

Поляризация света.  
Взаимодействие света с веществом.

*Поляризация.*

*Закон Малюса.*

*Отражение света от диэлектрика.*

*Закон Брюстера.*

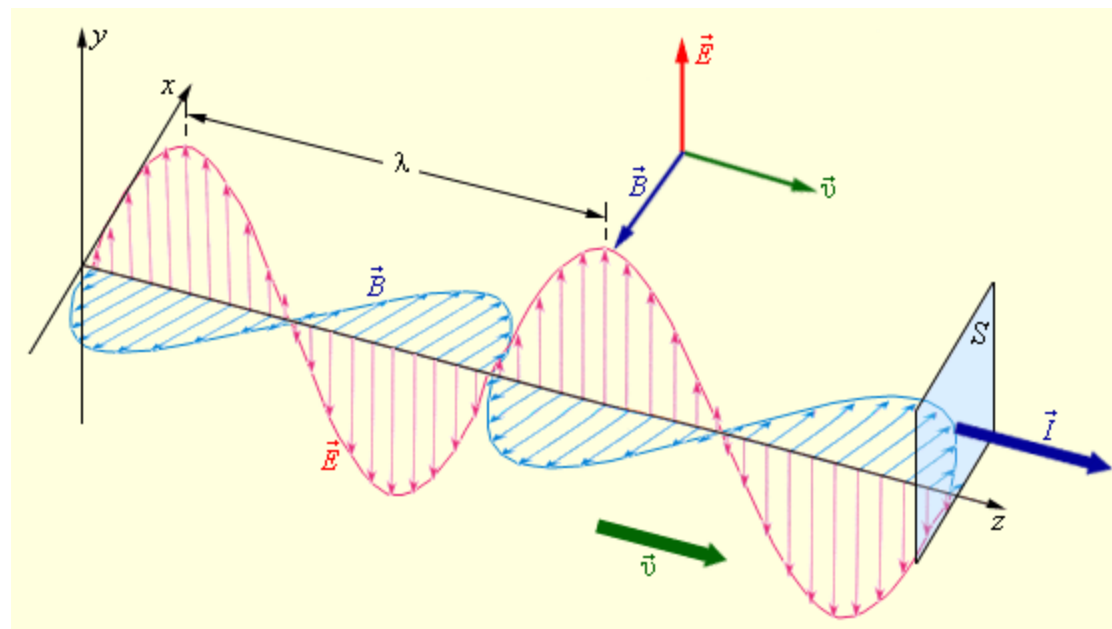
*Искусственная поляризация.*

*Дисперсия.*

*Электронная теория Лоренца.*

*Поглощение света веществом.*

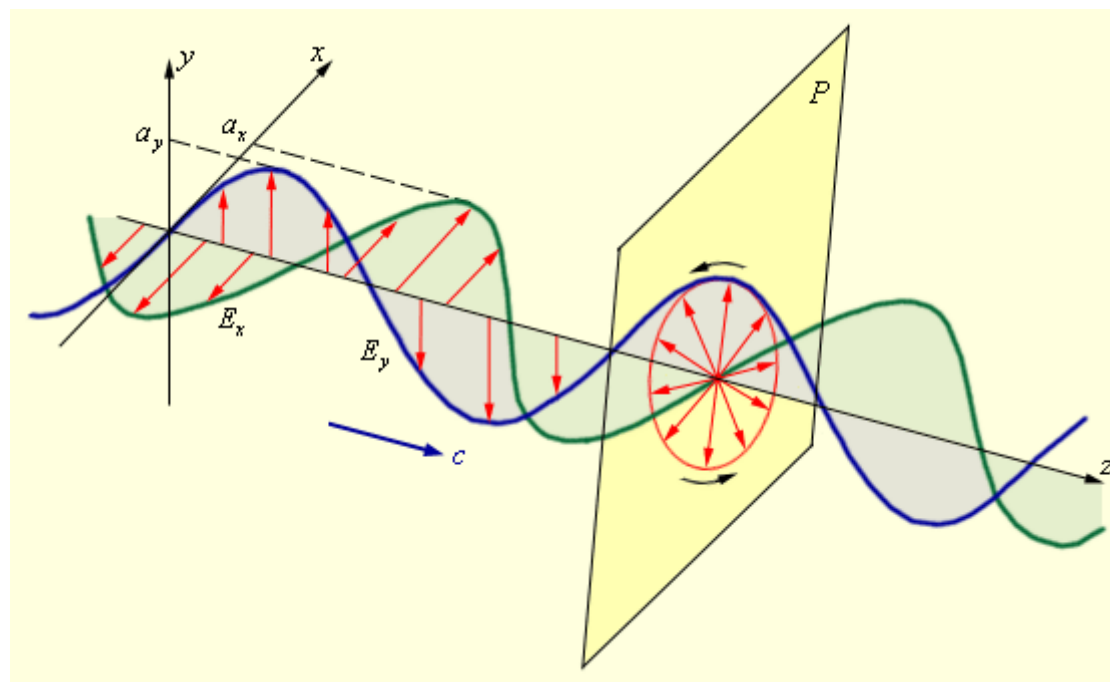
# ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА



Волну называют линейно поляризованной или плоско поляризованной, если световой вектор сохраняет свою ориентацию.

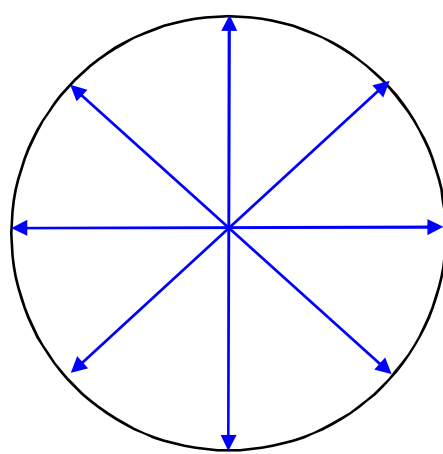
Плоскость, в которой колеблется световой вектор – плоскость колебаний, плоскость, в которой колеблется магнитный вектор – плоскость поляризации.

# Эллиптически поляризованная волна

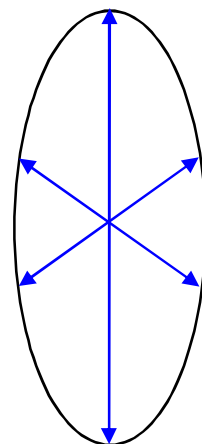


Сложение двух монохроматических волн, поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях.

# ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА



1.



2.



3.

1. циркулярно поляризованный;
2. эллиптически поляризованный;
3. линейно поляризованный;

Солнечный (естественный) свет не поляризован.

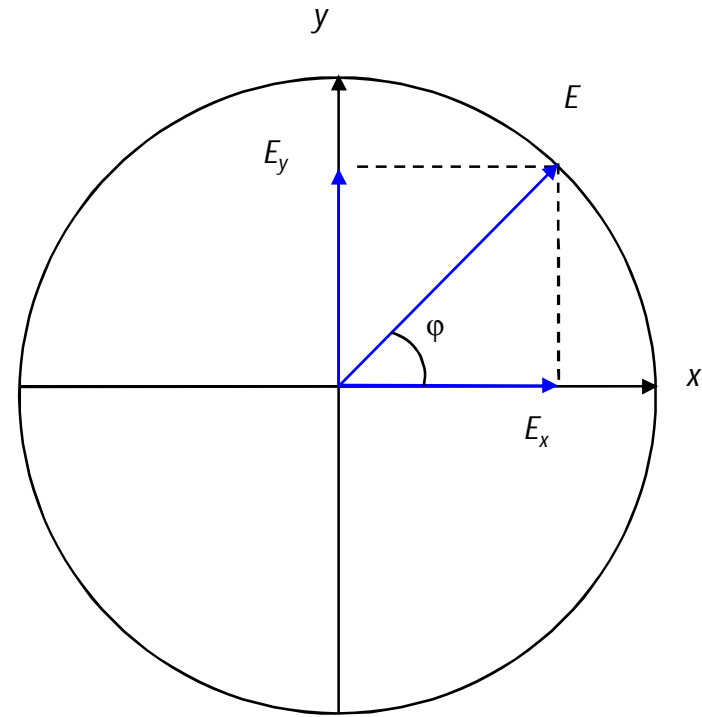
$$E_x = A_1 \cos(\omega t)$$

$$E_y = A_2 \cos(\omega t + \pi/2)$$

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = A$$

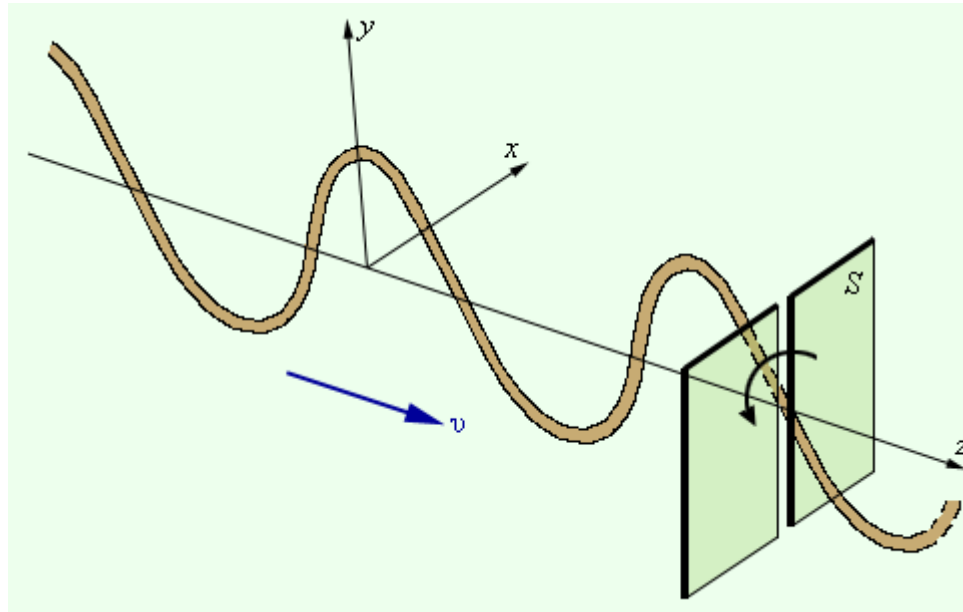
$$\operatorname{tg}(\varphi) = \operatorname{tg}(\omega t)$$

Степень поляризации



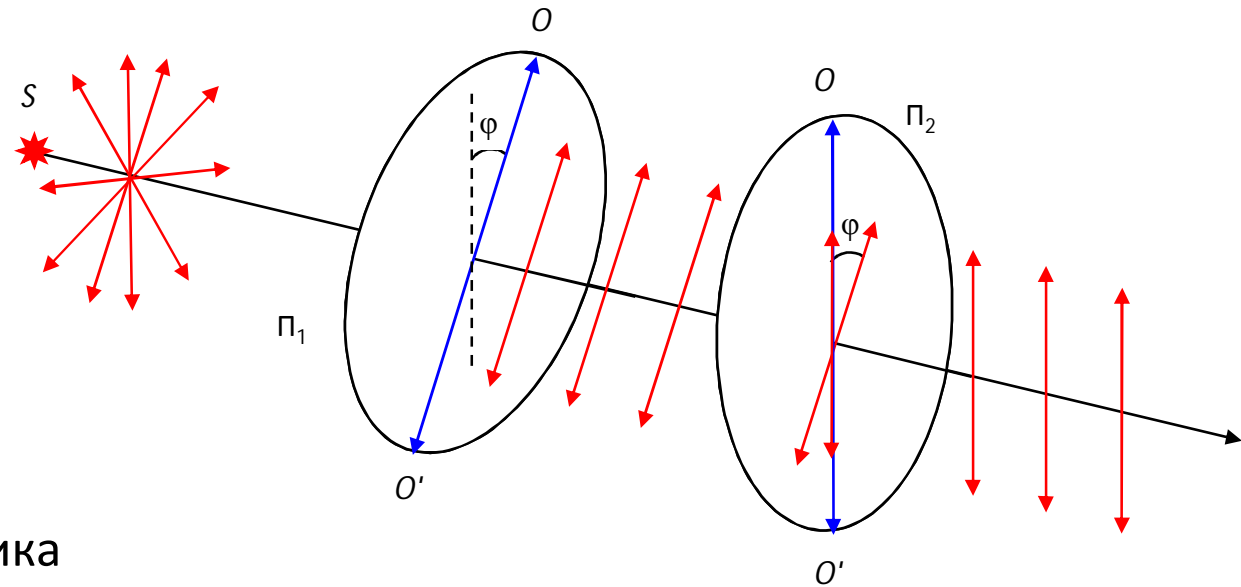
$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

# МЕХАНИЧЕСКИЙ ПОЛЯРИЗАТОР



# ОПТИЧЕСКИЙ ПОЛЯРИЗАТОР

Закон Малюса



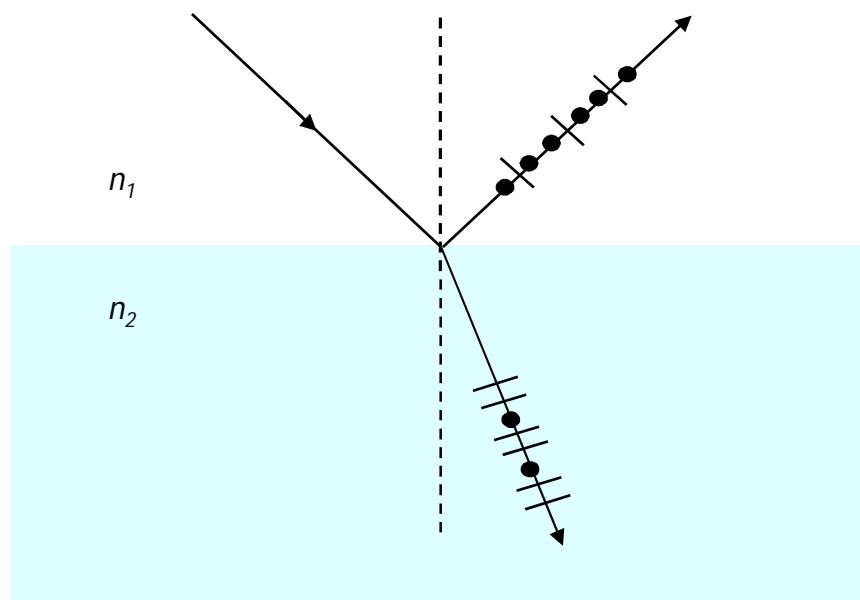
$I_e$  - после источника

$I_1 = \frac{1}{2} I_e$  - после поляризатора

$I_2 = I_1 \cos^2(\varphi)$  - после анализатора

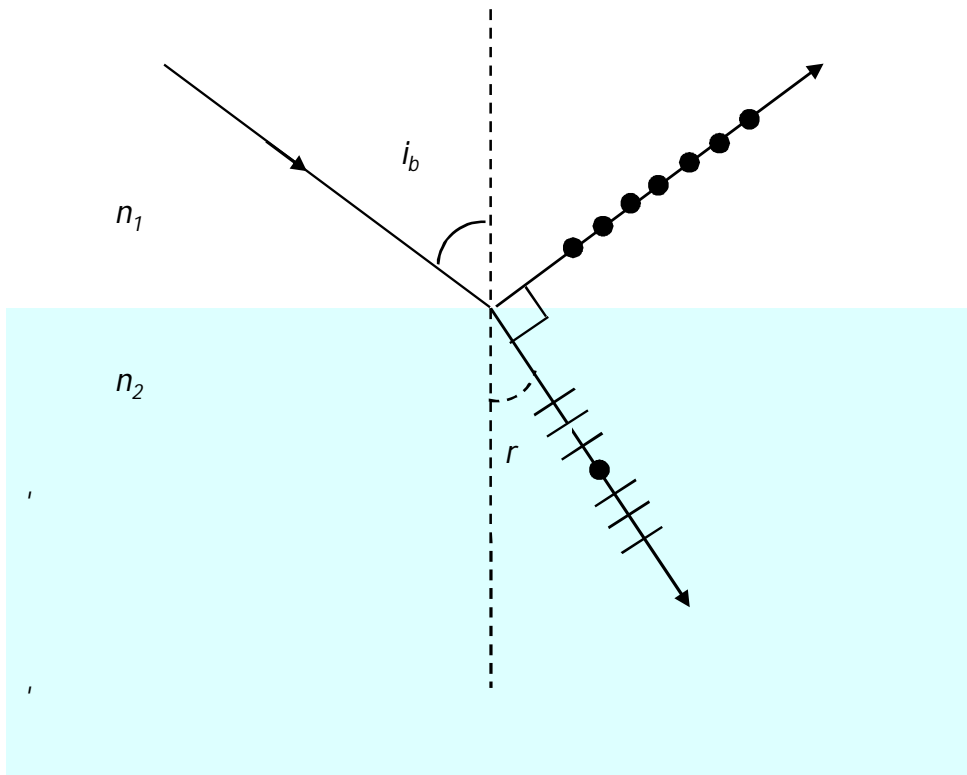
$I_2 = \frac{I_e}{2} \cos^2(\varphi)$

# Отражение электромагнитных волн от диэлектрика





# Закон Брюстера



$$\operatorname{tg}(i_b) = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_1 \sin(i_b) = n_2 \sin(r)$$

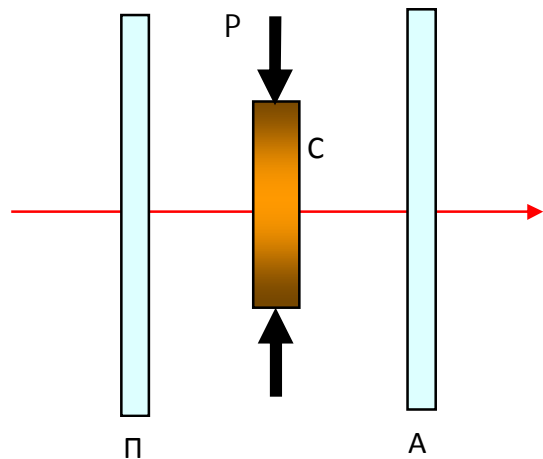
$$\frac{\sin(i_b)}{\cos(i_b)} = \frac{\sin(i_b)}{\sin(r)}$$

$$\cos(i_b) = \sin(r)$$

$$i_b + r = \frac{\pi}{2}$$

# ИСКУССТВЕННАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ

Оптически изотропные вещества становятся анизотропными под действием внешнего воздействия.



$n_o - n_e \sim \sigma$  одностороннее сжатие - растяжение в кубических кристаллах, стеклах;

$n_o - n_e \sim E^2$  электрическое поле в жидкостях, газах (эффект Керра);

$n_o - n_e \sim H^2$  магнитное поле в жидкостях, стеклах;

- исследование механических напряжений в прозрачных средах;
- ячейка Керра — безинерциальный световой затвор,  $\sim 10^{-10}$ с

Оптическая ось совпадает по направлению с направлением деформации, электрического или магнитного поля.

# Вращение плоскости поляризации

Оптически активные среды (кварц, сахар, скипидар,...)  
способны поворачивать плоскость поляризации.

$$\varphi \sim Cd$$

$C$  — концентрация,  $d$  — расстояние, пройденное светом.

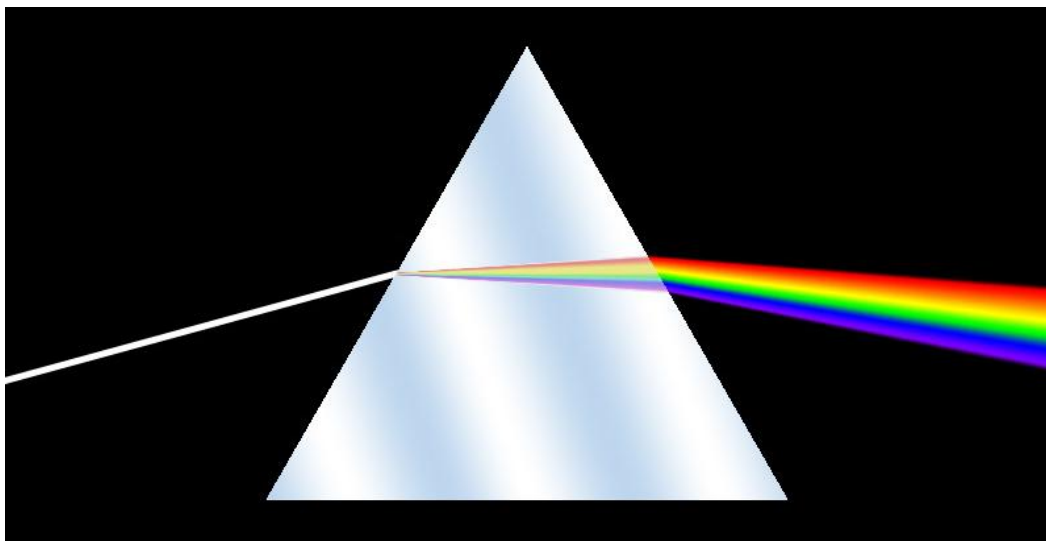
# Поляризационные системы IMAX 3D и RealD Cinema

3D кинематографические системы вызывают у зрителя иллюзию глубины пространства. Имитация третьего измерения основана на бинокулярности зрения человека. Для создания трехмерного изображения используется камера с двумя объективами, которые разнесены на расстояние 64 мм (среднее расстояние между зрачками человека).

В технологии IMAX изображение с двух проекторов проходит через поляризаторы оптические оси которых, располагаются в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Линейные поляризационные фильтры в очках зрителя пропускают из светового потока изображение с правильной поляризацией. Изображение, попадающее в левый и правый глаз, различается.

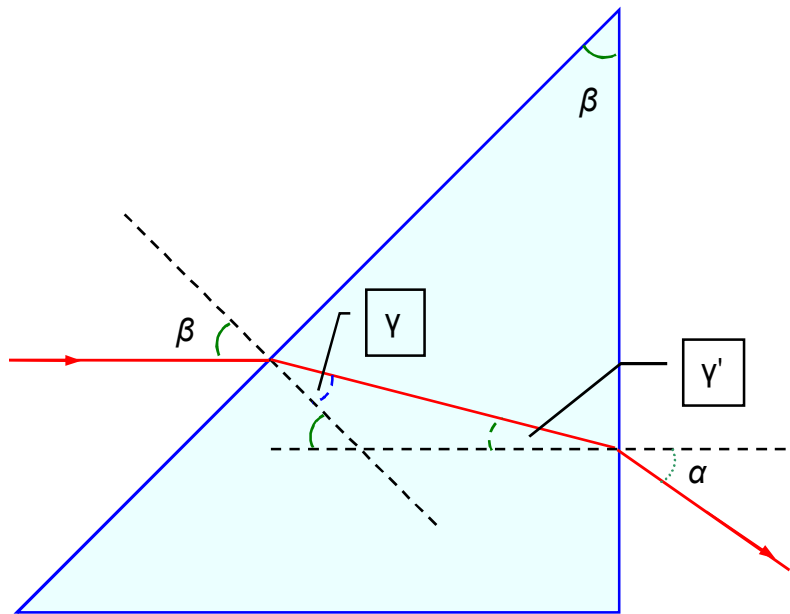
В технологии RealD 3D используется круговая поляризация света. Проектор попеременно проецирует кадры для каждого глаза. Кадры проецируются в циркулярном поляризованном свете — по часовой стрелке для правого глаза, против часовой - для левого. Очки с противоположной круговой поляризацией обеспечивают видимость каждым глазом только своей части кадра.

# Дисперсия света



Дисперсия света – зависимость абсолютного показателя преломления вещества от частоты падающего на вещество света.

# Дисперсия света



$$\sin(\beta) = n \cdot \sin(\gamma)$$

$$n \cdot \sin(\gamma') = \sin(\alpha)$$

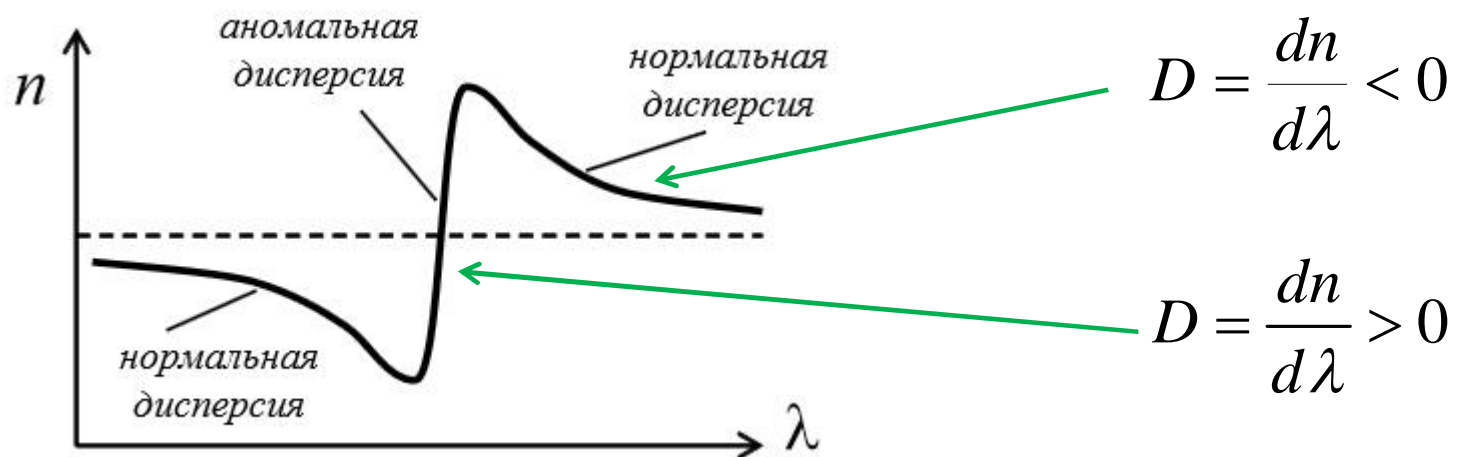
$$\gamma' + \gamma + \pi - \beta = \pi$$

$$\alpha = \beta(n - 1)$$

$$n = n(\lambda)$$

# Дисперсия света

$$n = n(\lambda)$$



# Электронная теория дисперсии Лоренца

Явление дисперсии можно объяснить, рассматривая взаимодействие световой волны с веществом. Под действием электромагнитной волны электрон, находящийся на внешней оболочке атома, начнет совершать вынужденные колебания на частоте вынуждающей силы. Электроны, движущиеся ускоренно, излучают электромагнитные волны. Эти вторичные волны, интерферируя с падающей волной, образуют результирующую волну. Ее направление совпадает с направлением падающей волны, а скорость зависит от частоты. Следовательно, абсолютный показатель преломления зависит от частоты.

Абсолютный показатель преломления

$$n = \sqrt{\epsilon\mu}$$

Магнитная проницаемость диа и парамагнетиков

$$\mu \approx 1$$



# Электронная теория дисперсии Лоренца

Под действием электромагнитной волны у атома появляется дипольный момент. Дипольный момент единицы объёма вещества

$$\vec{P} = \kappa \varepsilon_0 \vec{E}$$

где  $\kappa$  - диэлектрическая восприимчивость (поляризуемость).

$$\varepsilon = 1 + \kappa$$

$$n^2 = \varepsilon = 1 + \frac{P}{\varepsilon_0 E}$$

Суммируя дипольный момент по атомам

$$P = n_0 p_a = n_0 e x$$

$n_0$  - концентрация атомов

$p_a$  - наведенный дипольный момент.

# Электронная теория дисперсии Лоренца

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = \frac{e}{m} E \cos(\omega t)$$

$$x = A \cos(\omega t)$$

$$A = \frac{eE}{m(\omega_0^2 - \omega^2)}$$

$$n^2 = \varepsilon = 1 + \frac{P}{\varepsilon_0 E}$$

$$\frac{P}{E} = n_0 e \frac{x}{E} = n_0 e \frac{e}{m(\omega_0^2 - \omega^2)}$$

$$n^2 = 1 + \frac{n_0 e^2}{\varepsilon_0 m} \frac{1}{(\omega_0^2 - \omega^2)}$$

# Электронная теория дисперсии Лоренца

$$n^2 = 1 + \frac{n_0 e^2}{\varepsilon_0 m} \frac{1}{(\omega_0^2 - \omega^2)}$$

Для большинства оптически прозрачных сред  $\omega_0 \gg \omega$

Разлагая в ряд по малому параметру  $n \approx A + \frac{B}{\lambda^2}$

Аномальная дисперсия наблюдается в областях резонансных частот, соответствующих полосам интенсивного поглощения света веществом. В области видимого света стекло прозрачно и обладает нормальной дисперсией. Аномальная дисперсия наблюдается в ультрафиолетовой и инфракрасной частях спектра. У паров аномальная дисперсия наблюдается в видимой части спектра.

# Поглощение света в веществе

Поглощение света в веществе обусловлено потерей энергии при ее переходе в другие формы. Закон Бугера

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

Возникающее в металлах под действием электромагнитной волны быстропеременное движение свободных электронов приводит к выделению джоулева тепла. Металлы не прозрачны для света,  $\alpha \sim 10^3 - 10^5 \text{ см}^{-1}$ .

Светофильтры, окрашенность:  $\alpha = \alpha(\lambda)$