

# *Глава 6. Оптические явления на границе двух изотропных сред*

- 6.1. Законы геометрической оптики

- 1. Частоты падающей, отраженной и преломленной волн равны.
- 2. Волновые вектора падающей, отраженной и преломленной волн лежат в одной плоскости с нормалью к поверхности раздела двух сред в точке падения.
- 3. Угол падения равен углу отражения –  $\varphi_i = \varphi_r$
- 4. Справедлив закон Снеллиуса, открытый экспериментально голландским ученым Виллебрордом Снеллиусом в ~1621 г :

$$\frac{\sin \varphi_i}{\sin \varphi_t} = \frac{n_2}{n_1} \equiv n$$

# *Глава 6. Оптические явления на границе двух изотропных сред*

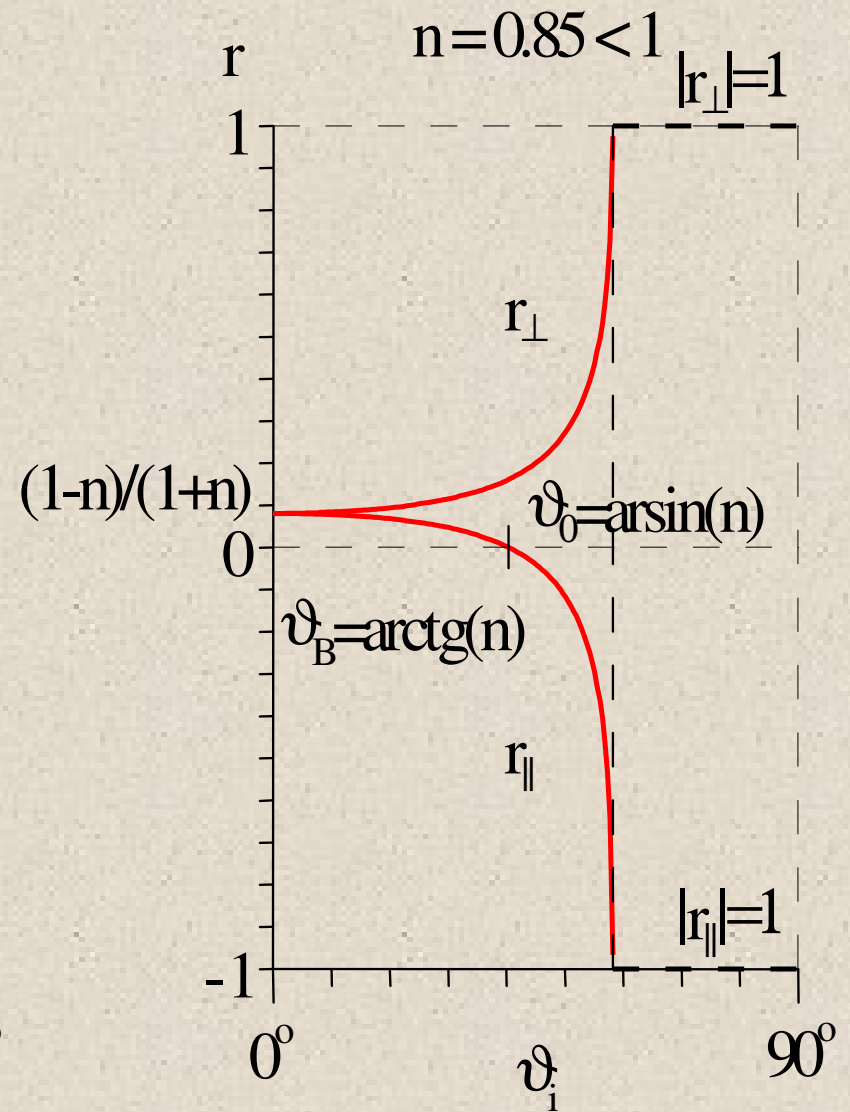
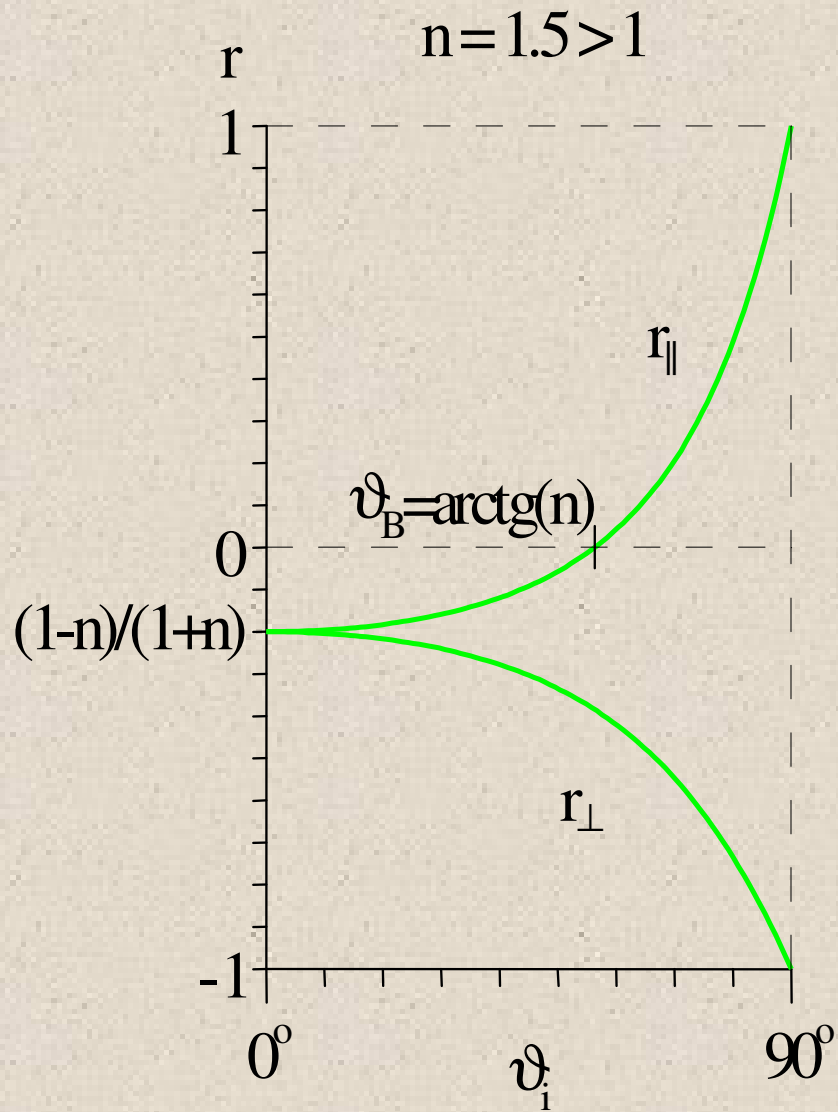
- 6.2. Формулы Френеля

$$t_{\parallel} \equiv \frac{A_{t\parallel}}{A_{i\parallel}} = \frac{2 \sin \vartheta_t \cos \vartheta_i}{\sin(\vartheta_i + \vartheta_t) \cos(\vartheta_i - \vartheta_t)}$$

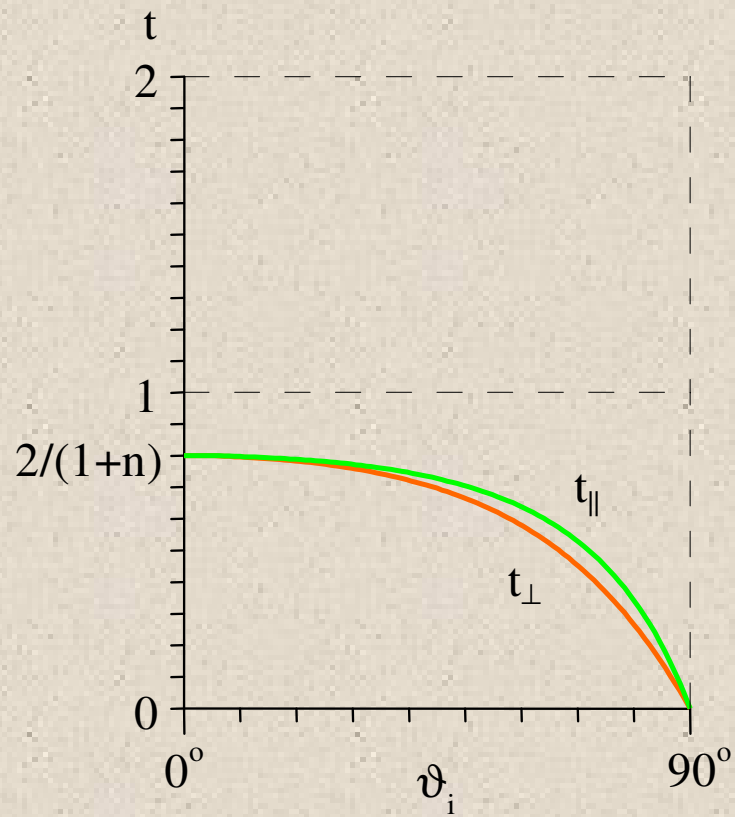
$$r_{\parallel} \equiv \frac{A_{r\parallel}}{A_{i\parallel}} = - \frac{\operatorname{tg}(\vartheta_i - \vartheta_t)}{\operatorname{tg}(\vartheta_i + \vartheta_t)}$$

$$r_{\perp} \equiv \frac{A_{r_{\perp}}}{A_{i_{\perp}}} = - \frac{\sin(\vartheta_i - \vartheta_t)}{\sin(\vartheta_i + \vartheta_t)}$$

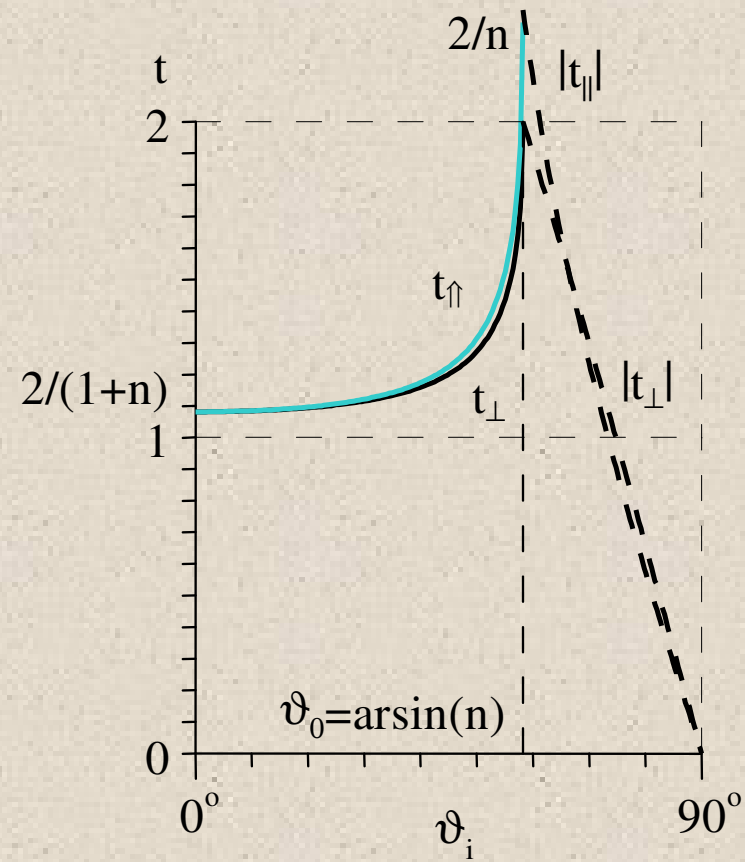
$$t_{\perp} \equiv \frac{A_{t_{\perp}}}{A_{i_{\perp}}} = \frac{2 \sin \vartheta_t \cos \vartheta_i}{\sin(\vartheta_i + \vartheta_t)}$$



$n = 1.5 > 1$



$n = 0.85 < 1$



# *Глава 6. Оптические явления на границе двух изотропных сред*

- 6.2. Формулы Френеля
- 6.3. Полное внутреннее отражение



# Полное внутреннее отражение.

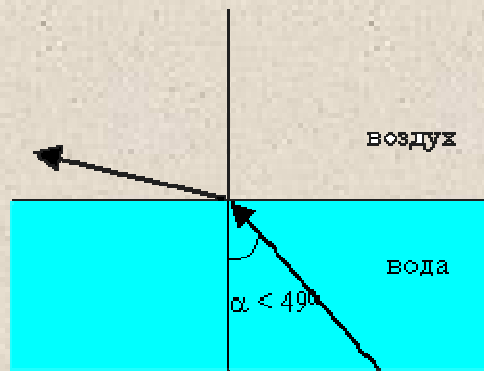
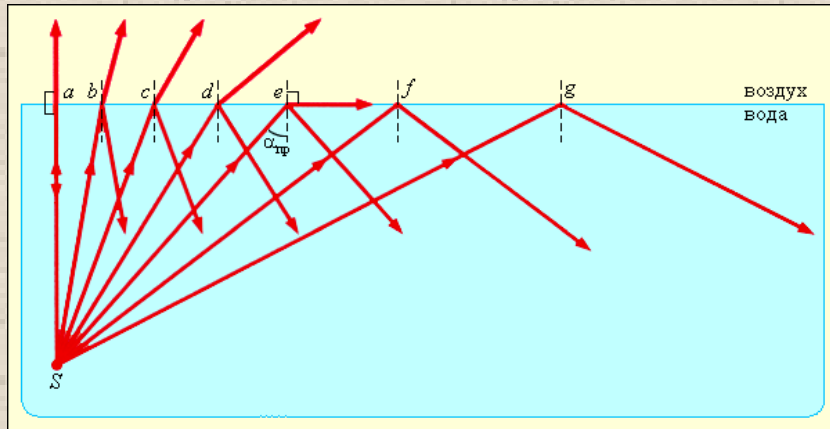
$$\alpha < \beta$$

$\alpha_o$  – предельный угол  $\beta = 90^\circ$

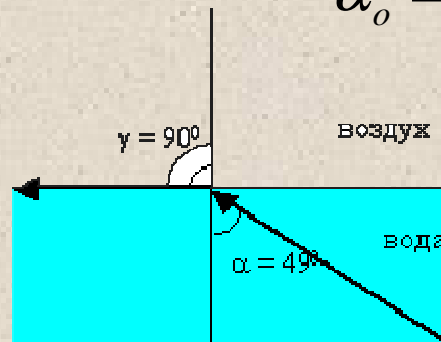
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha_o}{\sin 90^\circ}$$

$$\sin \alpha_o = \frac{n_2}{n_1}$$

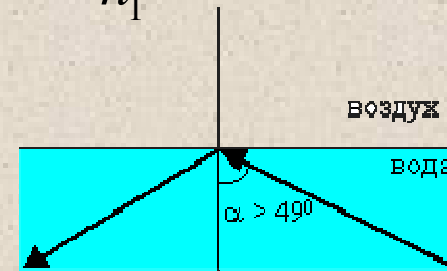
$$\alpha_o = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$$



Луч преломляется в воздух



Луч идёт вдоль границы раздела



Свет отражается обратно в воду, преломлённый пучок исчезает. Это и есть полное отражение

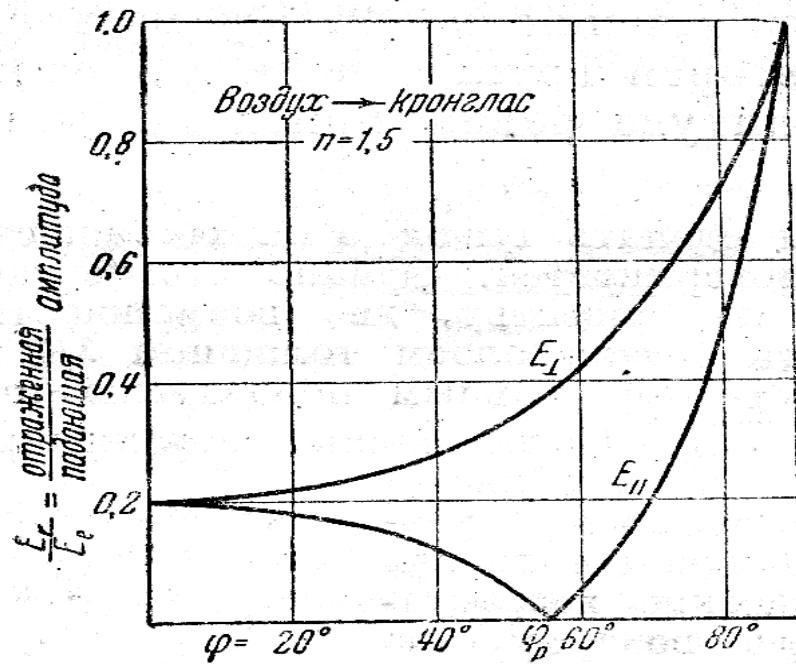


Рис. 297.

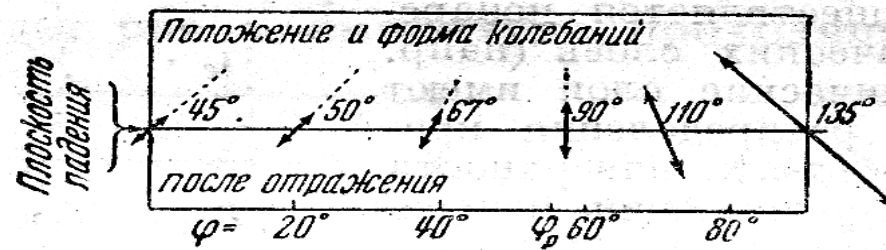
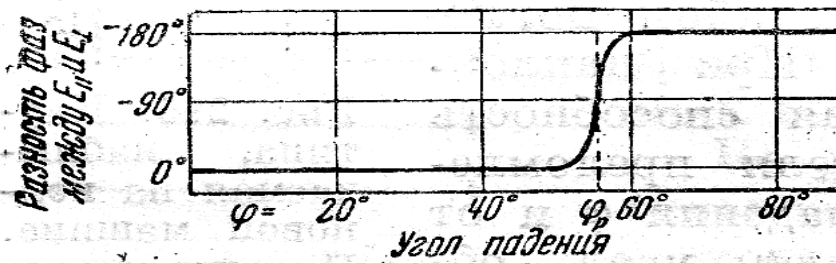
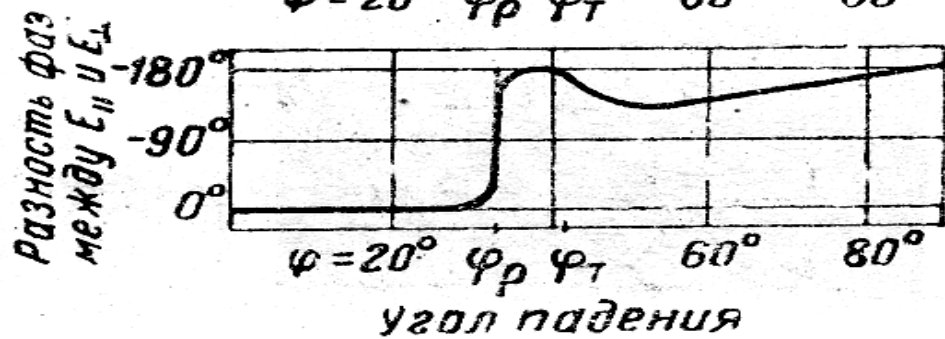
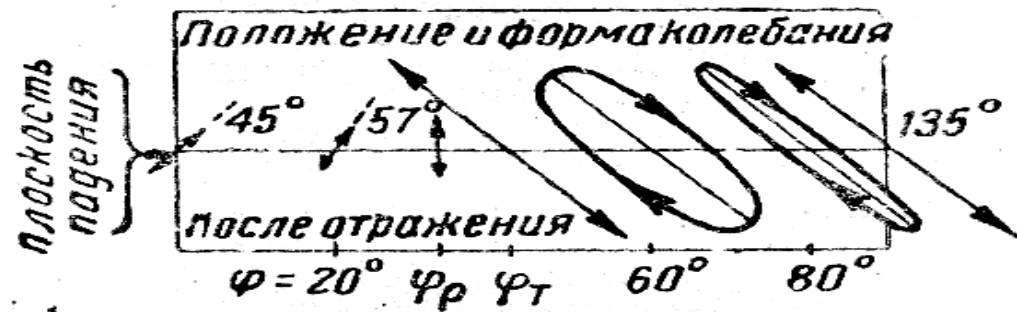
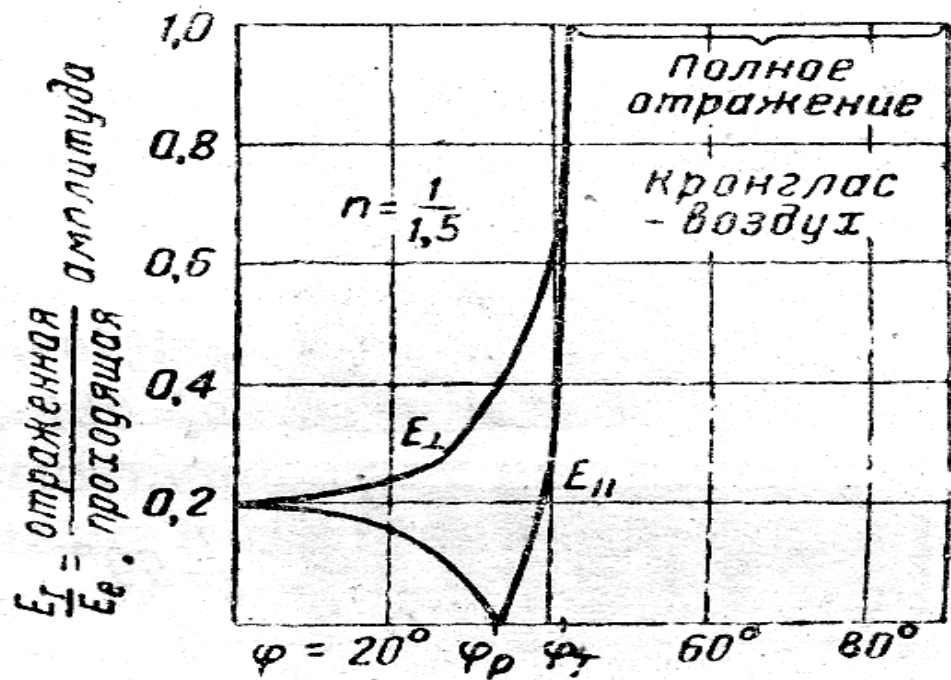
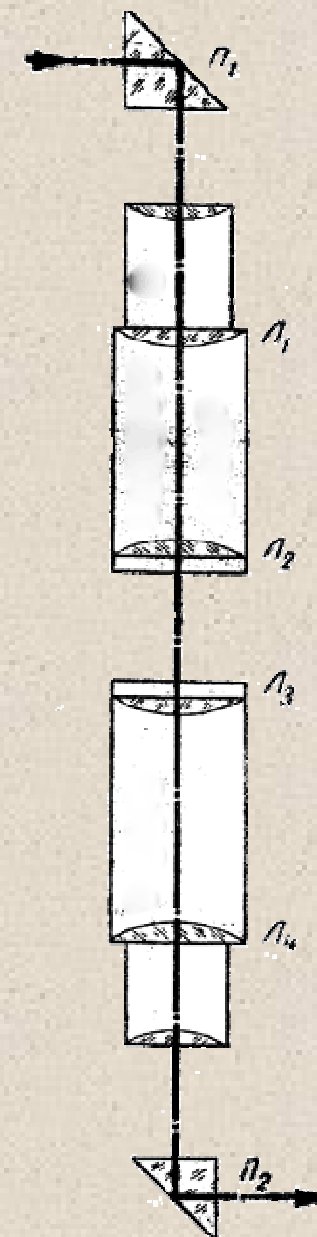
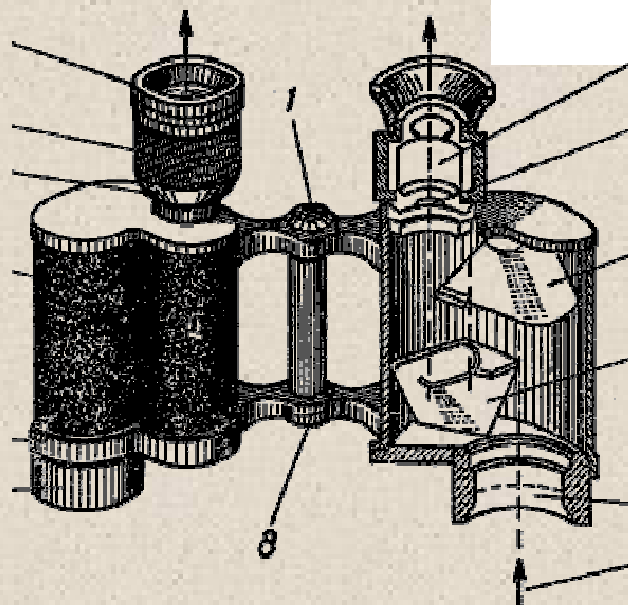
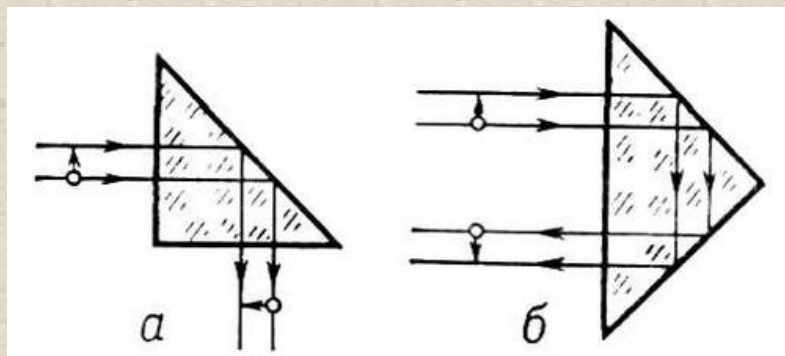


Рис. 298.

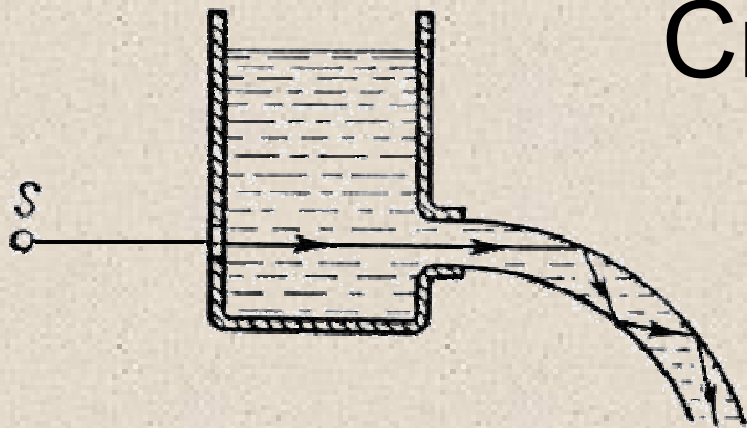




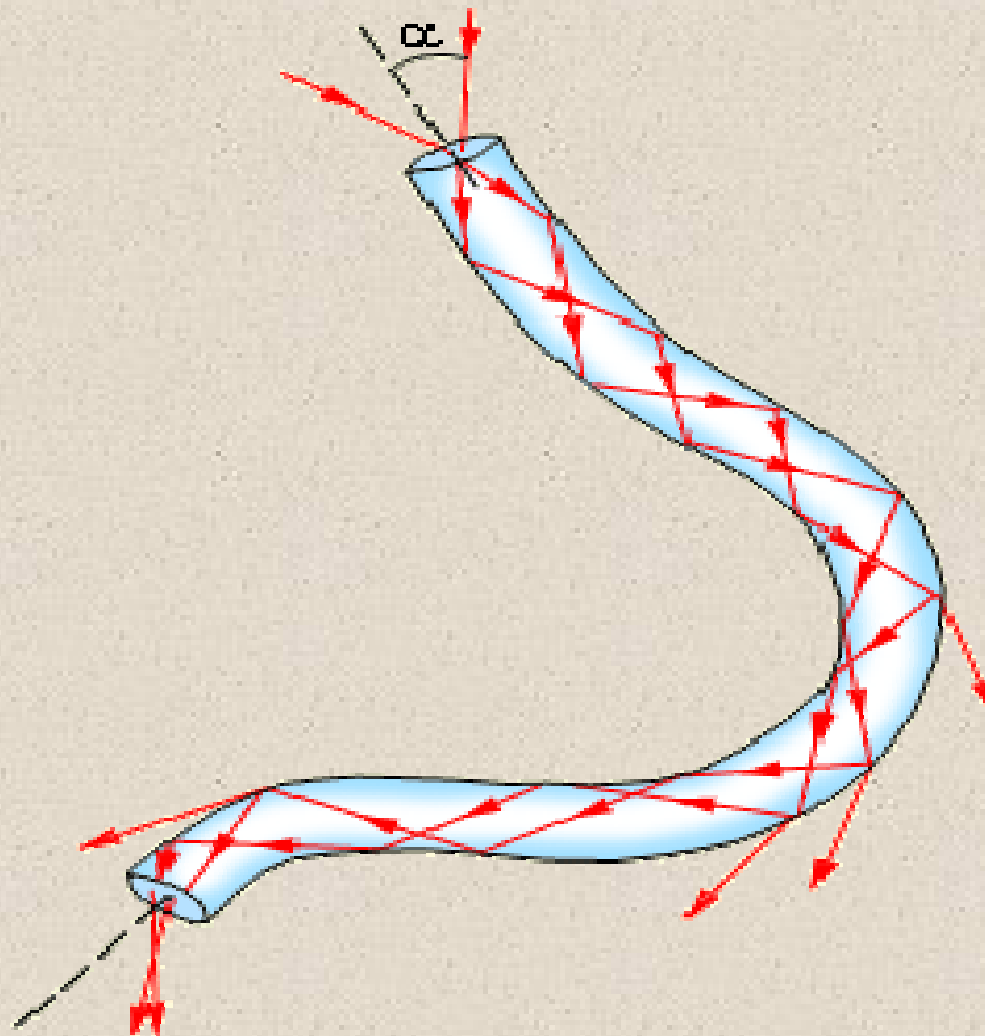
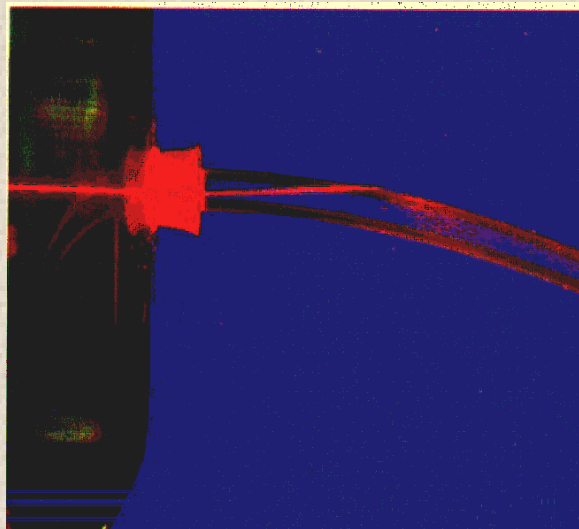
# Поворотные призмы



# Световоды



Эксперимент Колладона с водной струей

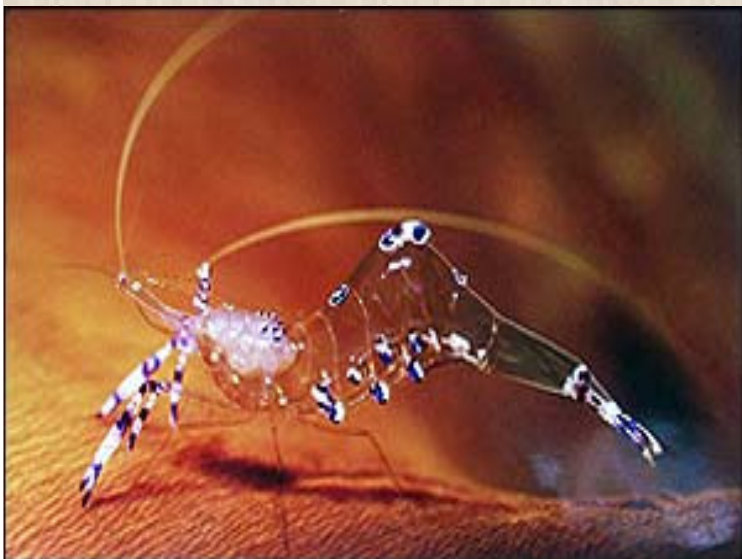


ОПТОВОЛОКНО

# Эндоскоп



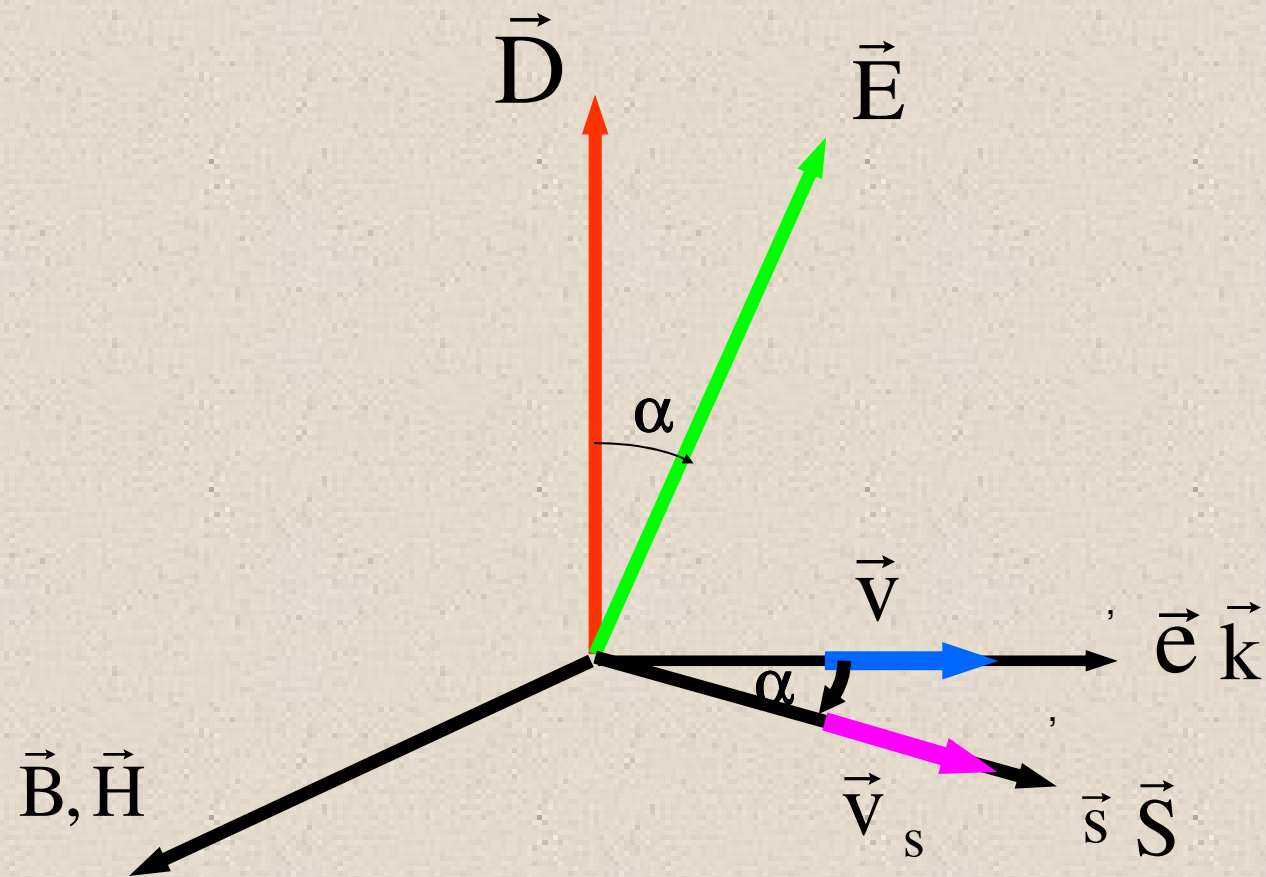
# Полное внутреннее отражение в природе



# Глава 7. Основы кристаллооптики

- 7.1. Тензор диэлектрической проницаемости и его характеристическая поверхность
- 7.2. Распространение плоской волны в анизотропной среде
  - 7.2.1. Соотношение между векторами в плоской волне
  - 7.2.2. Уравнение нормалей Френеля

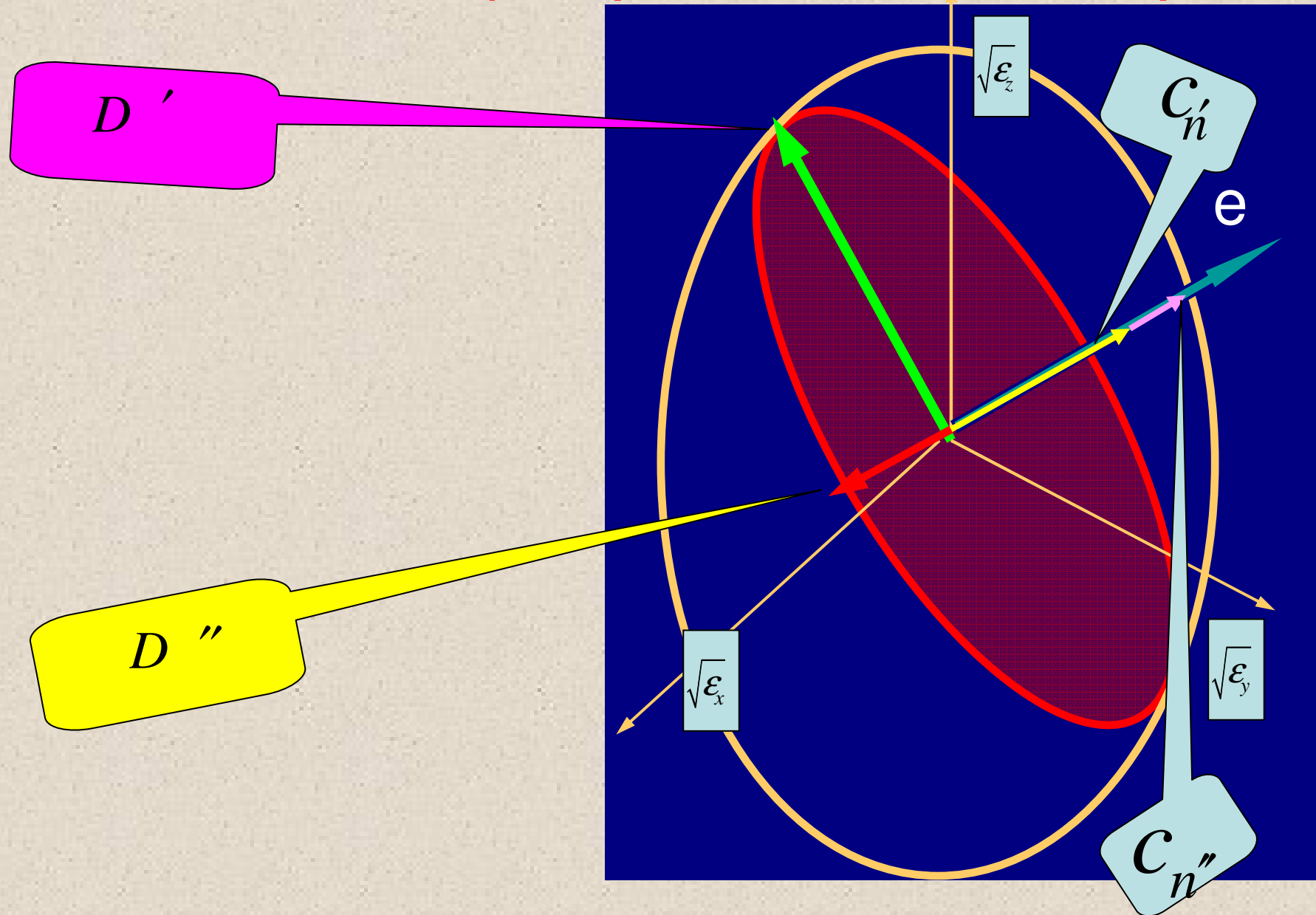




Нормаль  $\vec{e} = \frac{\vec{k}}{k}$  — вектор,  
перпендикулярный к фазовой  
поверхности(фронту волны) и  
задающий направление  
распространения волнового (фазового)  
фронта (поверхности постоянной  
фазы)

Луч  $\vec{S} = \frac{\vec{s}}{s}$  — вектор, задающий  
направление потока энергии в  
волне (распространении  
волны)

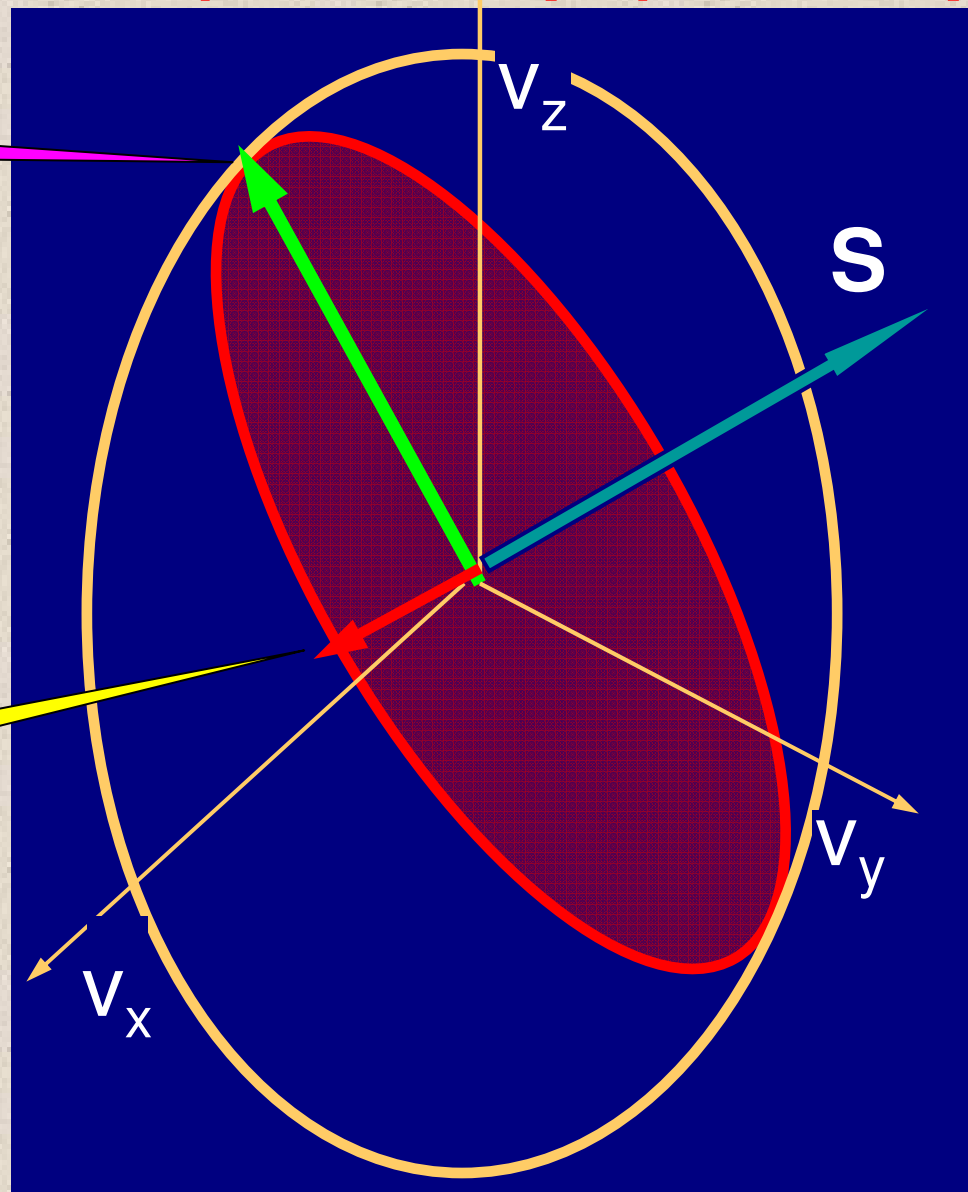
# Оптическая индикатриса( эллипсоид индексов)



# Эллипсоид лучевых скоростей (Френеля)

$E'$ ,  $v'_s$

$E''$ ,  $v''_s$



## основные особенности распространения света в анизотропной среде

(1) Фазовая  $\vec{v} = v\vec{e}$  и лучевая  $\vec{v}_s = v_s\vec{s}$  скорости распространения волны в общем случае не равны по величине ( $v = v_s \cos \alpha$ ) и не совпадают по направлению ( $\vec{e} \cdot \vec{s} = \cos \alpha$ ).

## основные особенности распространения света в анизотропной среде

(2) Величины фазовой и лучевой скоростей распространения волны зависят только от ориентации векторов электрического поля волны относительно главных диэлектрических осей кристалла –

$$v\left(\frac{\vec{D}}{D}\right), v_s\left(\frac{\vec{E}}{E}\right).$$

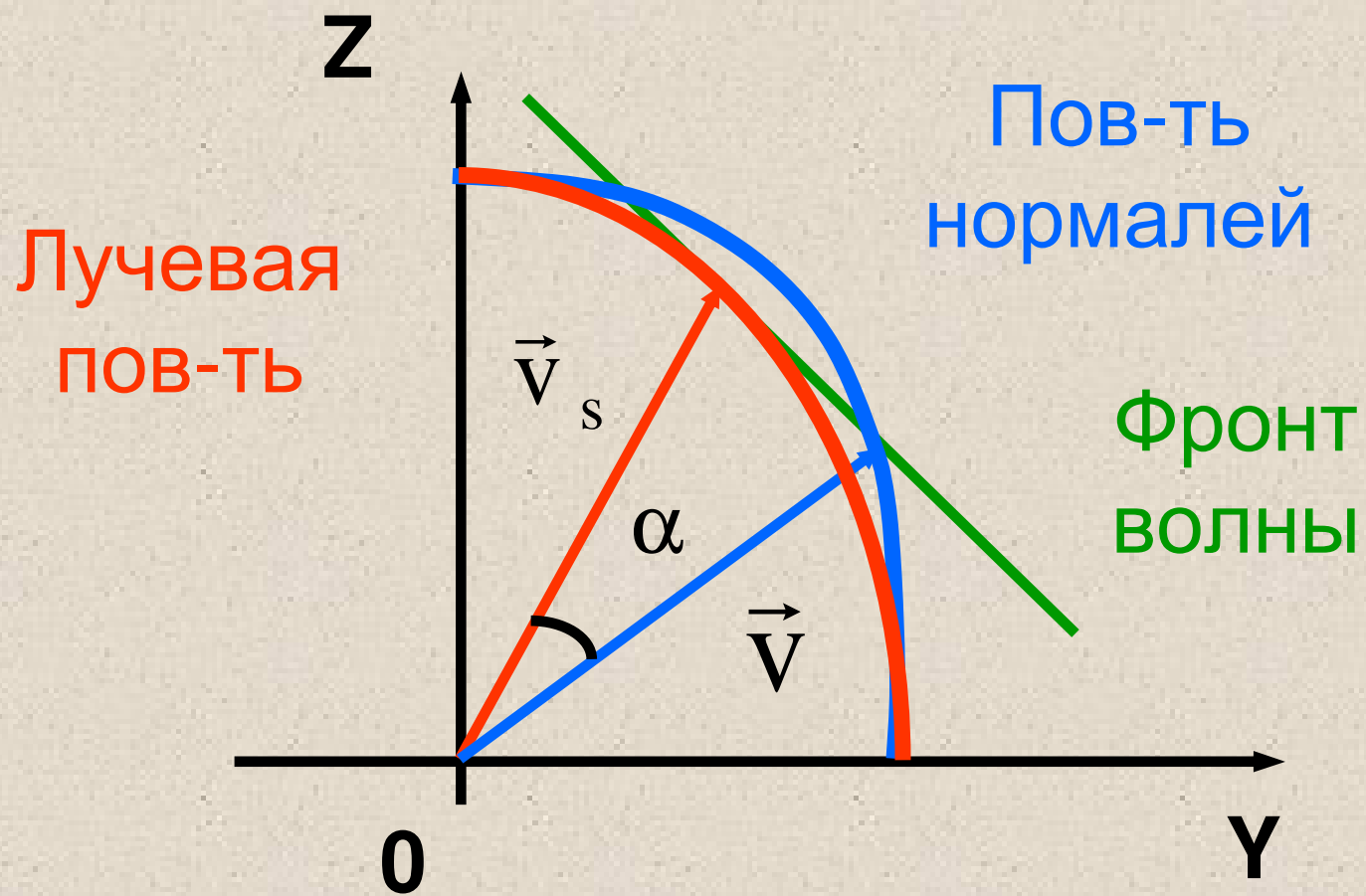
## основные особенности распространения света в анизотропной среде

(3) В данном направлении нормали могут распространяться только две линейно поляризованные волны в общем случае с разными по величине фазовыми скоростями –  $v'$ ,  $v''$ , векторы электрической индукции которых взаимно перпендикулярны –  $\vec{D}' \perp \vec{D}''$ .



## основные особенности распространения света в анизотропной среде

(4) В данном направлении луча могут распространяться только две линейно поляризованные волны в общем случае с разными по величине лучевыми скоростями –  $v_s'$ ,  $v_s''$ , векторы напряженности электрического поля которых взаимно перпендикулярны –  $\vec{E}' \perp \vec{E}''$ .



# Глава 7. Основы кристаллооптики

7.2.2. Уравнение нормалей Френеля

7.2.3. Поверхность нормальных скоростей

# Принцип Гюйгенса-Френеля для анизотропных сред

изотропная среда

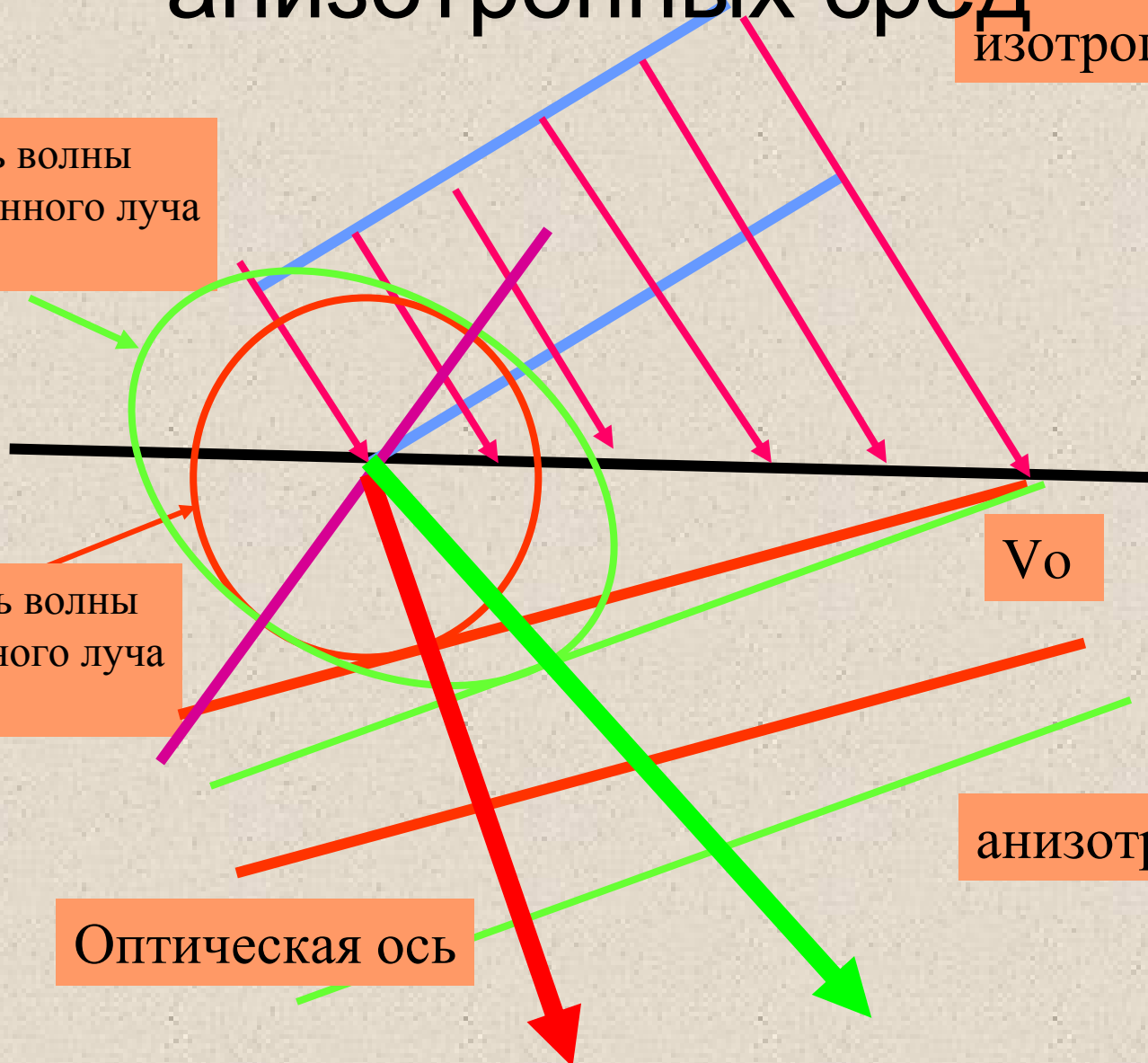
Поверхность волны  
необыкновенного луча  
- эллипсоид

Поверхность волны  
обыкновенного луча  
- сфера

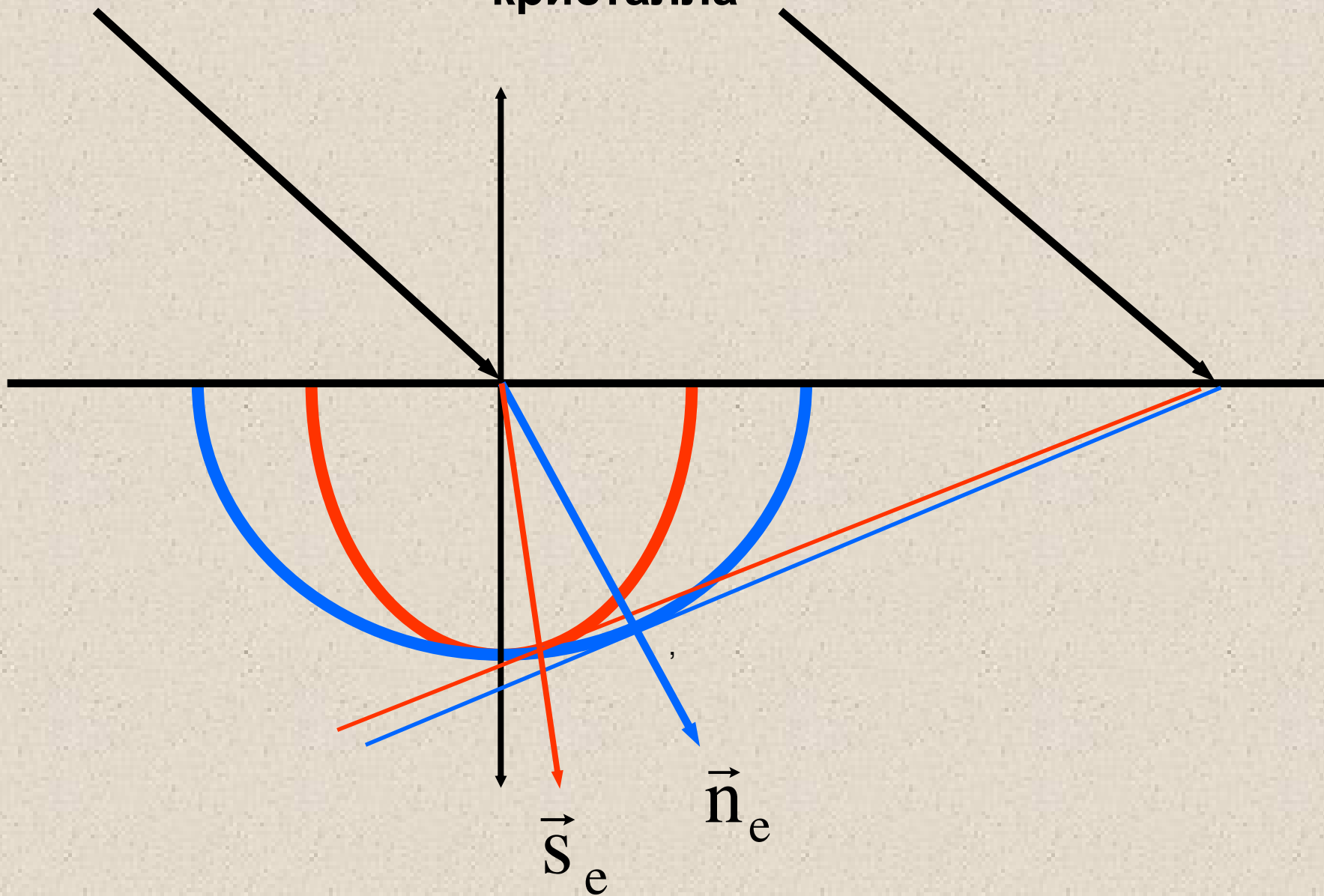
Оптическая ось

$V_o$

анизотропная среда



Оптическая ось перпендикулярна поверхности кристалла



Оптическая ось параллельна поверхности кристалла

