

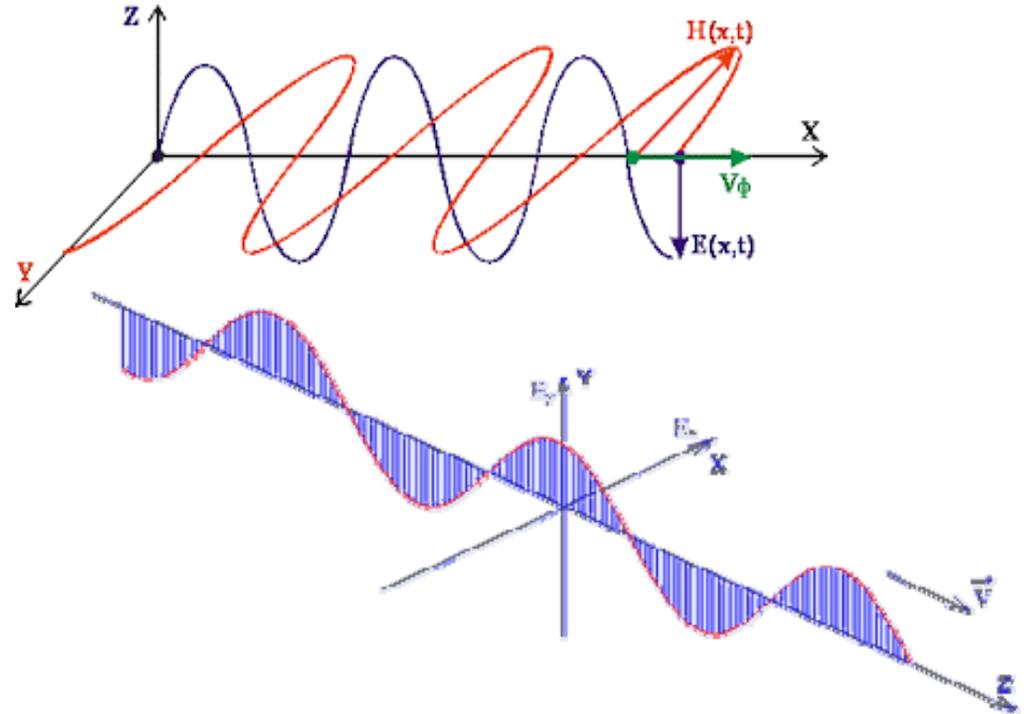
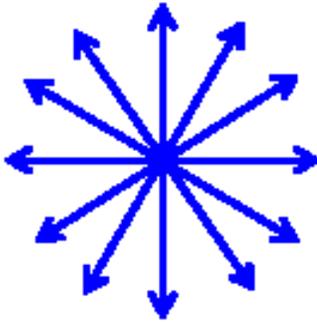
# ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ОПТИКИ

Дисперсия и рассеяние света. Рассеяние  
Рэйли, Тиндалла, Ми и Рамана.

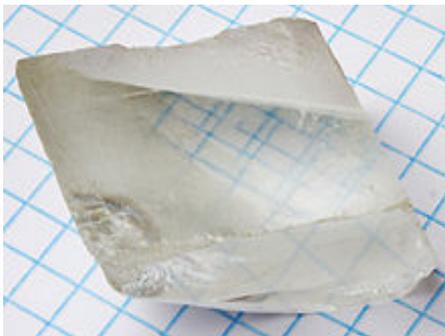
Поглощение света. Закон Бугера-  
Ламберта-Бэра.

# Поляризация света

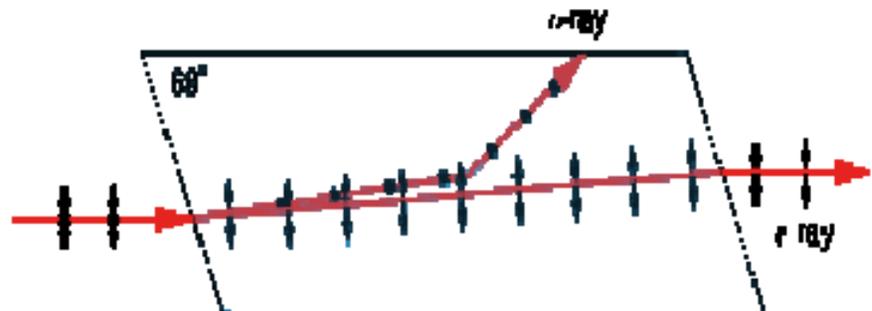
Структура ЭМ волны



Двойное лучепреломление в кальците



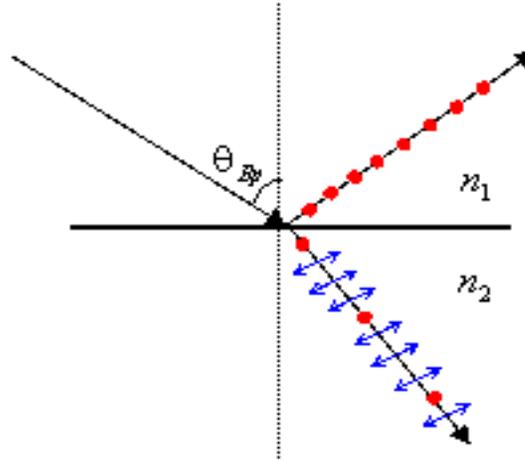
Ход лучей в призме Николя



# Угол Брюстера и закон Малю(са)

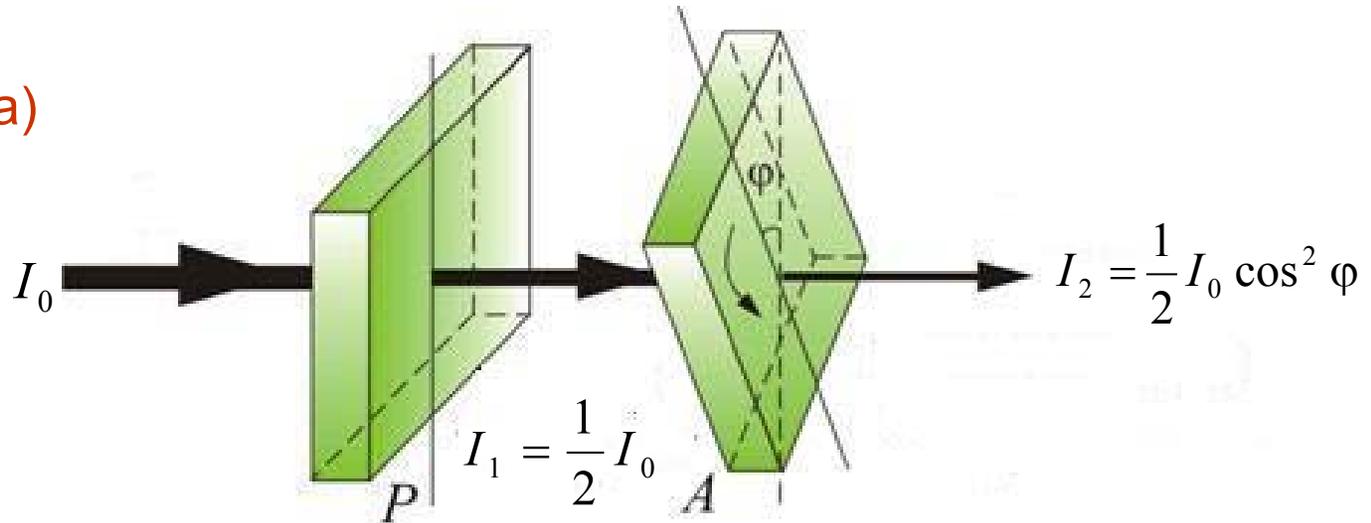
Угол Брюстера

$$\operatorname{tg} \Theta_{Br} = \frac{n_2}{n_1}$$



закон Малю(са)

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



# Дисперсия света

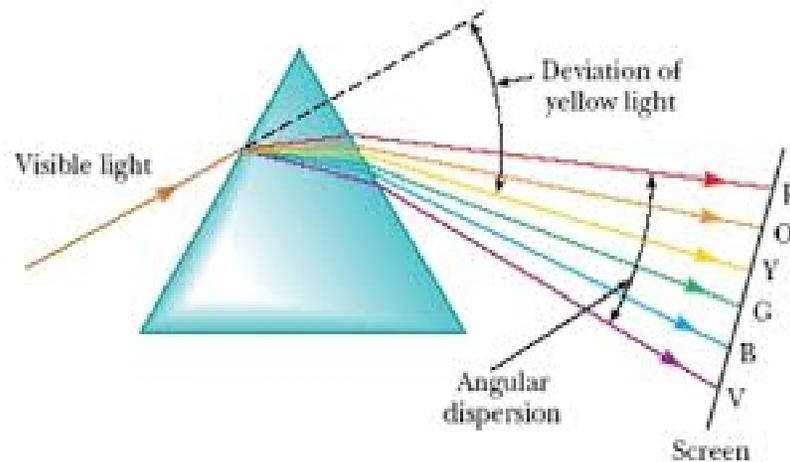
**Дисперсия** – зависимость скорости волны от частоты (длины волны).

Движение электронов в поле ЭМ волны дается уравнением:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - \gamma \frac{dx}{dt} + qE_0 \cos \omega t \quad \text{или} \quad \frac{d^2 x}{dt^2} + \beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{qE_0}{m} \cos \omega t, \quad \omega_0^2 = \frac{k}{m}, \beta = \frac{\gamma}{m}$$

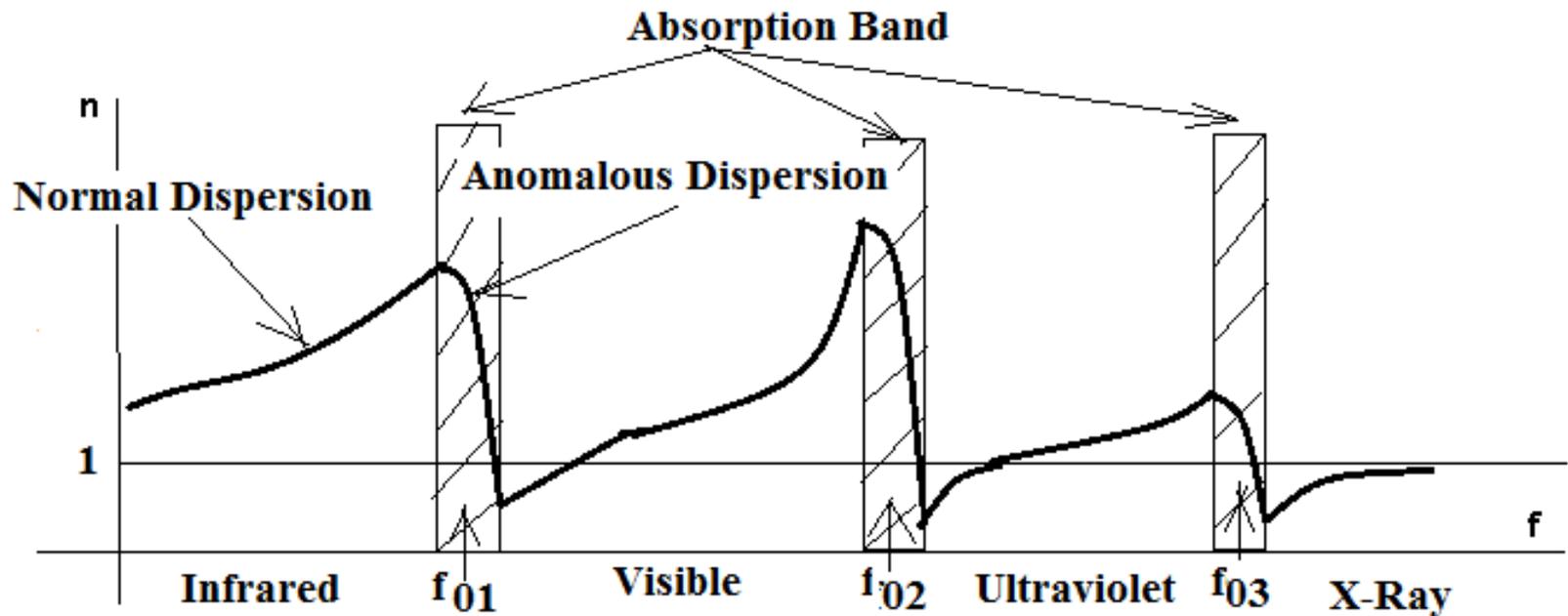
Амплитуда  $x_0 = \frac{q}{m} \cdot \frac{E_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \beta^2 \omega^2}}$ , дипольный момент:  $p = q \cdot x = q \cdot x_0 \cdot \cos \omega t$

$$\varepsilon = 1 + 4\pi \frac{P}{E} = 1 + 4\pi \frac{Nqx}{E} \Rightarrow |n|^2 = |\varepsilon| = 1 + \frac{q^2 N}{m} \cdot \frac{4\pi}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \beta^2 \omega^2}} \Rightarrow |n|^2 \approx |\varepsilon| \approx 1 + \frac{q^2 N}{m} \cdot \frac{4\pi}{(\omega_0^2 - \omega^2)}$$



# Нормальная и аномальная дисперсия

График дисперсионных кривых, содержащий участки с **нормальной** и **аномальной** дисперсией:

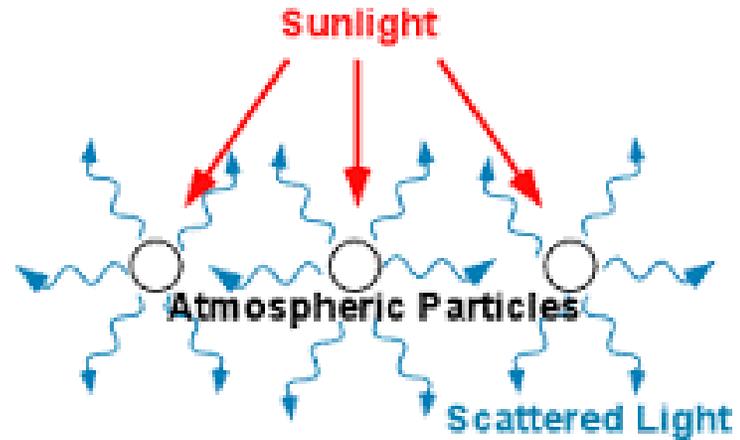


Refractive Index versus Frequency.

# Рассеяние света, модель Рэля (Rayleigh)

Интенсивность рассеянного света в модели Рэяли ( $d \ll \lambda$ , упругое рассеяние)

$$I(\theta) = I_0 \frac{1 + \cos^2 \theta}{2R^2} \left( \frac{2\pi}{\lambda} \right)^4 \left( \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \right) \left( \frac{d}{2} \right)^4$$



рассеяние пористыми средами

рассеяние на флуктуациях  $\epsilon$

$$I(\theta) = I_0 \frac{1 + \cos^2 \theta}{2R^2} \left( \frac{1}{\lambda} \right)^4 \pi^2 V^2 \sigma(\epsilon)^2$$



# *Модели Тундэлла и Ми*

Зависимость интенсивности рассеянной волны для механизма Тиндэла – такая же, как в модели Рэйли ( $I \sim 1/\lambda^4$ ). Это – тоже примеры упругого рассеяния.



Закон рассеяния **Мие** ( $d \sim \lambda$ , упругое рассеяние)

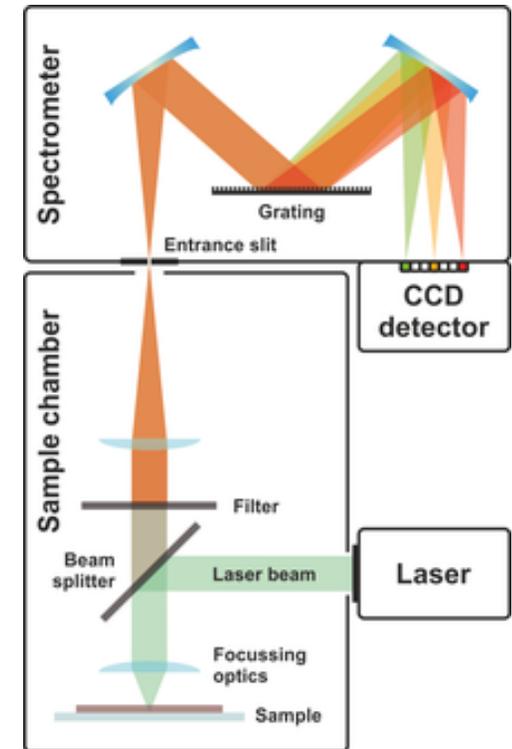
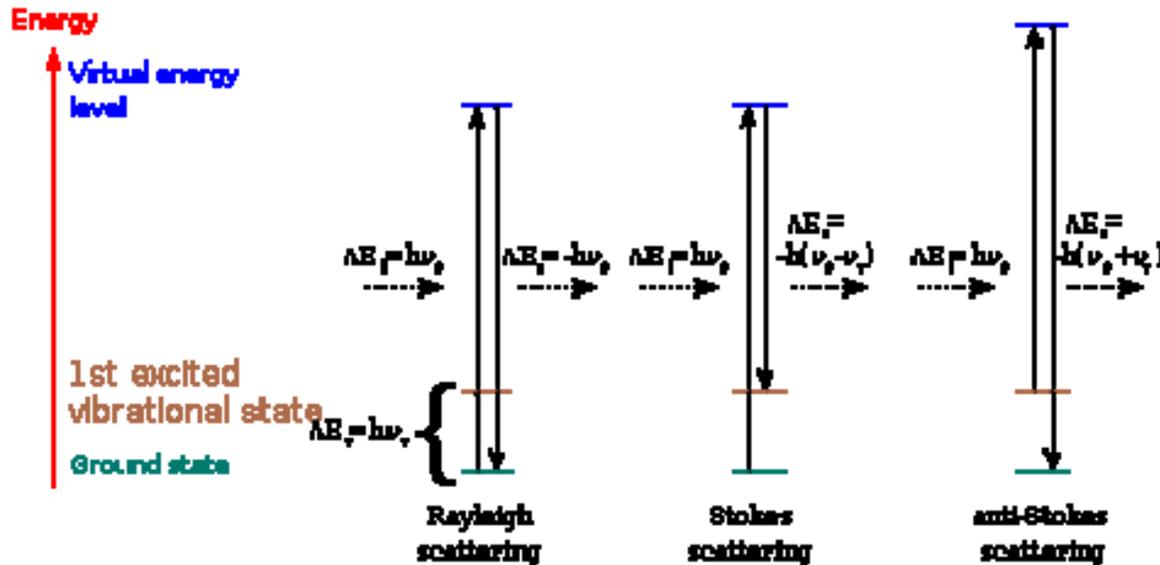
$$I(\theta) = I_0 \frac{\lambda^2}{8\pi R^2} \cdot [i_1(\theta) + i_2(\theta)]$$

# Рамановское рассеяние

Раман (-Krishnan) механизм (неупругое рассеяние).

Колебательные уровни энергии молекул квантуются:

$$E_n = hf \left( n + \frac{1}{2} \right)$$

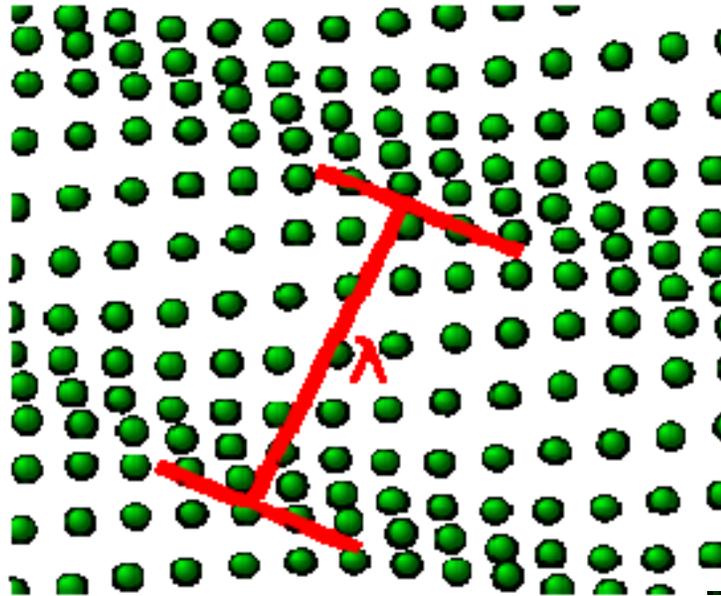


$$\frac{I_s}{I_a} = \frac{(f_0 - f_n)^4}{(f_0 + f_n)^4} \cdot \exp\left(\frac{hc}{kT} f_n\right)$$

# Бриллюэновское рассеяние

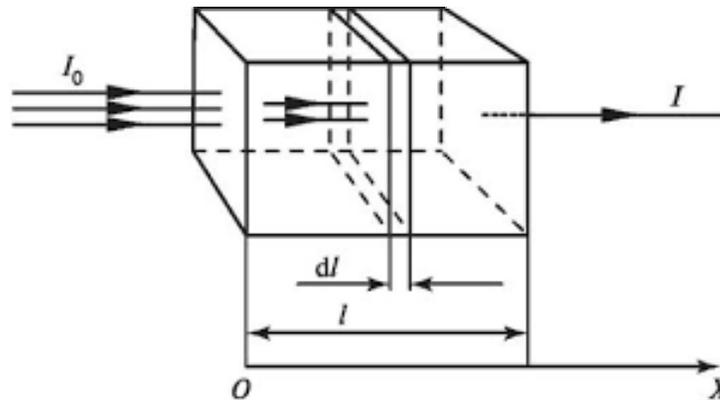
В модели Brillouin'а свет рассеивается на акустических фононах

$$\omega_{sc} = \omega_{inc} \pm \Omega, \Omega \ll \omega$$



# Поглощение света

Закон поглощения Бугера-Ламберта-Бэра  
(Bouguer-Lambert-Beer law)



$$dI = -I \cdot \kappa \cdot dx \quad \int \frac{dI}{I} = -\int \kappa \cdot dx \quad I = I_0 \cdot e^{-\kappa \cdot x} = I_0 \cdot 10^{-\varepsilon \cdot C \cdot x}$$