

# Оптика

Propagation of a Photon through a Medium



Propagation of a Photon through a Vacuum



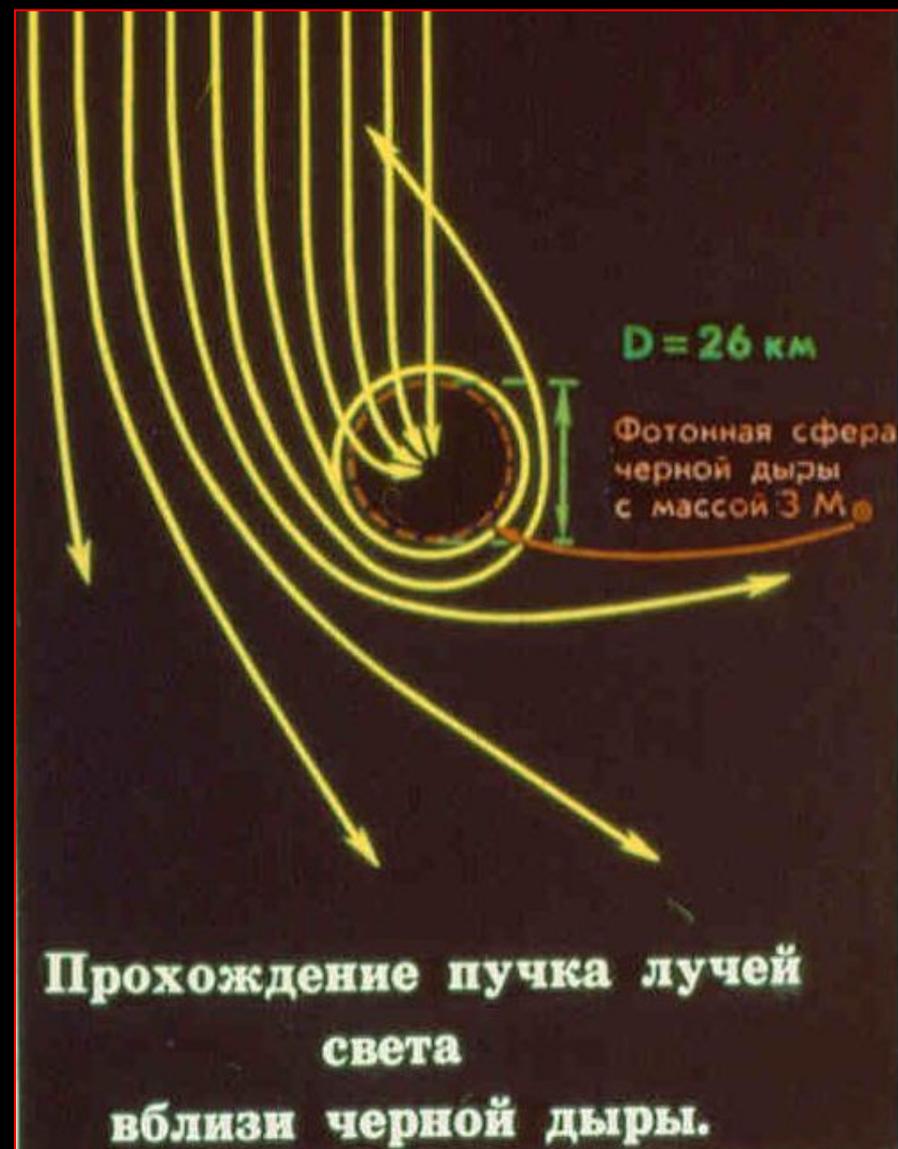
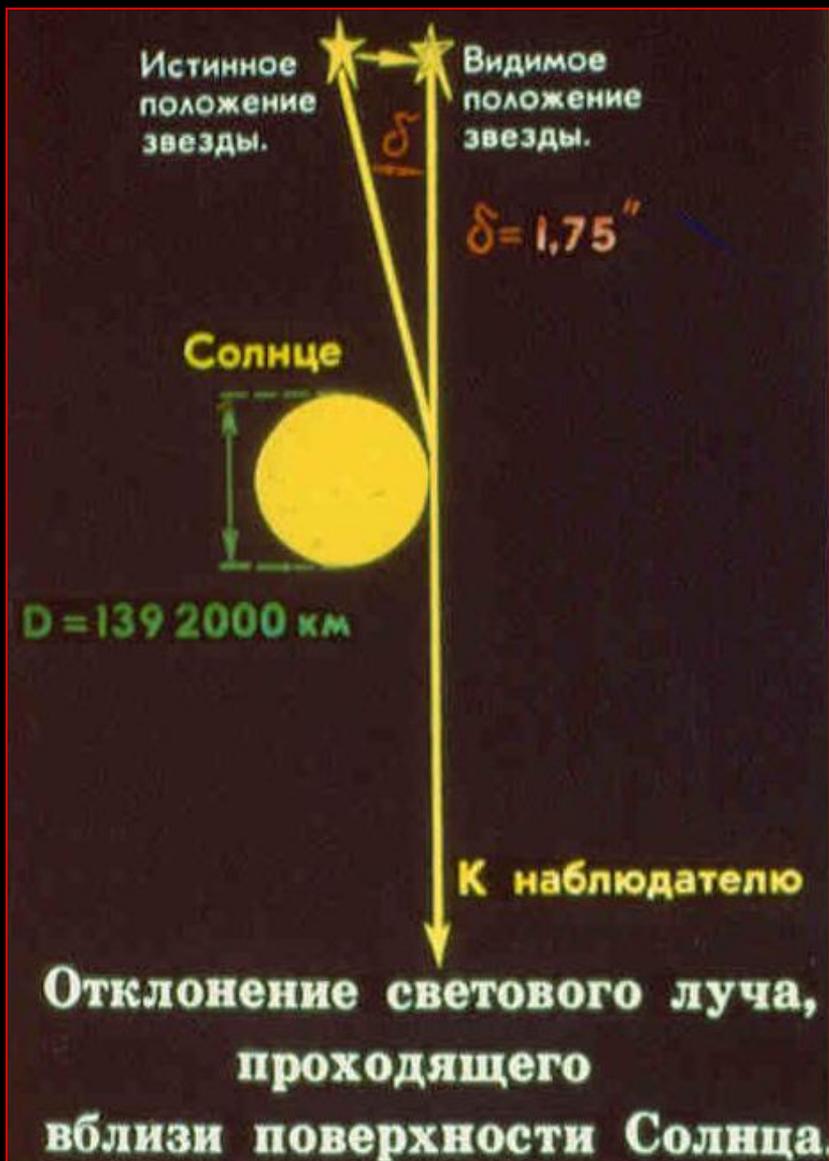
Зверев В.А. школа № 258

Санкт-Петербург 2011 г.

**Закон  
прямолинейного  
распространения  
света**



**Свет в однородной среде распространяется  
прямолинейно и равномерно**

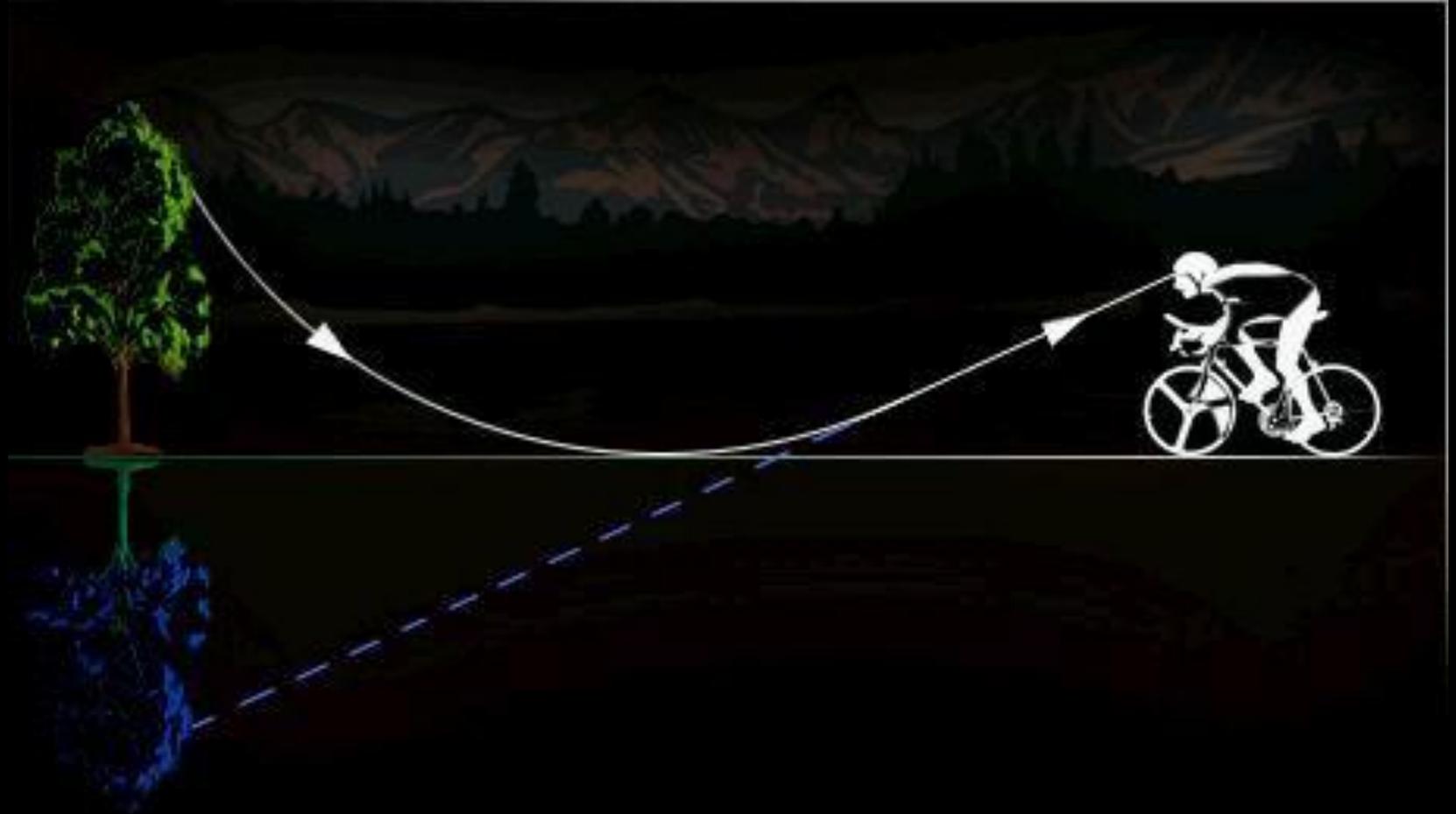


Свет в однородном гравитационном поле распространяется прямолинейно и равномерно.

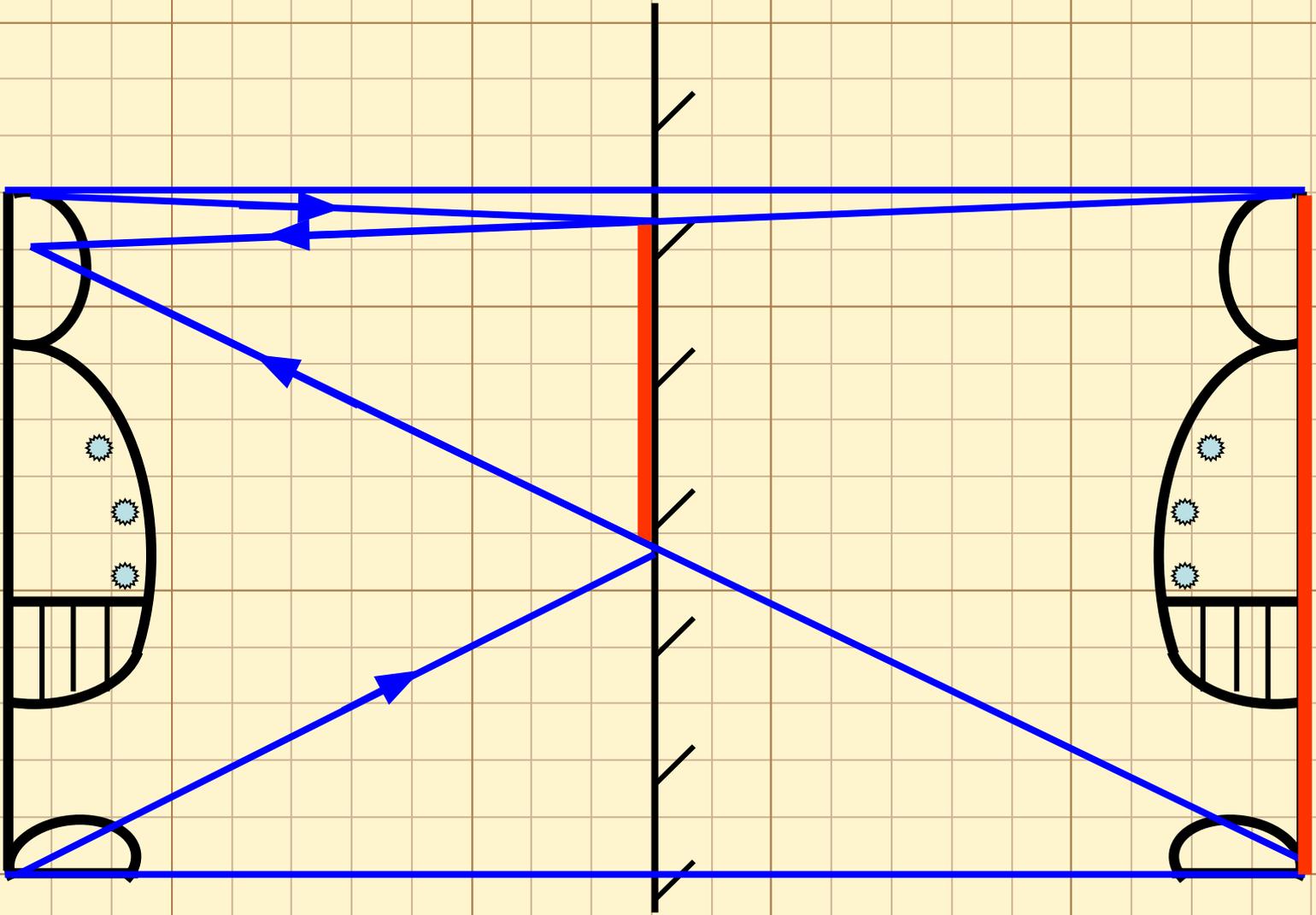
# Свет в однородной среде распространяется прямолинейно и равномерно



На рисунках фотография лазерного луча распространяющегося  
вдоль границы между пресной и соленой водой.



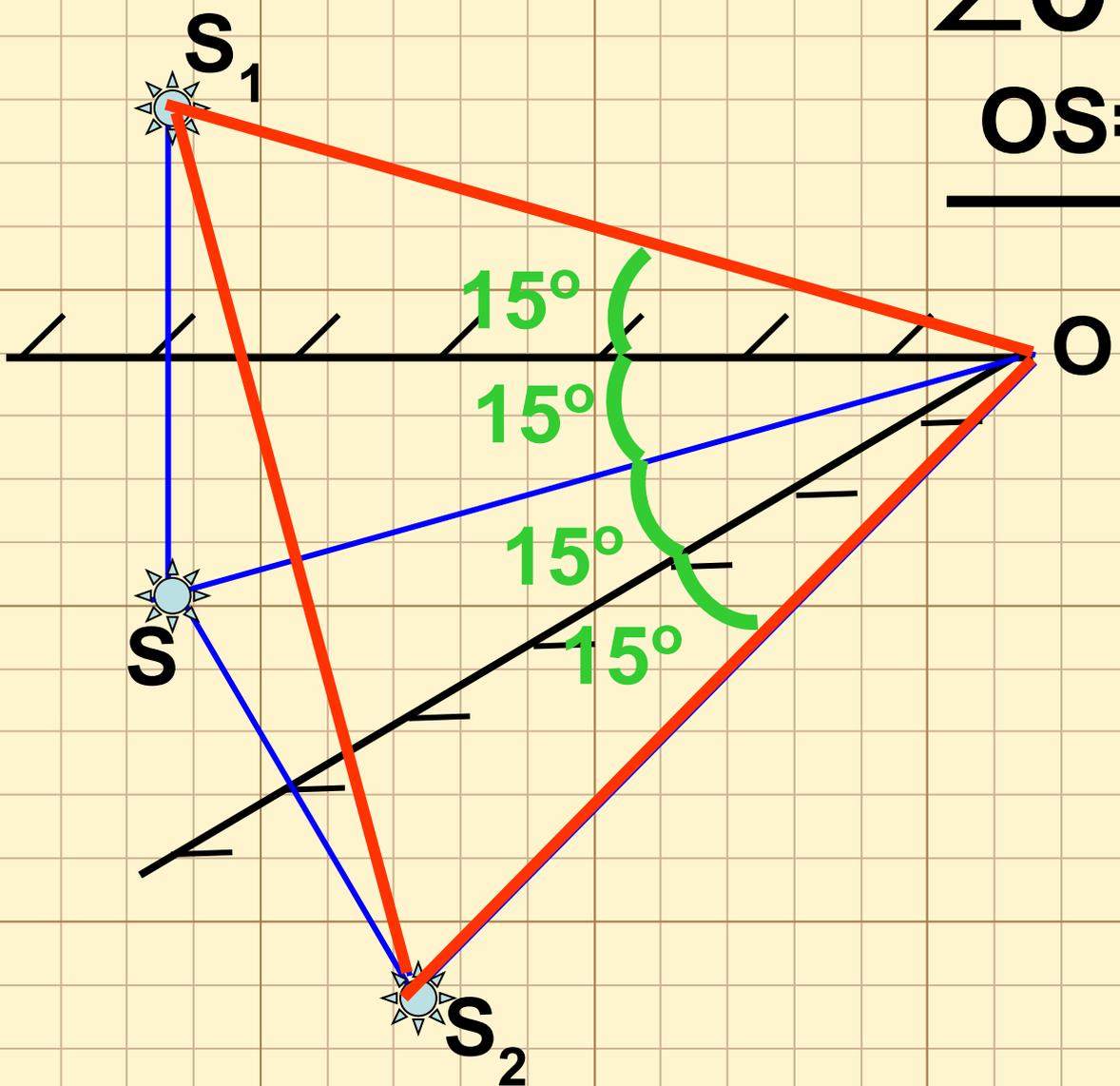




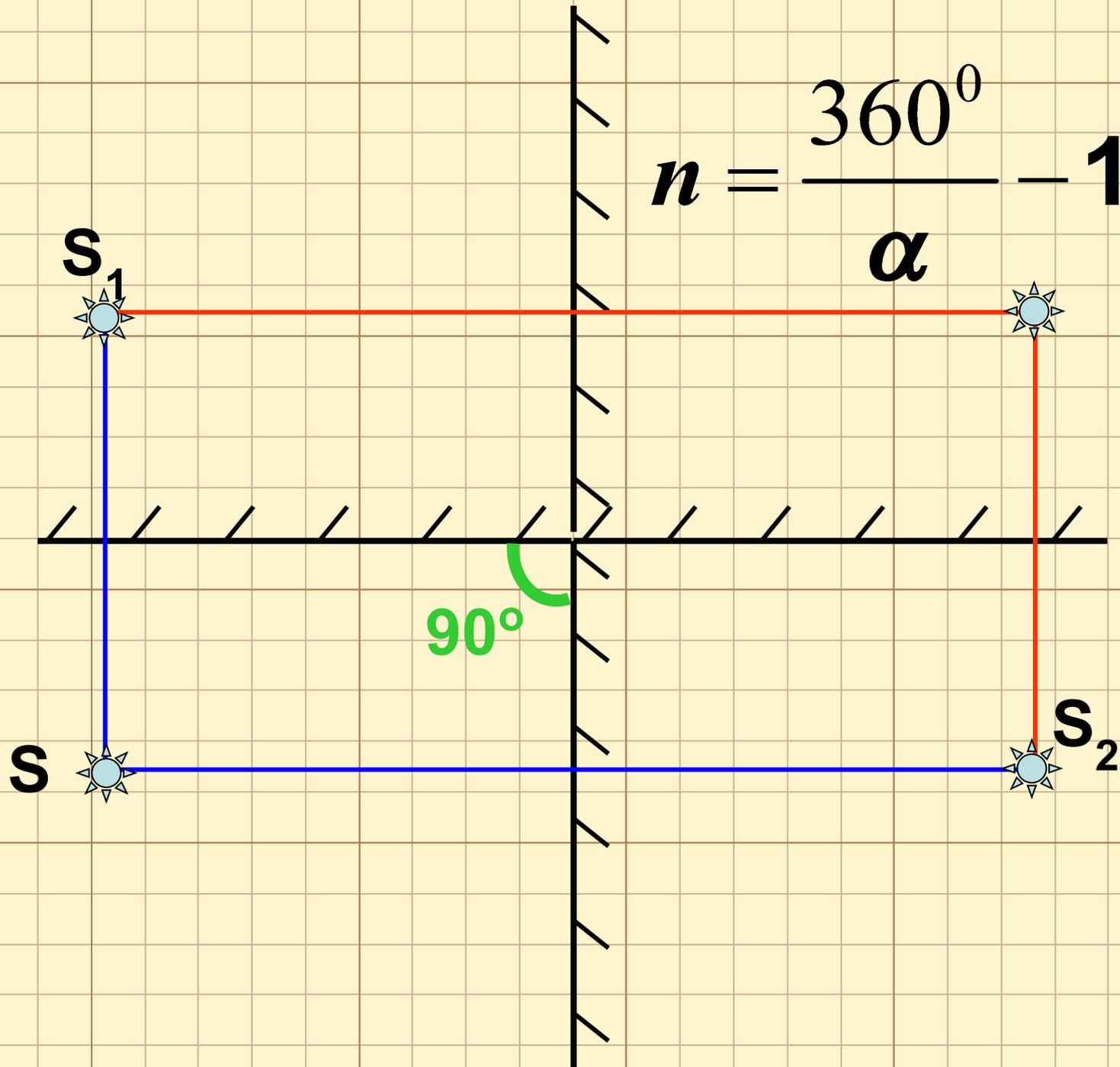
$$\angle O = 30^\circ$$

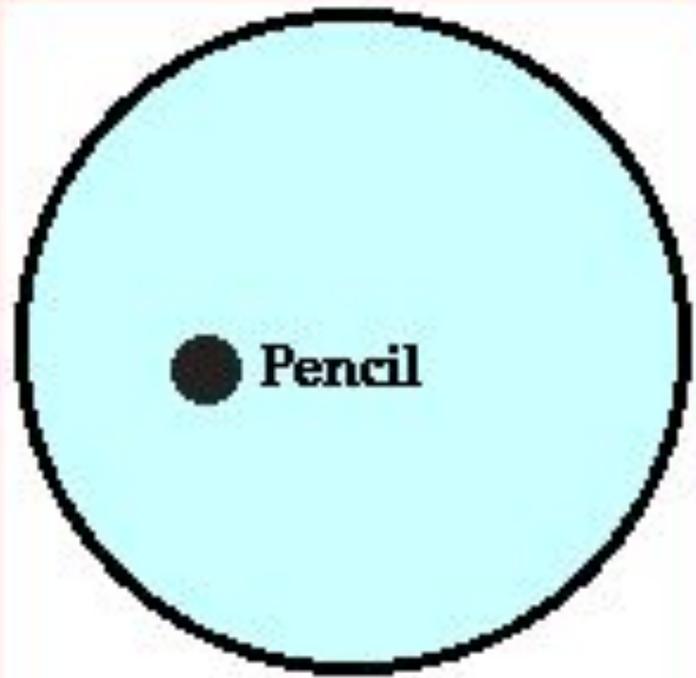
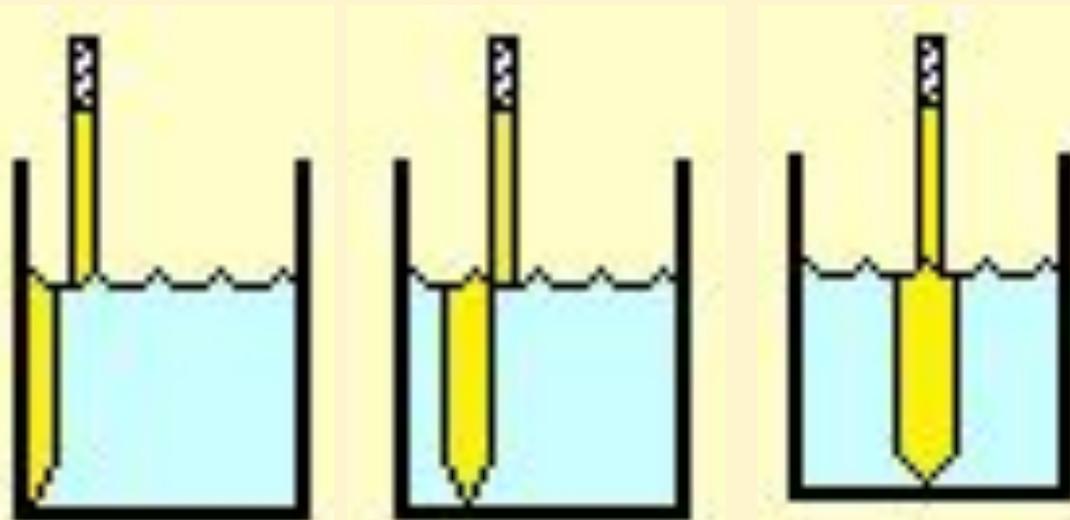
$$OS = 10\text{cm}$$

$$S_1 S_2 = ?$$

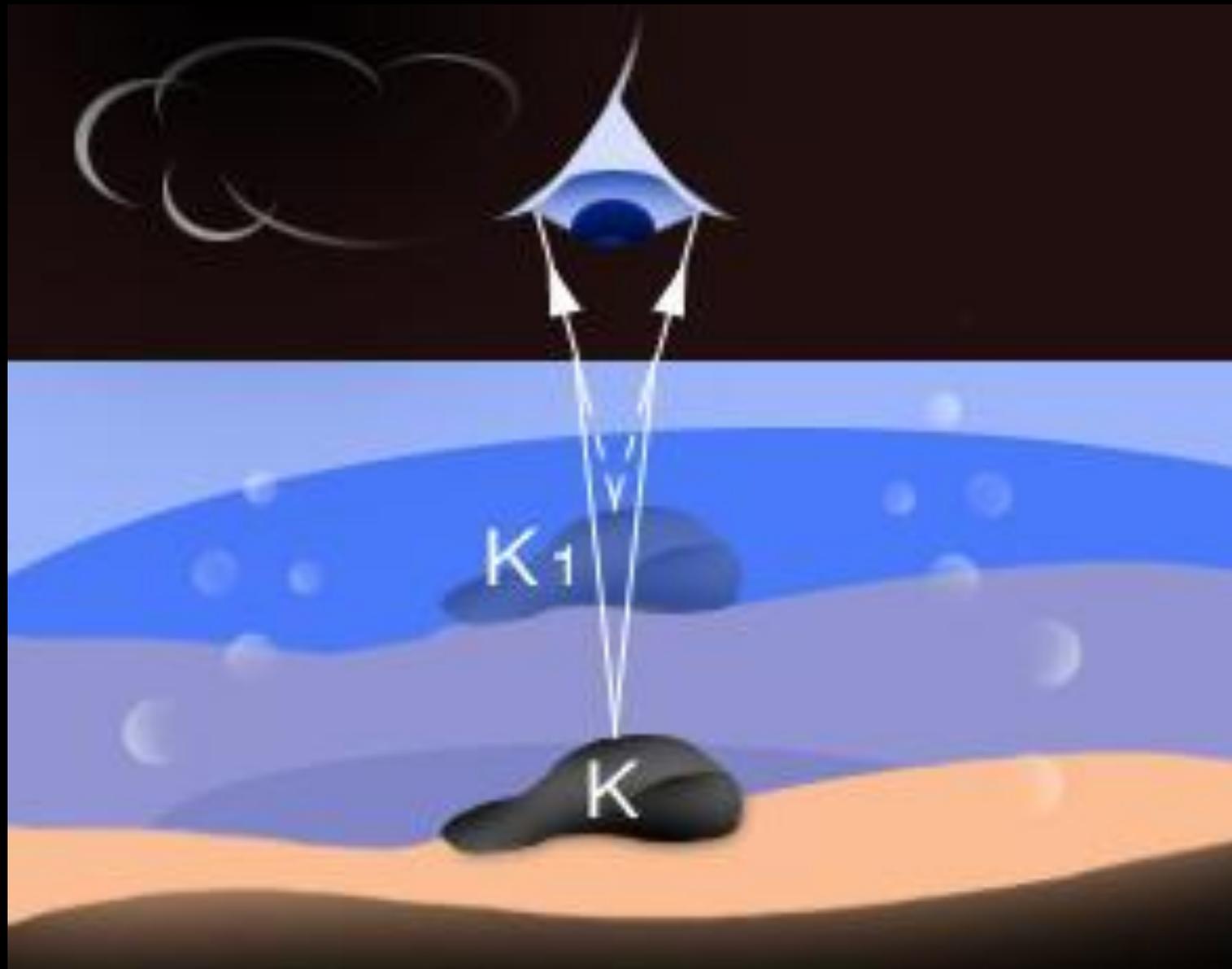


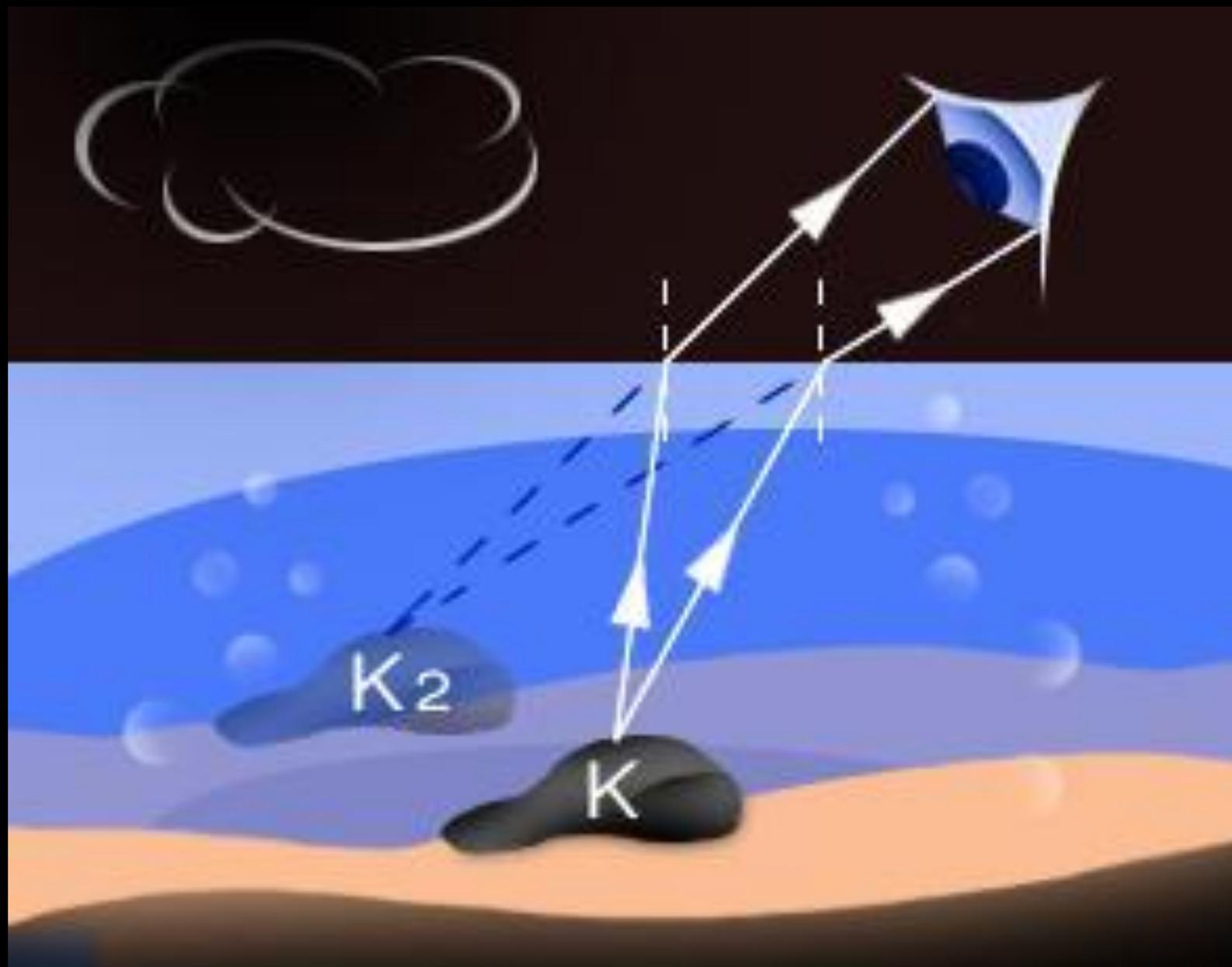
$$OS = OS_1 = OS_2 = S_1 S_2 = 10\text{cm}$$

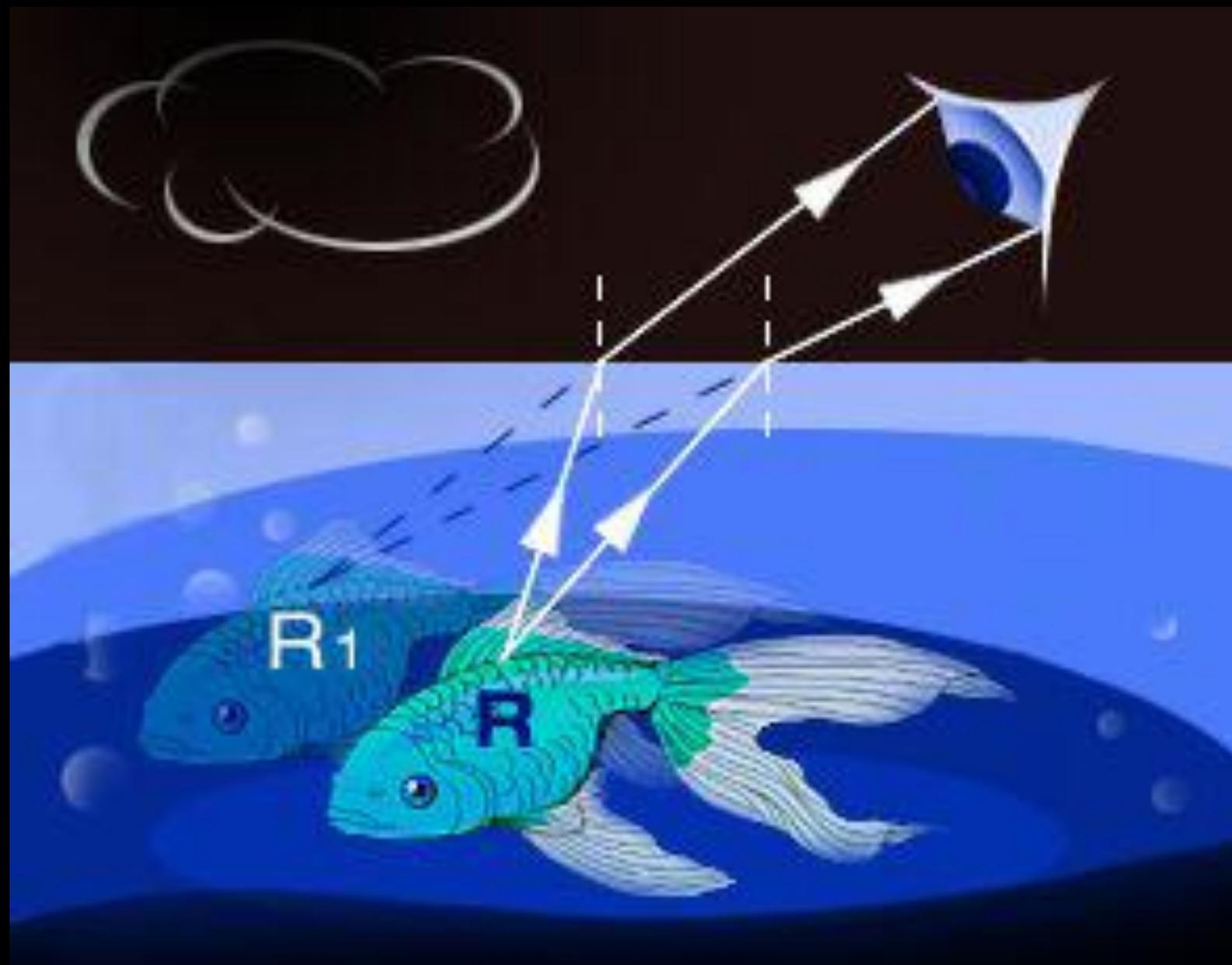




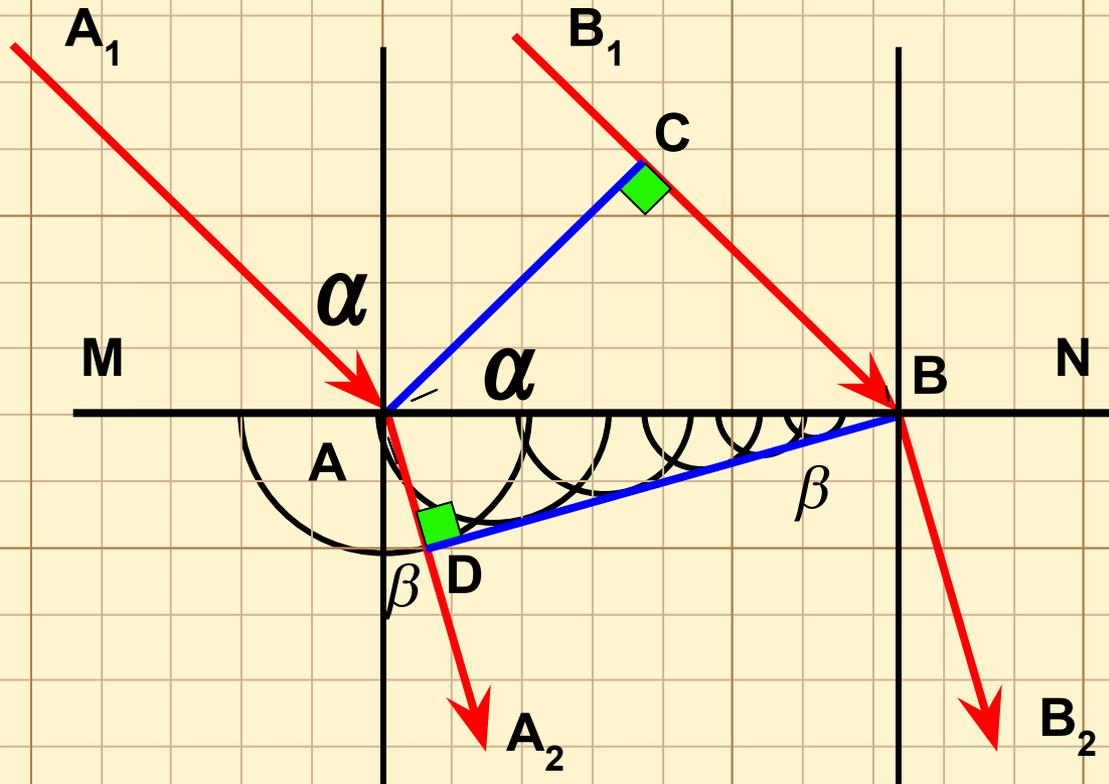
 Eye







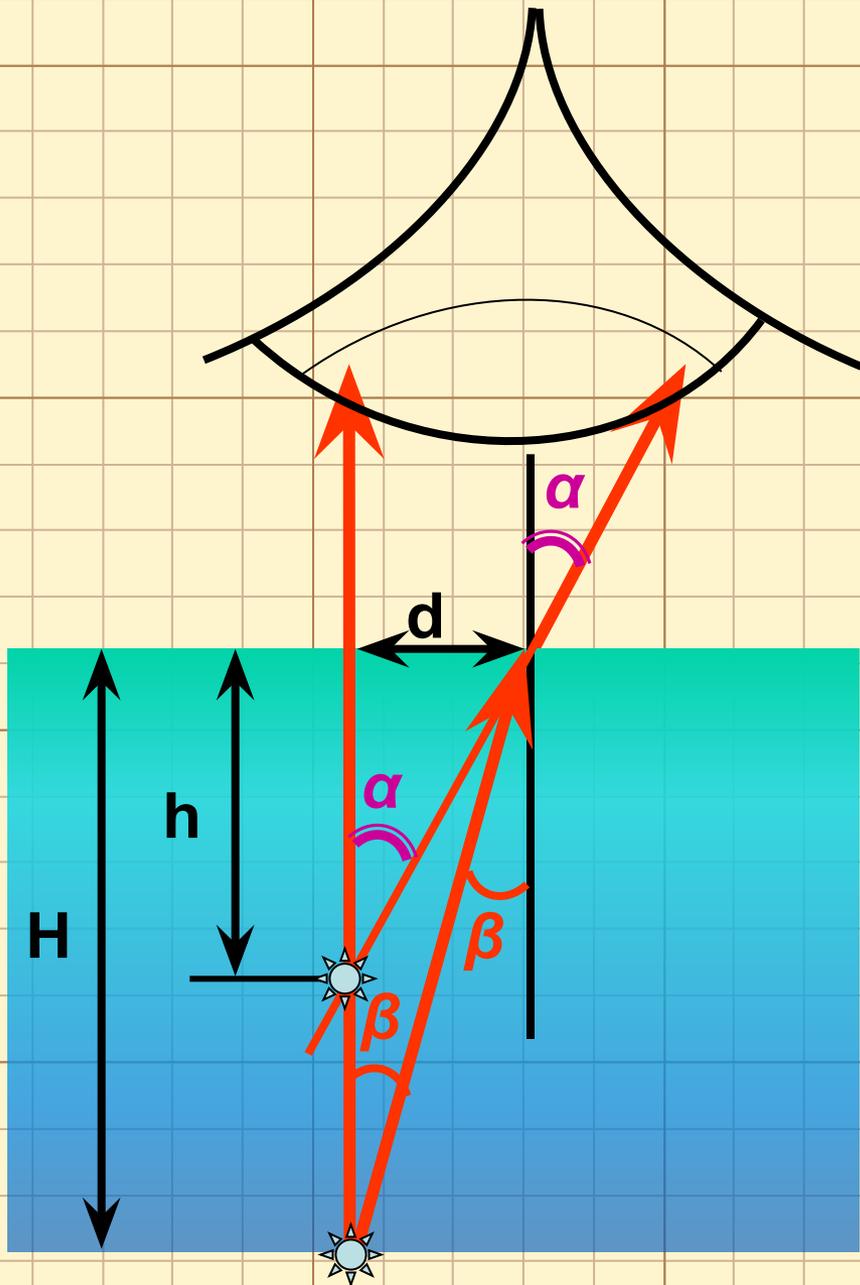
# Закон преломления волн



$$CB = v_1 t = AB \sin \alpha \quad (1)$$

$$AD = v_2 t = AB \sin \beta \quad (2)$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \text{const}$$



$$\frac{d}{h} = \operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha \quad (1)$$

$$\frac{d}{H} = \operatorname{tg} \beta \approx \sin \beta \quad (2)$$

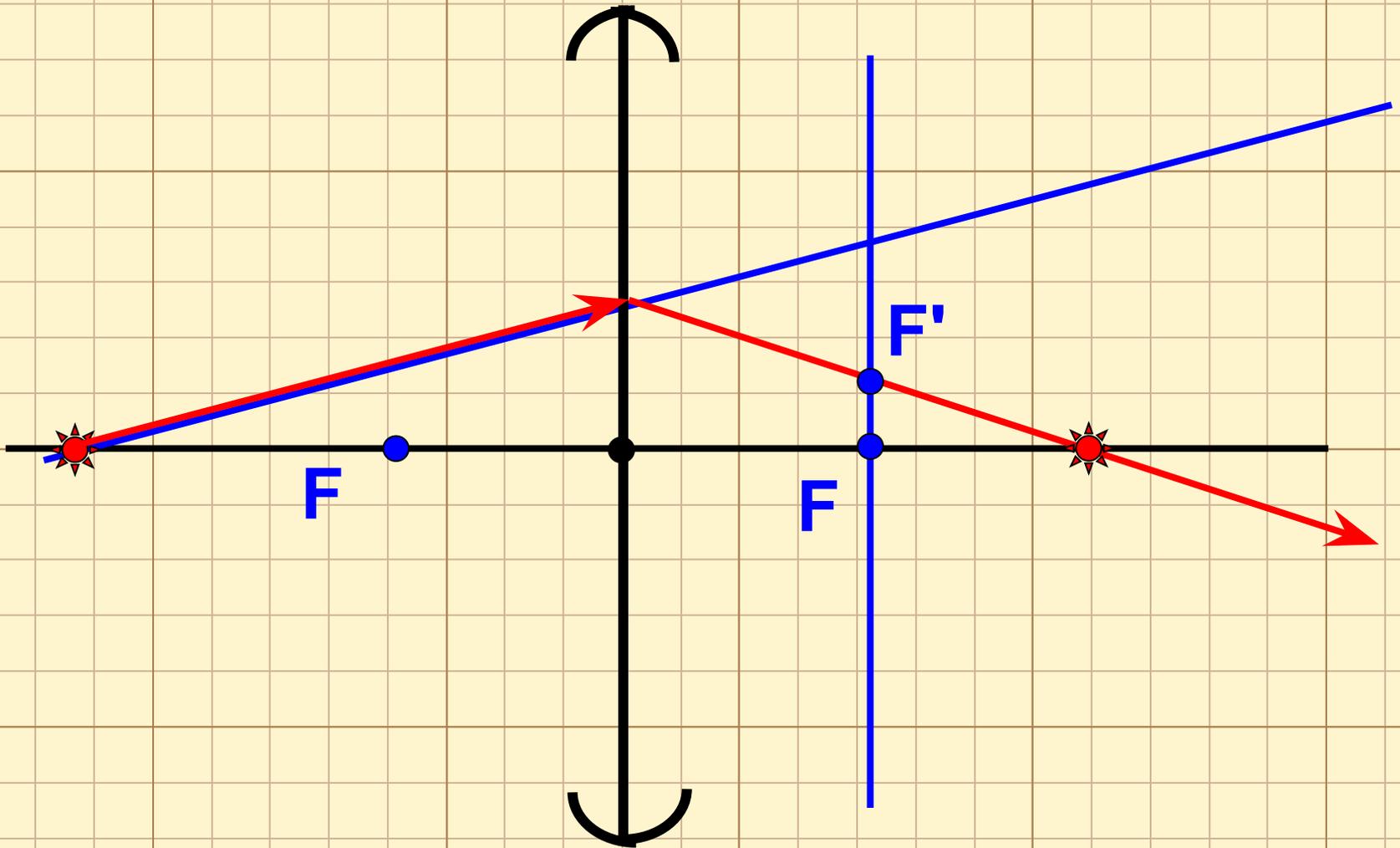
$$(1):(2) \Rightarrow$$

$$\frac{h}{\beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

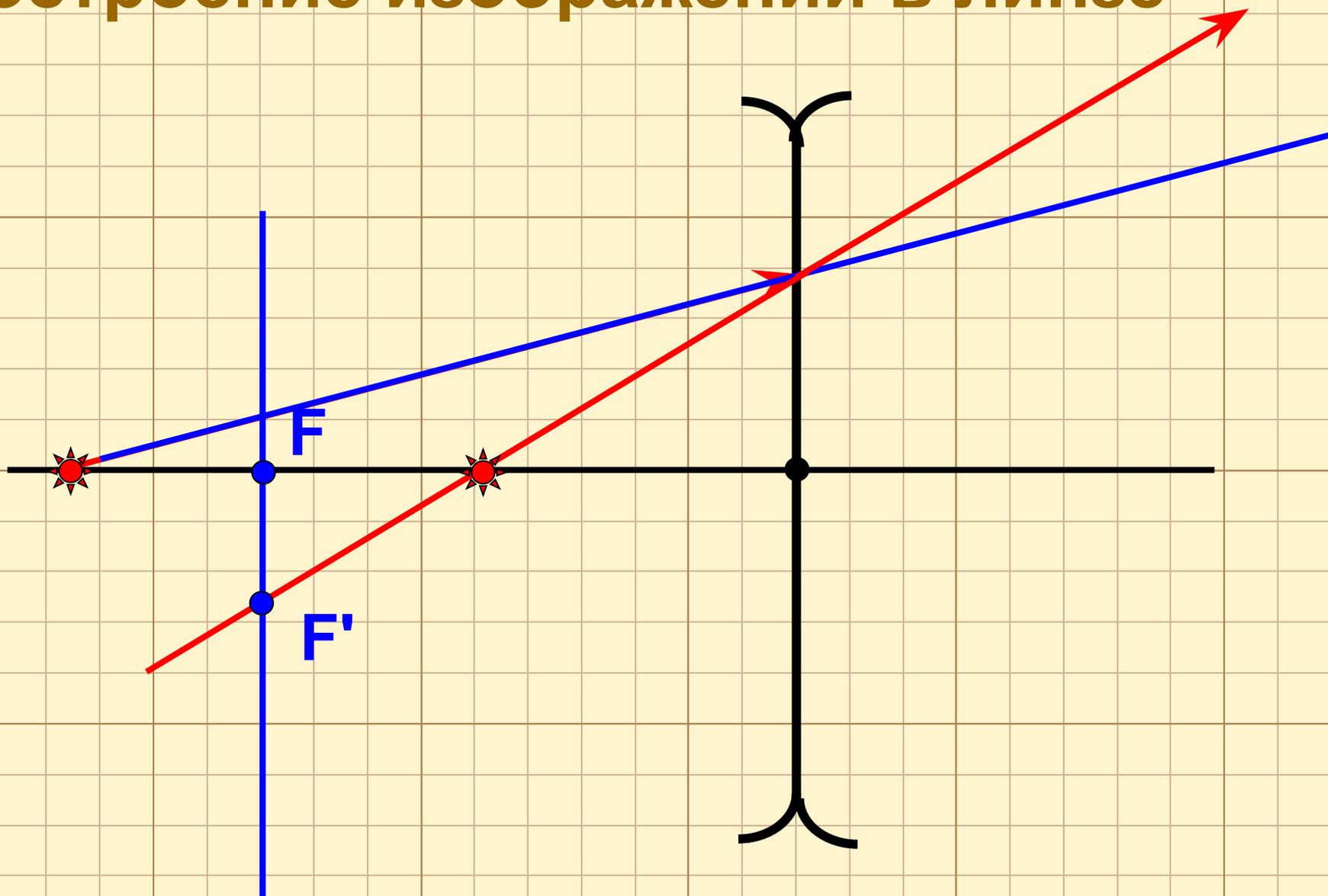
$$h = \frac{H}{n}$$

# Построение изображений в линзе

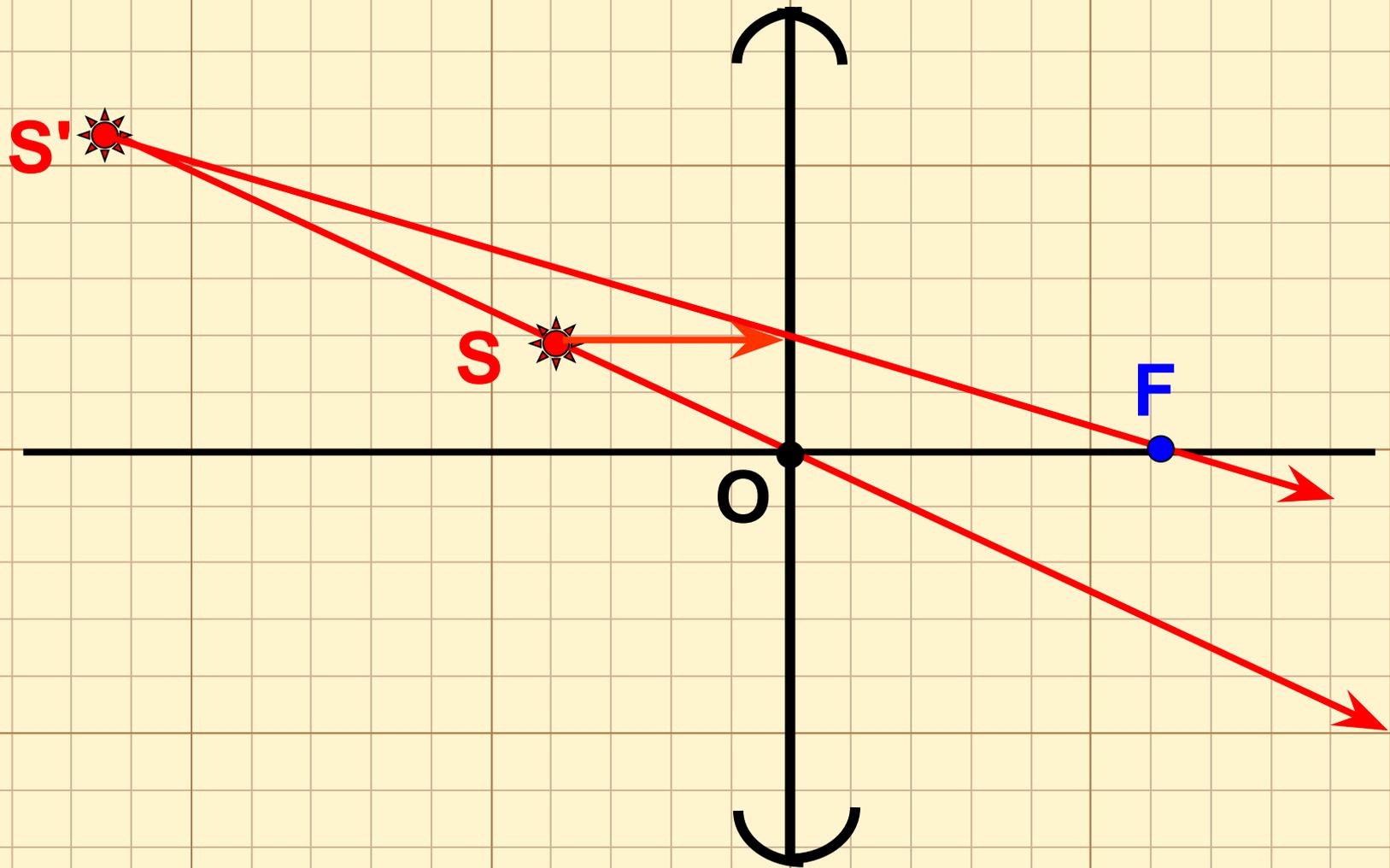
# Построение изображений в линзе



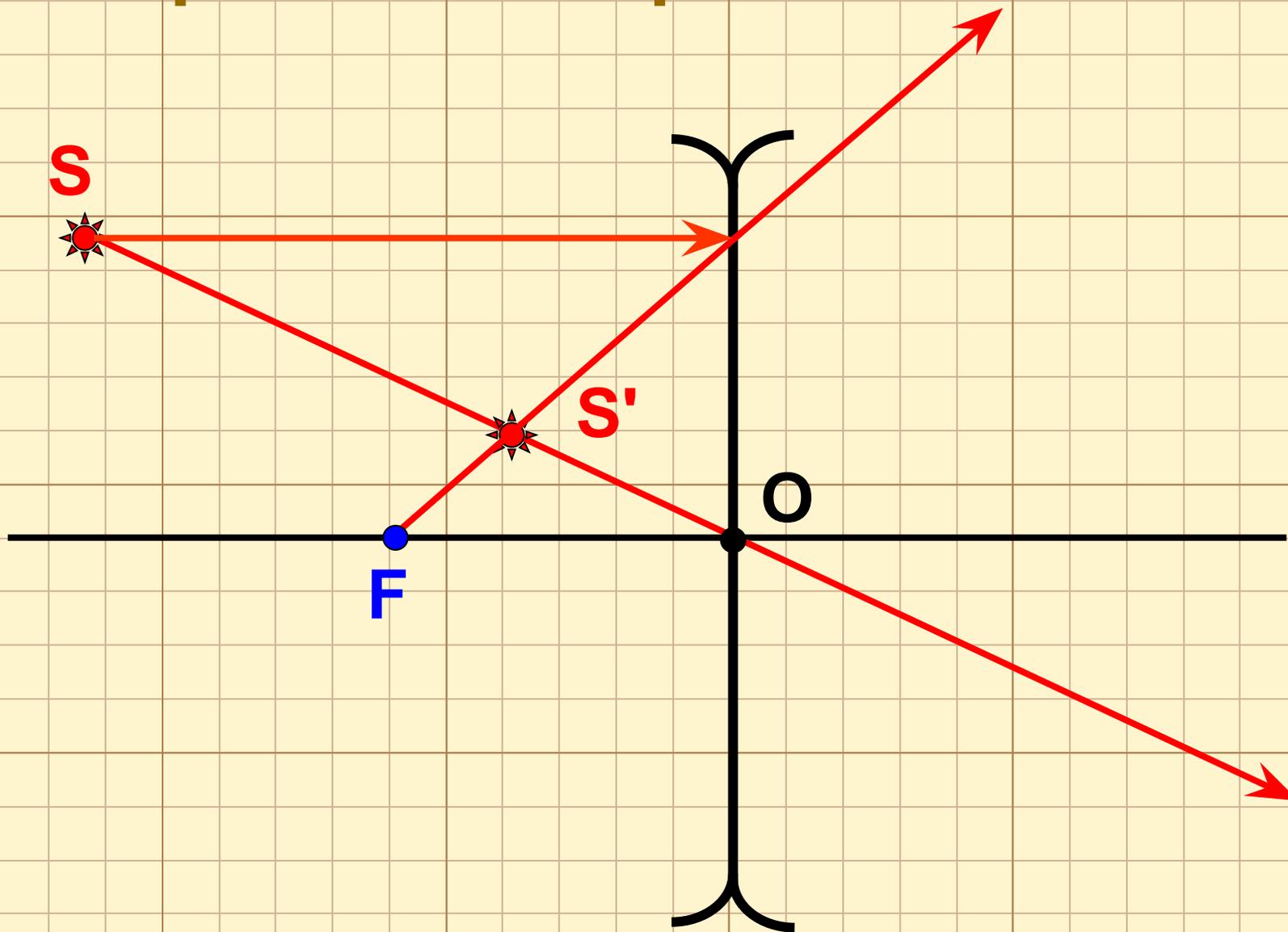
# Построение изображений в линзе

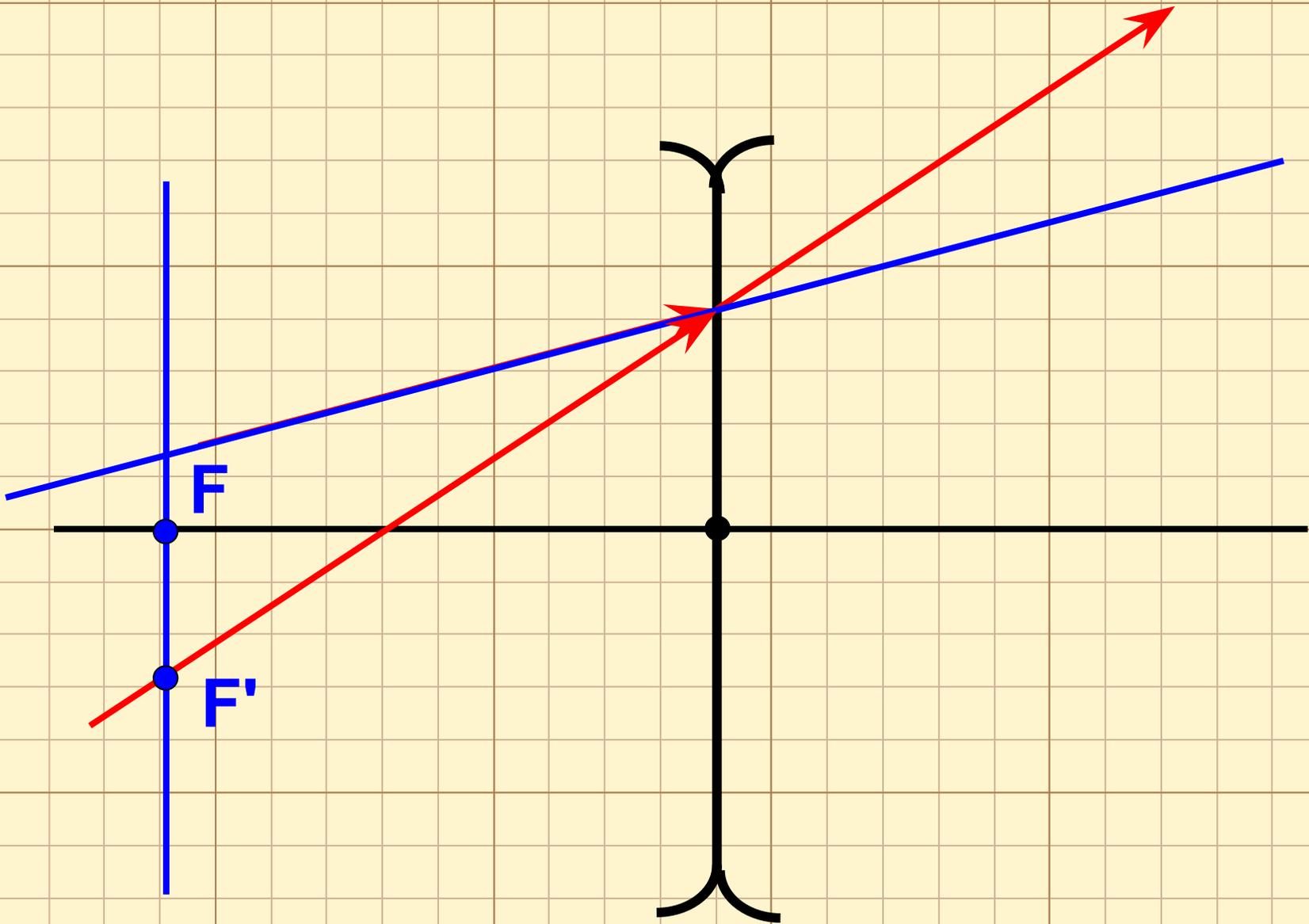


# Построение изображений в линзе

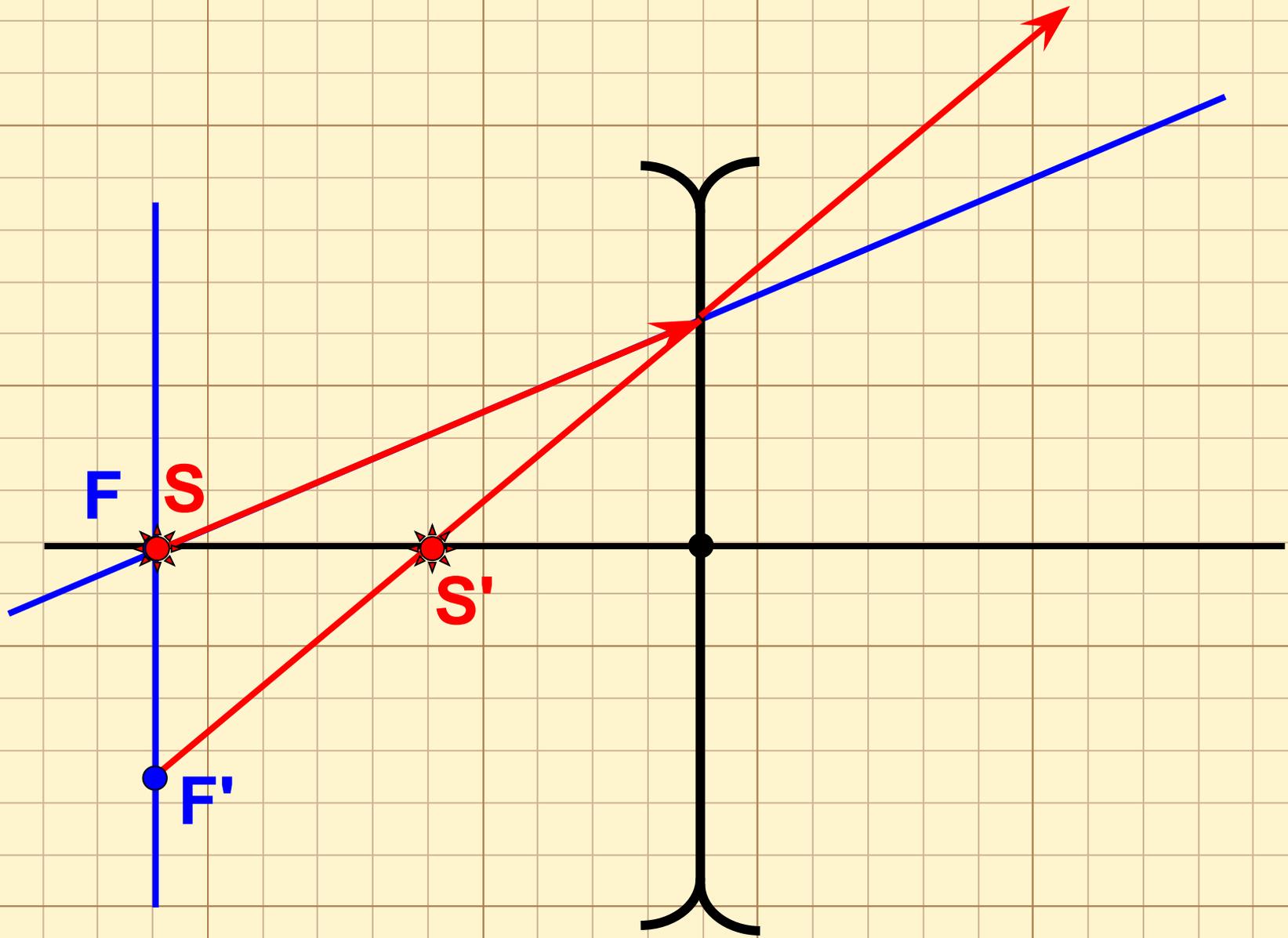


# Построение изображений в линзе

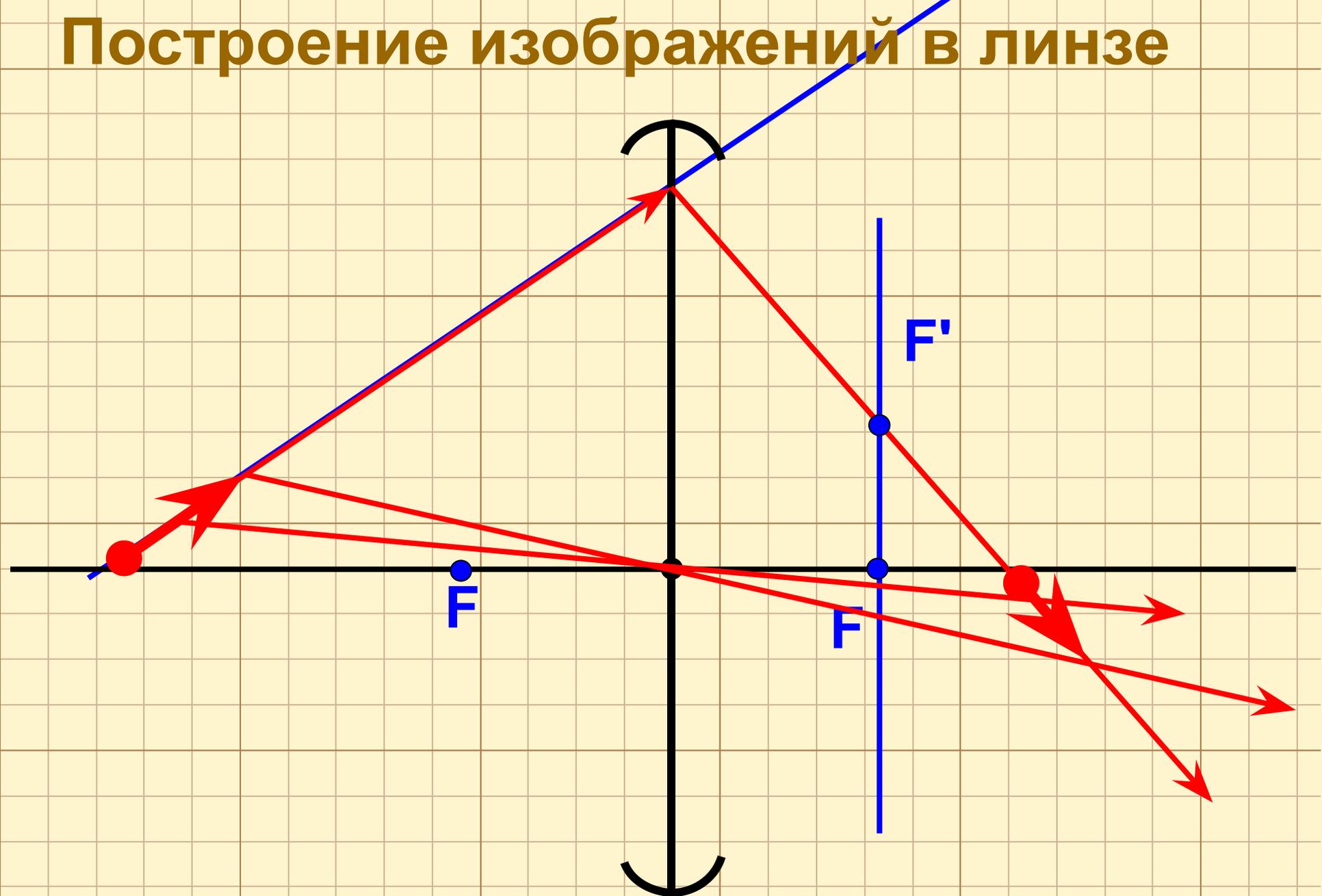




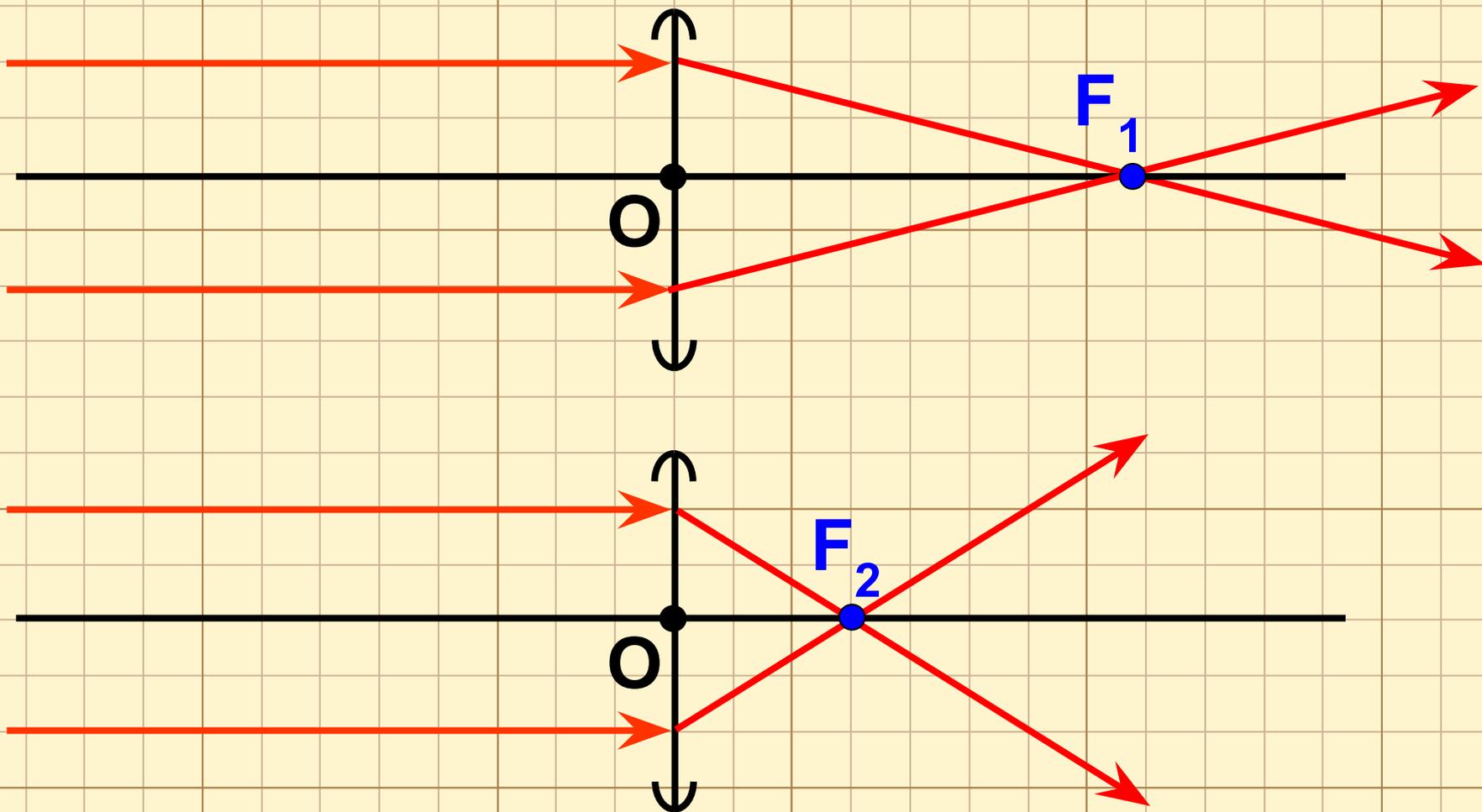
# Построение изображений в линзе



# Построение изображений в линзе



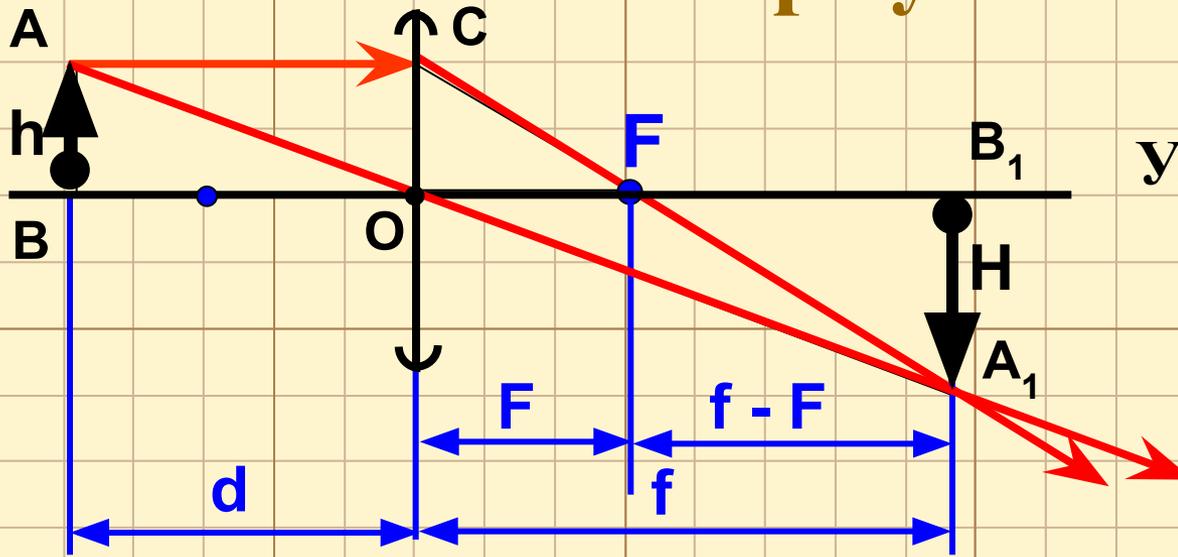
# Оптическая сила линзы (D)



$$D = \frac{1}{F}$$

$$[D] = \frac{1}{\text{м}} = \text{дптр}$$

# Формула тонкой линзы



Увеличение линзы:

$$\Gamma = \frac{H}{h}$$

$$\Delta AOB \sim \Delta A_1OB_1$$

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

$$\Delta COF \sim \Delta A_1FB_1$$

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f-F}{F}$$

$$\frac{f}{d} = \frac{f}{F} - 1 \quad / :f$$

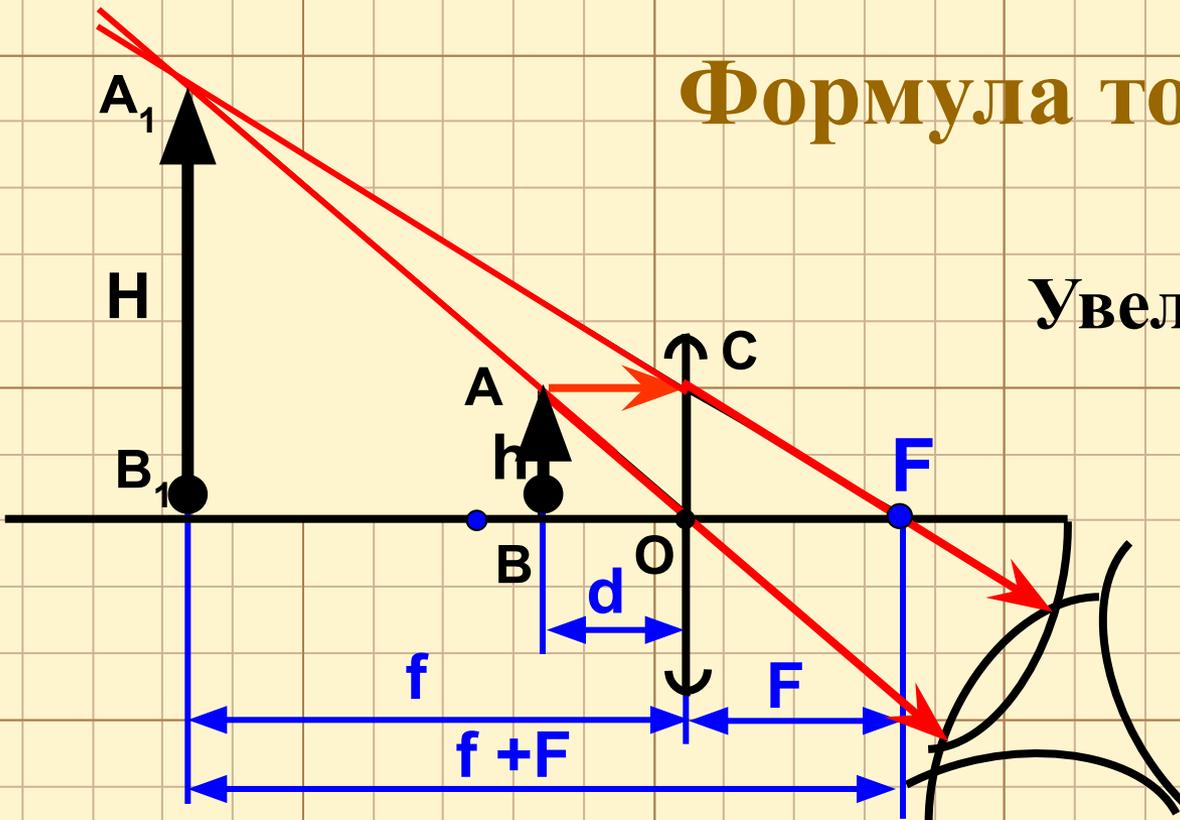
$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

# Формула тонкой линзы

Увеличение линзы:

$$\Gamma = \frac{H}{h}$$



$$\Delta AOB \sim \Delta A_1OB_1$$

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

$$\frac{f}{d} = \frac{f}{F} + 1 \quad /:f$$

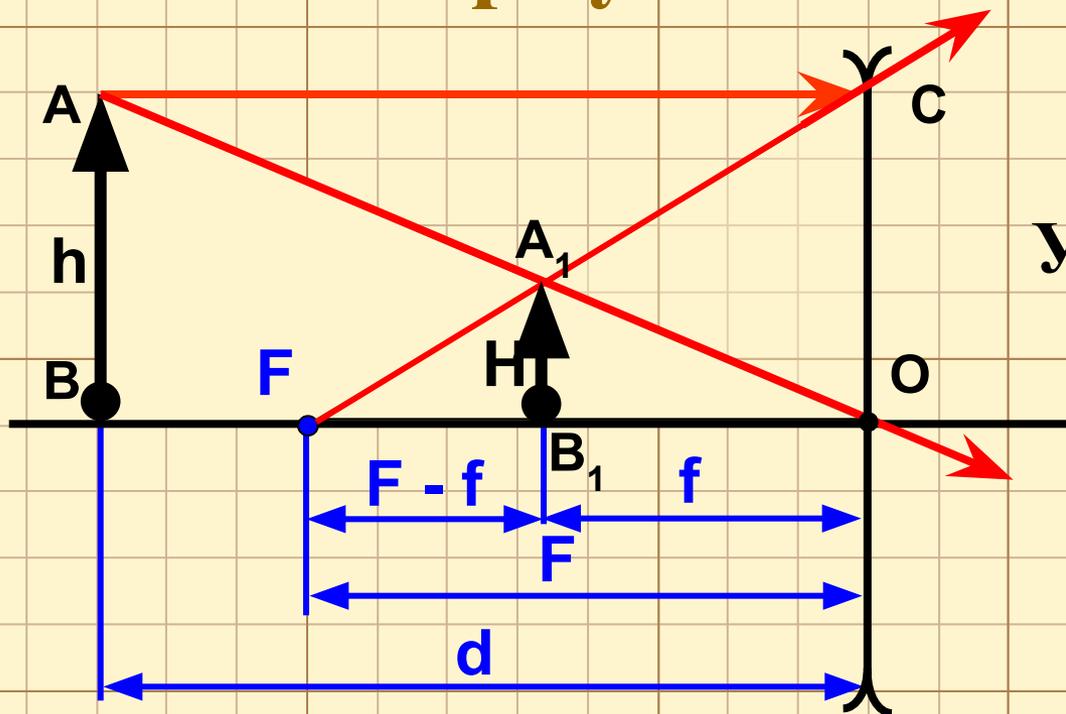
$$\Delta COF \sim \Delta A_1FB_1$$

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f+F}{F}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

# Формула тонкой линзы



Увеличение линзы:

$$\Gamma = \frac{H}{h}$$

$$\Delta AOB \sim \Delta A_1OB_1$$

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

$$\frac{f}{d} = 1 - \frac{f}{F} \quad / :f$$

$$\Delta COF \sim \Delta A_1FB_1$$

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{F-f}{F}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

# Правило знаков

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

- линза собирающая,  
изображение  
действительное

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

- линза собирающая,  
изображение мнимое

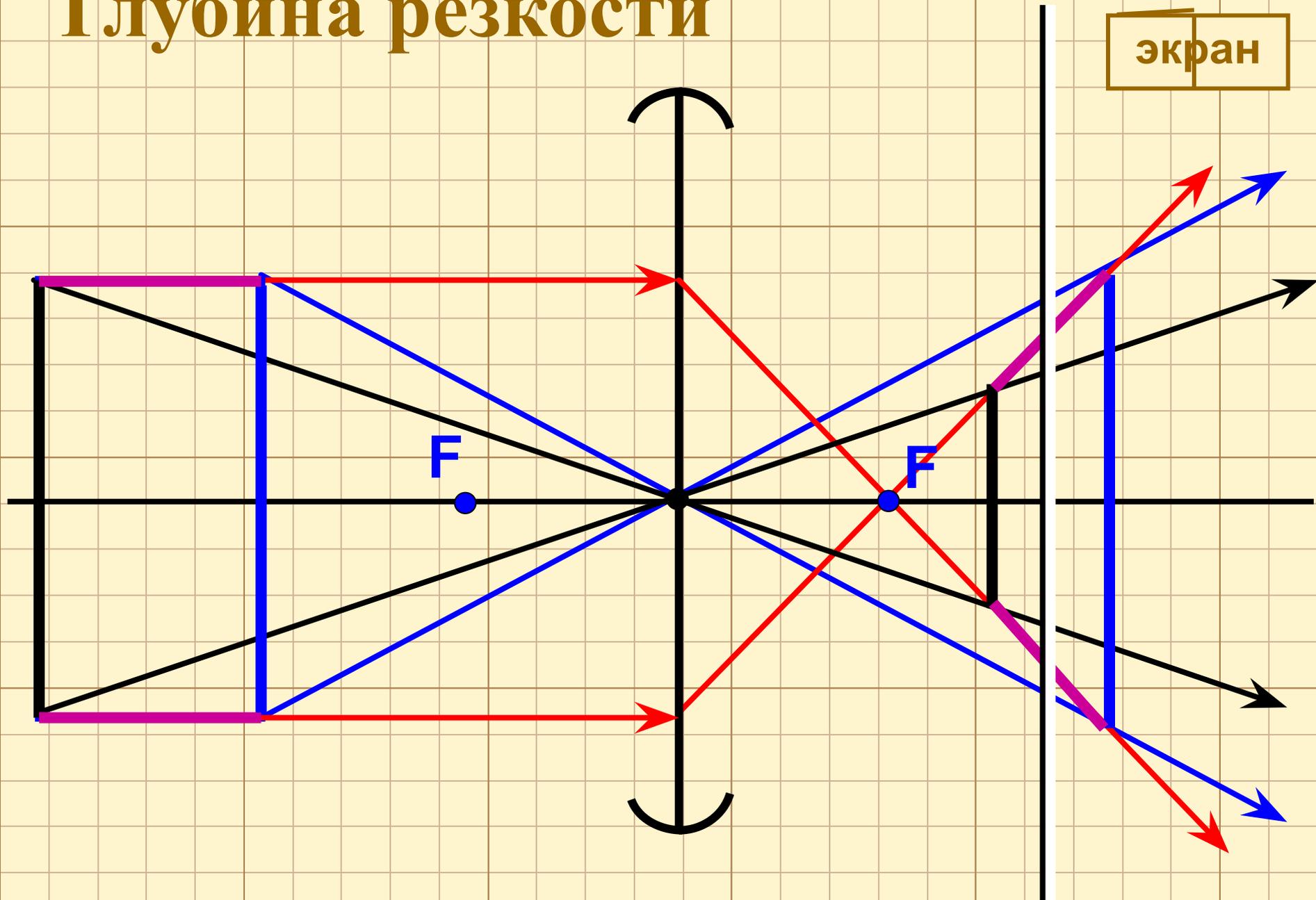
$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

- линза рассеивающая,  
изображение мнимое

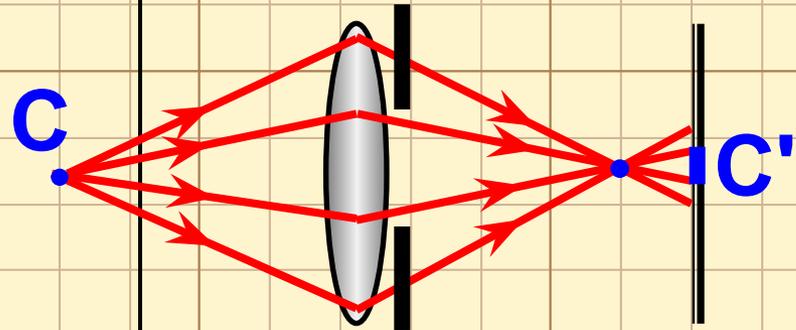
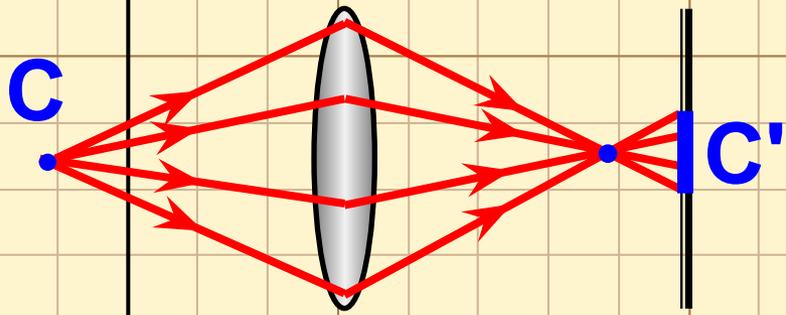
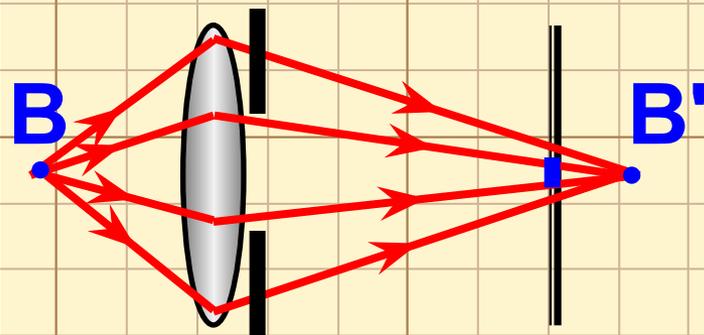
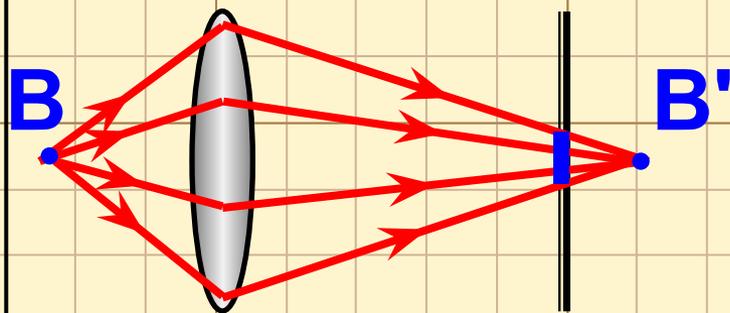
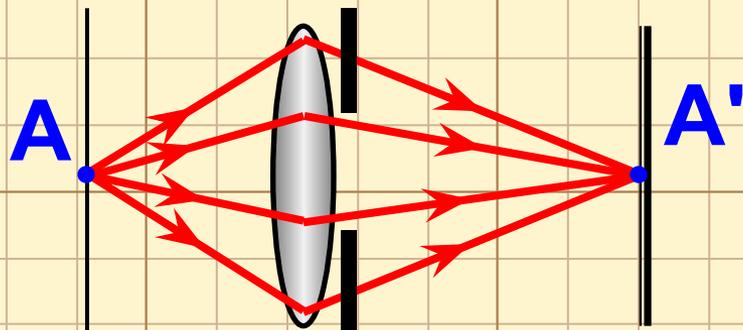
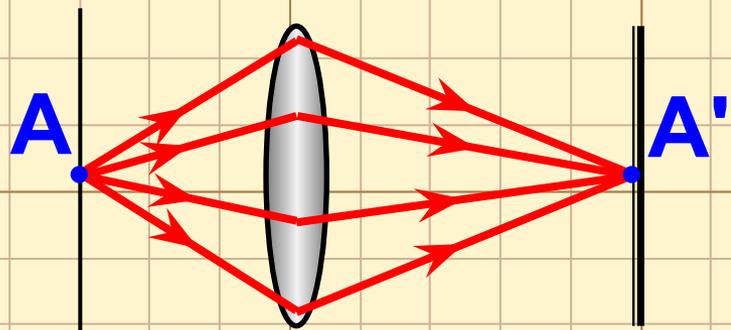
**Обобщим:**

$$\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$$

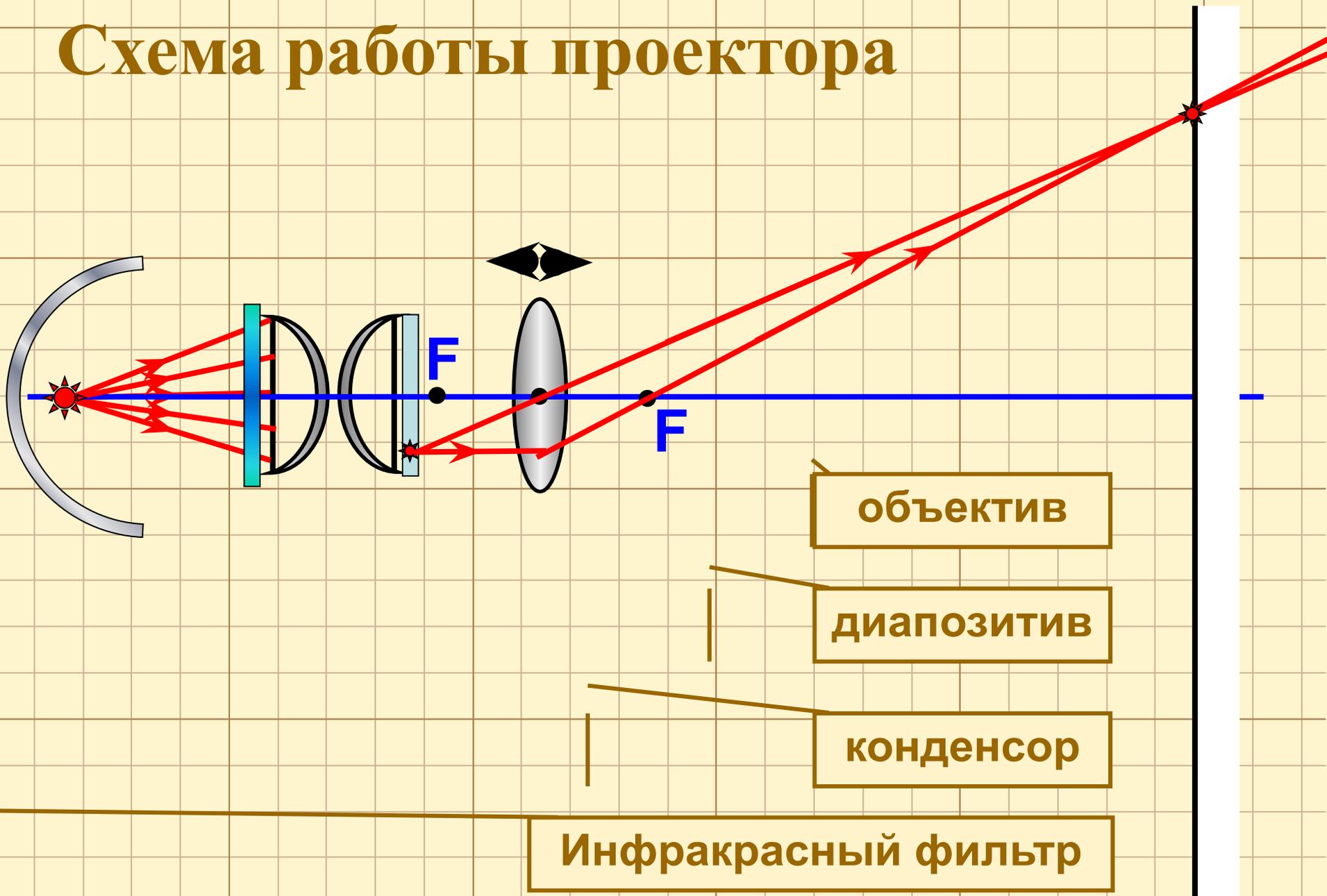
# Глубина резкости



# Глубина резкости



# Схема работы проектора



# Скорость света

Propagation of a Photon through a Medium

$$U = 2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$



Propagation of a Photon through a Vacuum



$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Стекло  
 $n = 1,5$

$$U = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,5} = 2 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

# Природа света

17 век

Исаак Ньютон

корпускулярная теория (свет – поток частиц)

Христиан Гюйгенс

волновая теория (свет – волна)

19 век

Джеймс Кларк Максвелл

– электромагнитная природа света

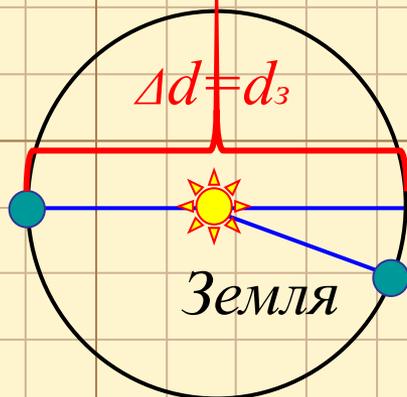
20 век

Макс Планк

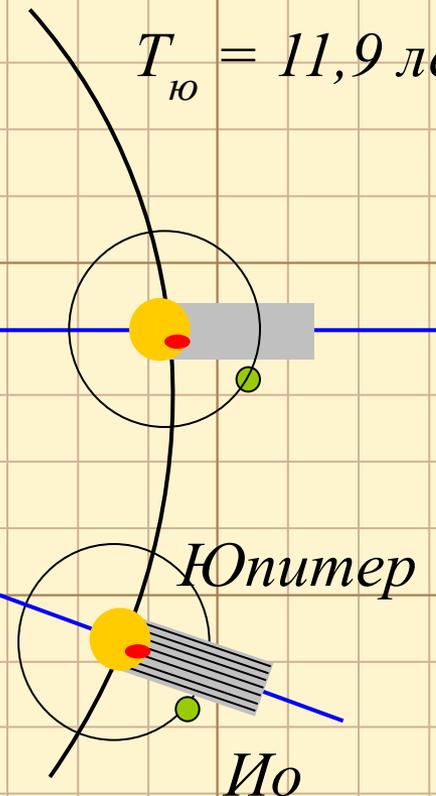
– квантовая природа света

# Скорость света (1676 Оле Рёмер)

$$T_3 = 1 \text{ год}$$



$$T_{ю} = 11,9 \text{ лет}$$

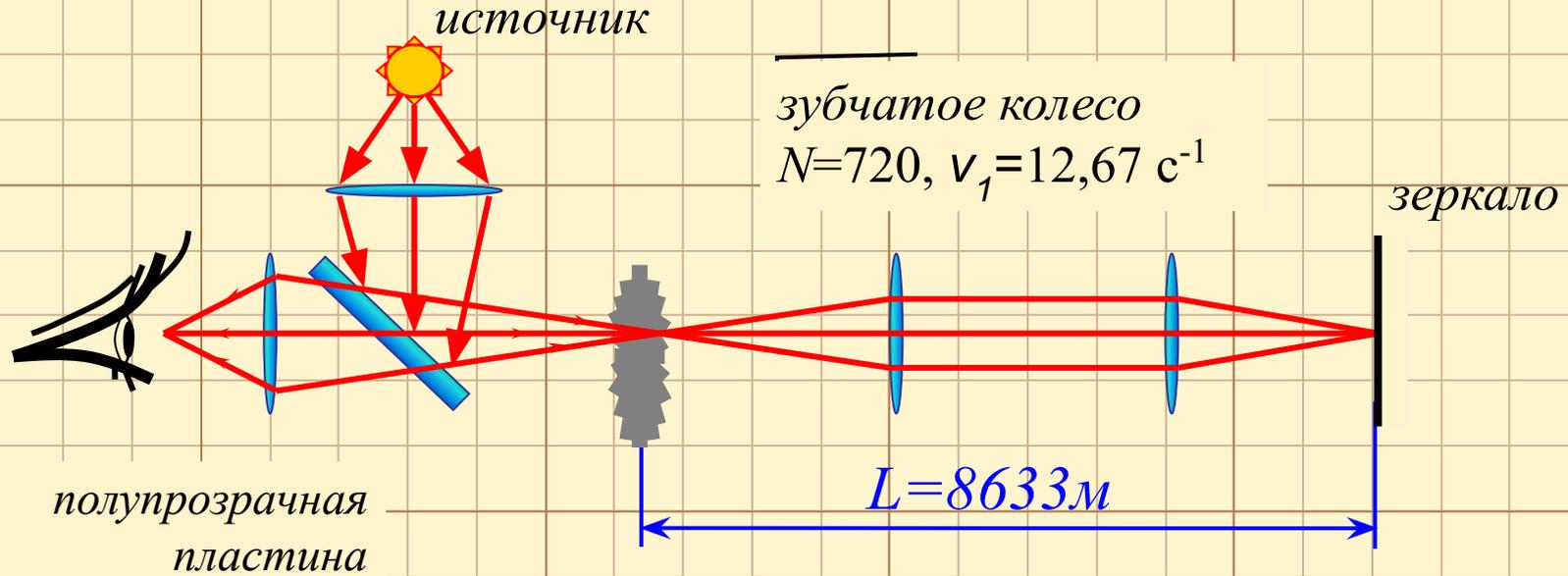


$$\Delta d = 2 \text{ a.e.} = 2 \times 1,5 \cdot 10^{11}$$

$$\Delta t = 22 = 22 \times 60$$

$$c = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{3 \cdot 10^{11}}{1320} = 2,15 \cdot 10^8 \text{ —}$$

# Скорость света (1849 Ипполит Физо)



$$c = \frac{2L}{t} = 4LN\nu = 4 \cdot 8633 \cdot 720 \cdot 12,67 = 3,15 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = \frac{T}{2N} = \frac{1}{2N\nu}$$

# Опыт Майкельсона, 1927 г.

$$C = 299\,792\,458 \pm 1,2 \text{ м/с}$$

Скорость света в вакууме не зависит от скорости движения источника света или наблюдателя и одинакова во всех инерциальных системах отсчета!

$$C_{\text{ЕГЭ}} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

# Лабораторная работа

Измерение показателя преломления  
стекла

$$n_{np} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{AE}{CD}$$

$$n =$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta AE}{AE} + \frac{\Delta CD}{CD}$$

$$\varepsilon =$$

$$\Delta n = n_{np} \varepsilon$$

$$\Delta n =$$

$$n = n_{np} \pm \Delta n$$

Ответ :  $n = \dots \pm \dots$

