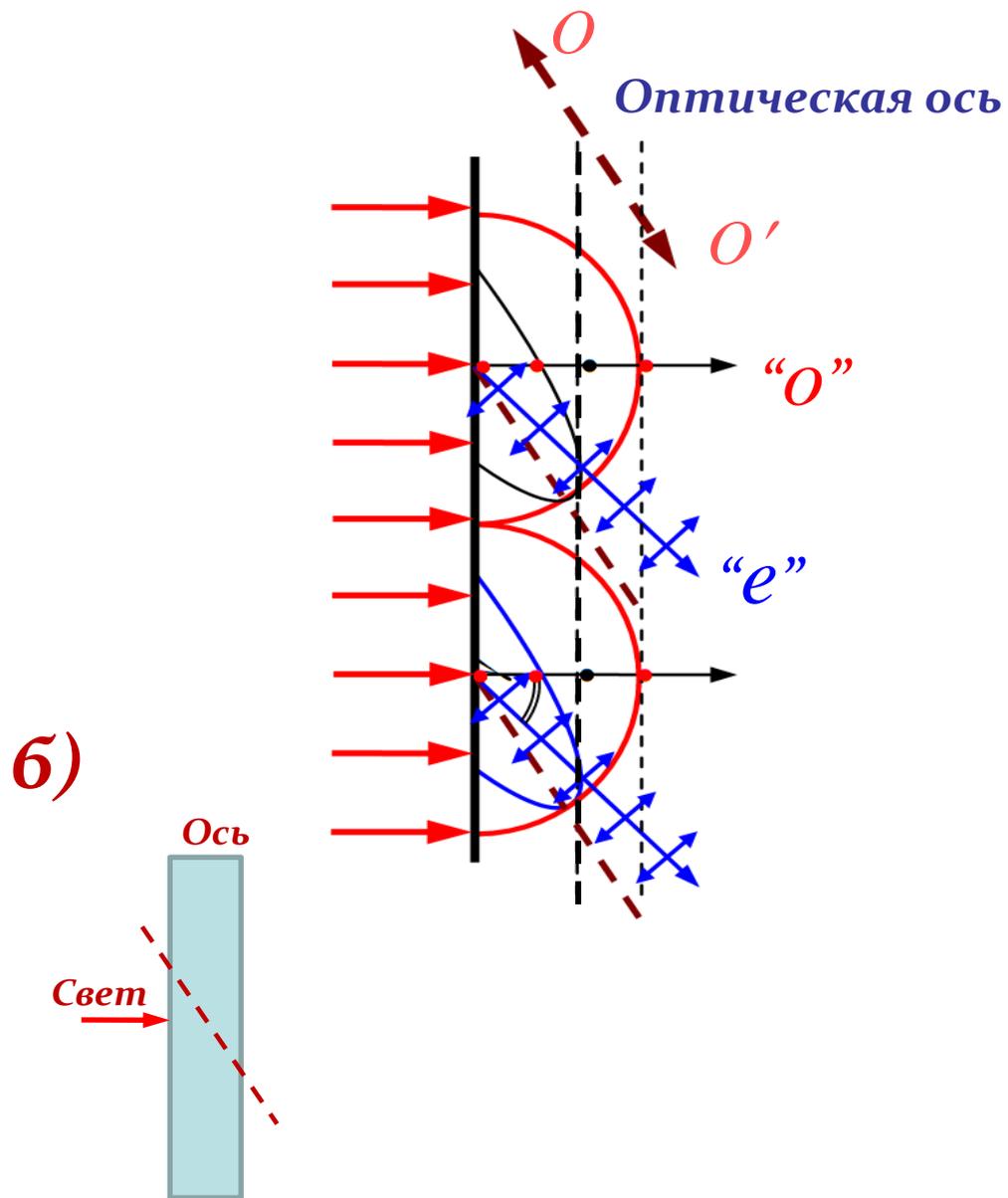
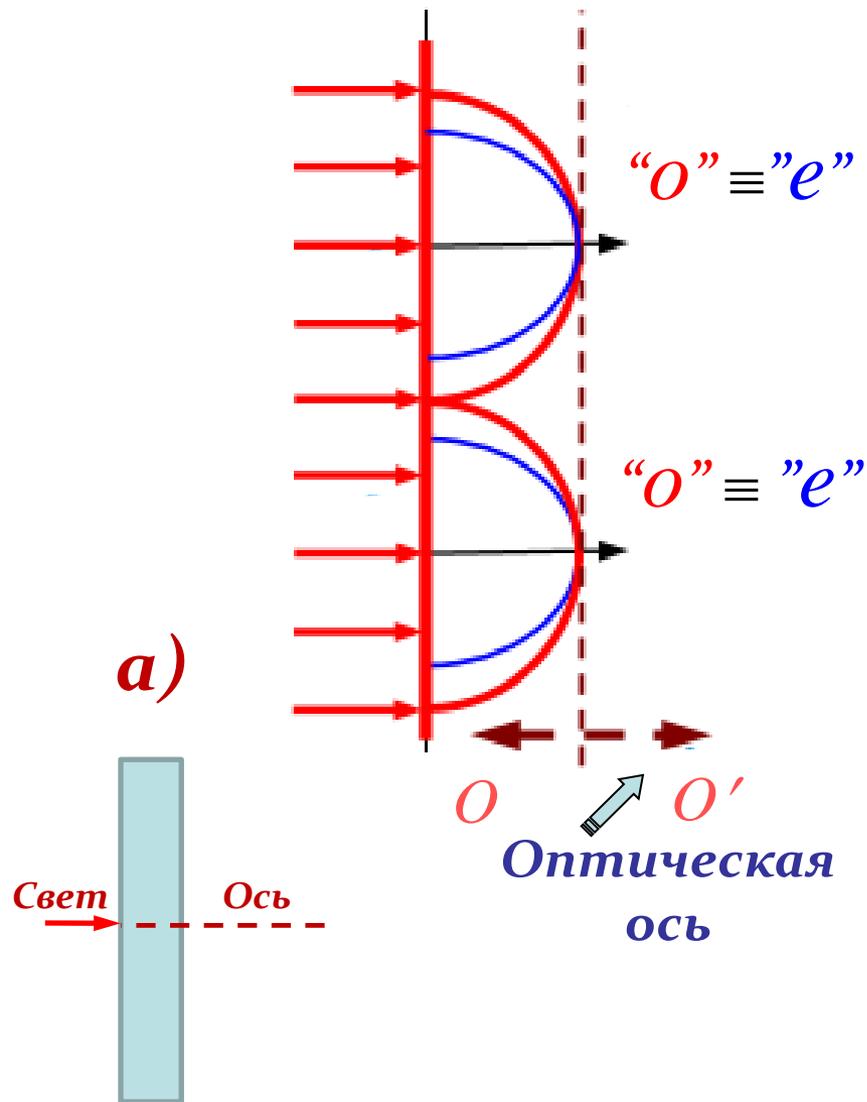
$v_{"e"} = v_{min}$   
 $v_{"o"} = v_{max}$

Распространение поляризованных волн от точечного вторичного источника в анизотропной среде



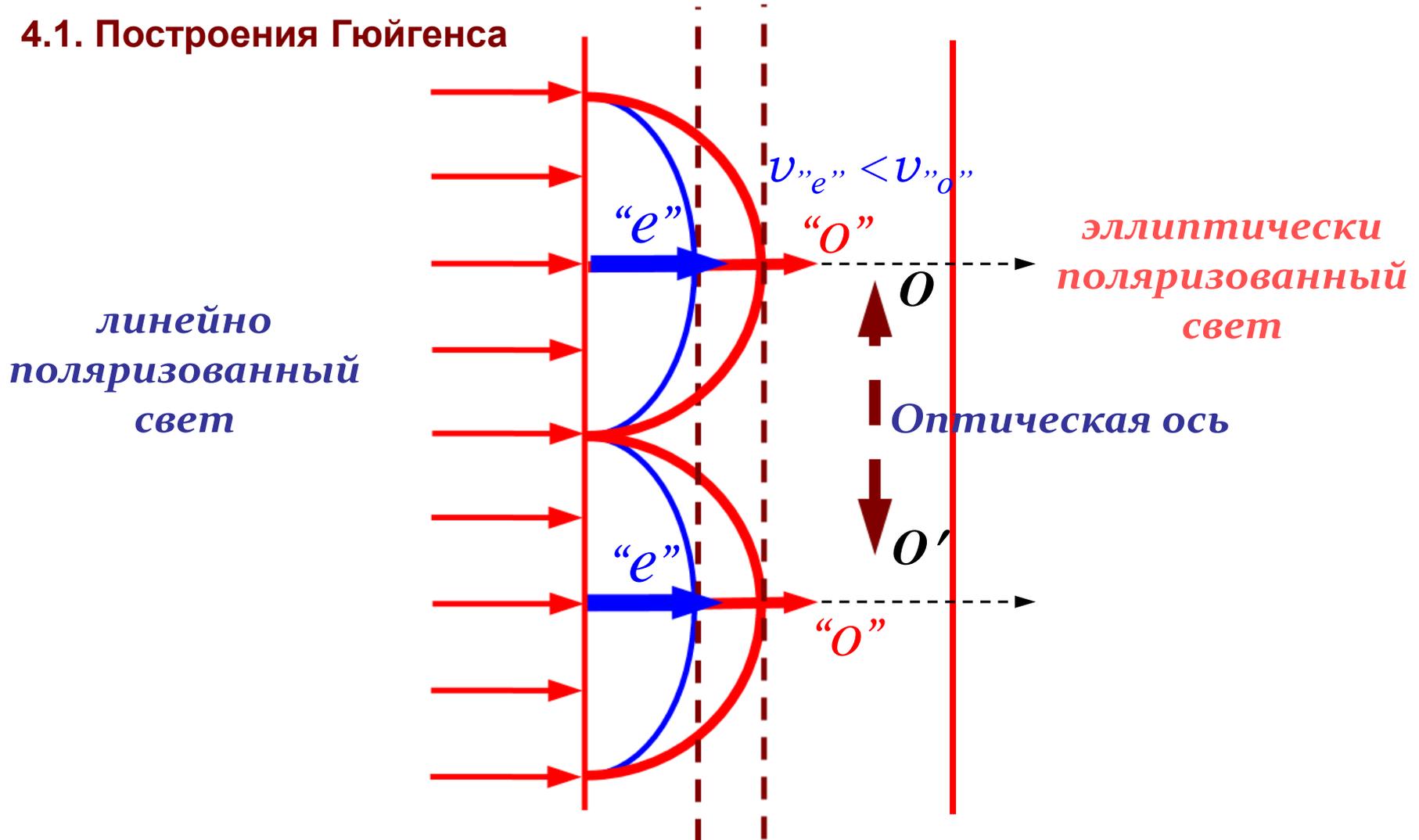
### 3.4. Возникновение двух лучей

Нет разделения лучей



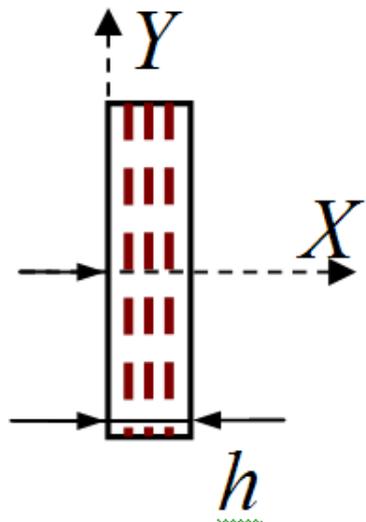
## §4. Получение и анализ эллиптически поляризованного света. Кристаллические пластинки “ $\lambda/4$ ” и “ $\lambda/2$ ”

### 4.1. Построения Гюйгенса



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

Оптическая ось



На выходе ( $x = h$ ):

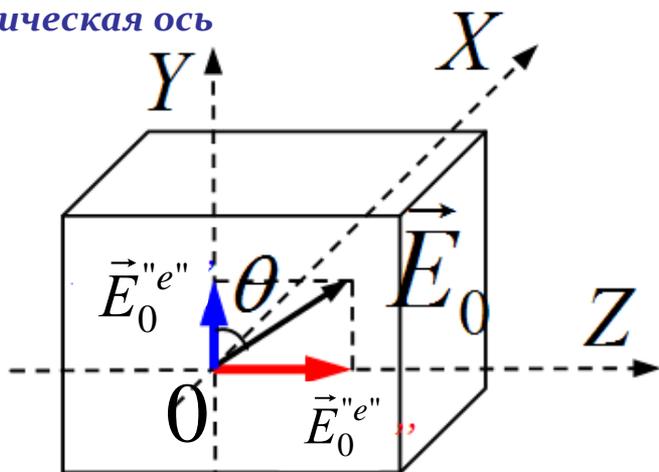
$$E^{''o''}(h, t') = E_{z0} \cdot \cos(\omega t')$$

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

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

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

Оптическая ось



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

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

“На входе”  
( $x = 0$ ):

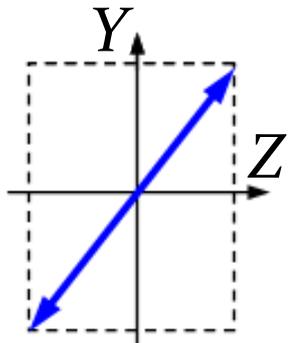
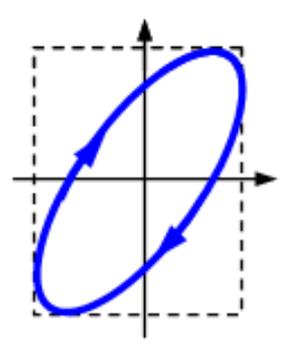
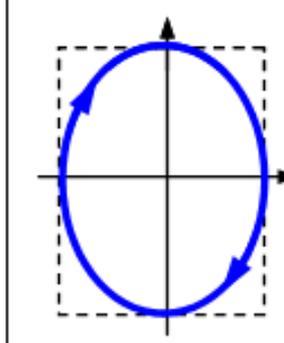
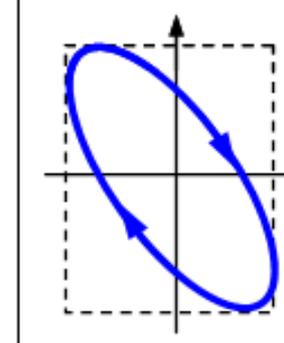
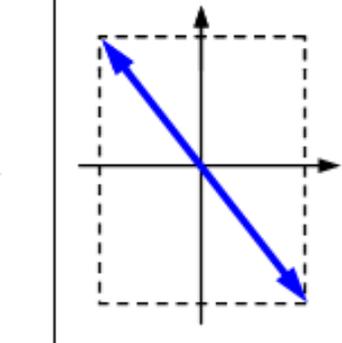
$$E^{''o''}(0, t) = E_{z0} \cdot \cos(\omega t)$$

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

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

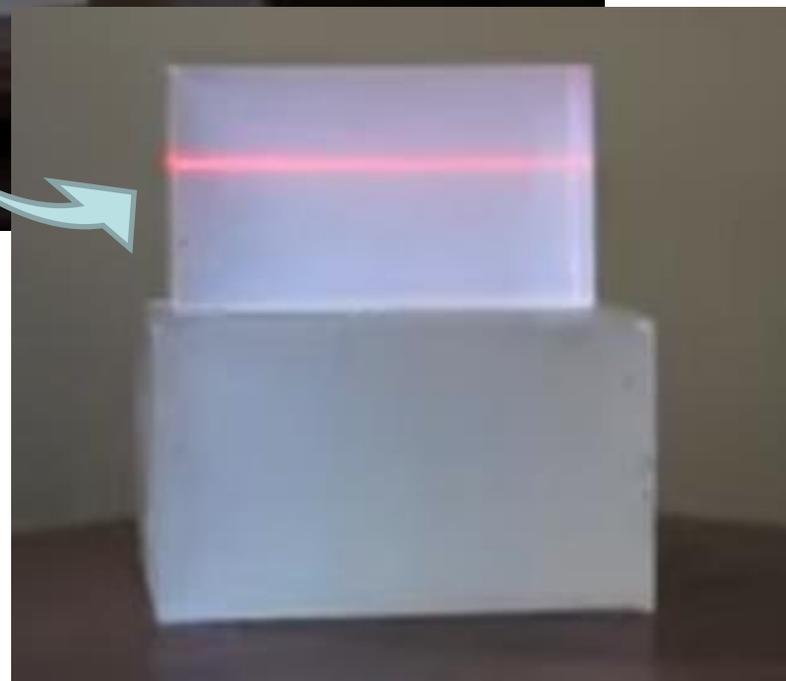
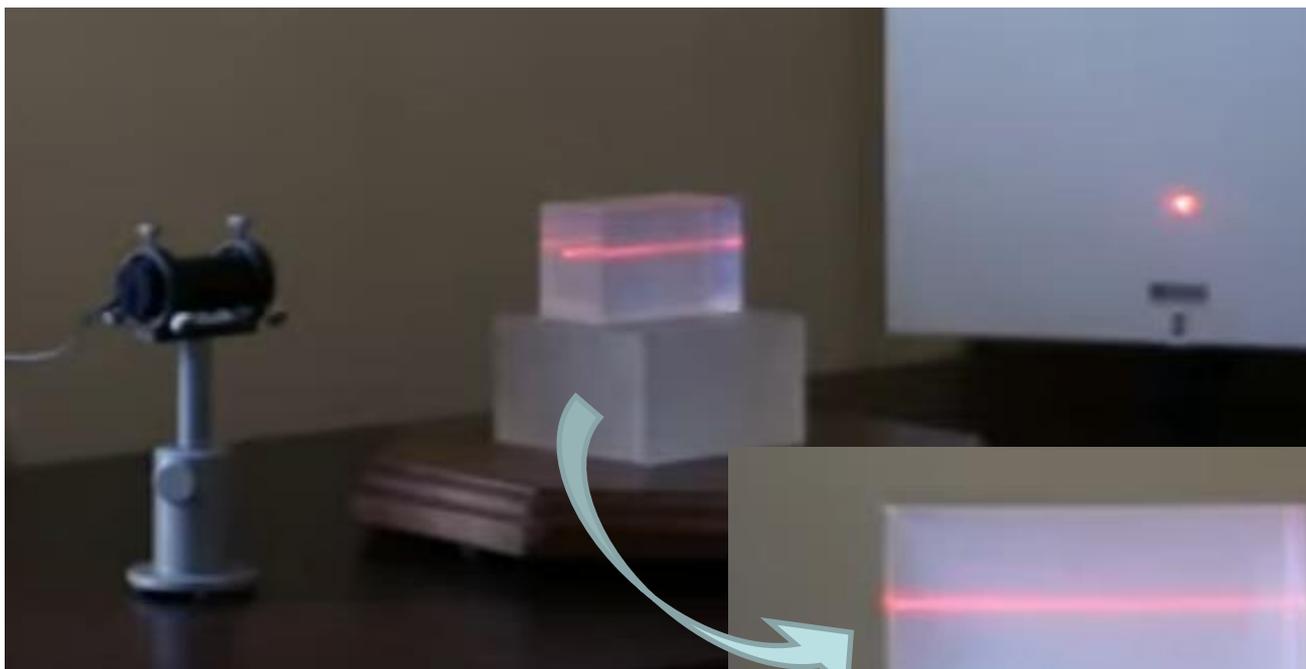
Уравнения  
Эллипса:

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

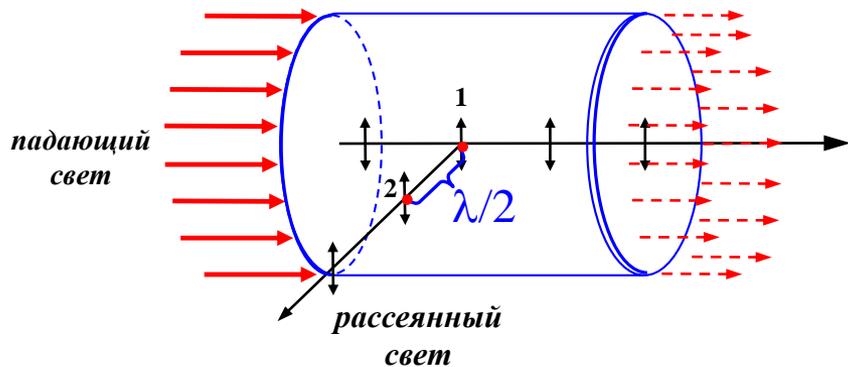
$\Delta$	$m\lambda_0$	$\lambda_0/8$	$\lambda_0/4$	$3\lambda_0/8$	$\lambda_0/2$
$\delta$	$2m\pi$	$\pi/4$	$\pi/2$	$3\pi/4$	$\pi$
					

\* («смотрим навстречу лучу»)

## §5. Поляризация при рассеянии света



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



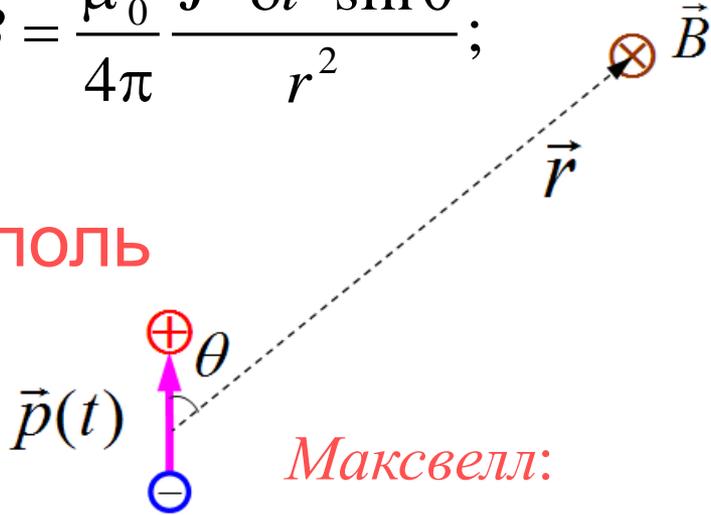
**б)** Рассеяние света “мутной средой”

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

## 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:

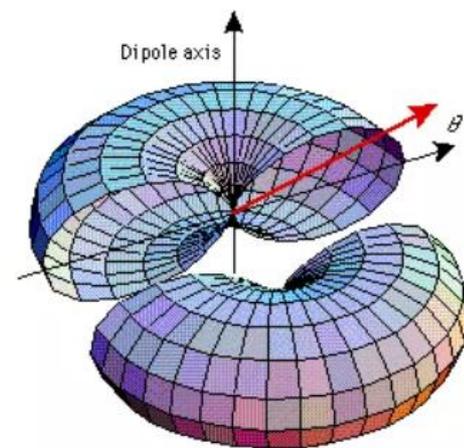
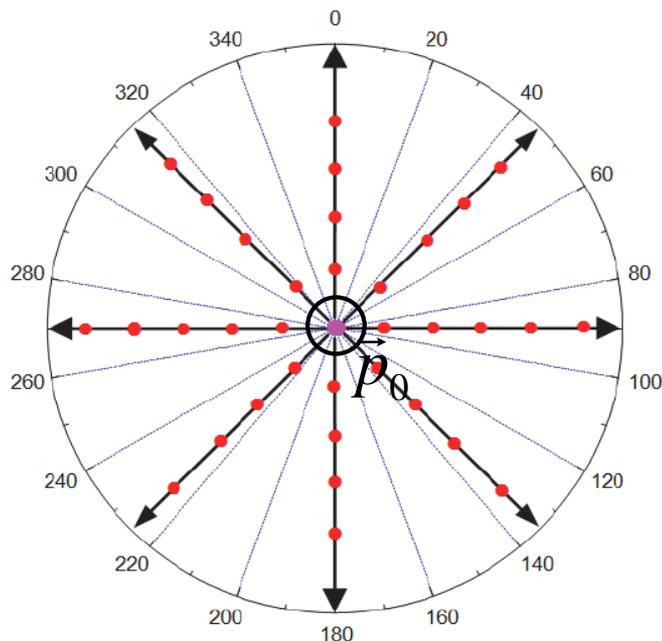
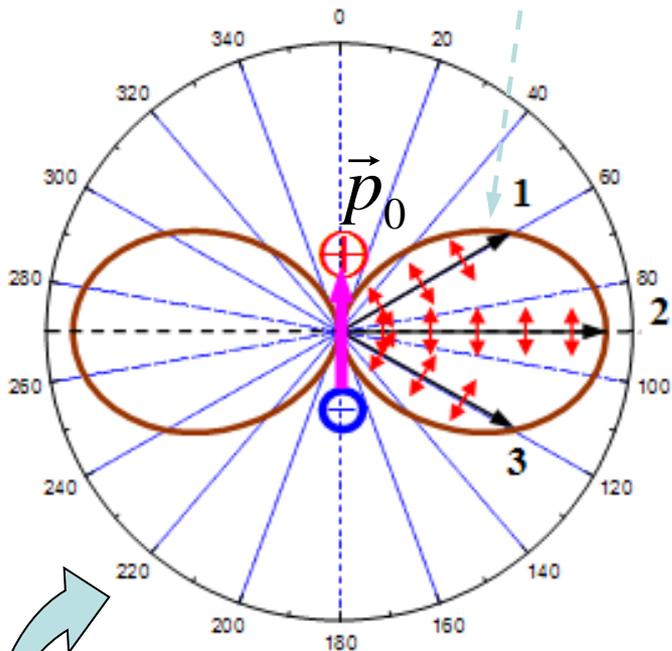
$$\Rightarrow I \sim \Omega^4 \sin^2 \theta$$



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

# Диаграмма направленности излучения диполя

Длина стрелки  $\sim$  интенсивности

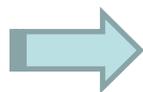


в плоскости оси диполя

в перпендикулярной плоскости

Зависимость интенсивности излучения от направления

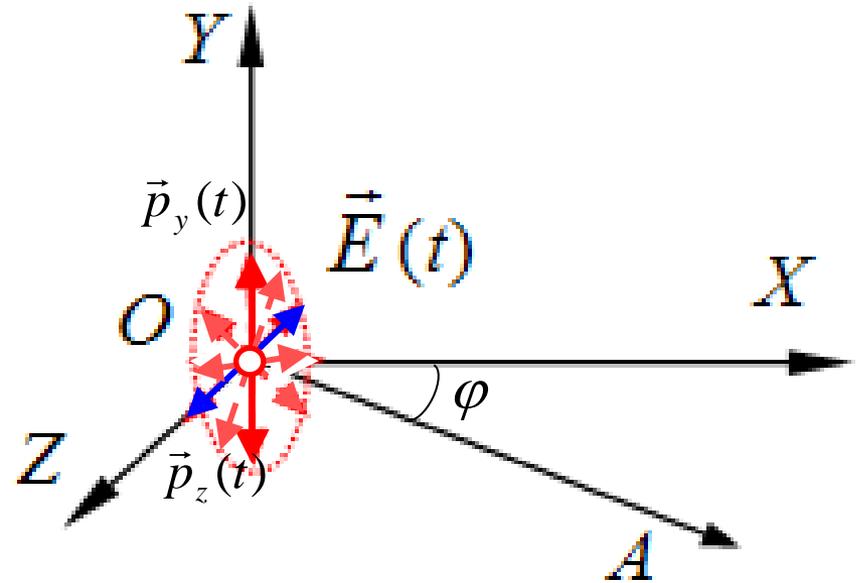
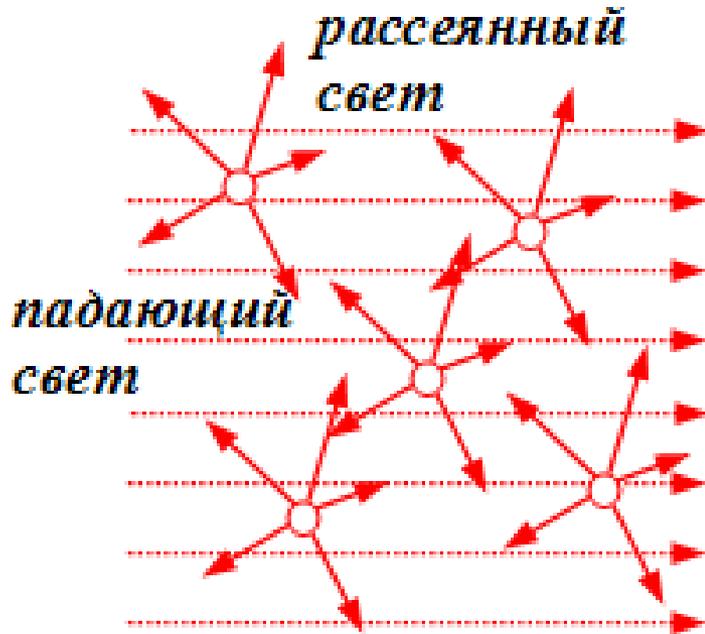
3D



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 ??