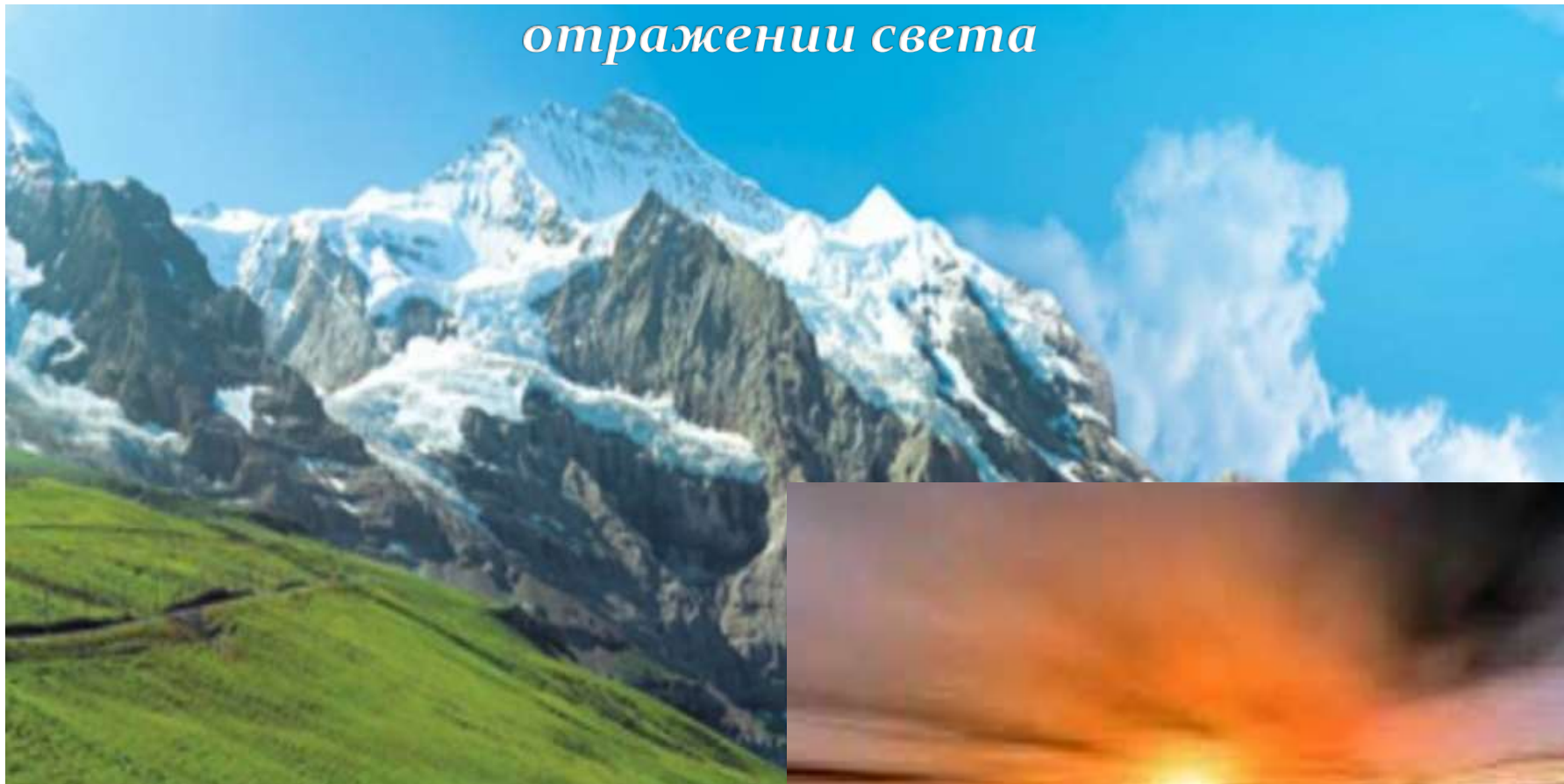
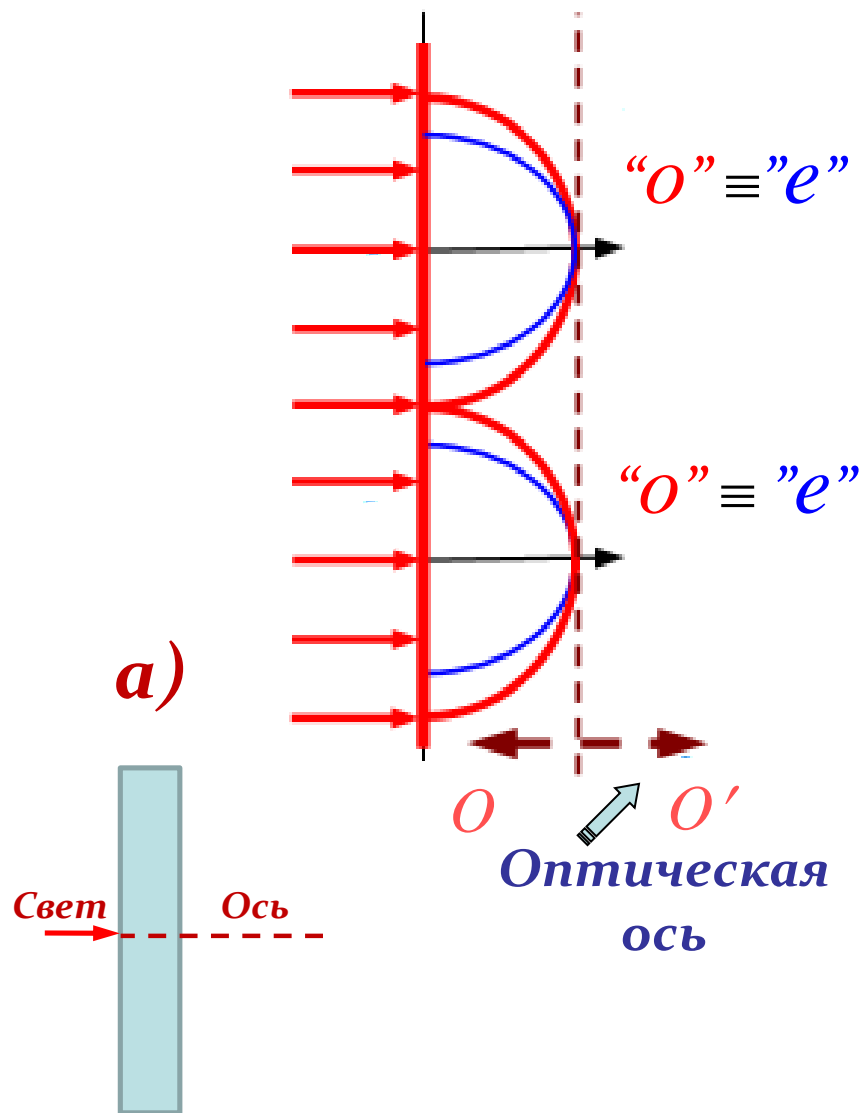


Лекция 15. Поляризация при рассеянии и отражении света

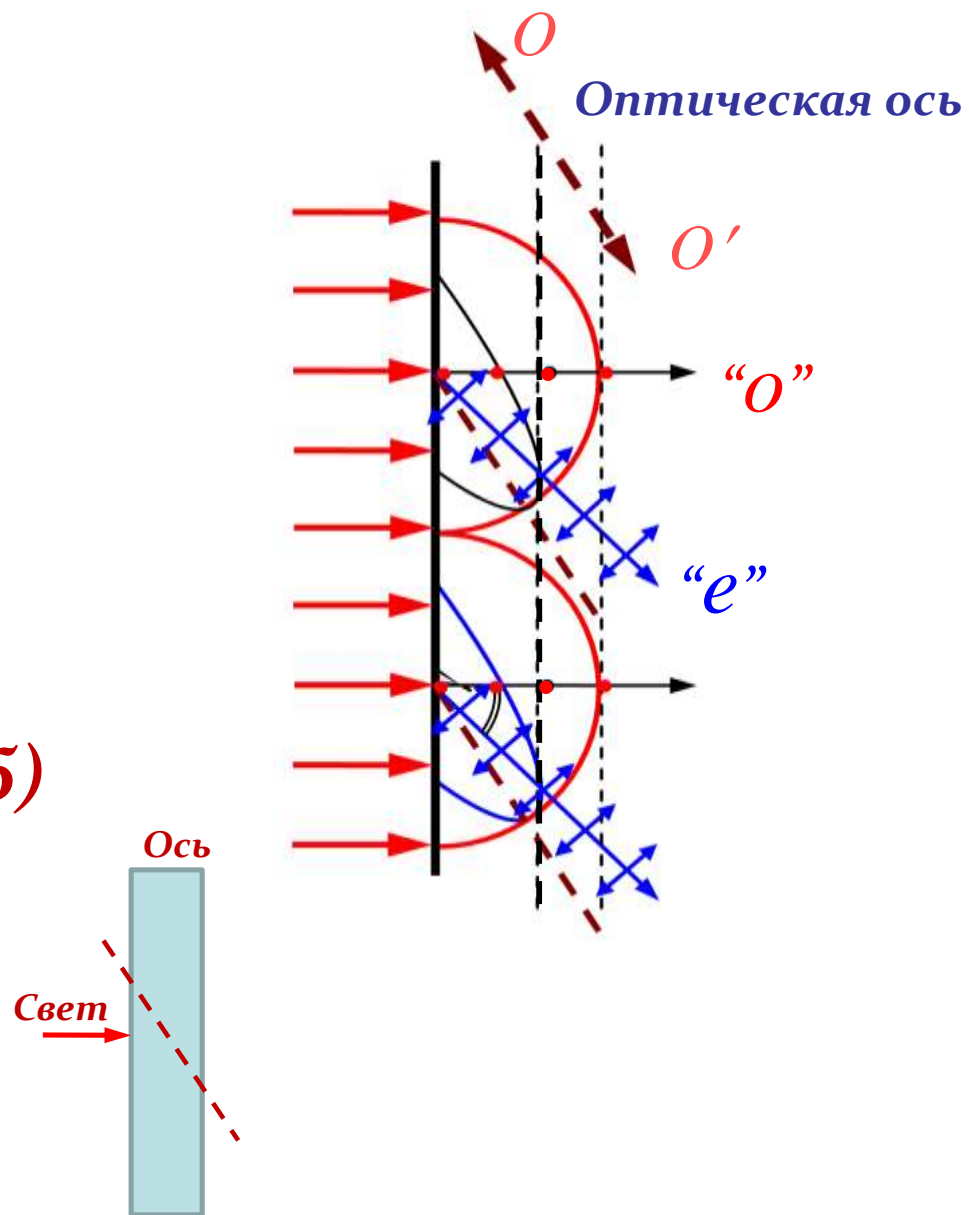


3.4. Возникновение двух лучей

Нет разделения лучей

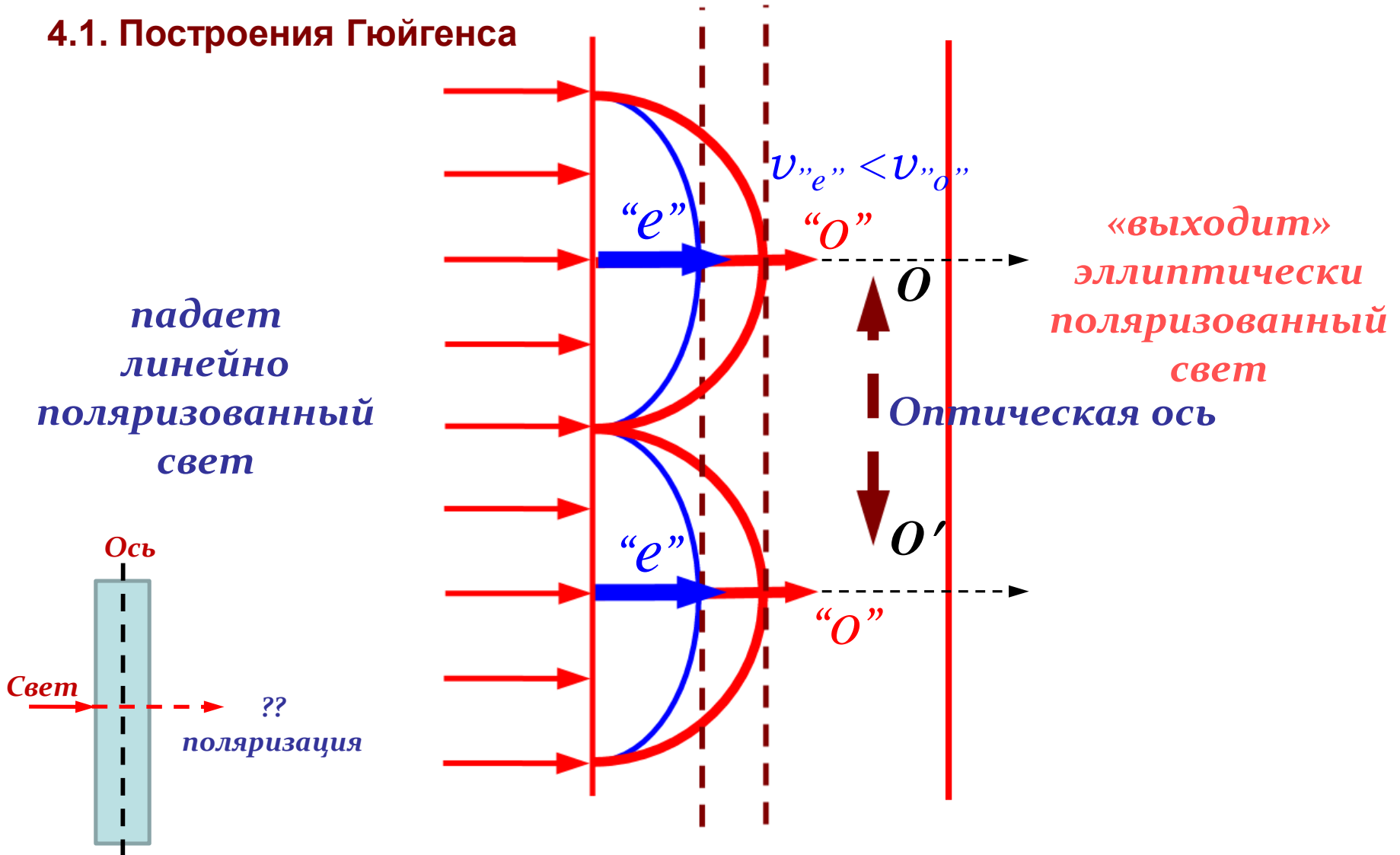


б)



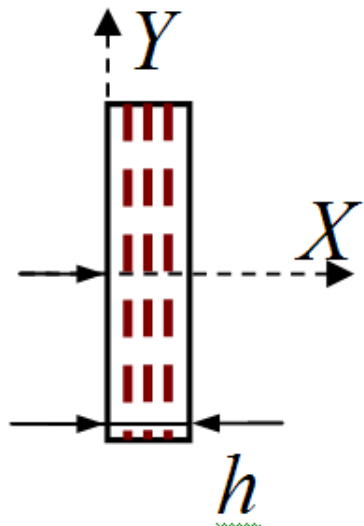
§4. Получение и анализ эллиптически поляризованного света. Кристаллические пластинки “ $\lambda/4$ ” и “ $\lambda/2$ ”

4.1. Построения Гюйгенса



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

Оптическая ось



На выходе ($x = h$):

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

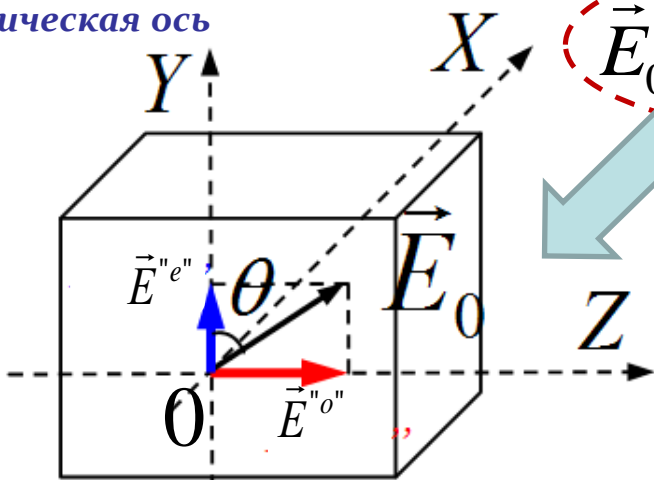
$$E^{''e''}(h, t') = E_{0y} \cdot \cos(\omega t' - \delta)$$

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

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

$$\vec{E}_0 = \vec{E}^{''o''} + \vec{E}^{''e''}$$

Оптическая ось



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

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

“На входе”
($x = 0$):

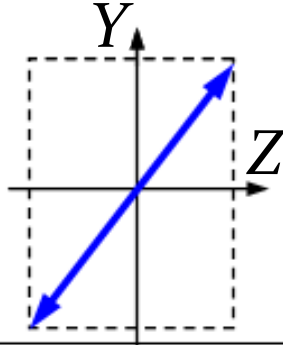
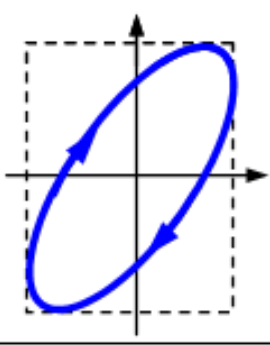
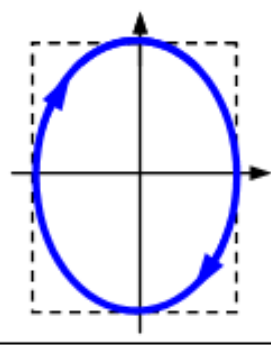
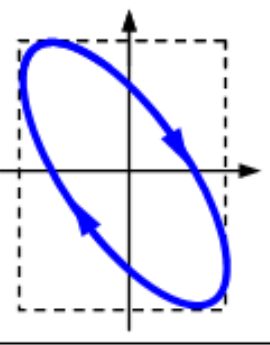
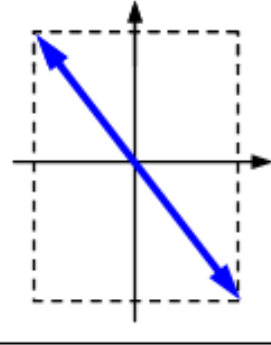
$$E^{''o''}(0, t) = E_{0z} \cdot \cos(\omega t)$$

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

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

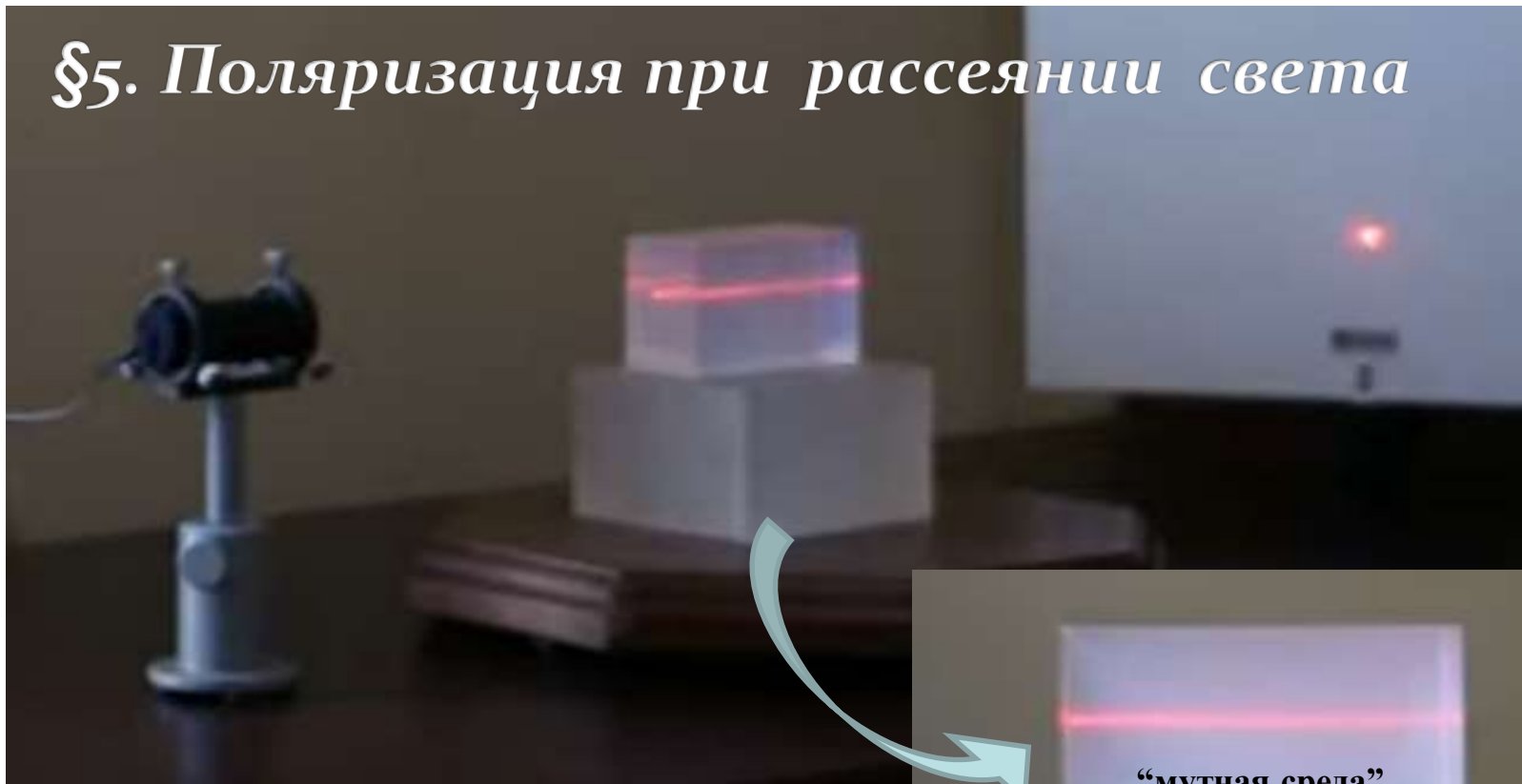
Уравнения
Эллипса:

$$\begin{cases} E''^o(h, t') = E_{0z} \cdot \cos(\omega t') \\ E''^e(h, t') = E_{0y} \cdot \cos(\omega t' - \delta) \end{cases}$$

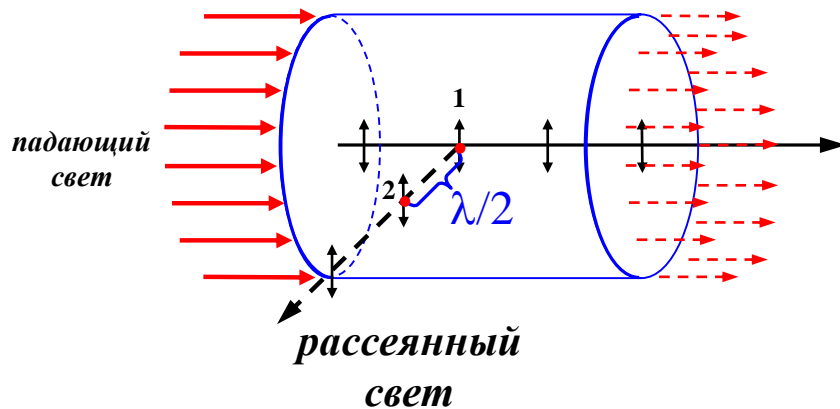
Δ	$m\lambda_0$	$\lambda_0/8$	$\lambda_0/4$	$3\lambda_0/8$	$\lambda_0/2$
δ	$2m\pi$	$\pi/4$	$\pi/2$	$3\pi/4$	π
					

* («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

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

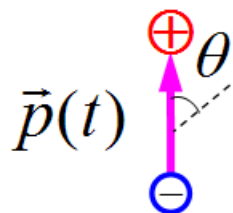
$$\xi(t) = \mathcal{A} \cos(\Omega t - \alpha) \Rightarrow$$

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

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

амплитуда силы тока $J_0 \sim \Omega$

ДИПОЛЬ



Максвелл:

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

$$B(t) \Rightarrow E(t)$$

амплитуда вихревого электрического поля

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

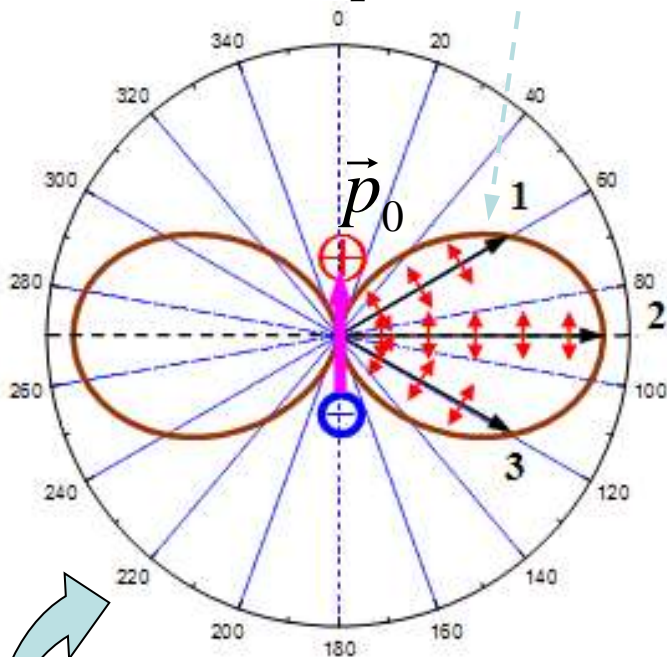
Интенсивность излучения:

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

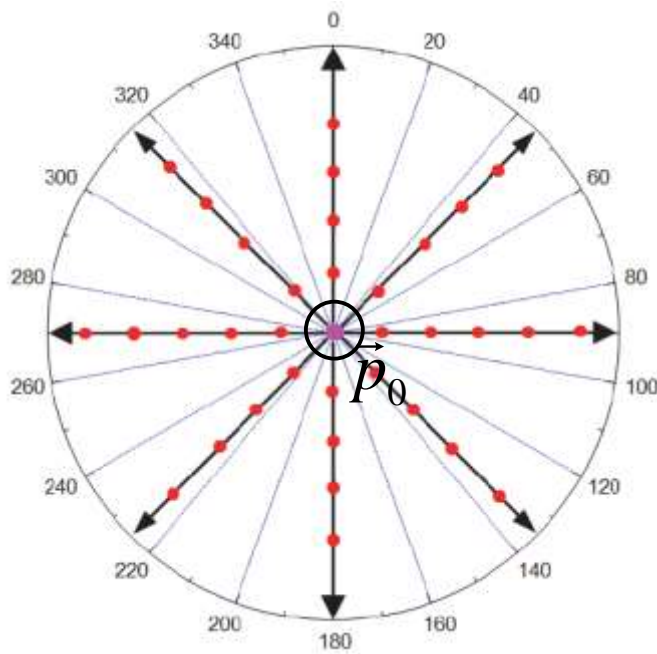
или $\sim \frac{1}{\lambda^4} \cdot \sin^2\theta$!!

Диаграмма направленности излучения диполя

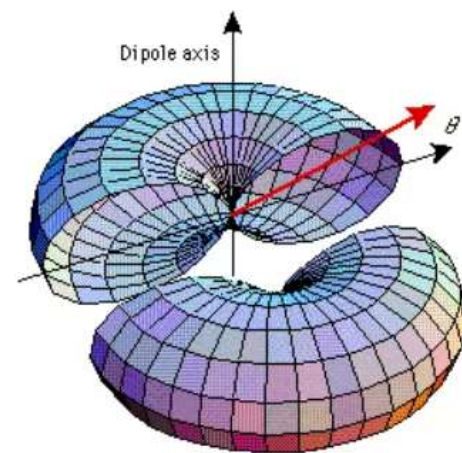
Длина стрелки \sim интенсивности излучения в данном направлении !



в плоскости оси диполя

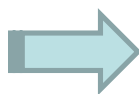


в перпендикулярной плоскости



Зависимость интенсивности излучения от направления

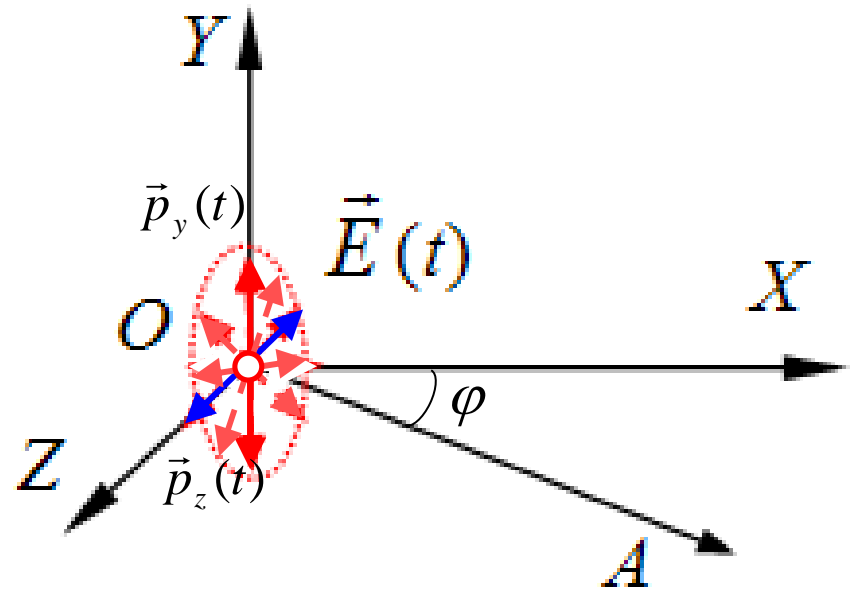
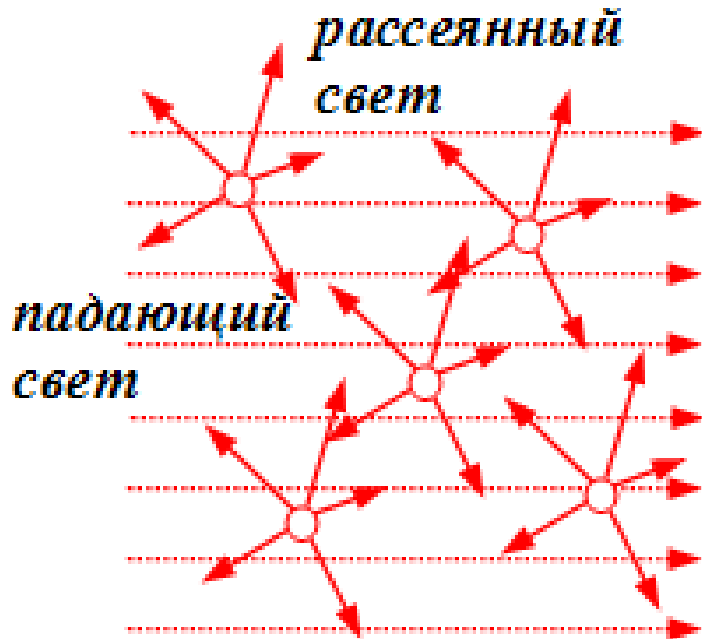
3D



тороид ("бублик" 😊)



5.2. Рассеяние света “мутными средами”



Закон Рэлея:

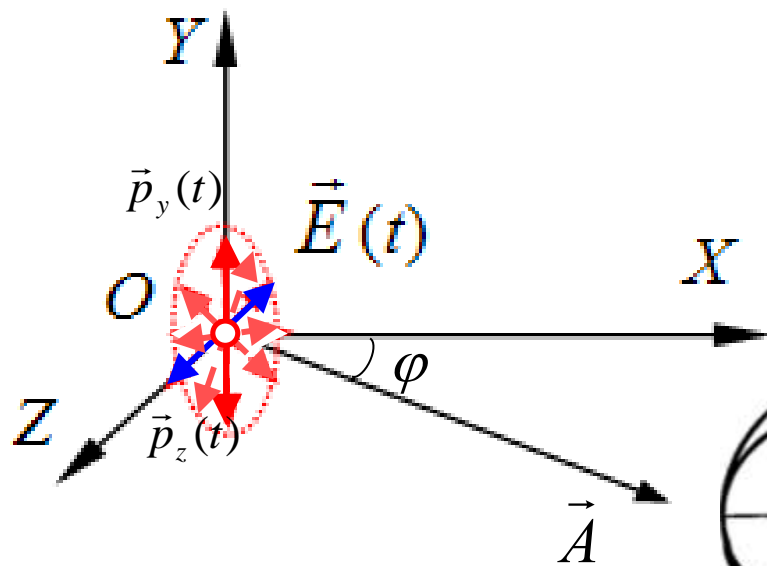
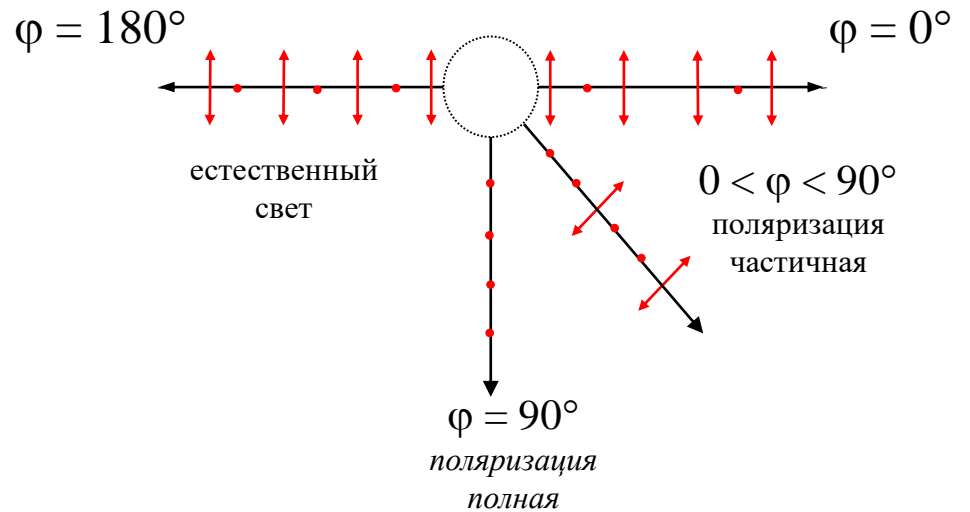
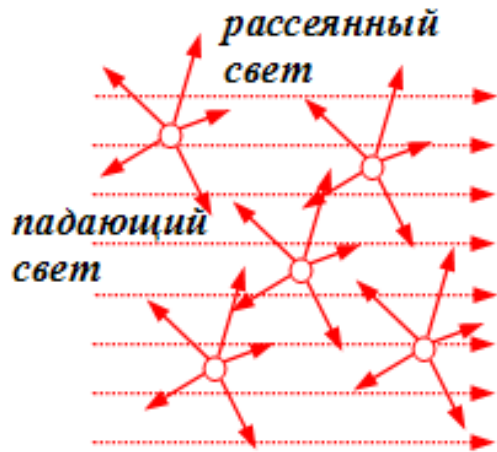
$$I_{\text{диполя}} \sim \frac{1}{\lambda^4} \cdot \sin^2 \theta \Rightarrow$$

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

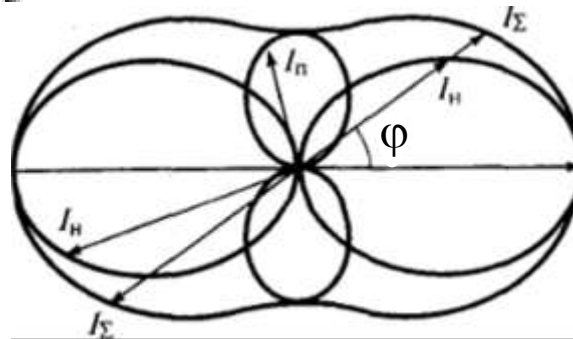
(углы θ и φ не путать)

... а поляризация ??

Поляризация при рассеянии света



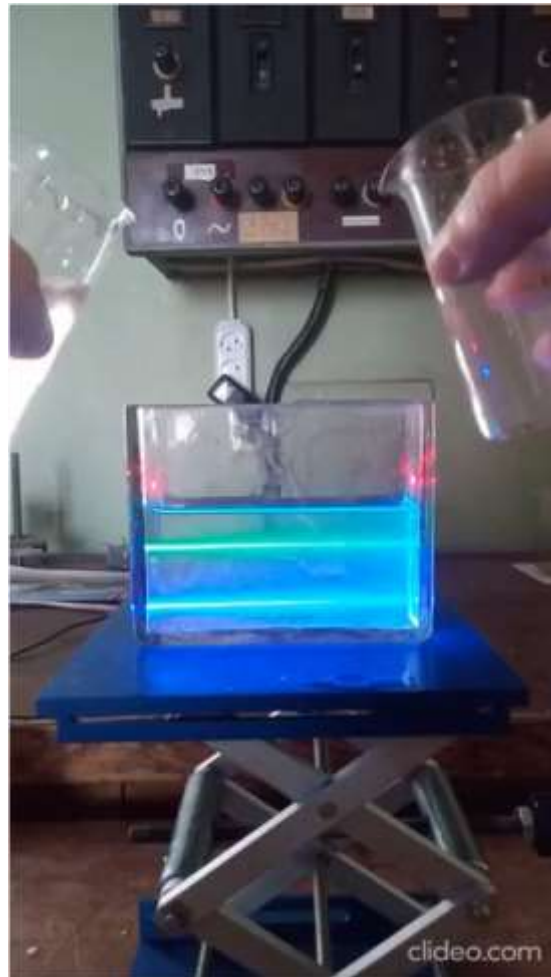
$$I_{\text{диполя}} \sim \frac{1}{\lambda^4} \cdot \sin^2 \theta \Rightarrow$$



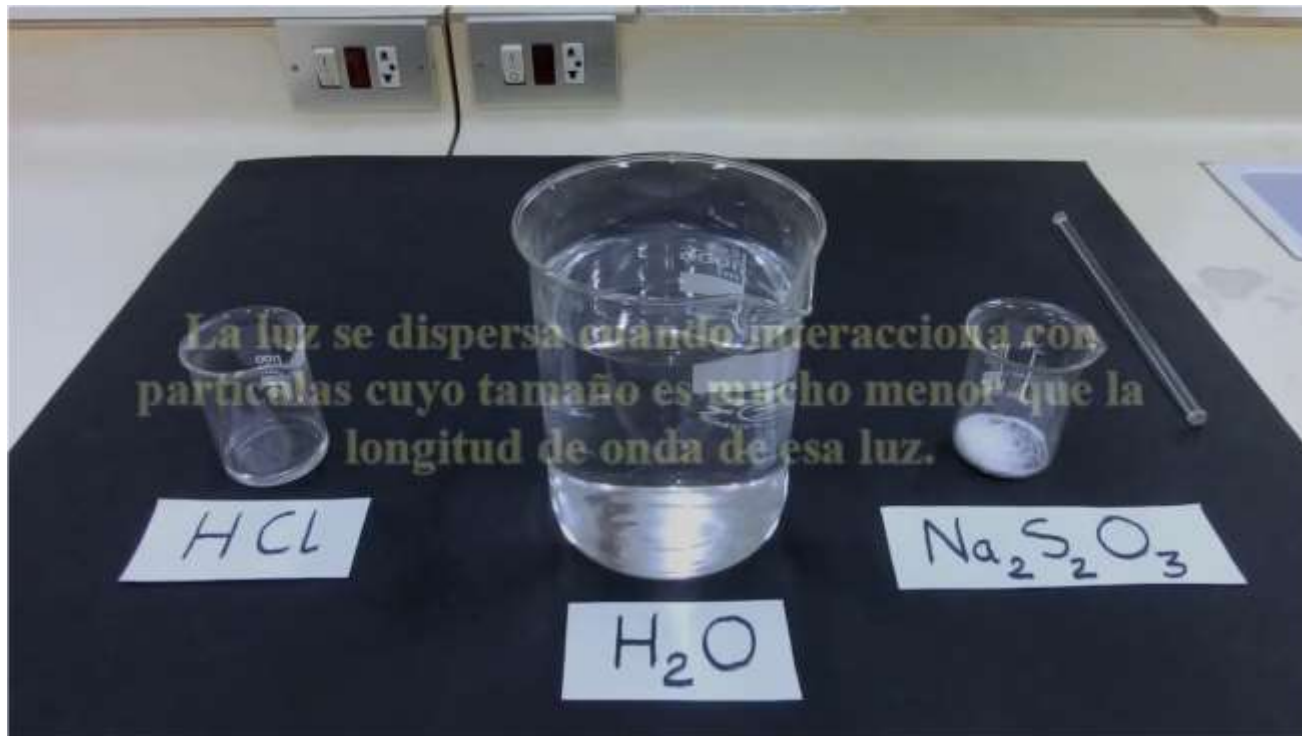
Закон Рэлея:

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

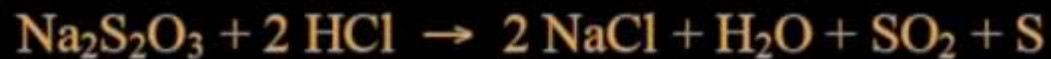
Рассеяние света – закон Рэля



Рассеяние Рэля в коллоидном растворе



La reacción que se produce es:

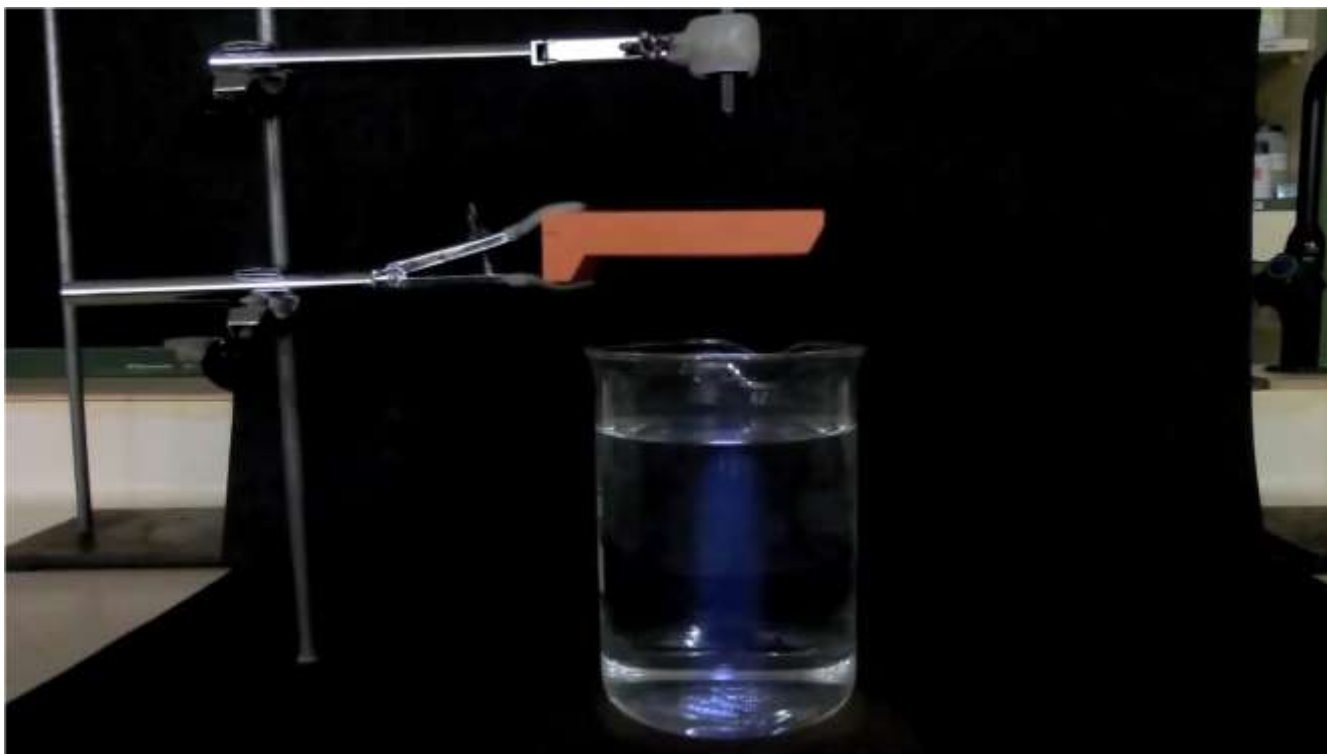


La velocidad de la reacción es baja y el azufre comienza a aparecer, poco a poco, en estado coloidal.

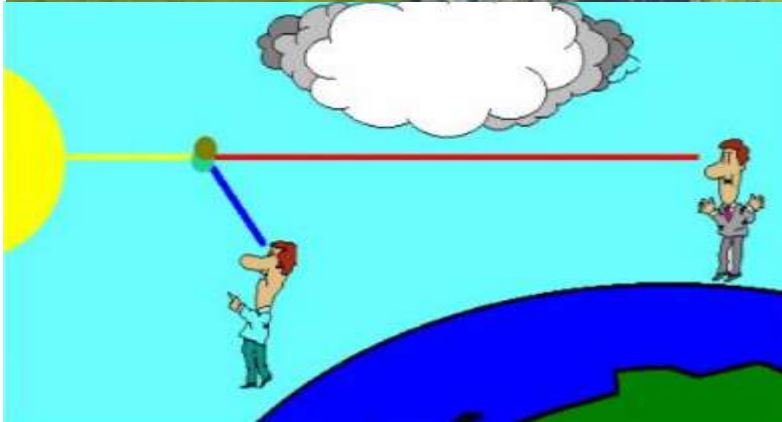
Рассеяние света – закон Рэля



Рассеяние Рэля в коллоидном растворе



5.2.1. Рассеяние Рэлея а) $D \ll \lambda$ и $l \gg \lambda$ – дымы, туман, суспензии, взвеси, а ещё ...
(“Нобель” 1904 г. за открытие аргона в 1811 г. открытие Ф. Араго и закон Рэлея 1871 г.)
1894 г.)



Рассеяние в мелкодисперсных средах -
дифракция на антропогенных загрязнениях атмосферы,
каплях тумана, ...

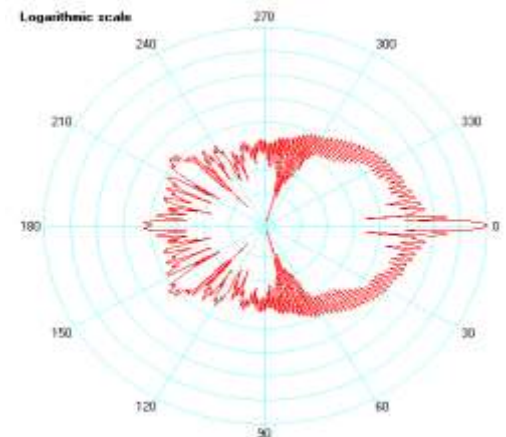
в) + “диффузное отражение” – облака



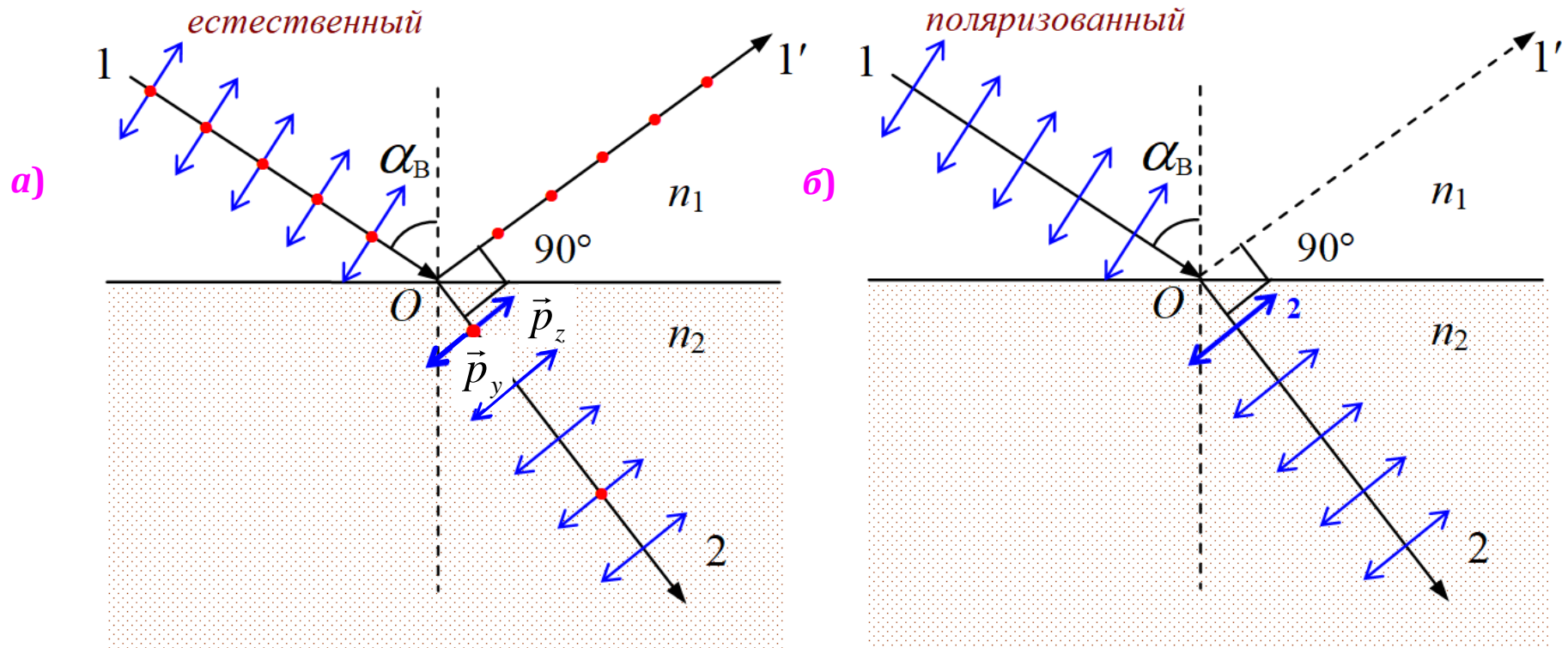
б) ... и «рассеяние Ми» (1908 г., Густав Ми – G. Mie)
Теория для диэлектрических и проводящих сфер –
мелкодисперсные среды

$$D \sim \lambda \text{ и } D \geq \lambda \text{ или } l \ll \lambda$$

Пример:

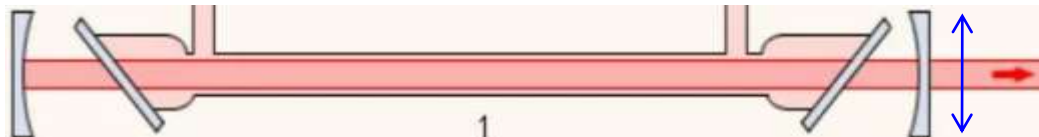


§6. Поляризация при отражении и преломлении света на границе раздела однородных прозрачных диэлектриков



$$\operatorname{tg} \alpha_B = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{Д. Брюстер (1815 г.)}$$

“Окна Брюстера” в газовых лазерах



§6. Искусственная оптическая анизотропия и интерференция поляризованного света

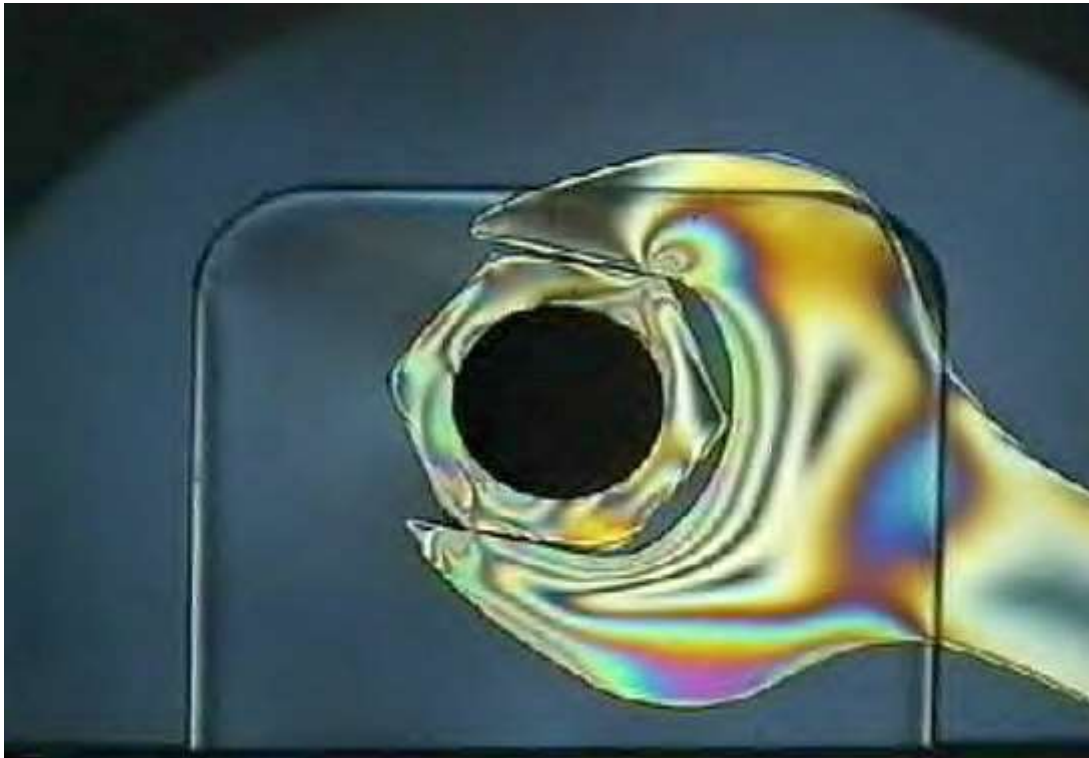
1. Пьезооптический эффект («фотоупругость»)

$$n_e - n_o = K_1 \cdot \sigma$$

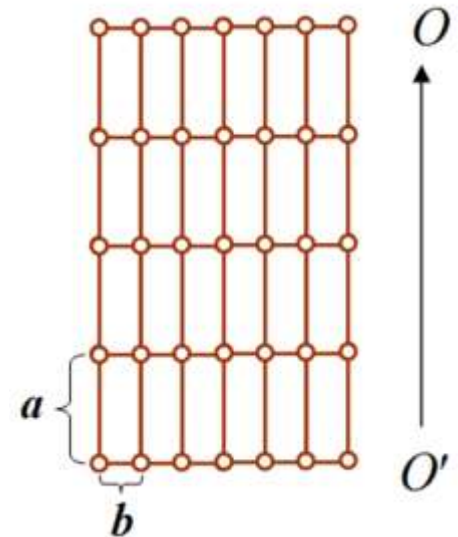
$\sigma = F/S$ – механическое напряжение,

K_1 – *упругооптическая постоянная (постоянная Брюстера)*

Стёкла, полимеры, ... $K_1 = 10^{-12} - 10^{-11} \text{ м}^2/\text{Н}$.

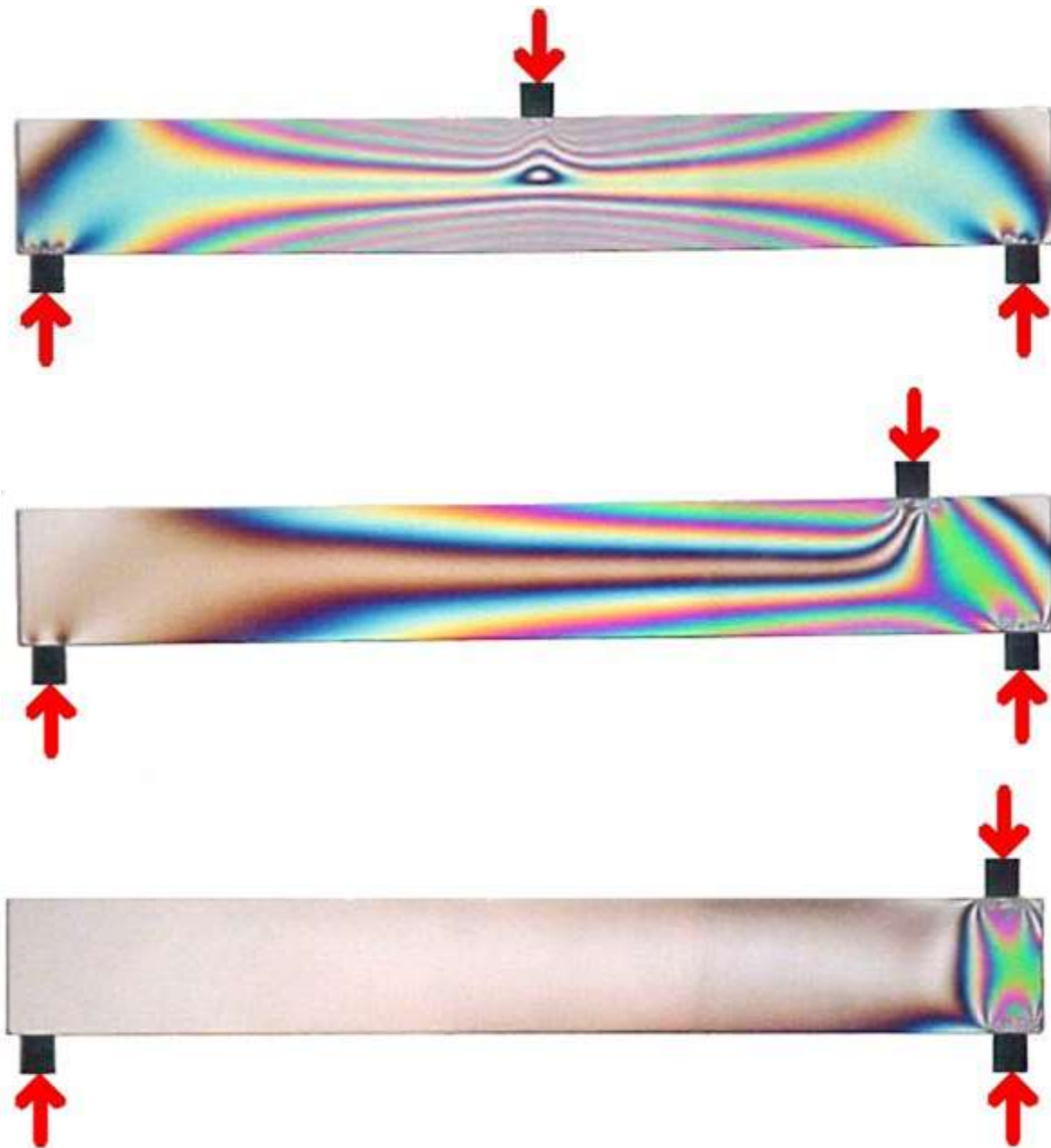


Rem:

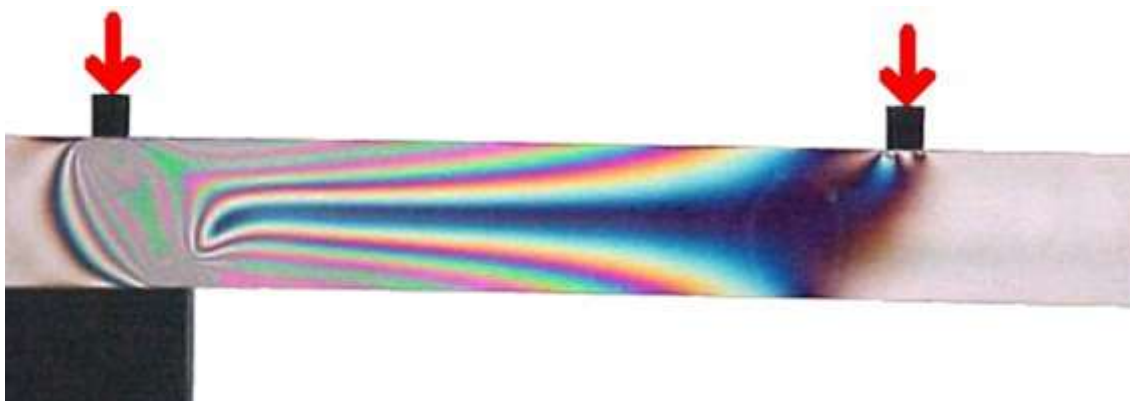
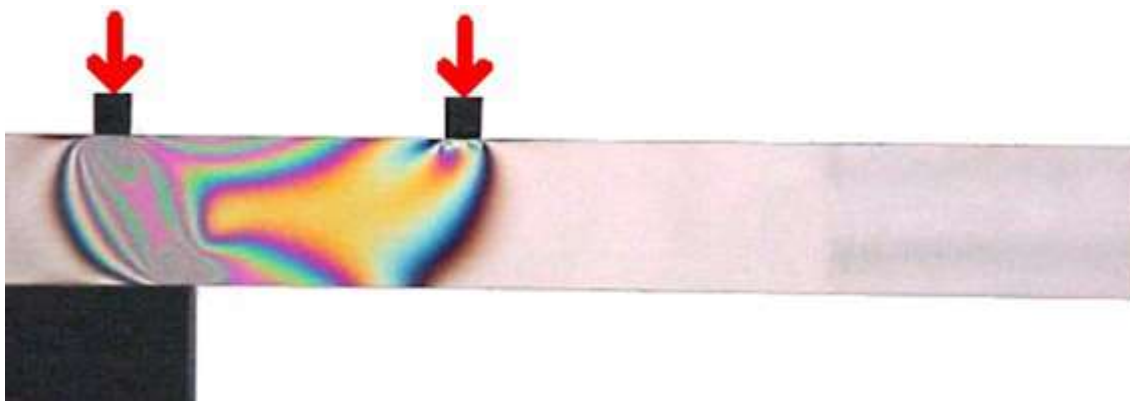


Деформация \Rightarrow анизотропия

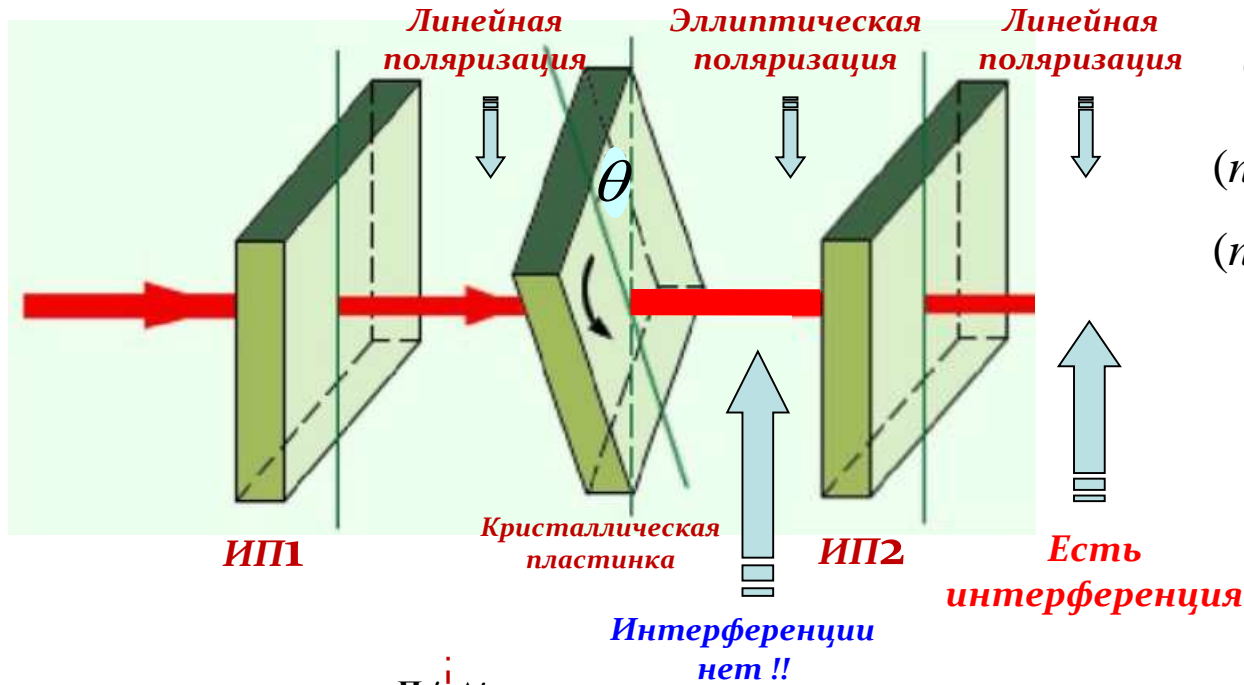
Пьезооптический эффект («фотоупругость»)



Пьезооптический эффект («фотоупругость»)



*) Интерференция поляризованного света. Цвета кристаллических пластинок

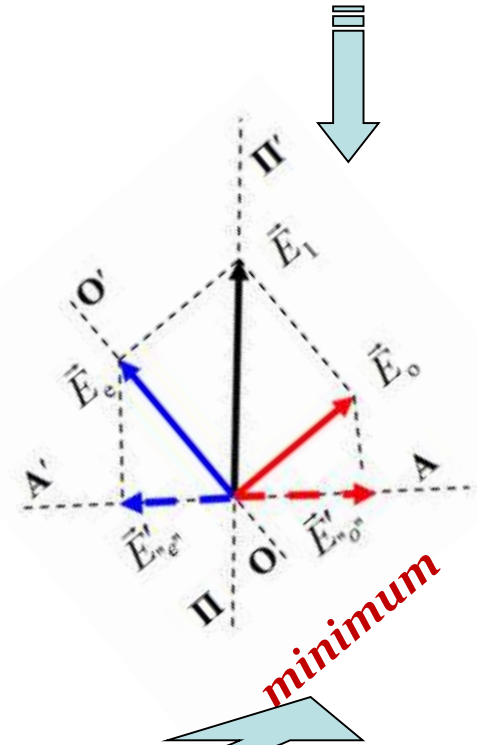
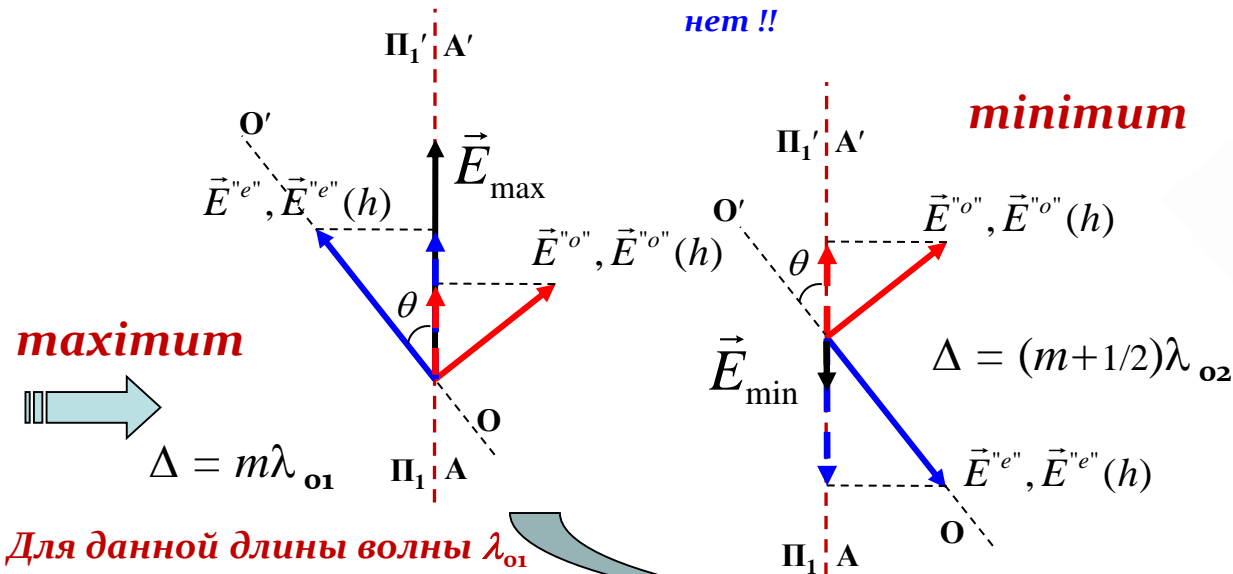


$$\delta = 2\pi\Delta/\lambda_0, \quad \Delta = (n_e - n_o) \cdot h$$

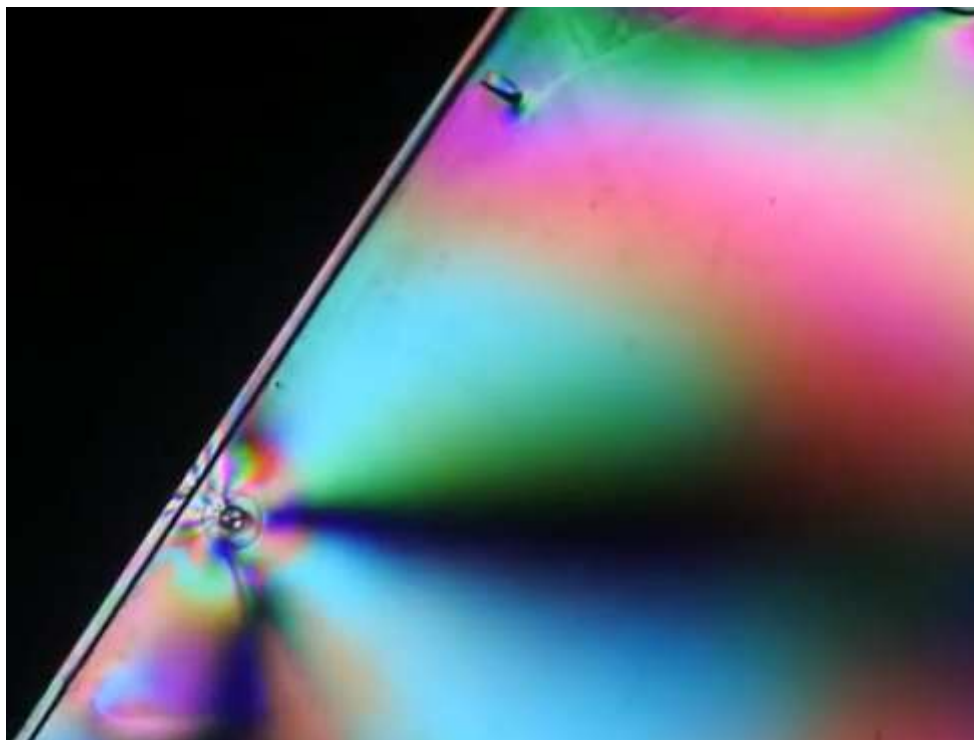
$$(n_e - n_o) \cdot h = m\lambda_{01}, \quad \text{max}$$

$$(n_e - n_o) \cdot h = (m + 1/2)\lambda_{02}, \quad \text{min}$$

А если повернуть анализатор на 90° ??



Пьезооптический эффект («фотоупругость»)



Интерференция поляризованного света – ещё картинки

Неполяризованный свет



Поляризованный свет

