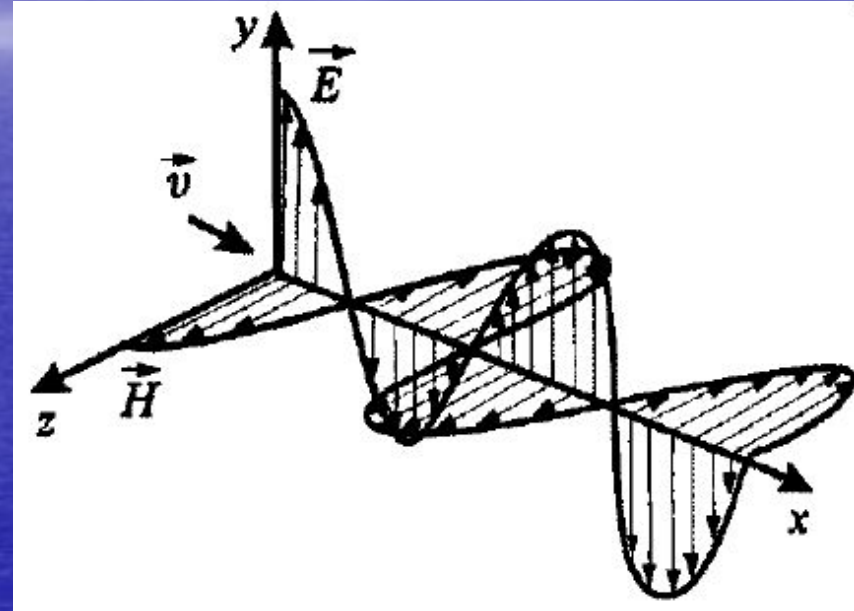


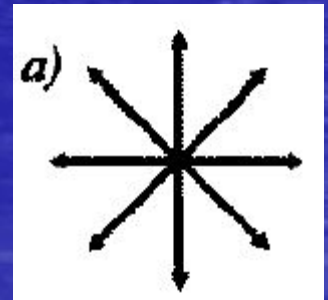
# Глава 5. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА.

## § 5.1. Естественный и поляризованный свет.

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



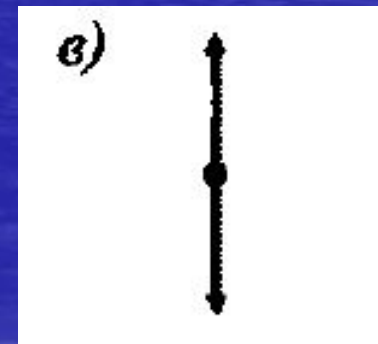
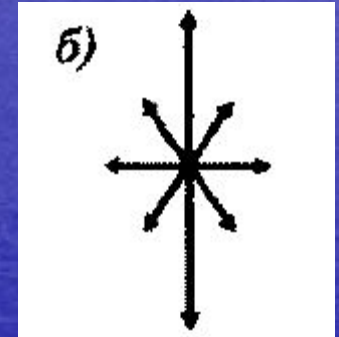
**Естественный свет** – свет в котором ориентации вектора  $\vec{E}$  равновероятны (а).



**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 :**

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

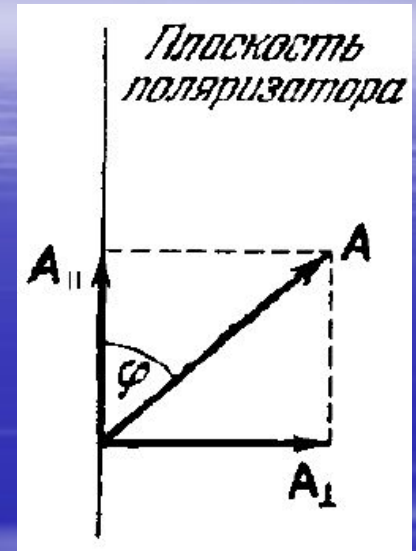
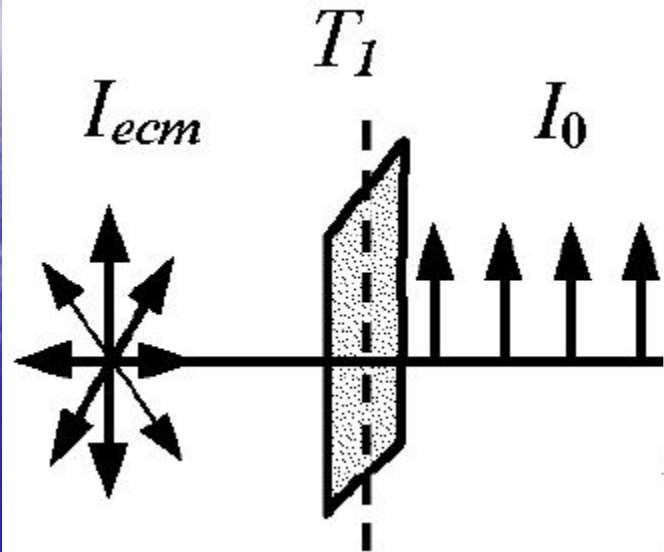
Для естественного света

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

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 :

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

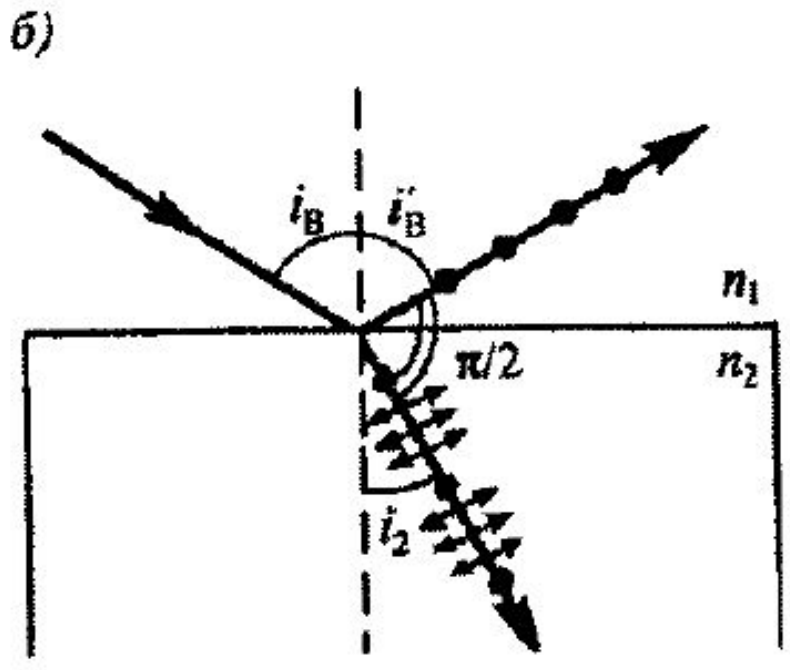


## § 5.3. Поляризация света при отражении и преломлении.

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  $\text{tg } i_B = n_{21}$ , то отраженный луч является **плоскополяризованным**. Преломленный луч в этом случае поляризуется максимально но не полностью.



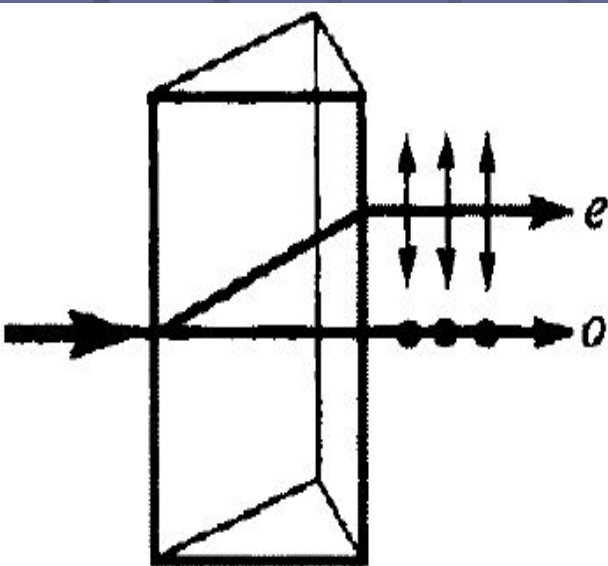
### Закон Брюстера :

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

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

## § 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**.

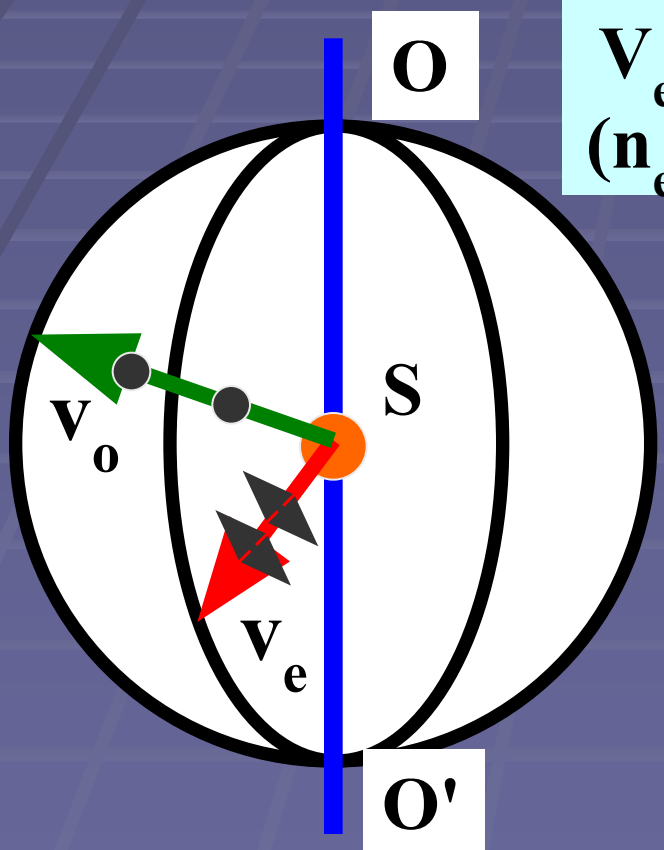
**о-луч** : скорость одинакова во всех направлениях,  
т.к.  $n_o = \text{const}$  ;

$$v_o = c/n_o$$

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

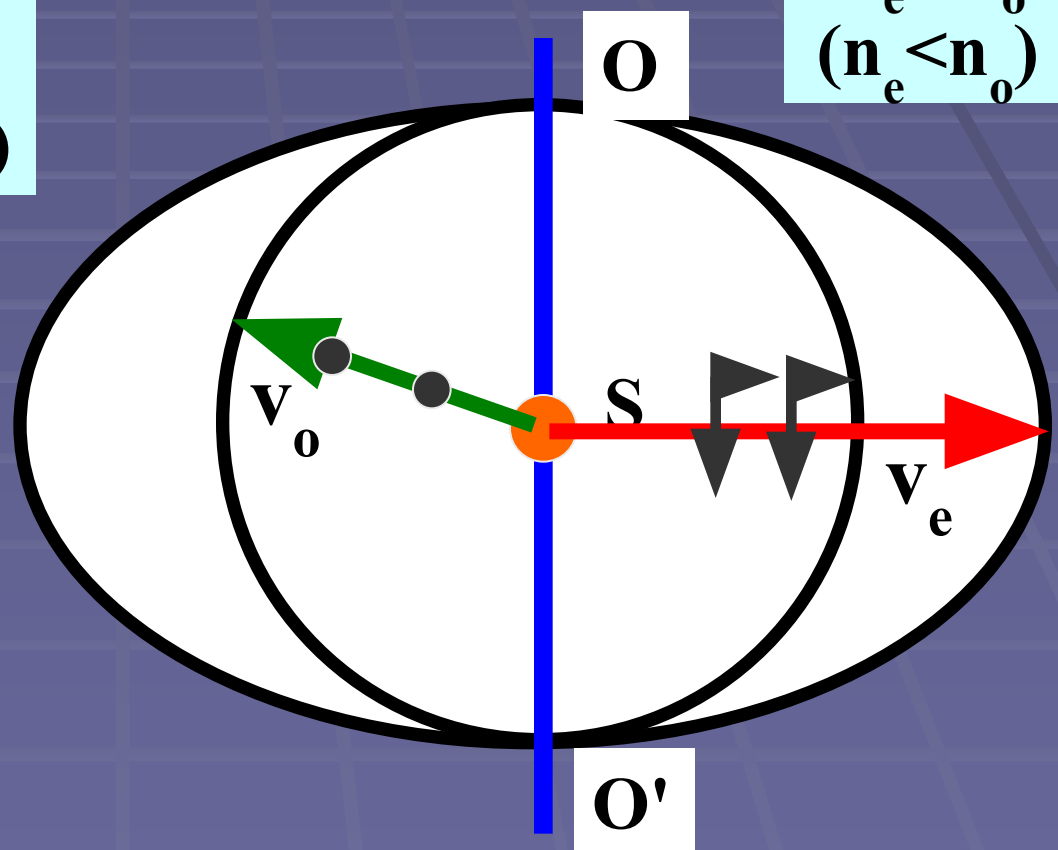
$$v_e = c/n_e$$

### Положительный одноосный кристалл



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

### Отрицательный одноосный кристалл

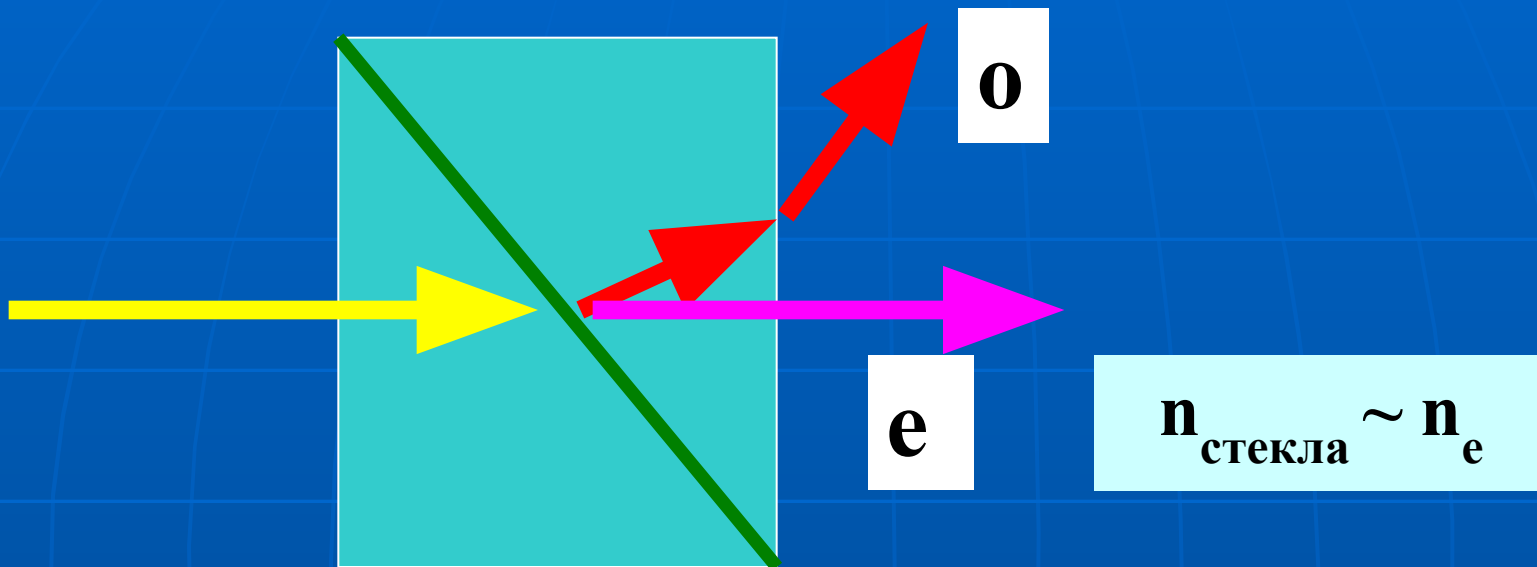


$$v_e > v_o \\ (n_e < n_o)$$



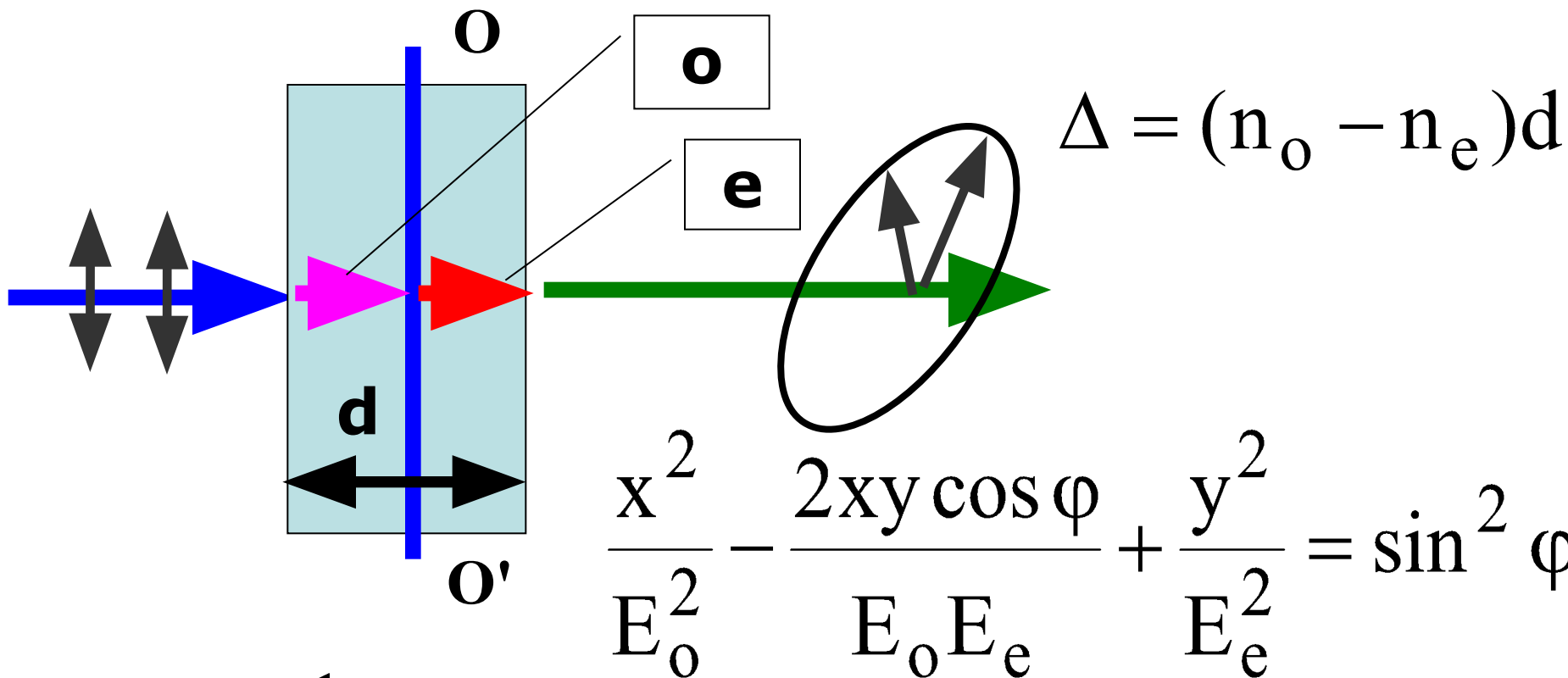


# Двоякопреломляющие призмы



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.



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

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

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

**Пластика в четверть волны**

**Пластика в пол волны**

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

## § 5.7. Искусственная оптическая анизотропия.

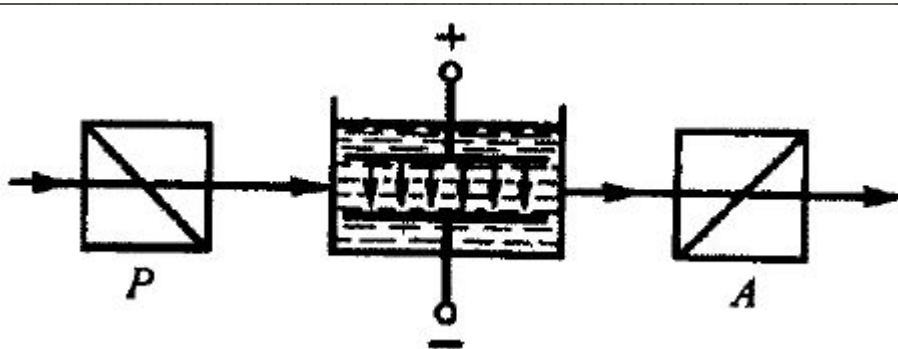
В оптически изотропных веществах возможно индуцировать **искусственную оптическую анизотропию** под воздействием:

- 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.

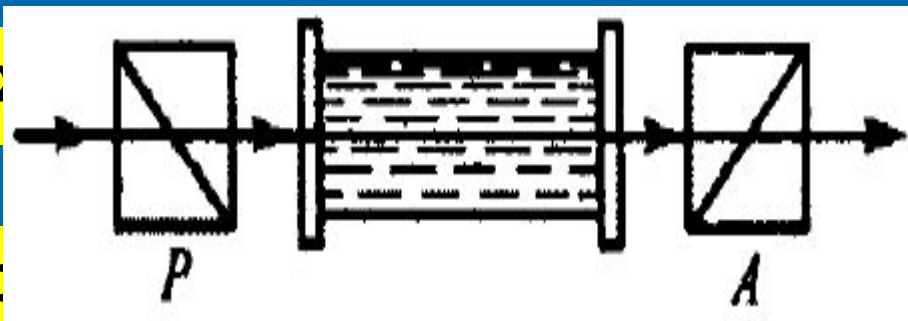
$$n_o - n_e = k_3 H^2$$

## § 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.