

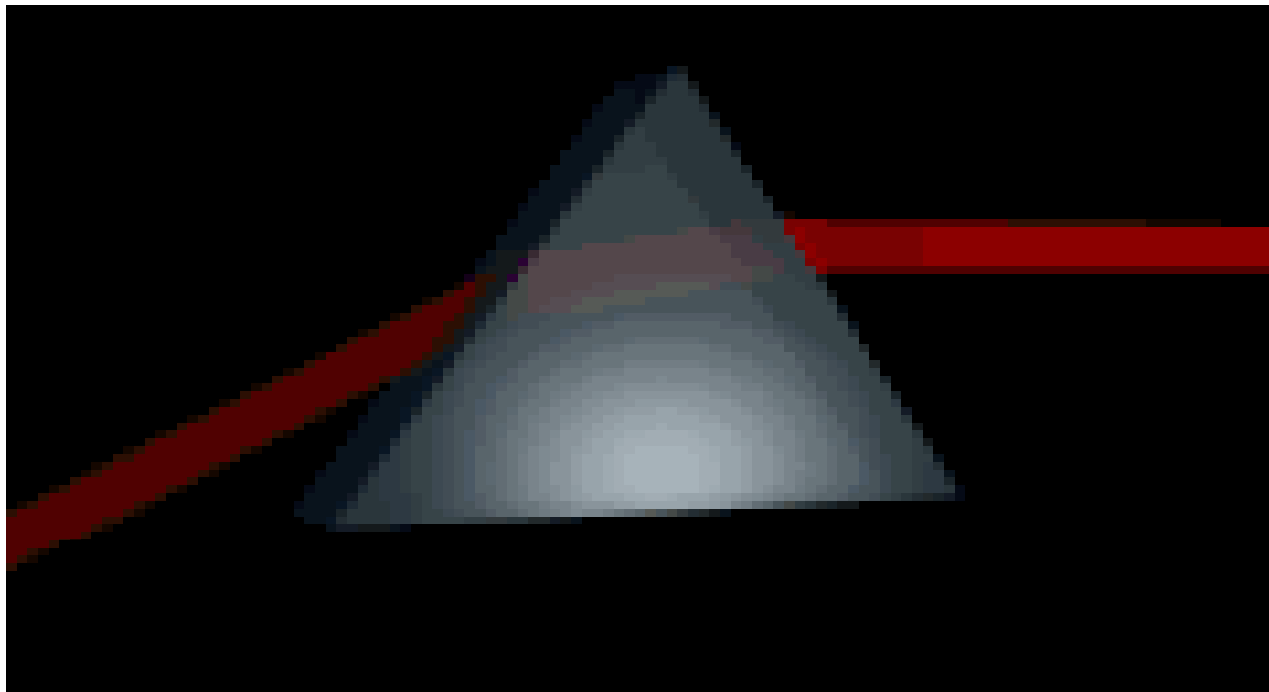
# Дисперсия света

# Дисперсия света

Дисперсией света называется зависимость показателя преломления  $n$  вещества от частоты  $\nu$  (длины волн  $\lambda$ ) света или, по другому, зависимость фазовой скорости световых волн от их частоты:

$$n = f(\nu)$$

$$n = f(\lambda)$$

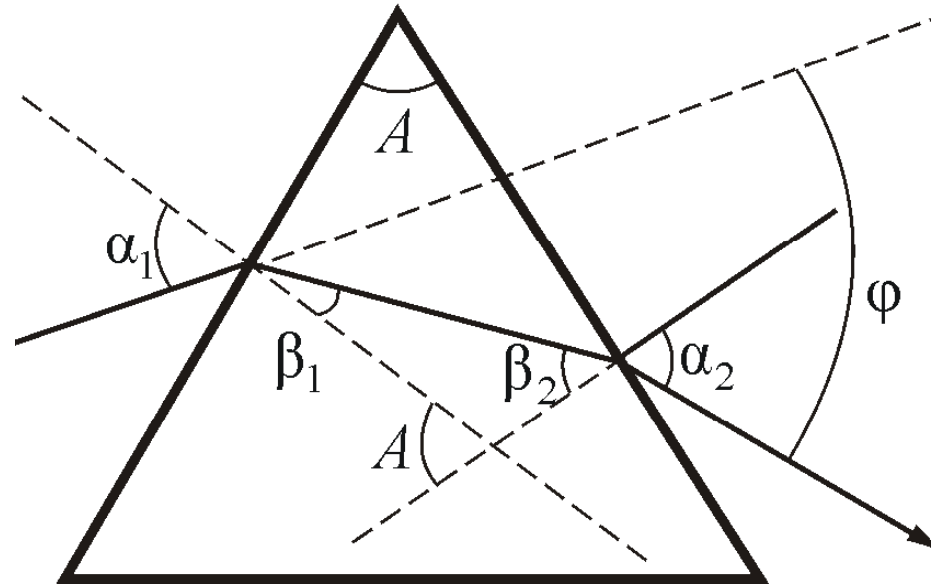


$$1) \varphi = (\alpha_1 - \beta_1) + (\alpha_2 - \beta_2)$$

$$2) \left(\frac{\pi}{2} - \beta_1\right) + \left(\frac{\pi}{2} - \beta_2\right) + A = \pi$$

$\Downarrow$

$$\beta_1 + \beta_2 = A \quad \Rightarrow \quad \varphi = \alpha_1 + \alpha_2 - A$$



Пусть углы  $A, \alpha_1$  малы.

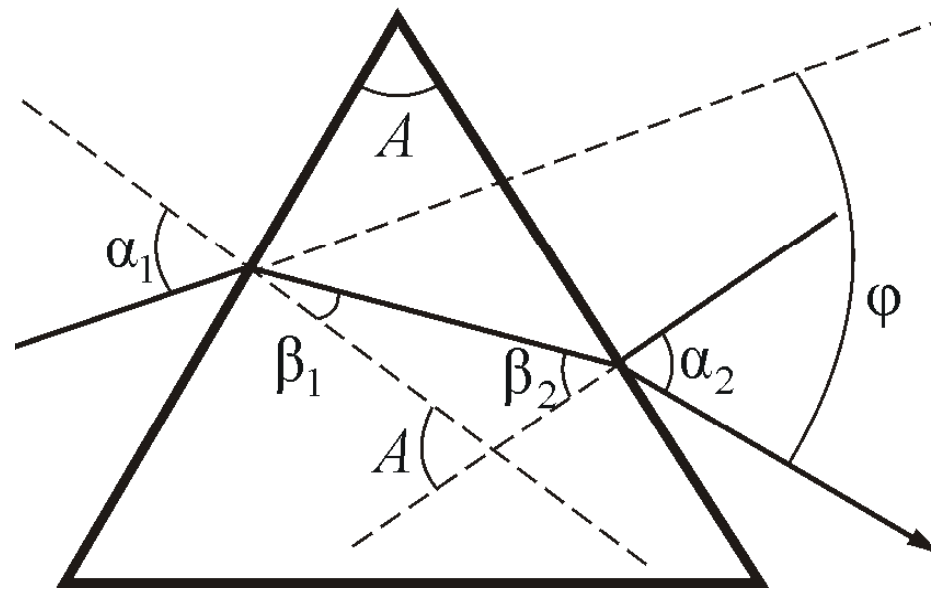
Тогда  $\alpha_2, \beta_1, \beta_2$  тоже малы и выполняется

$$\sin \alpha_1 \approx \alpha_1, \dots ?$$

$$\sin \beta_1 \approx \beta_1$$



$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} \approx n, \quad \frac{\sin \beta_2}{\sin \alpha_2} \approx \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{\alpha_1}{\beta_1} \approx n, \quad \frac{\beta_2}{\alpha_2} \approx \frac{1}{n}$$



$$\beta_1 + \beta_2 = A$$

$$\Downarrow$$

$$\alpha_2 = \beta_2 n = n(A - \beta_1) =$$

$$n\left(A - \frac{\alpha_1}{n}\right) = nA - \alpha_1$$

$$\Downarrow$$

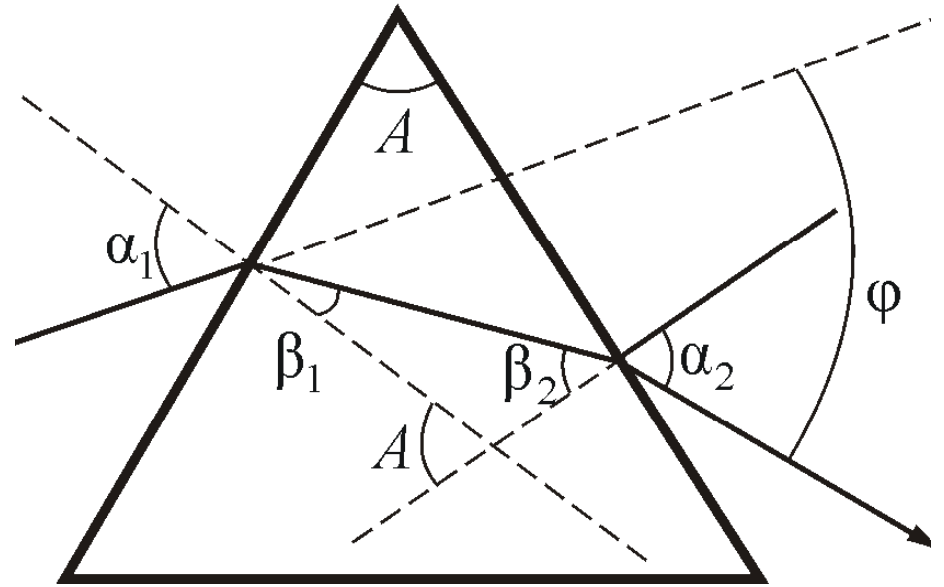
$$\alpha_1 + \alpha_2 = nA$$

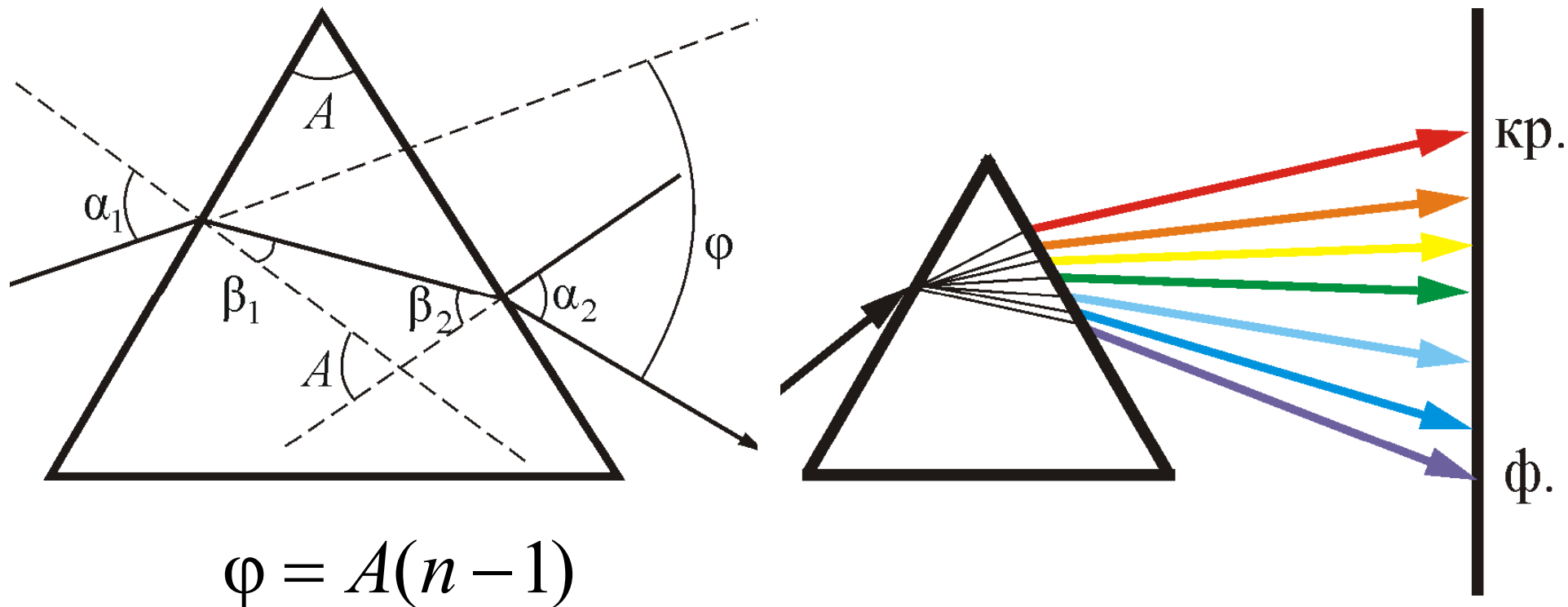
$$\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 - A$$

$$\Rightarrow$$

$$\varphi = A(n - 1)$$

$$n = f(\lambda)$$





1). Угол отклонения лучей призмой тем больше, чем больше преломляющий угол призмы  $A$

2). Лучи разных длин волн после прохождения призмы отклоняются на разные углы. **Пучок белого света** за призмой **разлагается в спектр**, который называется **дисперсионным или призматическим**.

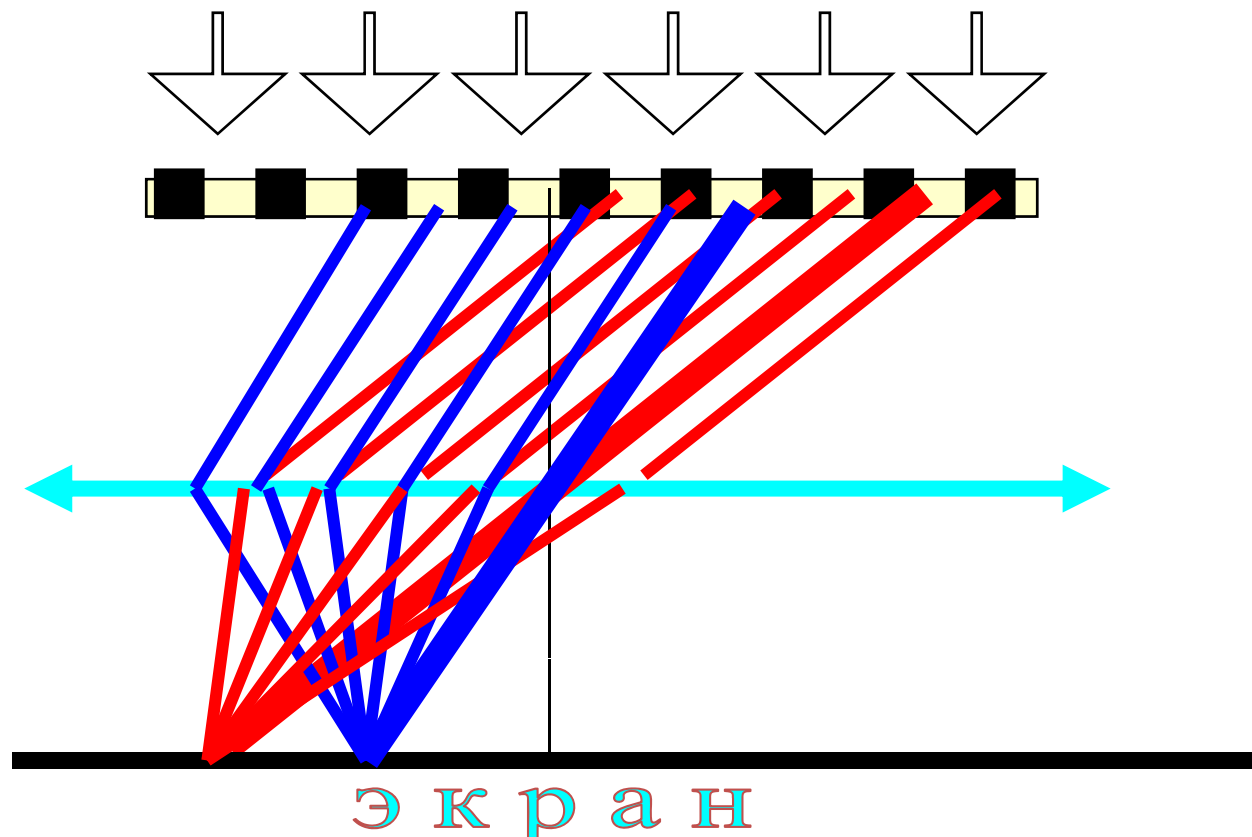
$$n = f(\lambda)$$

Дифракционная решетка разлагает белый свет на составляющие, причем из формулы

$$\sin \varphi = \frac{m\lambda}{d}$$

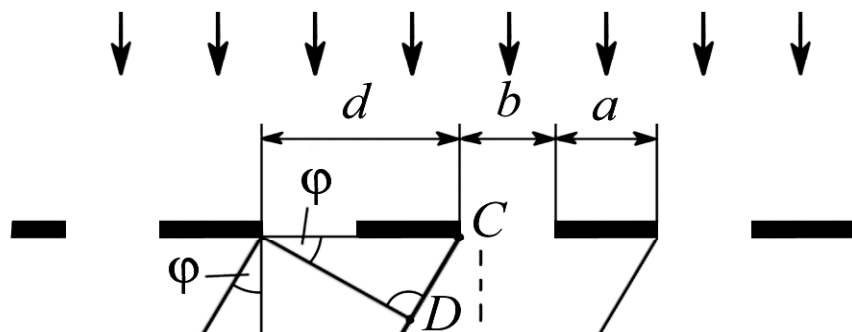
видно, что свет с большей длиной волны (красный) отклоняется на больший угол

*(в отличие от призмы, где все происходит наоборот)*



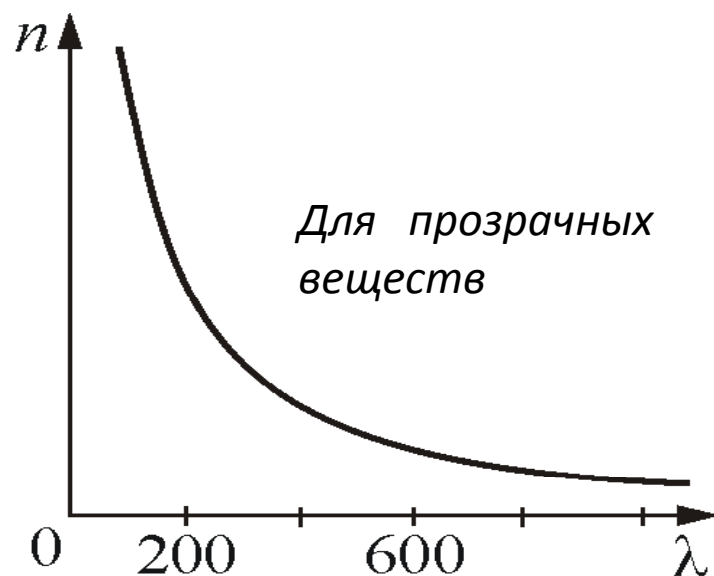
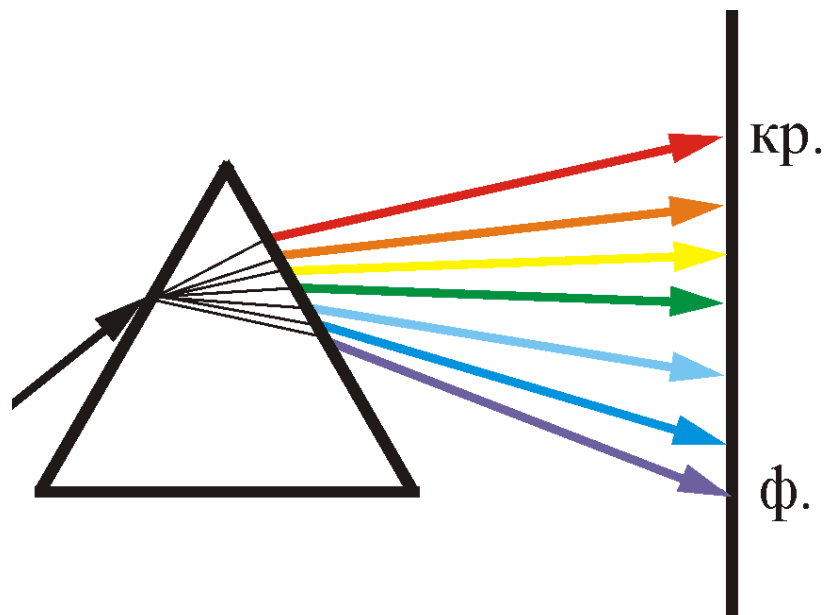
## Различия в дифракционном и призматическом спектрах.

- 1) Дифракционная решетка разлагает свет непосредственно по длинам волн:



$$\sin \phi = \frac{m\lambda}{b}$$

- 2) а призма – по показателям преломления:  $\phi = A(n - 1)$

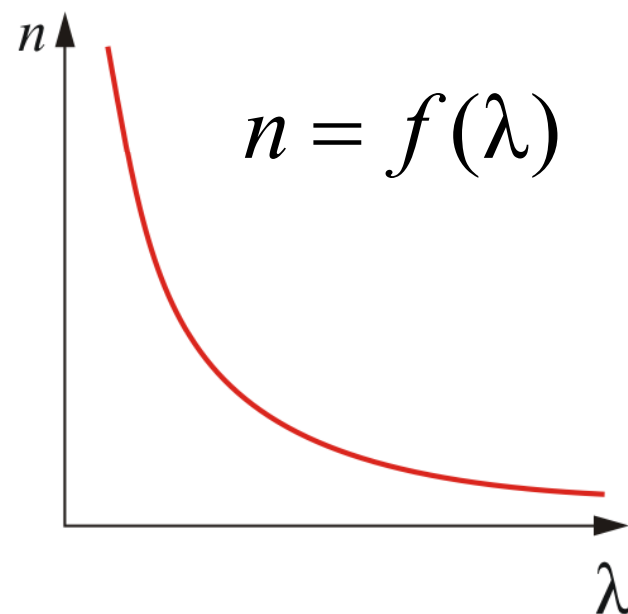
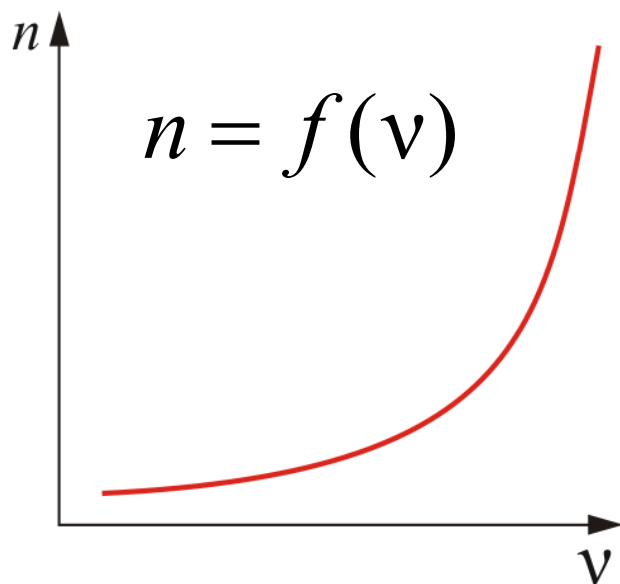




# Дисперсия света

Величина  $D = \frac{dn}{d\lambda}$  или  $D = \frac{dn}{d\nu}$

называемая **дисперсией вещества**, показывает, как быстро меняется показатель преломления с длиной волны.



# Нормальная и аномальная дисперсии

*Области значения  $\nu$ , в которых*

$$\frac{dn}{d\nu} > 0$$

или

$$\frac{dn}{d\lambda} < 0$$

соответствует **нормальной дисперсии света**

(с ростом частоты  $\nu$ , показатель преломления  $n$  увеличивается).

**Дисперсия называется аномальной, если**

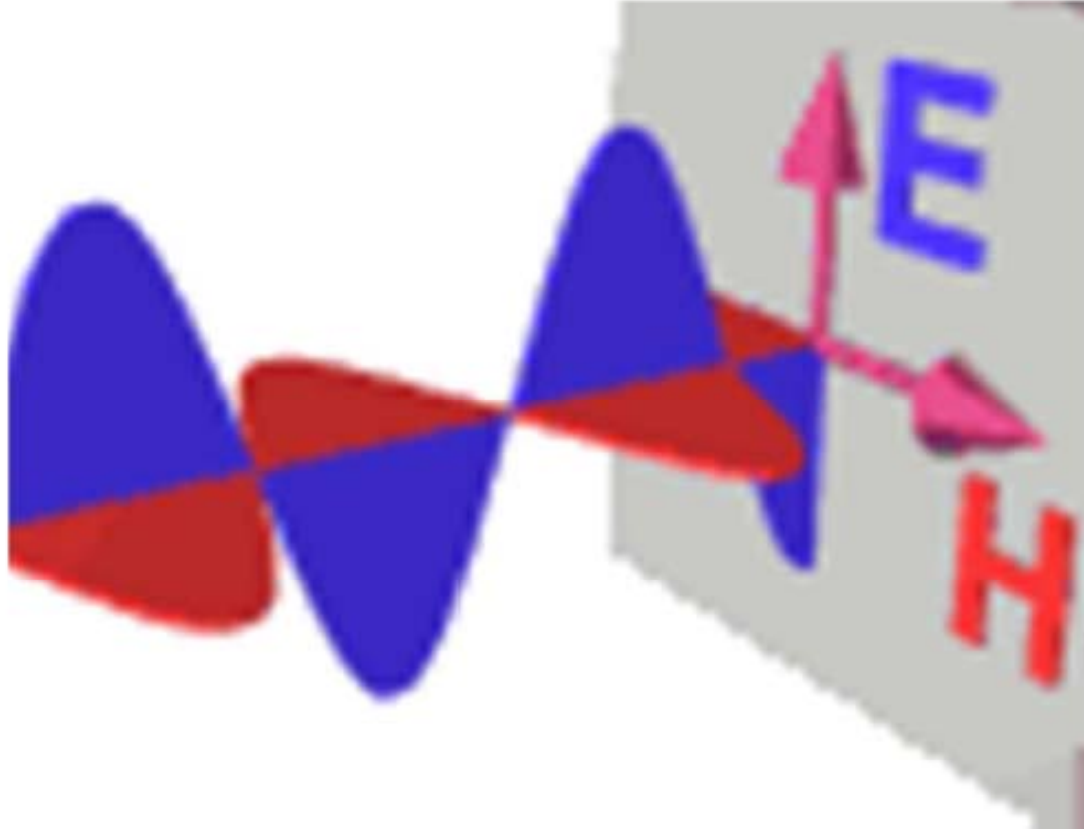
$$\frac{dn}{d\nu} < 0$$

или

$$\frac{dn}{d\lambda} > 0$$

т.е. с ростом частоты  $\nu$  показатель преломления  $n$  уменьшается.

# ***Поляризация света***



# Поляризованный и естественный свет

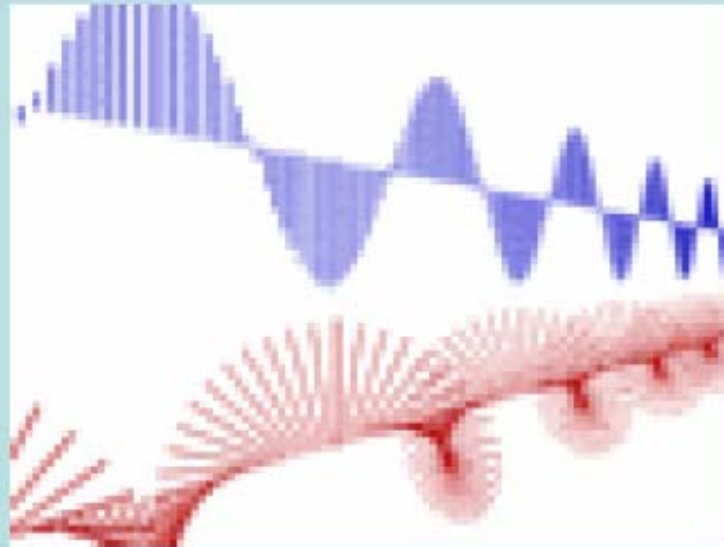
**Поляризованным** называется свет, в котором направления светового вектора ( $\vec{E}$ ) упорядочены каким-либо образом:

- в **плоско- (линейно) поляризованном** свете колебания светового вектора лежат только в одной плоскости, проходящей через луч
- **эллиптически поляризованный свет**: конец светового вектора описывает эллипс
- **поляризованный по кругу свет**: конец светового вектора описывает окружность.

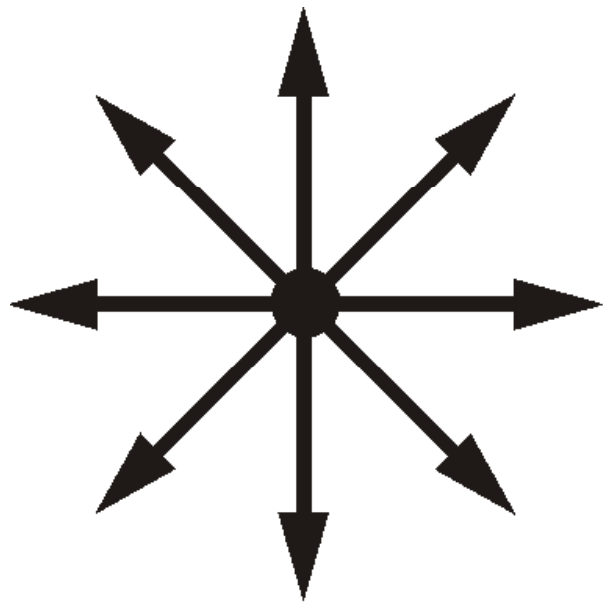
**Частично поляризованным светом** называется свет с преимущественным направлением колебаний светового вектора.

В естественном свете колебания светового вектора совершаются во всех направлениях, перпендикулярных к лучу.

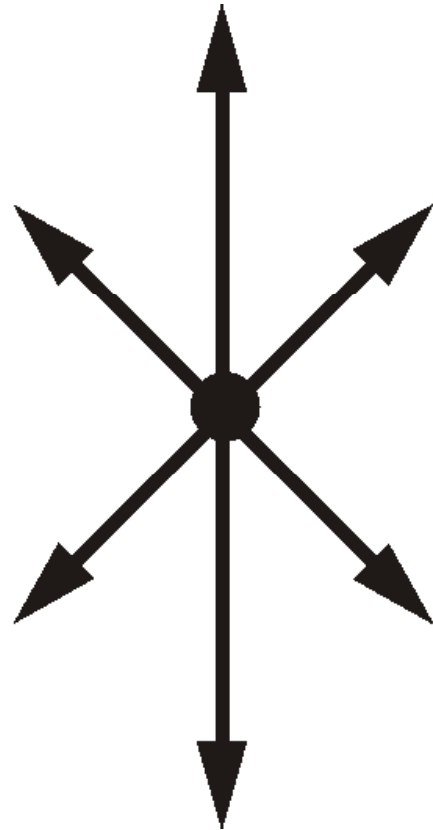
## **Линейно поляризованная электромагнитная волна и волна круговой поляризации.**



**Плоскополяризованный свет – предельный случай эллиптически поляризованного света**



(a)



(б)



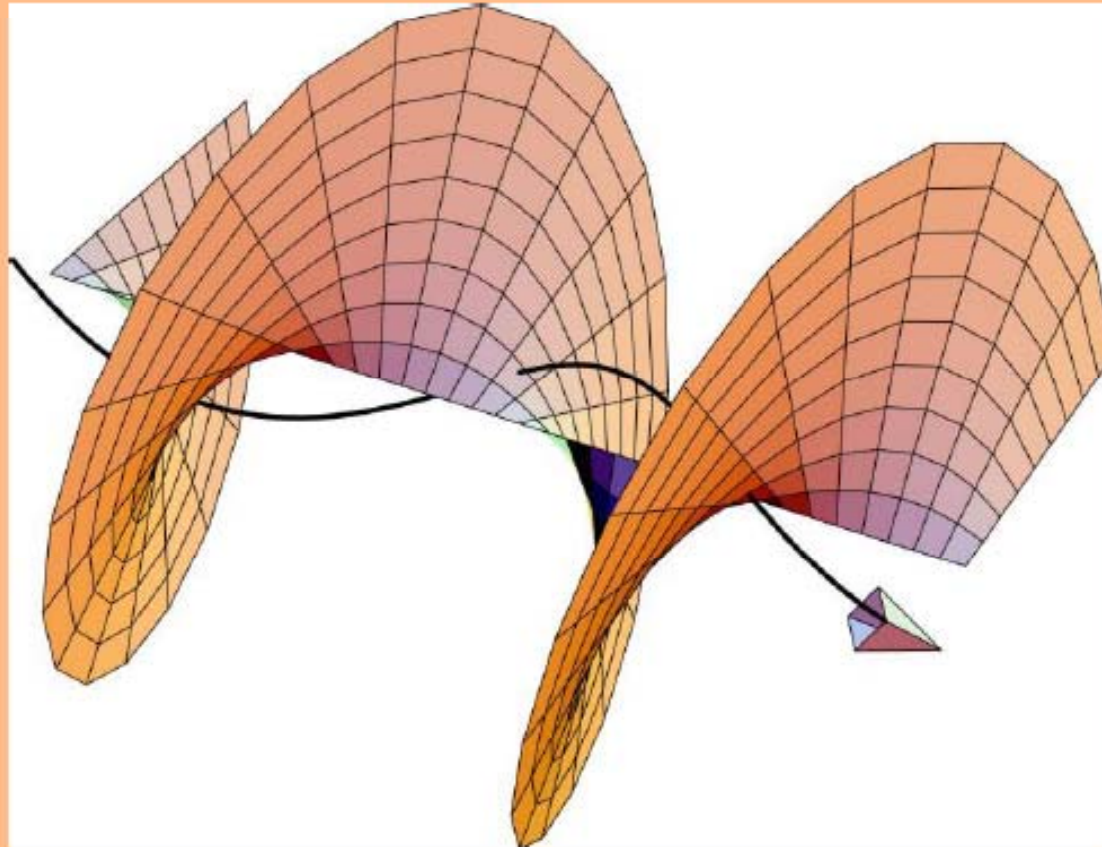
(в)

*a* - естественный свет;

*б* - частично поляризованный свет (смесь естественного с плоскополяризованным);

*в* - линейно поляризованный свет (плоскость поляризации).

## Пространственная структура эллиптически поляризованных волн

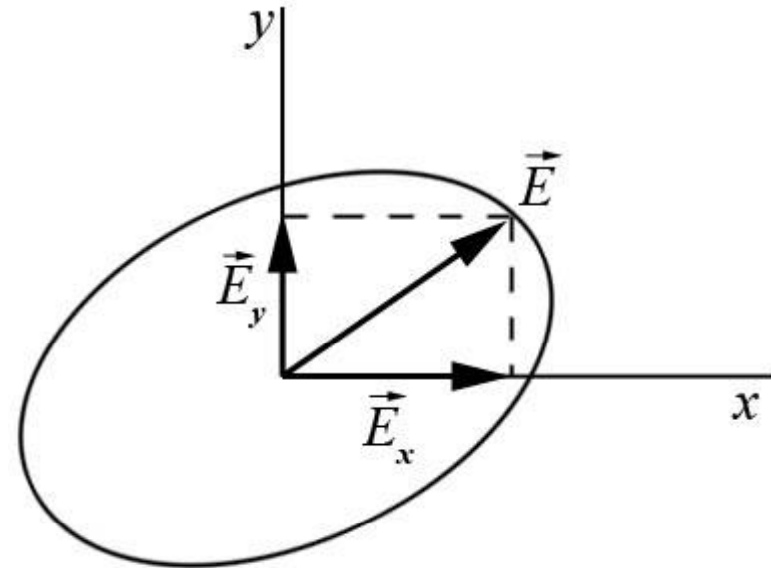




# Образование поляризованного света

Рассмотрим 2 взаимно перпендикулярных колебания, отличающихся по фазе на  $\alpha$ :

$$\begin{cases} E_x = A_1 \cos \omega t \\ E_y = A_2 \cos(\omega t + \alpha) \end{cases}$$



**Результат сложения:**

- 1)  $\alpha = 0$  или  $\pi$  – плоскополяризованный свет;
- 2)  $A_1 = A_2$  и  $\alpha = \pm \frac{\pi}{2}$  - свет, поляризованный по кругу;
- 3) произвольные  $A$  и  $\alpha$  – эллиптически поляризованный свет.

Различают эллиптическую и круговую поляризацию 2 видов:

- **правая:** если конец светового вектора вращается по часовой стрелке относительно направления, противоположного направлению луча;
- **левая:** если конец светового вектора вращается против часовой стрелки относительно направления, противоположного направлению луча.

Степень поляризации:

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

1) естественный свет:  $I_{\max} = I_{\min}$ ,  $P = 0$

2) плоскополяризованный свет:  $I_{\min} = 0$ ,  $P = 1$

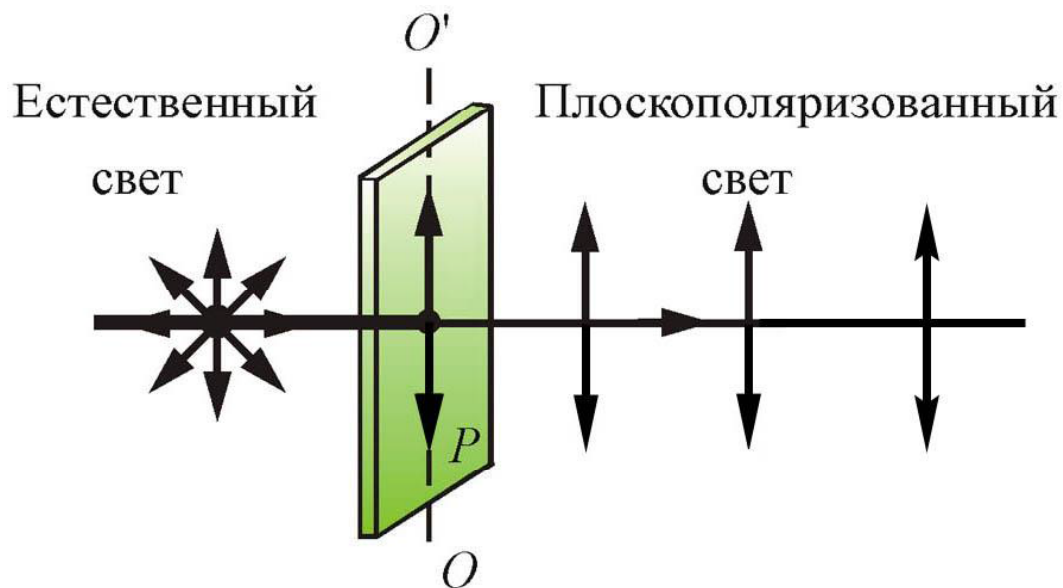
3) для эллиптически поляризованного света понятие степени поляризации неприменимо

$I_{\max}$  и  $I_{\min}$  – максимальная и минимальная интенсивности света, соответствующие двум взаимно перпендикулярным компонентам вектора  $E$

# Линейно поляризованный свет:

Устройства, позволяющие получать линейно поляризованный свет из естественного, называют *линейными поляризаторами*:

- свободно пропускают колебания, параллельные *плоскости поляризатора*,
- полностью или частично задерживают колебания перпендикулярные к его плоскости.



После прохождения поляризатора свет будет линейно поляризован в направлении  $OO'$ .

## **Линейные поляризаторы:**

- **оптически анизотропные кристаллы** (турмалин), вырезанные параллельно его оптической оси;
- **поляроиды** – целлулоидные плёнки, в которые введено большое количество одинаково ориентированных с помощью растяжения или сдвиговой деформации кристалликов.



Полихромные кристаллы турмалина

## Пример использования поляризационного фильтра в фотографии

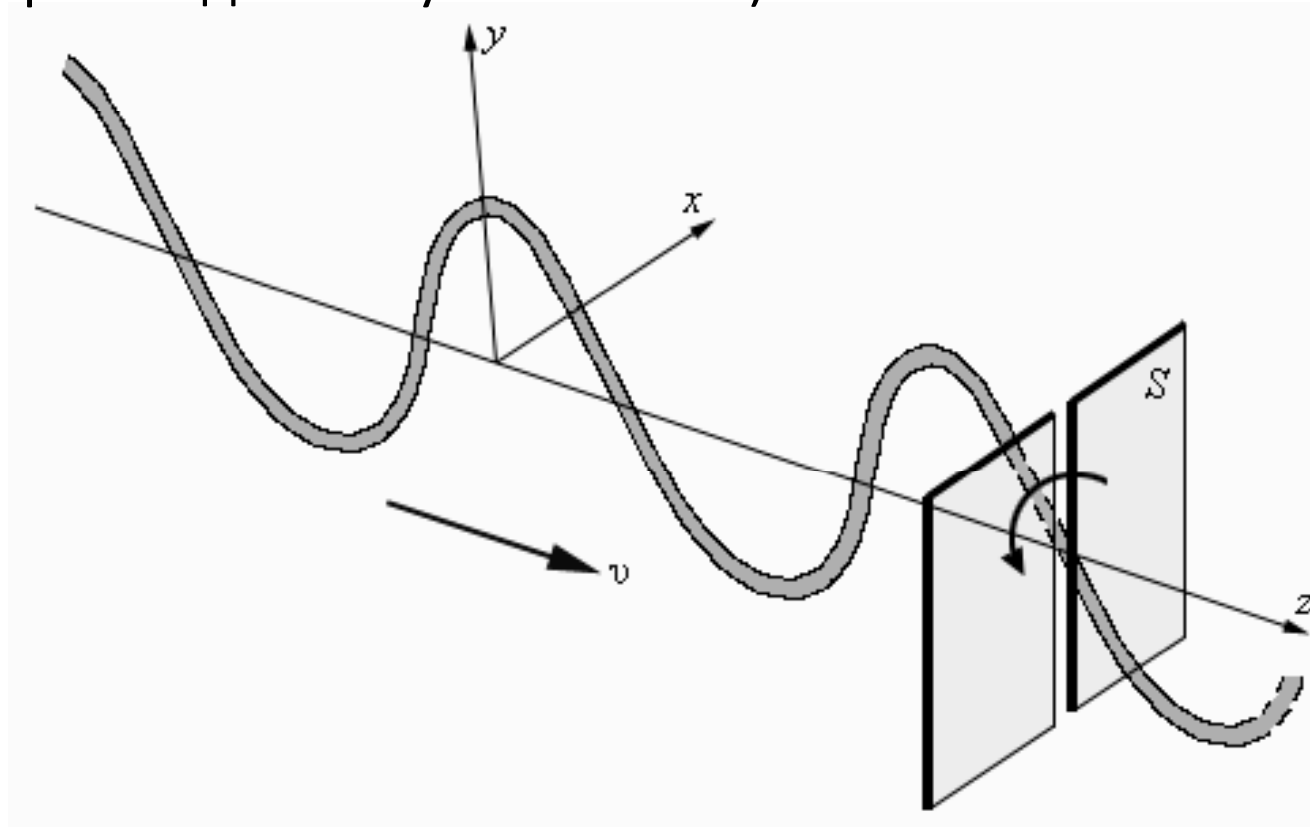


возможность изменения яркости и контраста различных частей изображения:

- получение тёмного, густо-синего неба в солнечный день;
- избавление от отражения фотографа в стекле при съёмке находящихся за стеклом объектов.

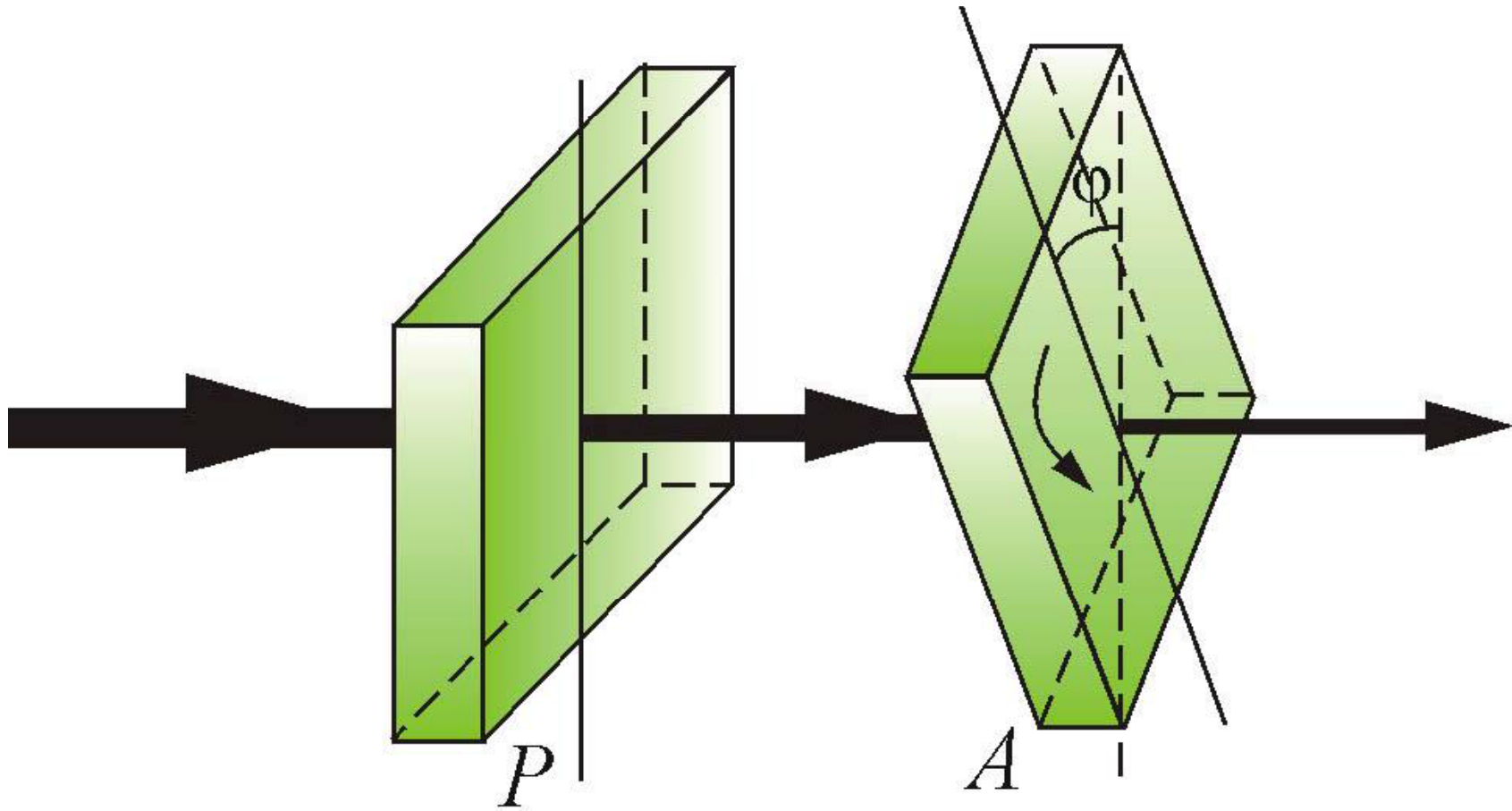
Аналогичное устройство, применяемое для исследования поляризации света – **анализатор**.

- если на пути луча поставить анализатор, интенсивность прошедшего света будет изменяться **в зависимости от того, как ориентированы друг относительно друга поляризатор и анализатор** (при повороте щели из указанного положения будет происходить затухание света).



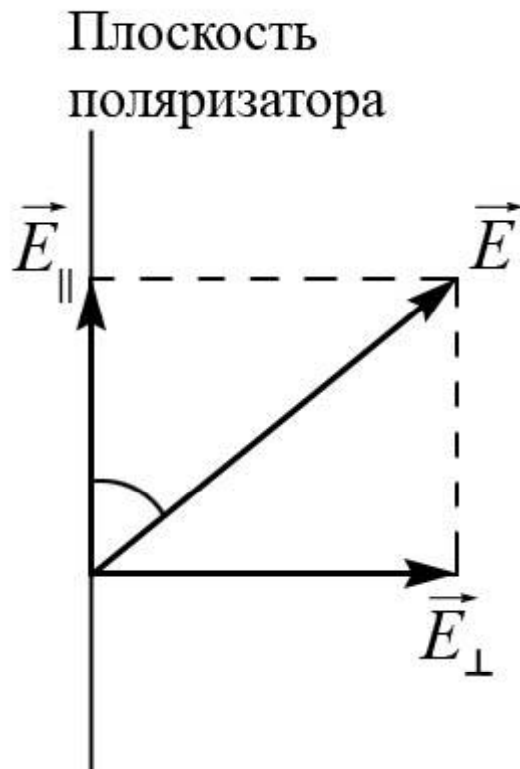
# Закон Малюса

Рассмотрим процесс падения плоскополяризованного света (от поляризатора  $P$ ) на  $\Pi$  поляризатор ( $A$ ), плоскость которого составляет с плоскостью колебаний светового вектора угол  $\phi$ :





Разложим световой вектор на составляющие:



$$\begin{cases} E_{\parallel} = E \cos \varphi \\ E_{\perp} = E \sin \varphi \end{cases} \begin{array}{l} - \text{ пройдет через} \\ \text{ прибор} \\ - \text{ будет задержано} \end{array}$$

**Интенсивность прошедшего света ( $I \sim E^2$ ):**

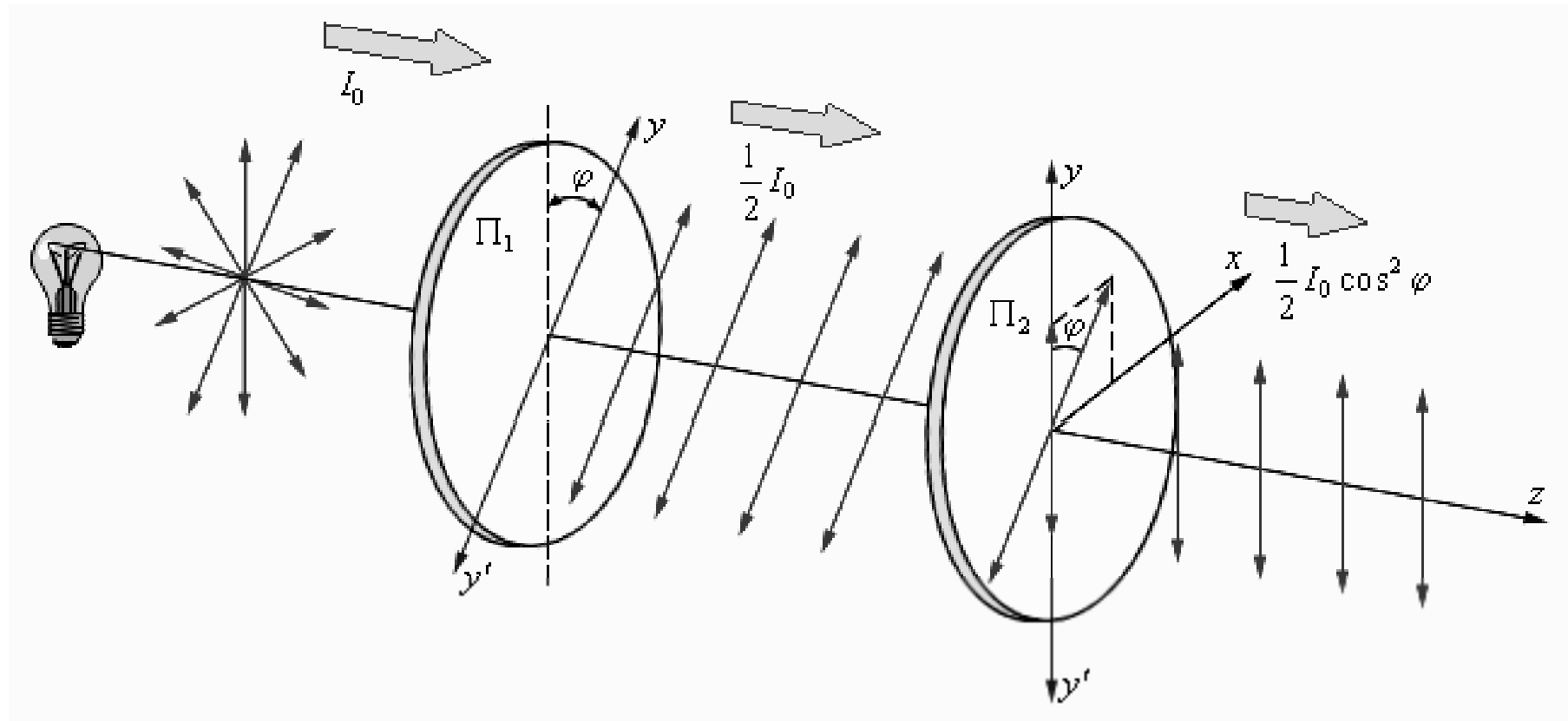
$$I = I_0 \cos^2 \varphi \quad - \text{ закон Малюса}$$

$I_0$  – интенсивность падающего на поляризатор света.

Для естественного света все значения  $\varphi$  равновероятны и

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

**- интенсивность света, прошедшего через поляризатор, составляет половину интенсивности естественного света.**



При прохождении естественного света интенсивностью  $I_0$  через 2 поляризатора с углом  $\varphi$  между их плоскостями:

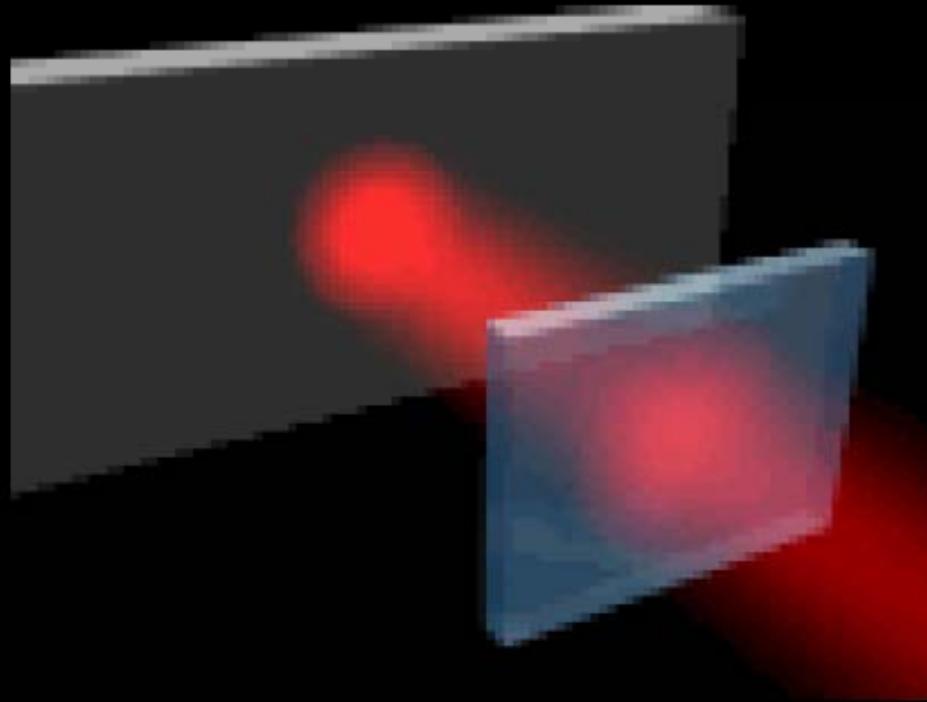
- после первого поляризатора  $I = \frac{1}{2} I_0$

- после второго поляризатора  $I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \varphi$

**Поляризаторы параллельны ( $\varphi = 0$ ):**  $I = I_{\max} = \frac{1}{2} I_0$

**Скращенные поляризаторы ( $\varphi = \pi/2$ ):**  $I = 0$

- свет не пропускают.

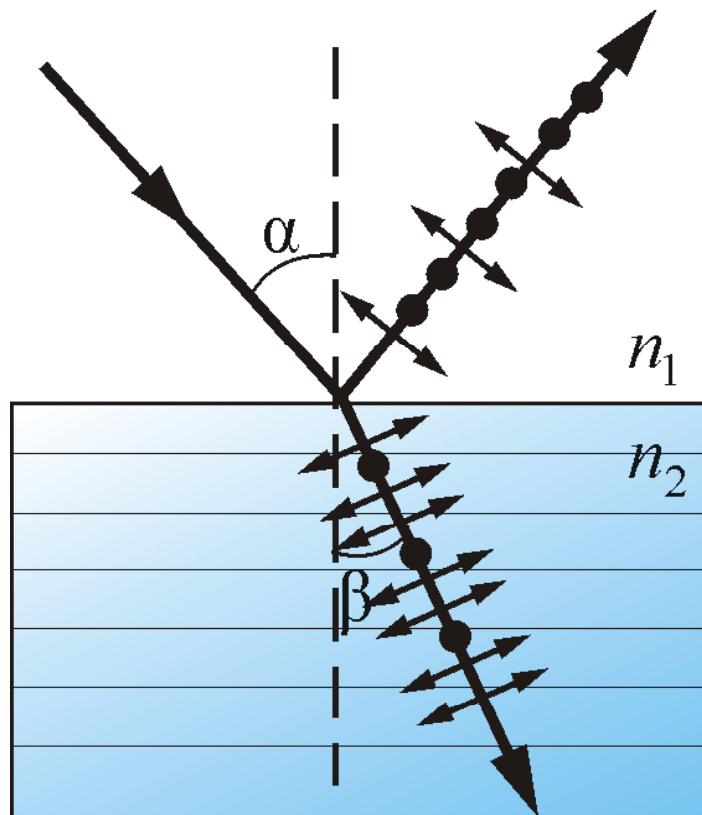


**Прохождение линейно поляризованного света He-Ne лазера через вращающийся поляроид:**

- Когда направление выделенной оси поляроида совпадает с направлением поляризации падающего света, на экране за поляроидом видно пятно с максимальной интенсивностью.
- Когда эти направления перпендикулярны, свет полностью поглощается поляроидом, и световое пятно на экране отсутствует.

# Поляризация при отражении и преломлении

Если угол падения на границу раздела двух диэлектриков отличен от нуля, **отраженный и преломленный лучи оказываются частично поляризованными**.



- В отраженном луче преобладают колебания, перпендикулярные плоскости падения,
- в преломленном луче – колебания, параллельные плоскости падения.

**Степень поляризации зависит от угла падения:**

Если свет падает под углом, удовлетворяющим соотношению -

$$\boxed{tg \alpha_B = n_{12}} \text{ закон Брюстера, то}$$

- **отраженный луч полностью поляризован** (содержит только колебания, перпендикулярные плоскости падения);
- степень поляризации преломленного луча максимальна, но он остается поляризованным частично.

$\alpha_B$  называется **углом Брюстера**.

**При падении света под углом Брюстера отраженный и преломленный лучи взаимно перпендикулярны.**

# Угол Брюстера

$$1). \operatorname{tg} \alpha_{\text{Б.}} = \frac{\sin \alpha_{\text{Б.}}}{\cos \alpha_{\text{Б.}}} = n_{12}$$

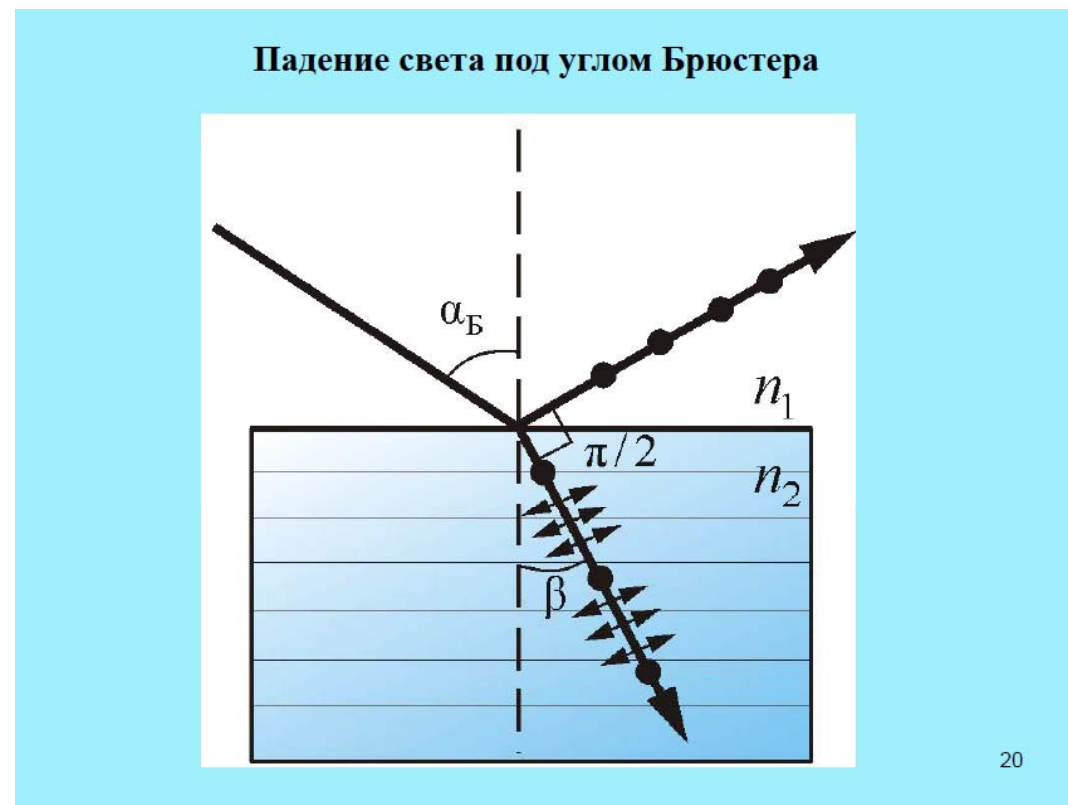
$$2). n_{12} = \frac{\sin \alpha_{\text{Б.}}}{\sin \beta}$$

⇓

$$\sin \beta = \cos \alpha_{\text{Б.}}$$

⇓

$$\beta + \alpha_{\text{Б.}} = \frac{\pi}{2}$$



При падении света под углом Брюстера отраженный и преломленный лучи взаимно перпендикулярны.

# Формулы Френеля

При падении естественного света на границу раздела двух диэлектриков:

для отраженного луча:

$$\begin{cases} I_{r\perp} = \frac{1}{2} I_0 \frac{\sin^2(\alpha - \beta)}{\sin^2(\alpha + \beta)} \\ I_{r\parallel} = \frac{1}{2} I_0 \frac{\operatorname{tg}^2(\alpha - \beta)}{\operatorname{tg}^2(\alpha + \beta)} \end{cases}$$

для преломленного луча:

$$\begin{cases} I_{p\perp} = \frac{1}{2} I_0 \left[ 1 - \frac{\sin^2(\alpha - \beta)}{\sin^2(\alpha + \beta)} \right] \\ I_{p\parallel} = \frac{1}{2} I_0 \left[ 1 - \frac{\operatorname{tg}^2(\alpha - \beta)}{\operatorname{tg}^2(\alpha + \beta)} \right] \end{cases}$$

Степень поляризации можно записать как

$$P = \frac{|I_{\perp} - I_{\parallel}|}{I_{\perp} + I_{\parallel}}$$



- В случае падения света **под углом Брюстера**:

$$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$$

Тогда в отраженном луче отсутствует составляющая, параллельная плоскости падения (как и упоминалось ранее):

$$I_{r\parallel} = \frac{1}{2} I_0 \frac{\operatorname{tg}^2(\alpha - \beta)}{\operatorname{tg}^2 \frac{\pi}{2}} = 0$$

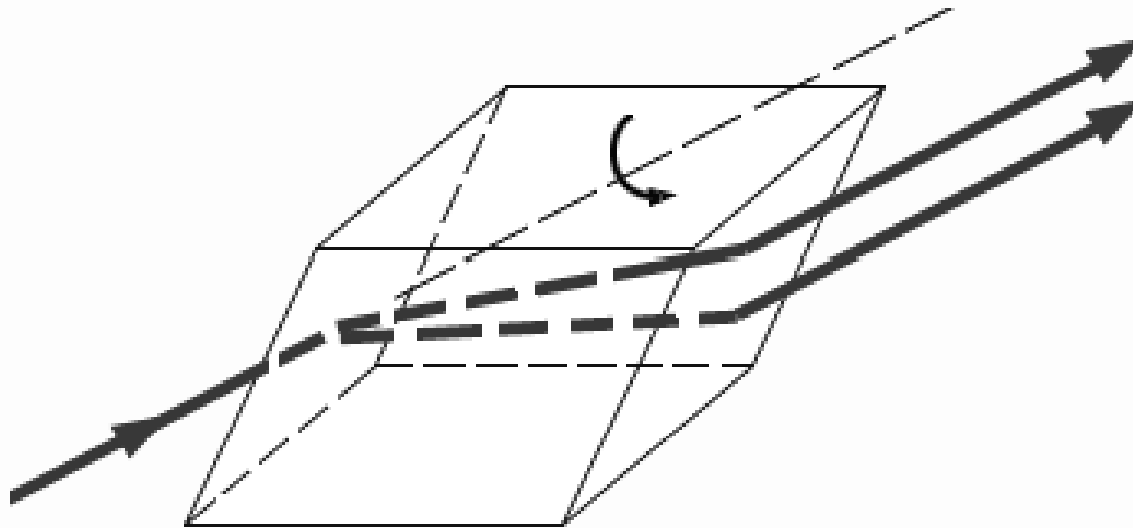
- При нормальном падении света на границу раздела:

$$I_{r\perp} = I_{r\parallel} = \left( \frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2 \quad I_{p\perp} = I_{p\parallel} = \frac{4n_1 n_2}{(n_2 + n_1)^2}$$

- исчезает различие между перпендикулярной и параллельной компонентами.

# Поляризация при двойном лучепреломлении

При прохождении через все прозрачные кристаллы (кроме принадлежащих к кубической системе) наблюдается **двойное лучепреломление** – упавший на кристалл луч разделяется внутри кристалла на 2 луча, распространяющиеся внутри кристалла с **разными скоростями и в разных направлениях**.



Кристаллы, обладающие двойным лучепреломлением, разделяют на

**Одноосные** (исландский шпат, турмалин):

- Один из преломленных лучей подчиняется закону преломления (располагаясь в плоскости падения) – ***обыкновенный луч (o)***;
- Второй луч не подчиняется закону преломления – ***необыкновенный луч (e)***.

**Двуосные** (гипс, слюда):

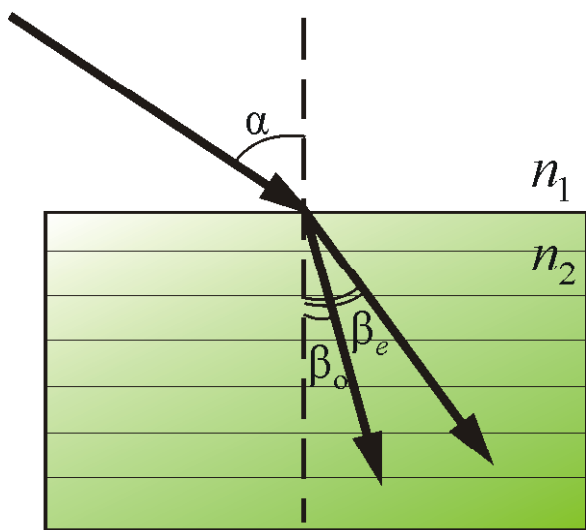
**оба луча необыкновенные** - показатели преломления для них зависят от направления в кристалле.

*Направление в одноосном кристалле, вдоль которого обыкновенный и необыкновенный лучи идут, не разделяясь и с одинаковой скоростью, называется **оптической осью кристалла** (у двуосного кристалла их две).*

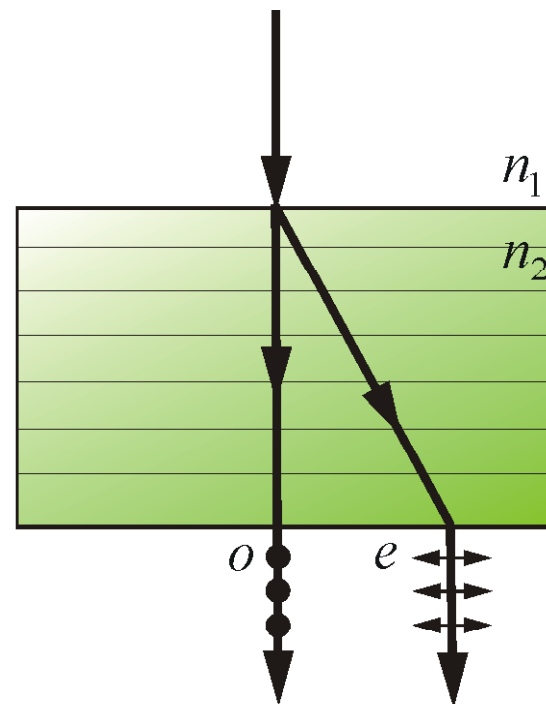
*Плоскость, проходящая через оптическую ось (и через световой луч), называется **главным сечением кристалла (или главной плоскостью)**.*

**Обыкновенный и необыкновенный лучи полностью поляризованы во взаимно перпендикулярных направлениях:**

- плоскость колебаний обыкновенного луча перпендикулярна главному сечению кристалла;
- плоскость колебаний необыкновенного луча совпадает с главным сечением.



Ход обыкновенного и  
необыкновенного лучей внутри  
одноосного кристалла



Плоскости поляризации  
обыкновенного и необыкновенного  
лучей взаимно перпендикулярны

Двойное лучепреломление объясняется **анизотропией кристалла**:

**в кристаллах некубической системы величина  $\epsilon$  зависит от направления**:

в одноосных кристаллах диэлектрическая проницаемость в направлении оптической оси и в направлениях, перпендикулярных ей, имеет разные значения  $\epsilon_{||}$  и  $\epsilon_{\perp}$ .

Так как  $n = \sqrt{\epsilon\mu} \approx \sqrt{\epsilon}$  (в диэлектриках  $\mu \approx 1$ )

видно, что скорости лучей будут разные:

**обыкновенного:**

$$v_0 = \frac{c}{n_0} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_{\perp}}}$$

**необыкновенного:**

$$v_e = \frac{c}{n_e} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_{||}}}$$

$n_0$  - показатель преломления обыкновенного луча;  
 $n_e$  - показатель преломления необыкновенного луча (перпендикулярного к оптической оси).

Различают *положительные* и *отрицательные* одноосные кристаллы:

• Для положительного  $v_0 > v_e$

• Для отрицательного  $v_0 < v_e$

В некоторых кристаллах наблюдается *явление дихроизма* – *один из лучей поглощается сильнее другого*:

В кристалле турмалина **обыкновенный луч практически полностью поглощается на длине 1 мм, а необыкновенный луч выходит из кристалла.**

Это явление используется для создания **поляроидов** (на выходе поляроида получается один поляризованный луч).

# Поляризационные устройства

Для получения поляризованного света удобнее использовать не кристаллы, а их комбинации, называемые **поляризационными призмами**:

- состоят из **двух или более трехгранных призм** из одноосных двоякопреломляющих кристаллов с одинаковой или различной ориентацией оптических осей.
- призмы склеены между собой прозрачными веществами или разделены воздушной прослойкой.
- для склеивания применяются вещества с  $n$ , близким к среднему значению  $n_o$  и  $n_e$  лучей (канадский бальзам, глицерин, касторовое и льняное масла...).



Поляризационные призмы делятся на:

1) **однолучевые поляризационные призмы:**

- из них выходит **один пучок линейно поляризованного света;**
- действуют по принципу **полного отражения:**

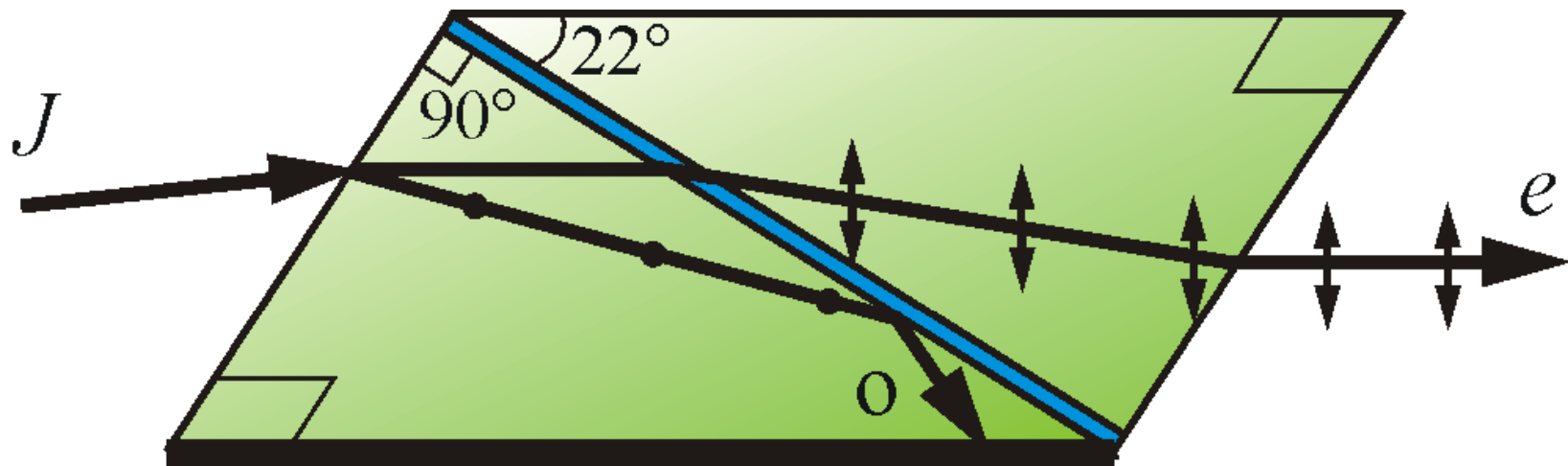
- пропускается необыкновенный луч  $e$ ,

- отсекается (поглощается или выводится в сторону (за счет внутреннего отражения)) обыкновенный луч  $o$ .

2) **двулучевые поляризационные призмы:** пропускают обе взаимно-перпендикулярно линейно поляризованные компоненты исходного пучка, **пространственно разделяя их.**

## Пример однолучевой призмы - призма Николя:

- призма из исландского шпата, разрезанная по диагонали и склеенная канадским бальзамом;
- углы в призме рассчитаны так, чтобы необыкновенный луч прошел через слой канадского бальзама, а обыкновенный претерпел на нем полное отражение и поглотился зачерненной гранью.



Показатель преломления канадского бальзама  $n_e < n_{к.б.} < n_0$

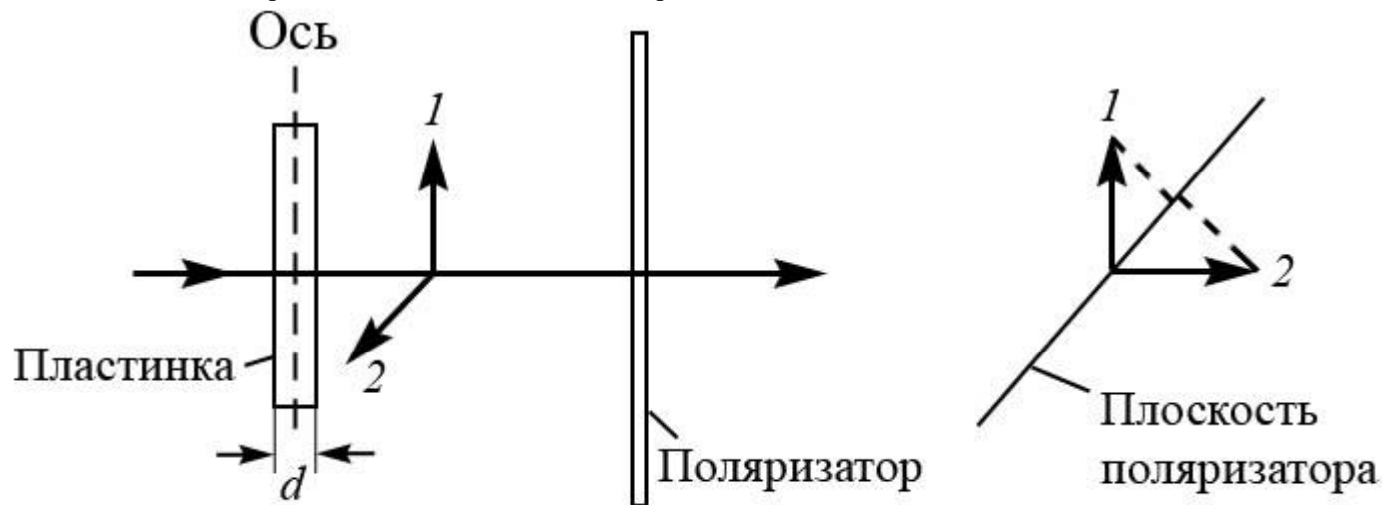
# Интерференция поляризованных лучей

Если лучи поляризованы во взаимно перпендикулярных направлениях, интерференции не будет.

**Интерферировать могут лучи, поляризованные в одном направлении.**

Рассмотрим нормальное падение плоскополяризованного света на кристаллическую пластинку, вырезанную параллельно оптической оси.

Обыкновенный и необыкновенный лучи распространяются, не разделяясь, но с **различной скоростью**.



За время прохождения через пластинку между ними возникнет разность хода

$$\Delta = (n_0 - n_e)d$$

Соответствующая разность фаз:

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda_0} \Delta = \frac{2\pi}{\lambda_0} (n_0 - n_e)d \quad (\lambda_0 - \text{длина волны в вакууме}).$$

После прохождения через поляризатор колебания лучей **1, 2 будут лежать в одной плоскости** (с амплитудами, равными проекции амплитуд лучей 1, 2 на плоскость поляризатора), и **лучи 1, 2 могут интерферировать.**

Если на пластинку падает **естественный свет**, **интерференции не будет**, т.к. обыкновенный и необыкновенный лучи содержат колебания, принадлежащие разным цугам волн и вследствие этого **некогерентны.**

# Анализ поляризованного света

Рассмотрим нормальное падение плоско-поляризованного света на кристаллическую пластинку, вырезанную параллельно оптической оси:

Разность хода между обыкновенным и необыкновенным лучами

$$\Delta = (n_o - n_e)d$$

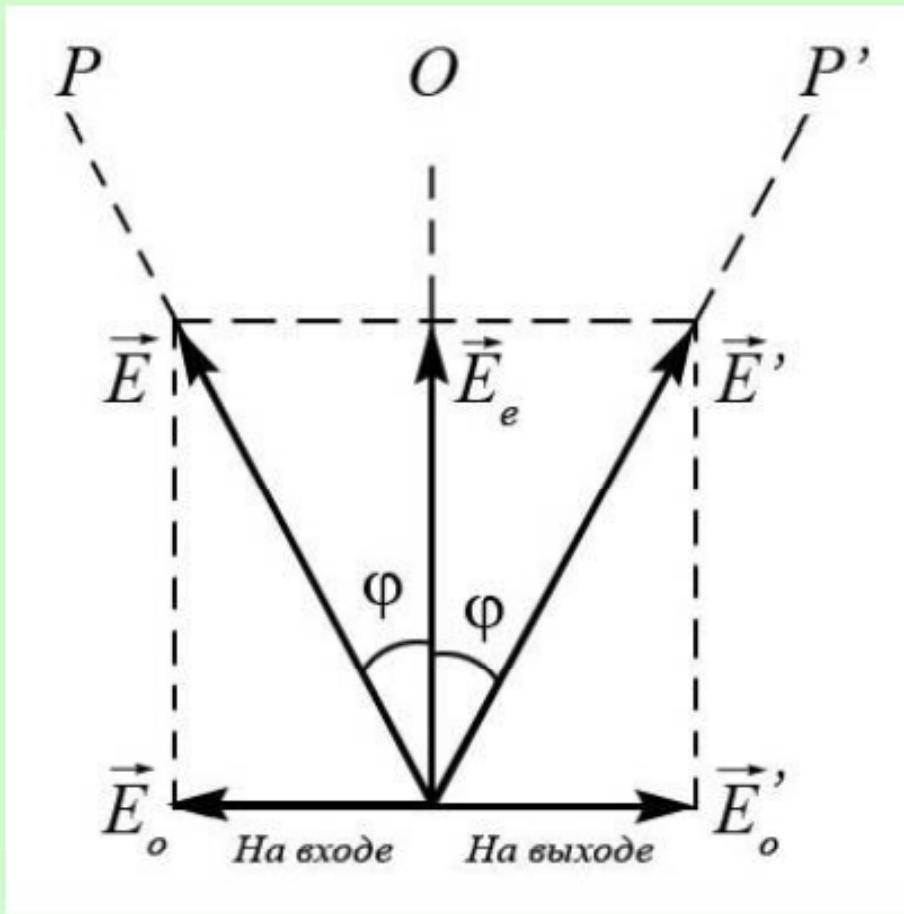
- Если  $\Delta = m\lambda_0 + \frac{\lambda_0}{4}$  - *пластинка в четверть волны,*

разность фаз при прохождении через нее  $\delta = \frac{\pi}{2}$ .

- Если  $\Delta = m\lambda_0 + \frac{\lambda_0}{2}$  - *пластинка в полволны,*

разность фаз при прохождении через нее  $\delta = \pi$ .

## Прохождение плоскополяризованного света через пластинку в полволны:



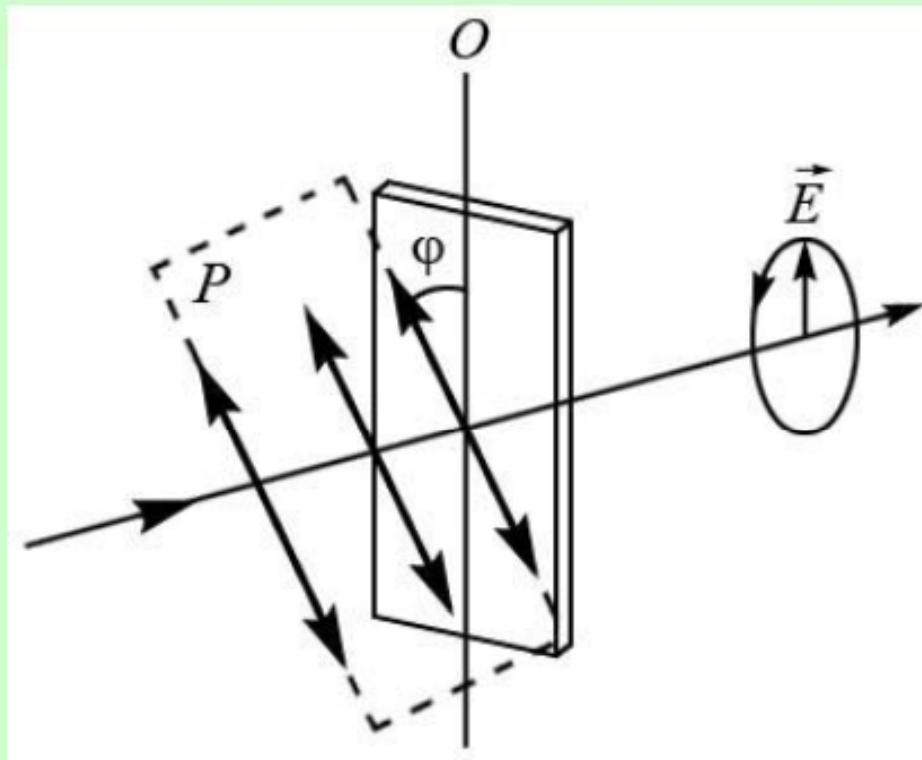
На входе в пластинку плоскость поляризации света –  $P$ .

При прохождении через пластинку свет разделится на компоненты  $o$  и  $e$ , разность фаз между которыми составит  $\pi$ .

В результате на выходе из пластинки ориентация лучей станет зеркально отраженной, плоскость поляризации –  $P'$ .

Итак, **пластинка в полволны поворачивает плоскость колебаний прошедшего через нее света на угол  $2\varphi$**  ( $\varphi$  – угол между плоскостью колебаний в падающем луче и осью пластинки).

## Прохождение плоскополяризованного света через пластинку в четверть волны:



На входе в пластинку плоскость колебаний –  $P$ .

- При  $\phi = 45^\circ$

амплитуды лучей  $o$  и  $e$  одинаковы, разность фаз между ними составит  $\pi/2$  – свет, вышедший из пластинки, будет поляризован по кругу.

- При произвольном  $\phi$

амплитуды  $o$  и  $e$  лучей разные – свет поляризован по эллипсу, одна из осей которого совпадает с осью пластинки.

Итак, **пластинка в четверть волны превращает плоскополяризованный свет в свет, поляризованный по кругу или по эллипсу** (в зависимости от угла между плоскостью колебаний в падающем луче и осью пластинки).



## Независимо от толщины пластинки

- При  $\varphi = 0$  – в пластинке будет распространяться только луч  $e$ ,
  - При  $\varphi = \pi/2$  – в пластинке будет распространяться только луч  $o$ .
- **свет останется плоскополяризованным** (с плоскостью колебаний, совпадающей с  $P$ ).

## **Отличие эллиптически поляризованного света от естественного с помощью пластинки $\lambda/4$ :**

(одна из осей эллипса совпадает с осью пластинки)

Пластинка  $\lambda/4$  вносит дополнительную разность фаз  $\pi/2$  между проходящими через нее лучами  $o$  и  $e$ . Результирующая разность фаз между ними станет равной 0 или  $\pi$  – **свет превратится в линейно поляризованный**, в чем можно убедиться с помощью поляризатора: при вращении П свет гасится.

При прохождении через пластинку  $\lambda/4$  естественного света он **останется естественным**, в этом случае гашения не будет.



# Искусственное двойное лучепреломление

## При механической деформации

*Возникновение двойного лучепреломления в изотропных телах (прозрачных аморфных телах и в кристаллах кубической системы) в результате механической деформации называется **фотоупругостью (пьезооптическим эффектом)**.*

Причиной является упорядочивание анизотропных молекул среды в результате механического воздействия, в отсутствие которого молекулы располагаются хаотически и среда является макроскопически изотропной.

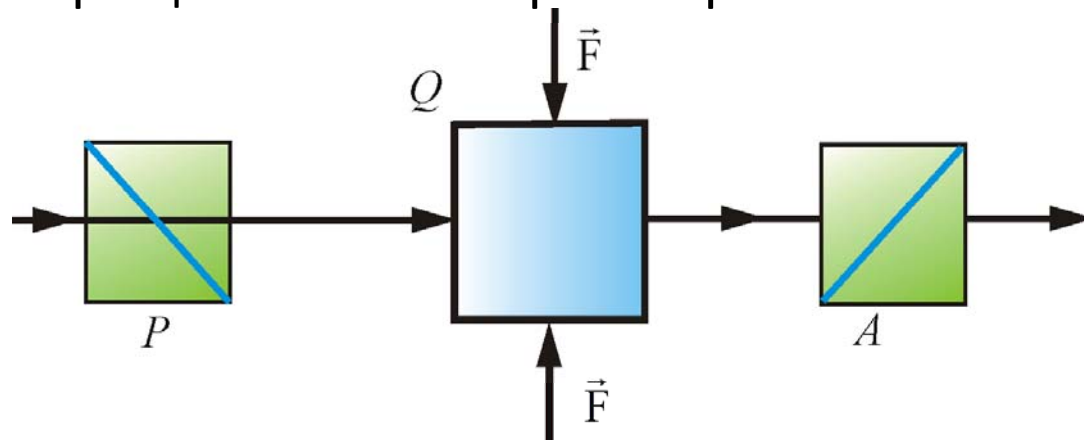
Мерой возникающей оптической анизотропии является разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей.

Экспериментально доказано, что оптическая анизотропия пропорциональна напряжению (силе, приходящейся на единицу площади):

$$n_o - n_e = k\sigma$$

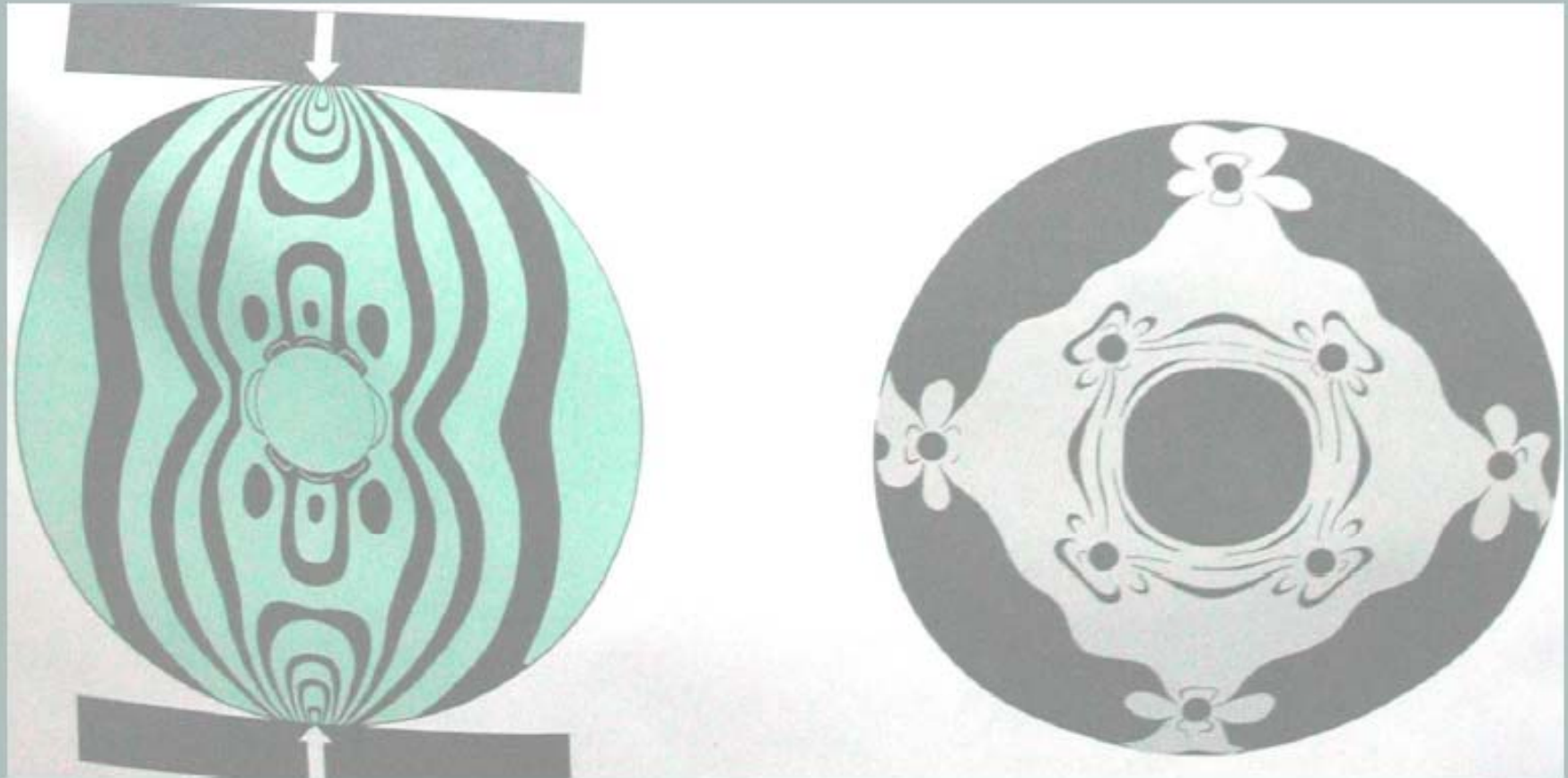
$k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств вещества и длины волны.

Рассмотрим стеклянную пластинку  $Q$ , помещенную между двумя скрещенными поляризаторами  $P$  и  $A$ :



**В отсутствие механической деформации свет через них проходить не будет.**

При деформировании свет начинает проходить, причем картина на экране получится цветная. **По распределению цветных полос можно судить о распределении напряжений в стеклянной пластинке.**

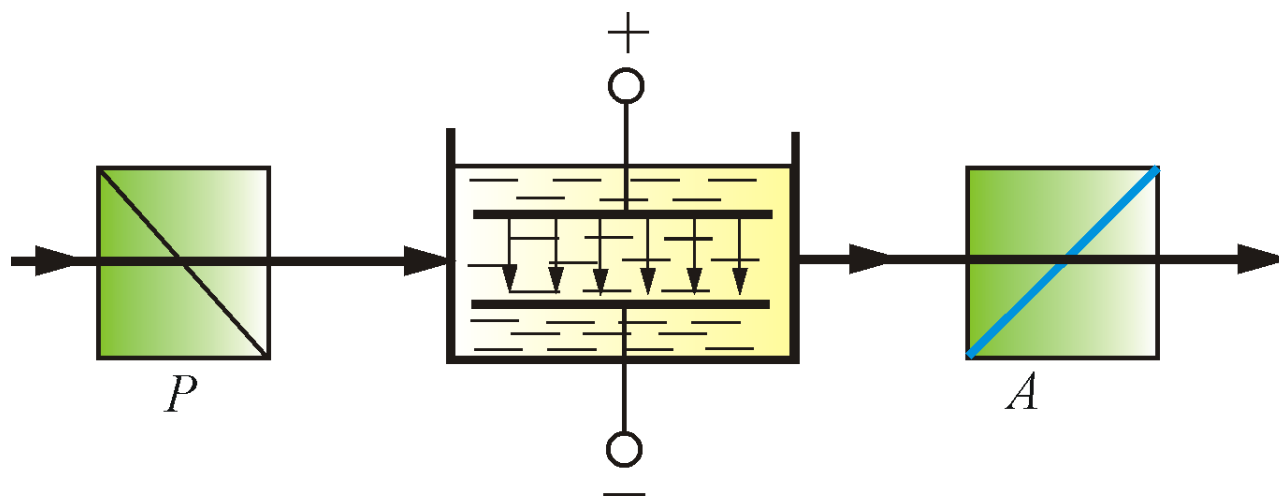


**Распределение возникающих внутренних напряжений в прозрачных фотоупругих моделях для различных нагрузок**

## В электрическом поле

Возникновение двойного лучепреломления в изотропных средах (аморфных твердых телах, жидкостях и газах) под воздействием электрического поля называется **эффектом Керра**.

Рассмотрим **ячейку Керра** – кювету с жидкостью, в которую введены пластины конденсатора, помещенную между двумя скрещенными поляризаторами  $P$  и  $A$ :



В отсутствие внешнего электрического поля свет через систему не проходит.

## При наложении электрического поля

- жидкость приобретает свойства одноосного кристалла с оптической осью, ориентированной вдоль поля,
- возникает двойное преломление,
- свет на выходе из конденсатора поляризован эллиптически,
- часть его пройдет через анализатор.

Разность показателей преломления лучей o и e пропорциональна квадрату напряжённости внешнего электрического поля  $E_0$ :

$$n_o - n_e = qE_0^2$$

$q$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств вещества и длины волны.

Разность фаз между лучами  $o$  и  $e$  после прохождения через конденсатор:

$$\delta = 2\pi V l E_0^2$$

$l$  – толщина проходимого слоя вещества.

$$V = \frac{q}{\lambda} \quad - \text{ постоянная Керра.}$$

Явление Керра объясняется различной поляризуемостью молекул в разных направлениях:

- в отсутствие внешнего поля молекулы ориентированы хаотически и среда является макроскопически изотропной.
- во внешнем поле молекулы ориентируются по полю, среда становится оптически анизотропной.

**При росте  $T$  тепловое движение молекул препятствует действию внешнего поля – постоянная Керра уменьшается.**

# Вращение плоскости поляризации

**Оптически активные вещества** - среды, которые при прохождении через них плоско-поляризованного света способны вращать его плоскость поляризации.

**Выделяют 2 типа оптически активных веществ:**

1. оптически активные в любом агрегатном состоянии (сахара, камфора, винная кислота): оптическая активность обусловлена асимметричным строением их молекул,
2. оптически активны только в кристаллической фазе (кварц, киноварь); оптическая активность обусловлена специфической ориентацией молекул (ионов) в элементарных ячейках кристалла.

**Оптически активные вещества существуют в 2 формах (в зависимости от направления вращения плоскости поляризации) - правой и левой;** при этом молекула или кристалл правой формы зеркально-симметричны молекуле или кристаллу левой формы.

**Направление вращения:**

- «+» - **вправо** относительно наблюдателя, к которому свет приближается;  
«-» - **влево** относительно данного наблюдателя.

## В кристаллах:

(сильнее всего вращают плоскость поляризации, если луч распространяется вдоль оптической оси).

$$\varphi = \alpha l$$

$\varphi$  – угол поворота;

$l$  – расстояние, пройденное лучом в кристалле;

$\alpha$  – **постоянная вращения** (зависит от длины волны).

## В растворах:

$$\varphi = [\alpha] c l$$

$c$  – концентрация активного вещества;

$[\alpha]$  – **удельная постоянная вращения**.