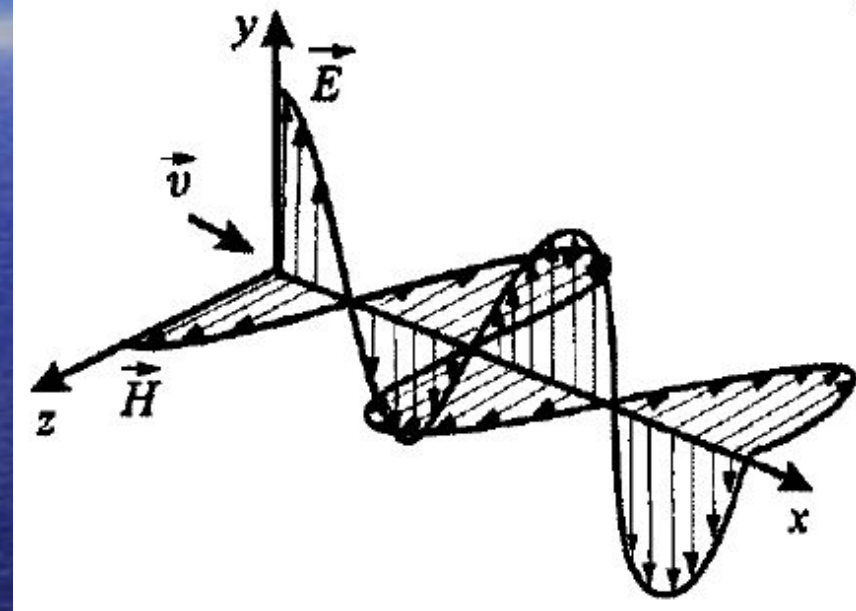


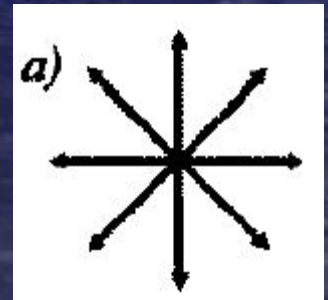
Глава 5. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА.

§ 5.1. Естественный и поляризованный свет.

Для описания поляризации будем рассматривать *световой вектор* – вектор напряженности \vec{E} электрического поля.



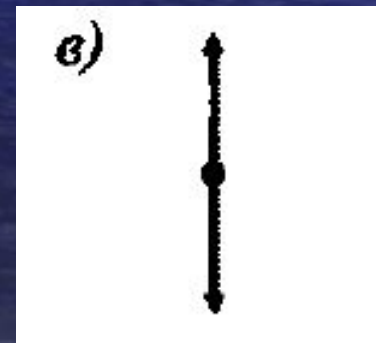
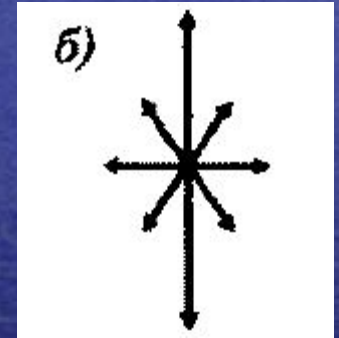
Естественный свет – свет в котором ориентации вектора \vec{E} равновероятны (а).



Поляризованный свет – свет в котором колебания вектора **E** каким-либо образом упорядочены.

Частично-поляризованный свет – свет в котором существует преимущественное (но не единственное) направление колебаний вектора **E** (б).

Плоско-поляризованный свет – свет в котором вектор **E** колеблется только в одной плоскости (в).



Плоскость в которой колеблется световой вектор **E** в плоскополяризованной волне, называется **плоскостью колебаний**.

Плоскость в которой колеблется вектор **H** (плоскость перпендикулярная плоскости колебаний **E**), называется **плоскостью поляризации**.

Степень поляризации :

$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

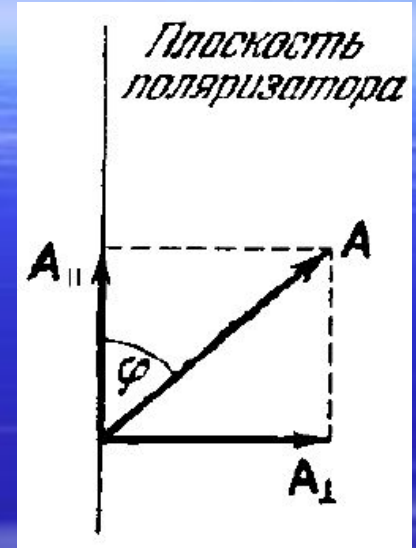
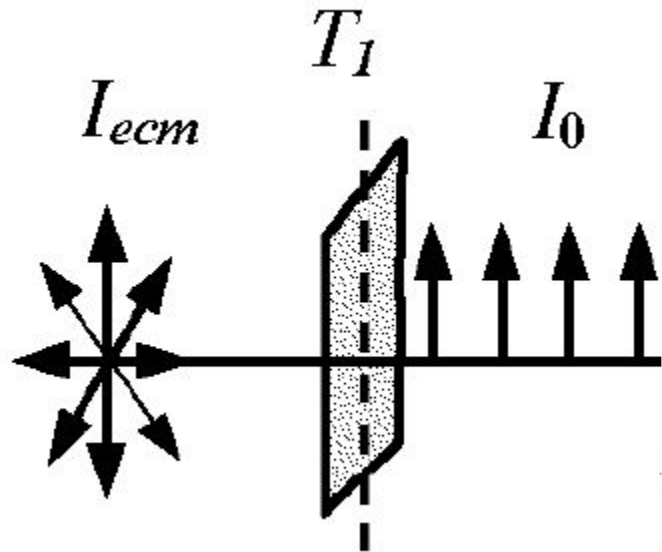
Для естественного света

$$I_{\max} = I_{\min} \text{ и } P=0$$

Для плоскополяризованного

$$I_{\min} = 0 \text{ и } P=1.$$

§ 5.2. Закон Малюса.



Интенсивность плоскополяризованного света, прошедшего через 1 поляризатор :

$$I_0 = \frac{I_{ест}}{2}$$

Интенсивность света, прошедшего через второй поляризатор :

$$I = I_0 \cos^2 \varphi$$

Интенсивность света, прошедшего через два поляризатора :

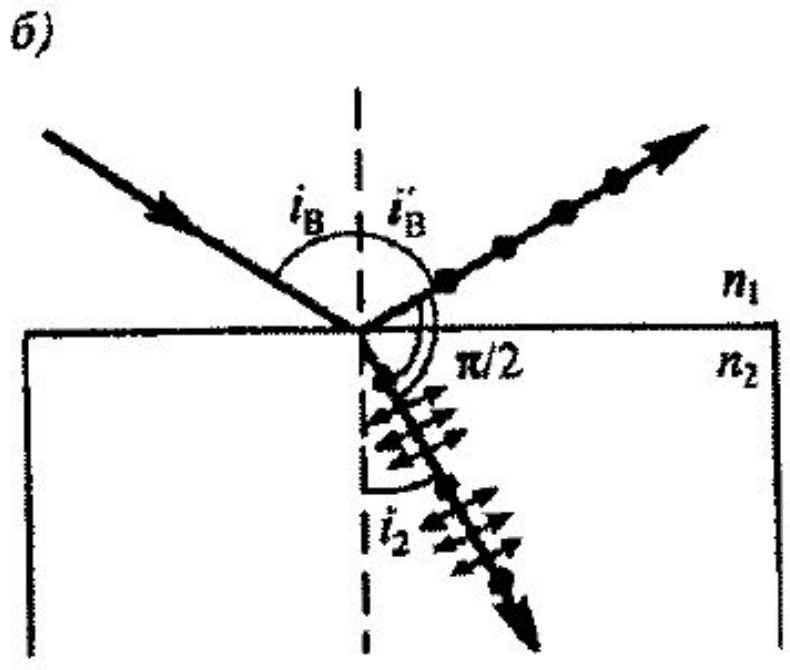
$$I = \frac{1}{2} I_{ест} \cos^2 \varphi$$

§ 5.3. Поляризация света при отражении и преломлении.

Если естественный свет падает на границу раздела двух диэлектриков, то отраженный и преломленный лучи являются частично поляризованными.

В отраженном луче преобладают колебания перпендикулярные плоскости падения, а в преломленном — колебания, лежащие в плоскости падения.

Если угол падения равен **углу Брюстера**, который определяется соотношением $\operatorname{tg} i_B = n_{21}$, то отраженный луч является **плоскополяризованным**. Преломленный луч в этом случае поляризуется максимально но не полностью.



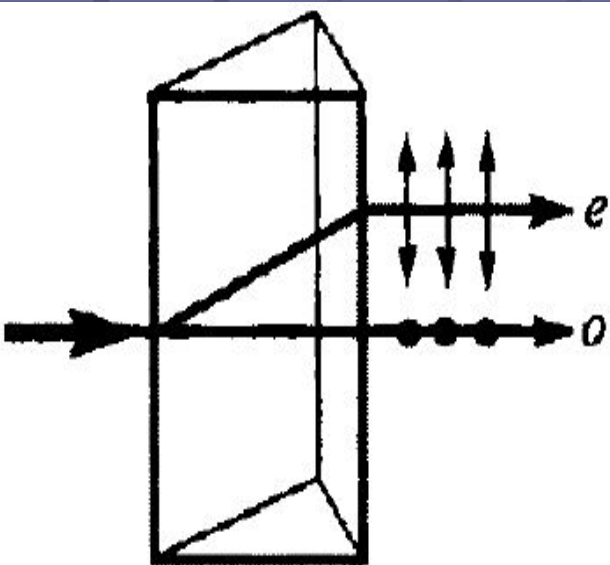
Закон Брюстера :

$$\operatorname{tg} i_B = n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$i'_B + i_2 = \frac{\pi}{2}$$

§ 5.4. Двойное лучепреломление.

Двойное лучепреломление — это способность прозрачных кристаллов (кроме оптически изотропных кристаллов кубической системы) раздваивать каждый падающий на них световой пучок. Это явление объясняется особенностями распространения света в анизотропных средах



Если на кристалл направить узкий пучок света, то из кристалла выйдут два пространственно разделенных луча параллельных друг друга и падающему лучу.

один из них является продолжением первичного (называется **обыкновенным (o)**), а второй отклоняется (называется **необыкновенным (e)**).

o-луч: E колеблется \perp главной плоскости;

e-луч: E колеблется в главной плоскости

Направление в **оптически анизотропном кристалле**, по которому луч света распространяется, не испытывая двойного лучепреломления, называется **оптической осью кристалла**. Плоскость, проходящая через направление луча света и оптическую ось кристалла называется **главной плоскостью кристалла**.

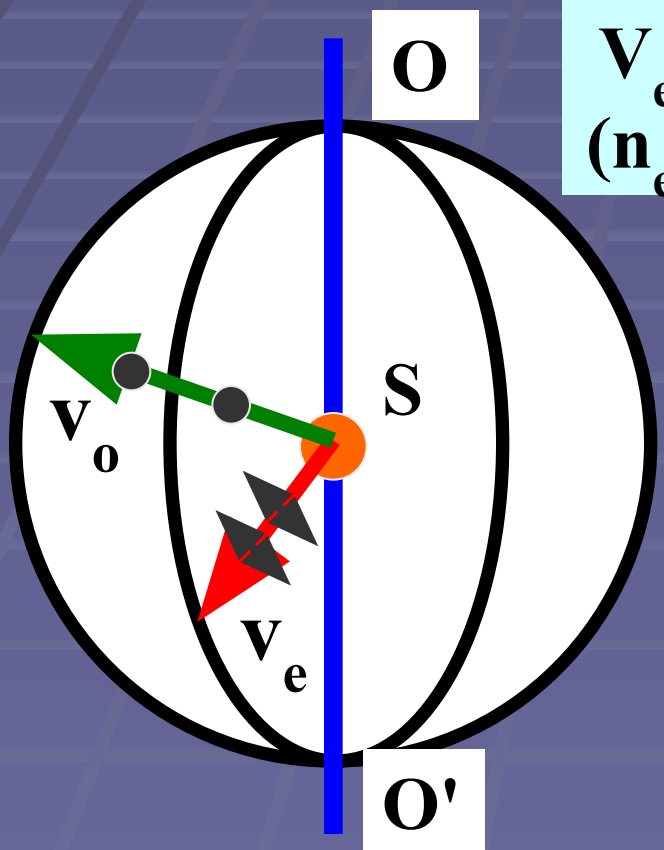
о-луч : скорость одинакова во всех направлениях,
т.к. $n_o = \text{const}$;

$$v_o = c/n_o$$

е-луч : скорость различна в разных направлениях,
т.к. n_e изменяется.

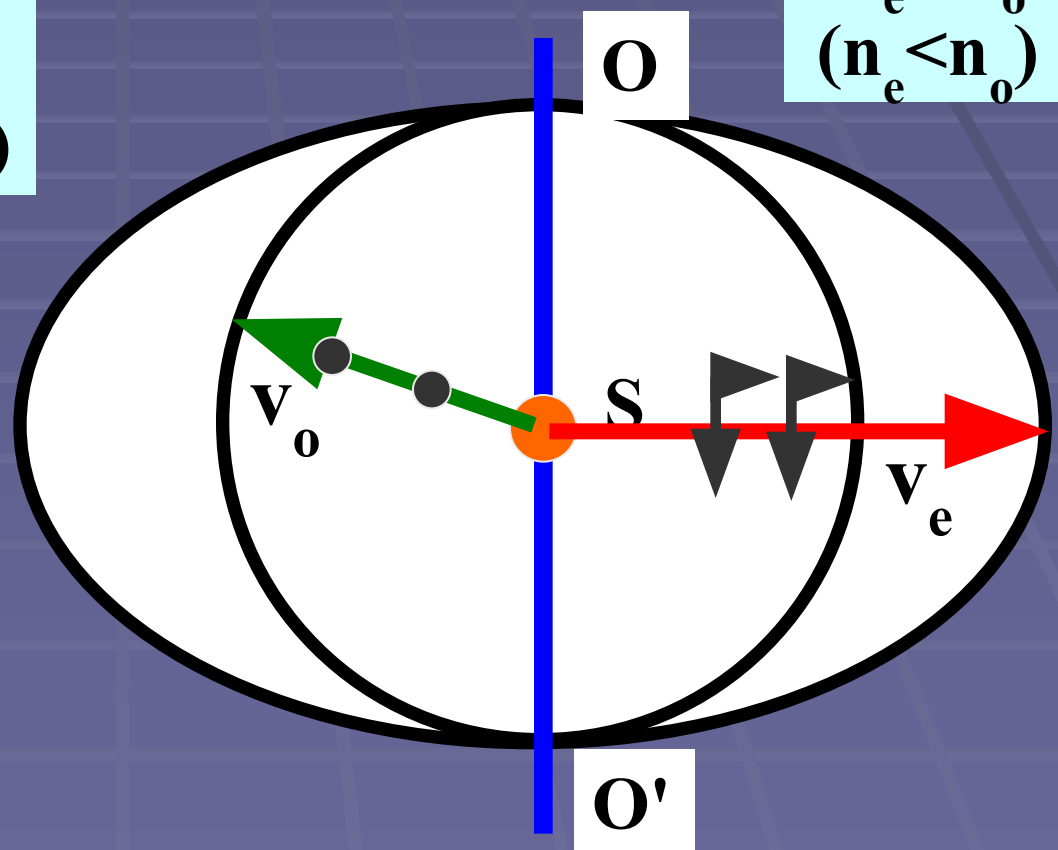
$$v_e = c/n_e$$

**Положительный
одноосный кристалл**



$$v_e < v_o \\ (n_e > n_o)$$

**Отрицательный
одноосный кристалл**



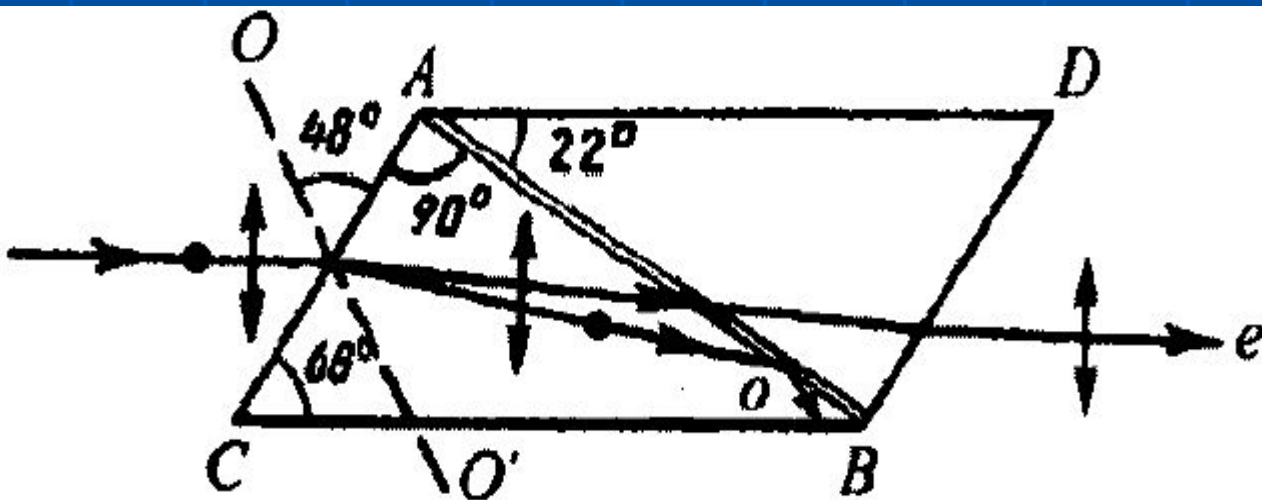
$$v_e > v_o \\ (n_e < n_o)$$

§ 5.5. Поляризаационные призмы и поляроиды.

Поляризаационные призмы - один плоско поляризованный луч.

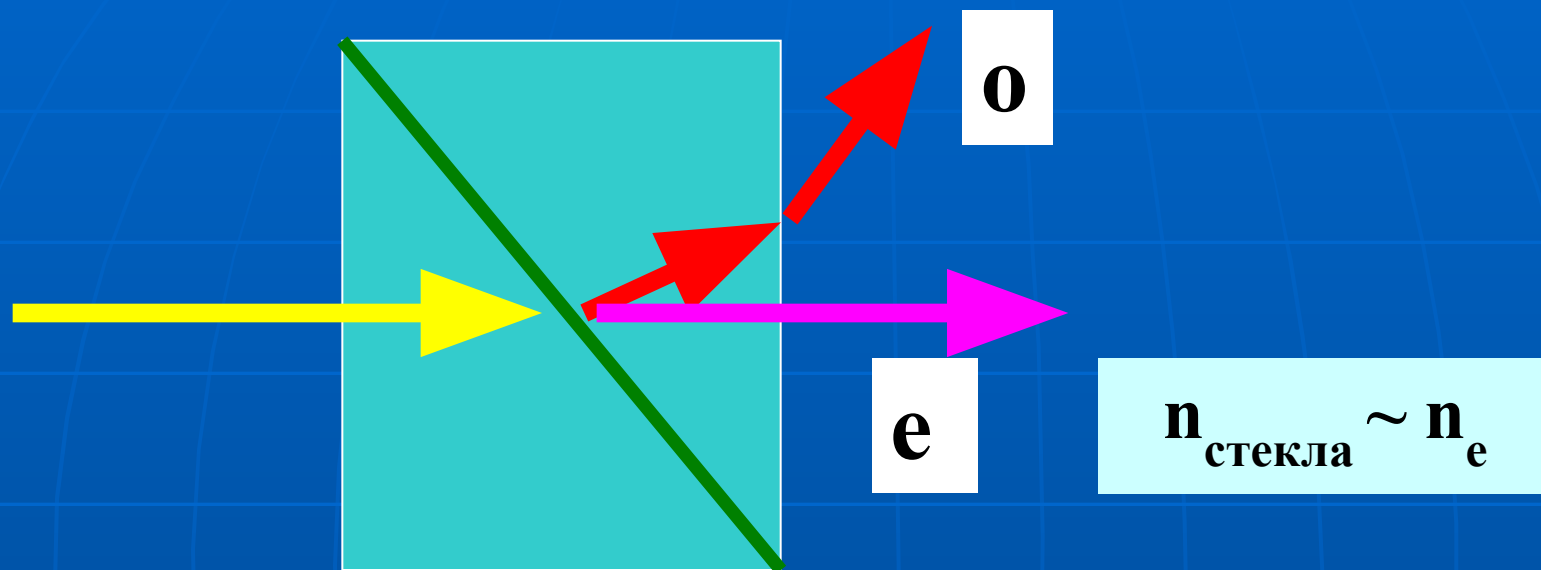
Двокопреломляющие призмы - два поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях луча.

Призма Николя - поляризаационная призма



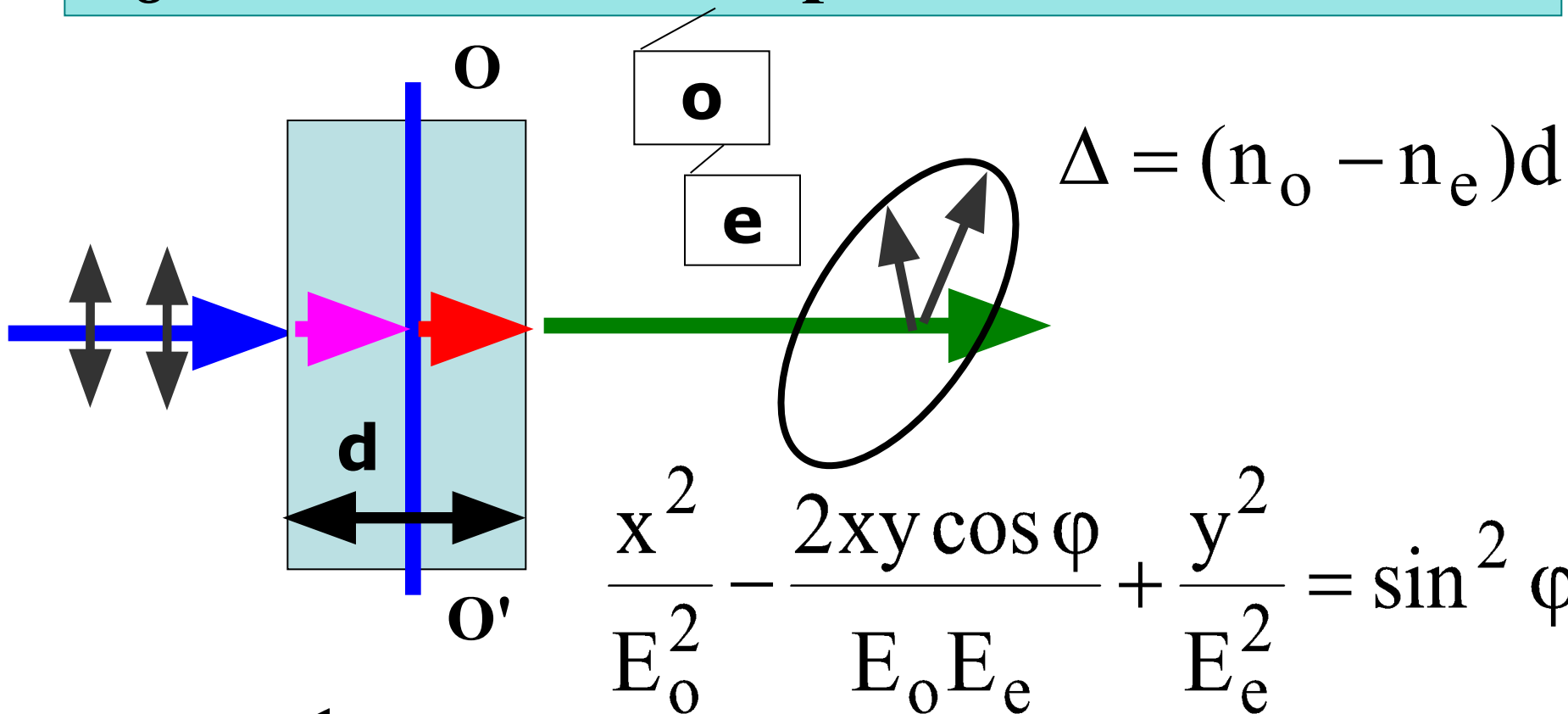
$$\begin{aligned}n_e &= 1,51 ; \\n_o &= 1,66 ; \\n &= 1,55\end{aligned}$$

Двоякопреломляющие призмы



Двоякопреломляющие кристаллы обладают свойством **дихроизма** — различного поглощения света в зависимости от ориентации электрического вектора световой волны. Дихроичные кристаллы используются при производстве **поляроидов** — тонких пластиковых пленок, в которые вкраплены кристаллики веществ с сильно выраженным **дихроизмом** (например, герпатит) — такие пленки уже при толщине $\sim 0,1$ мм *полностью поглощают* обыкновенные лучи видимой области спектра, являясь в таком тонком слое *совершенным поляризатором*.

§ 5.6. Анализ поляризованного света.



$$\frac{x^2}{E_o^2} - \frac{2xy \cos \varphi}{E_o E_e} + \frac{y^2}{E_e^2} = \sin^2 \varphi$$

$$\Delta = (m + \frac{1}{4})\lambda$$

$$\Delta = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

Пластинка в четверть волны

Пластинка в пол волны

$$\frac{x^2}{E_o^2} + \frac{y^2}{E_e^2} = 1$$

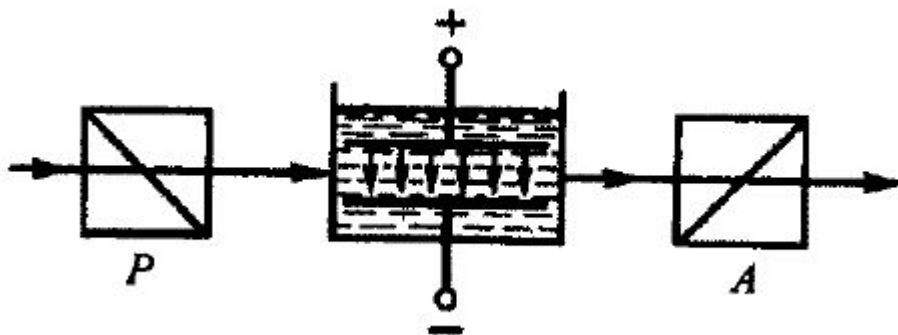
§ 5.7. Искусственная оптическая анизотропия.

В оптически изотропных веществах возможно индуцировать **искусственную оптическую анизотропию** под воздействием: 1) одностороннего сжатия или растяжения; 2) электрического поля (*эффект Керра*); 3) магнитного поля (*эффект Коттона-Муттона*). При этом индуцированная оптическая ось совпадает с направлением деформации, электрического или магнитного полей.

1. Механический способ (одностороннее сжатие или растяжение)

$$n_o - n_e = k_1 \sigma$$

2. **Эффект Керра** — оптическая анизотропия веществ под действием электрического поля — объясняется различной поляризуемостью молекул вещества по разным направлениям.



$$n_o - n_e = k_2 E^2$$

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta = \frac{2\pi}{\lambda} l k_2 E^2$$

3. **Эффект Коттона-Муттона** — магнитный аналог эффекта Керра — возникновение оптической анизотропии у некоторых изотропных веществ при помещении их в сильное внешнее магнитное поле.

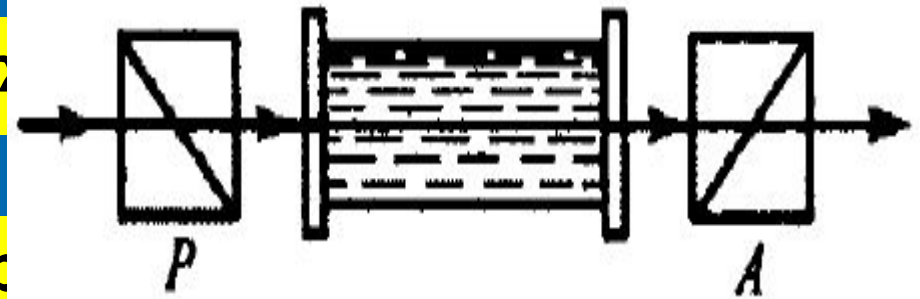
$$n_o - n_e = k_3 H^2$$

§ 5.8. Вращение плоскости поляризации.

Некоторые вещества (например, кварц, сахар, скипидар), называемые **оптически активными**, обладают способностью вращать плоскость поляризации. Угол поворота плоскости поляризации

Для кристаллов и чистых жидкостей

Для оптически активных растворов



$$[\alpha] = \frac{\varphi}{d}$$

Физический смысл :

Численно равно углу поворота плоскости поляризации света слоем оптически активного вещества единичной толщины.

Оптическая активность обуславливается: 1) строением молекул вещества (их асимметрией); 2) особенностями расположения частиц в кристаллической решетке.