

Оптика

Propagation of a Photon through a Medium



Propagation of a Photon through a Vacuum



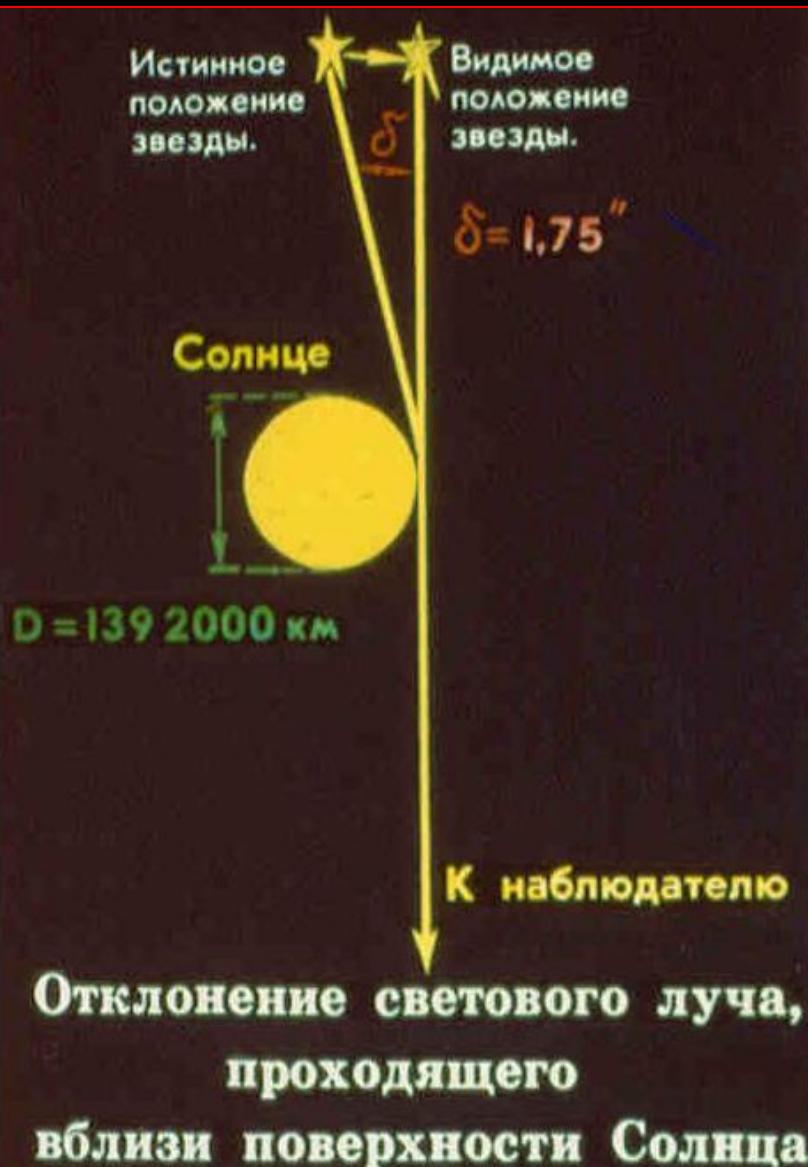
Зверев В.А. школа № 258

Санкт-Петербург 2011 г.

Закон прямолинейного распространения света



Свет в однородной среде распространяется
прямолинейно и равномерно

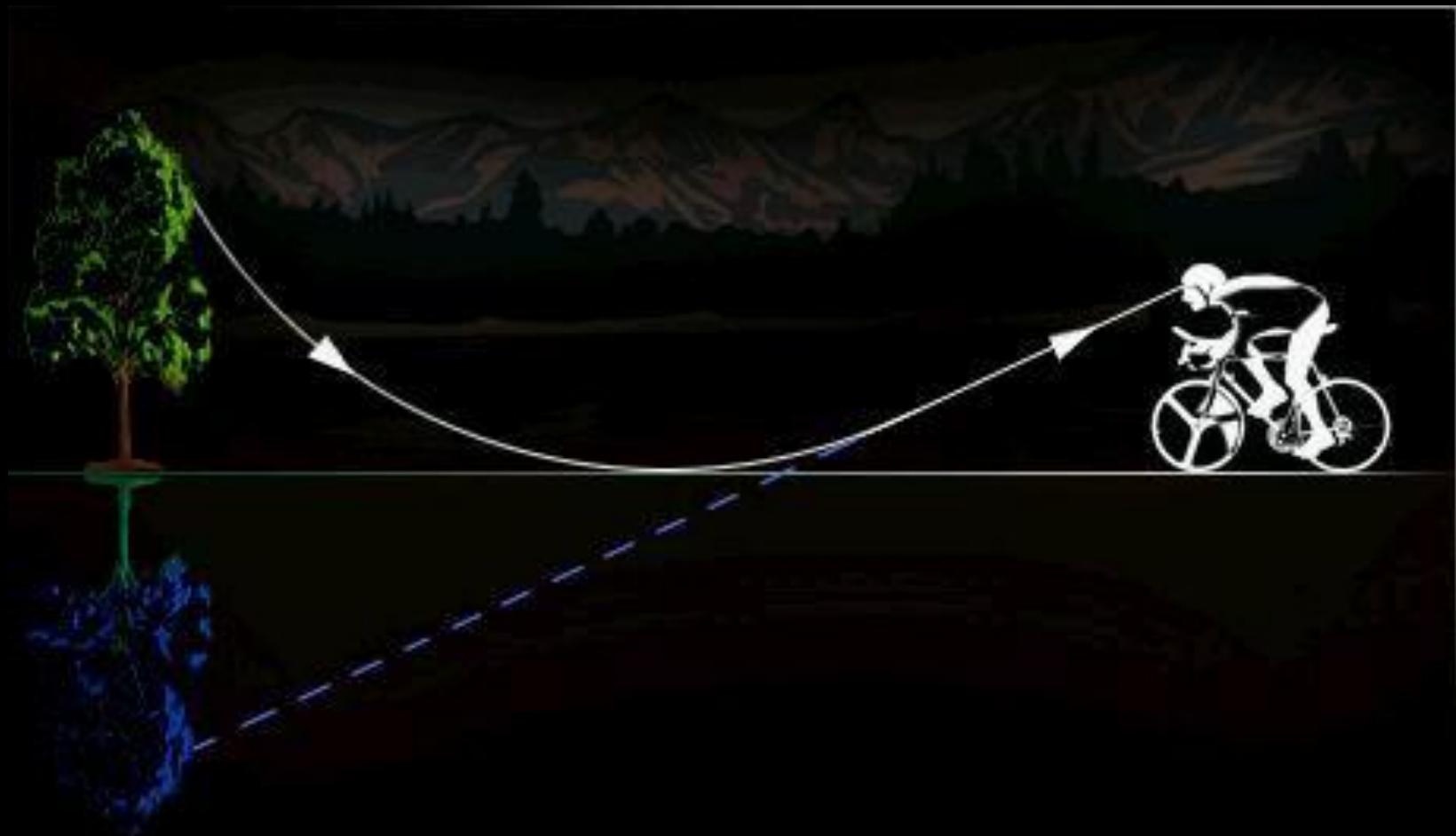


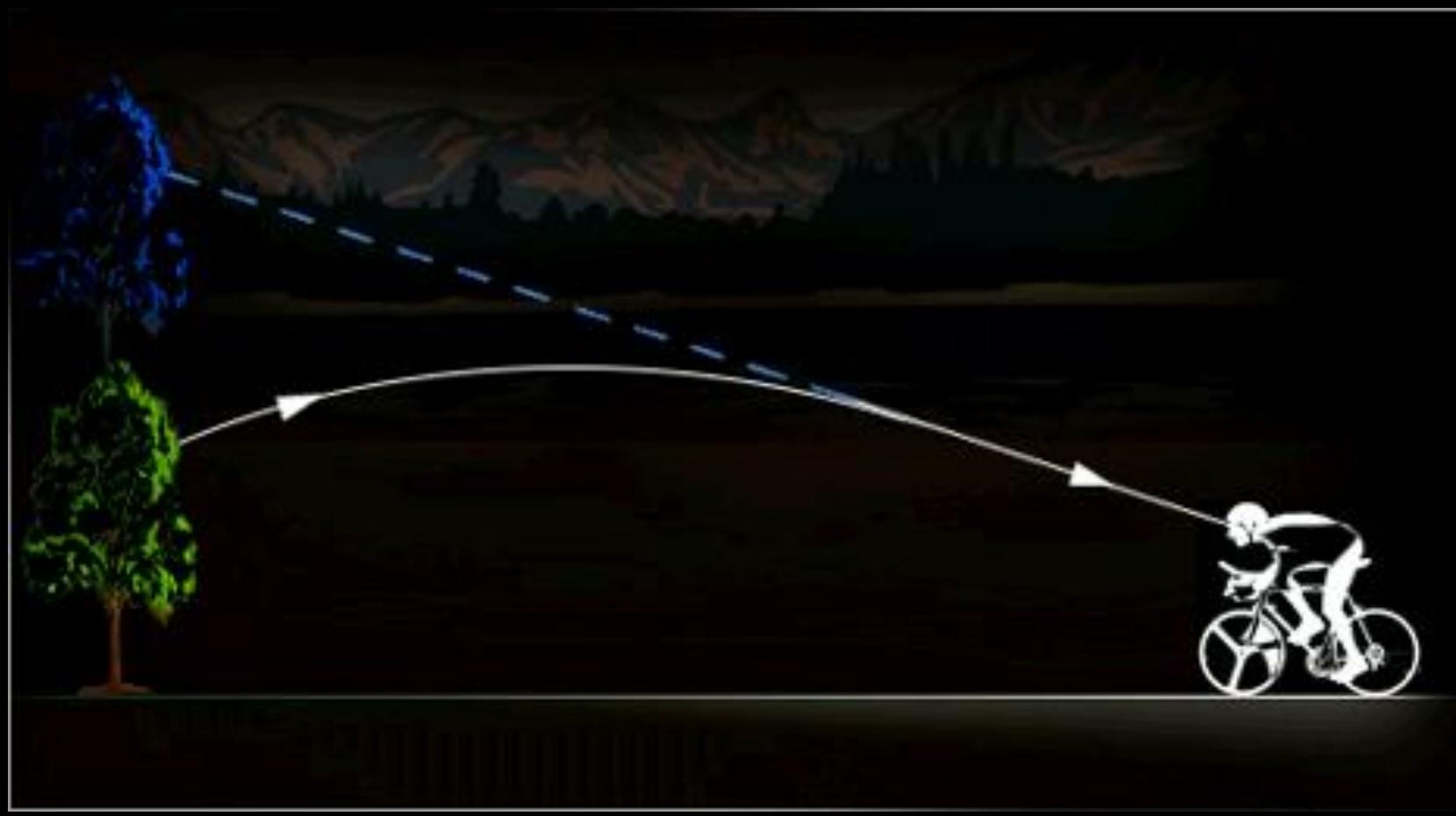
Свет в однородном гравитационном поле распространяется прямолинейно и равномерно.

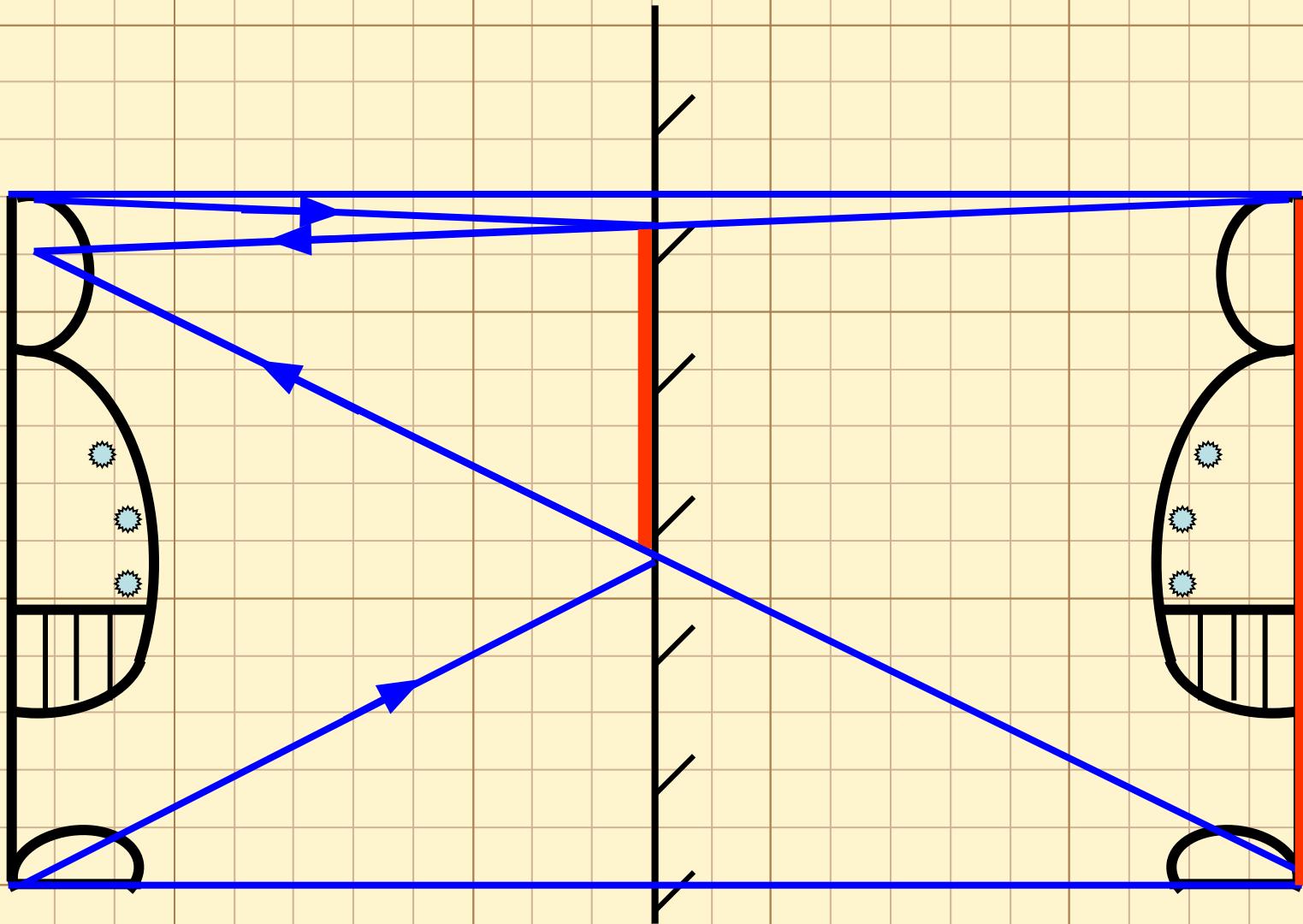
Свет в однородной среде распространяется прямолинейно и равномерно

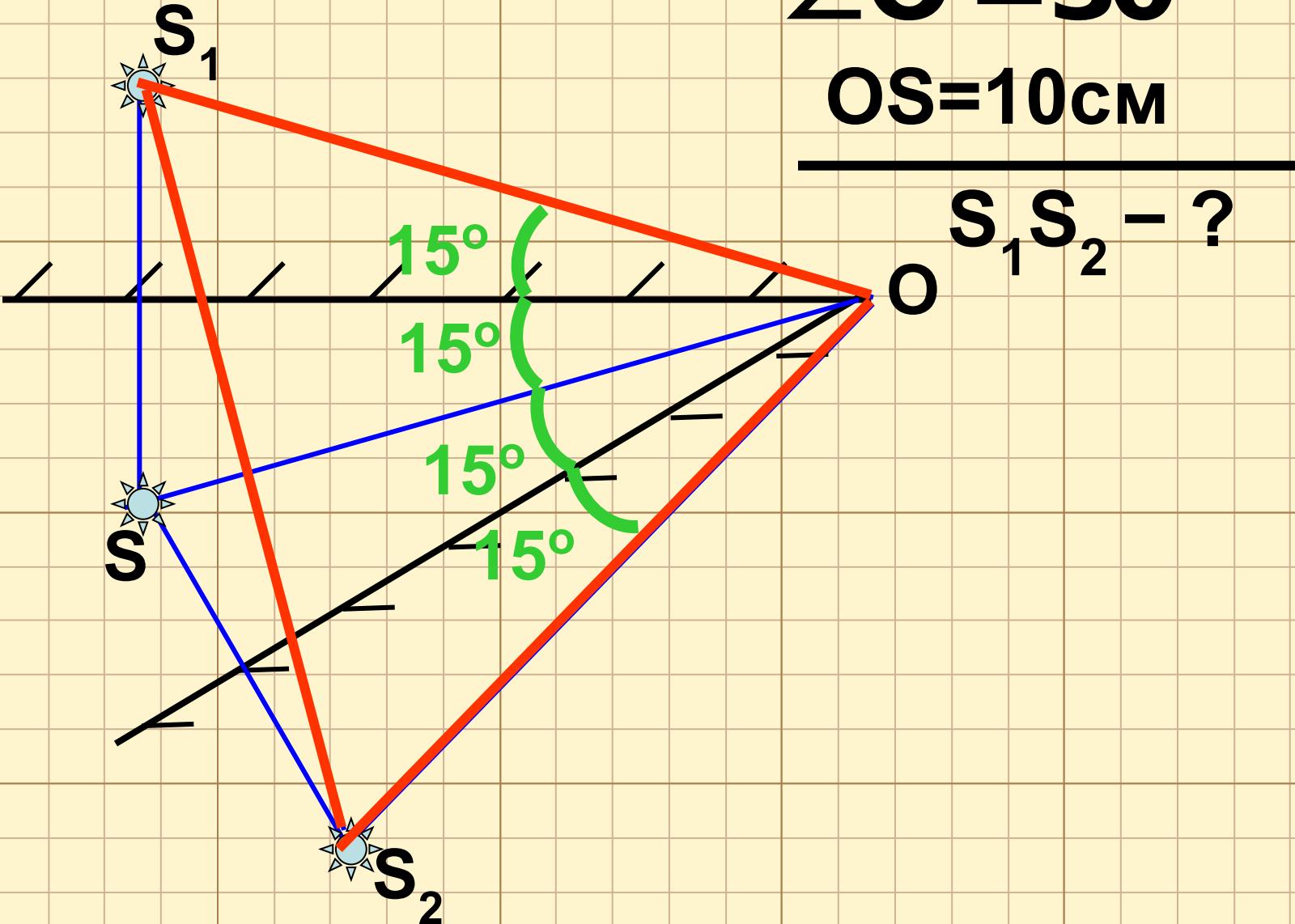


На рисунках фотография лазерного луча распространяющегося вдоль границы между пресной и соленой водой.







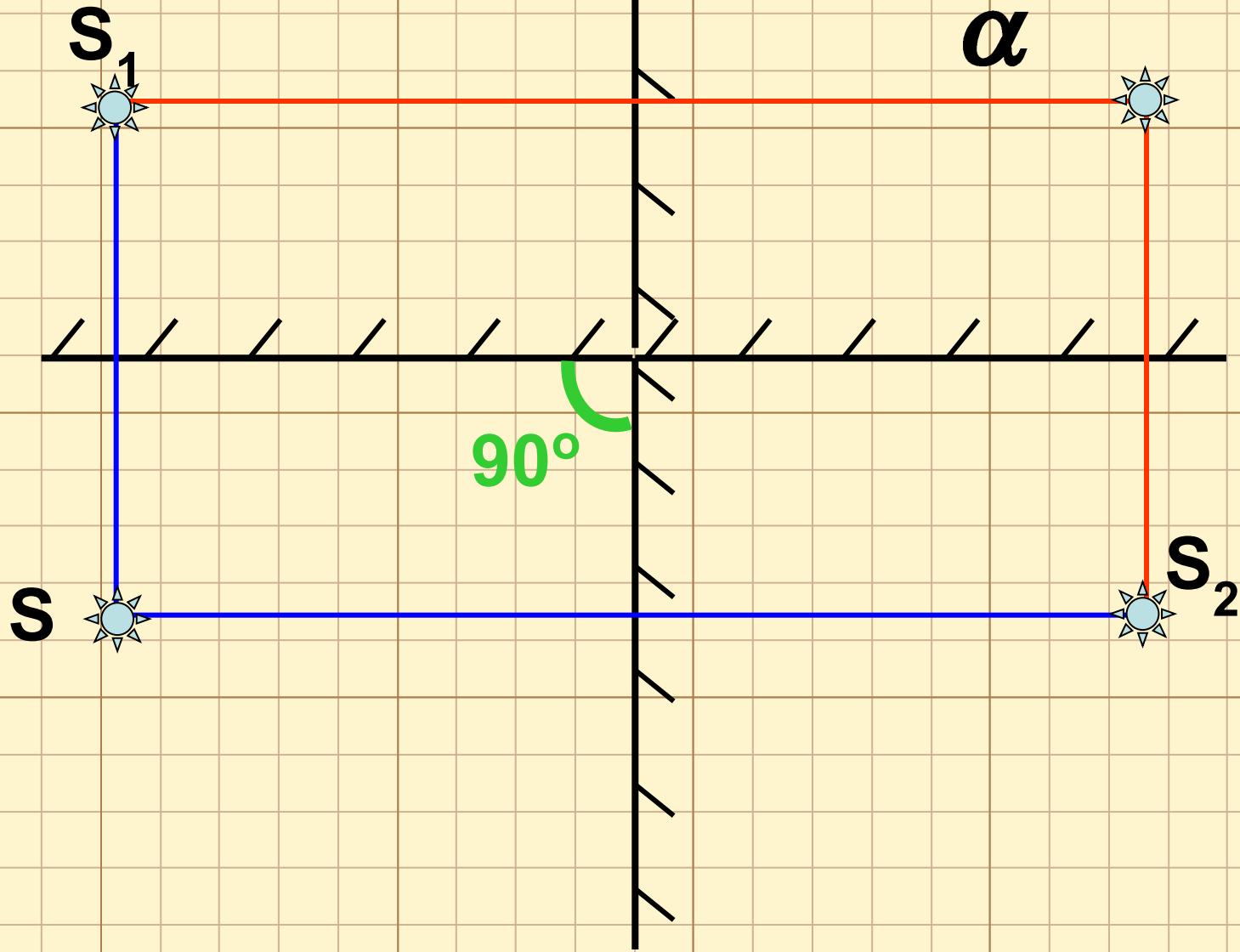


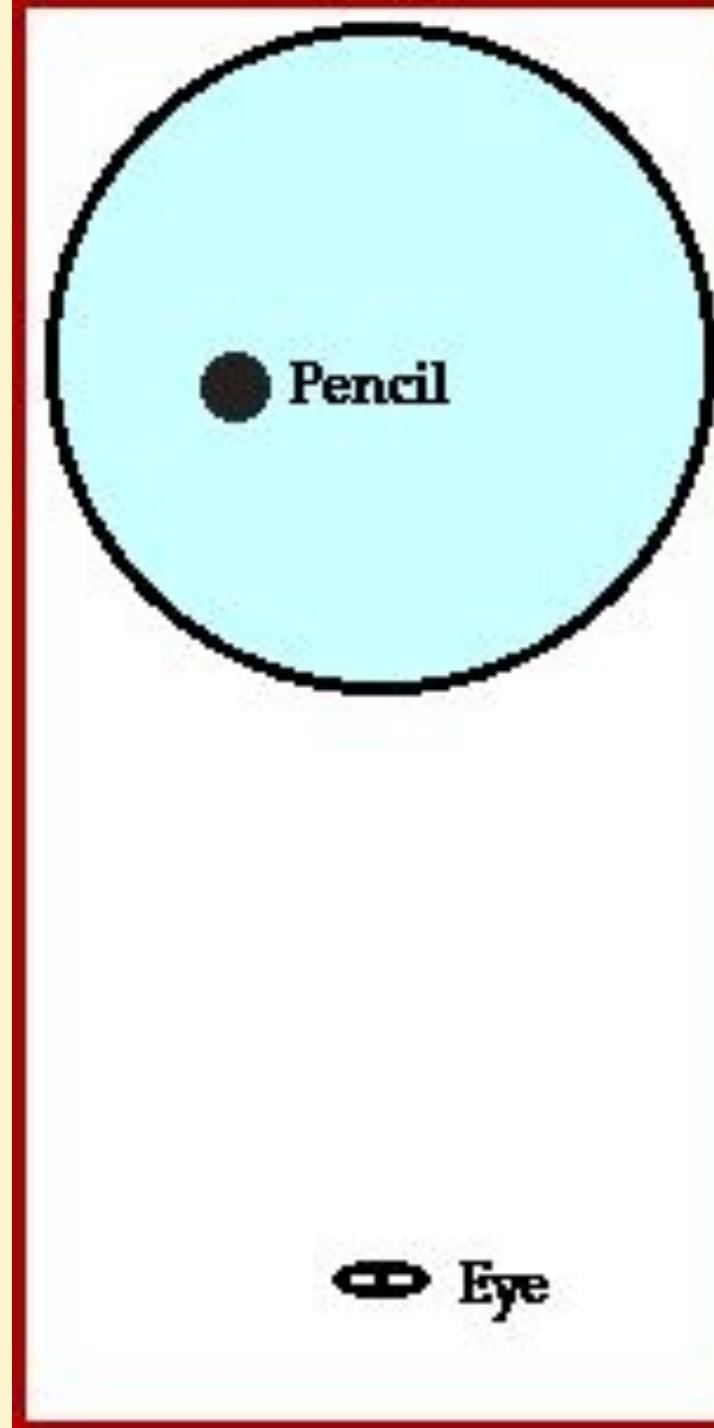
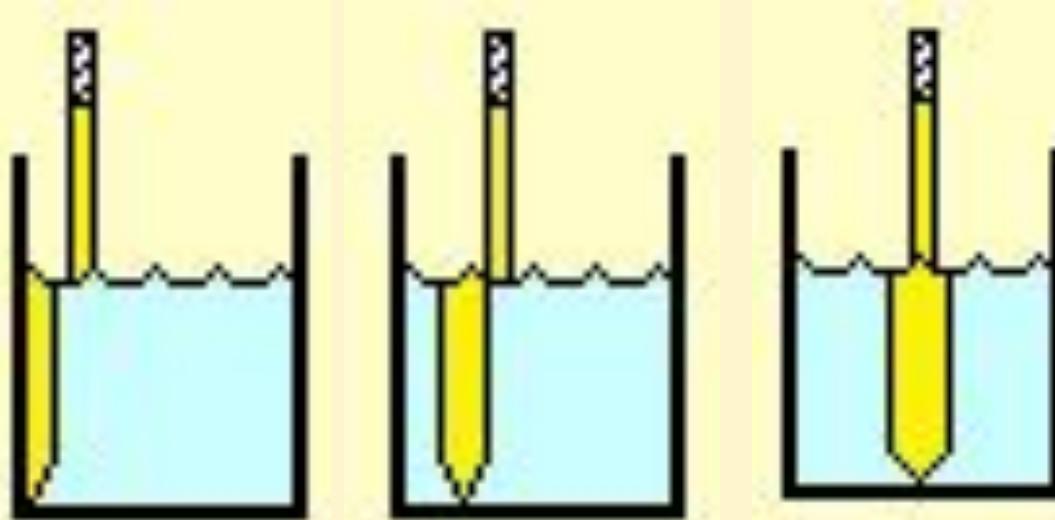
$\angle O = 30^\circ$
 $OS = 10\text{cm}$

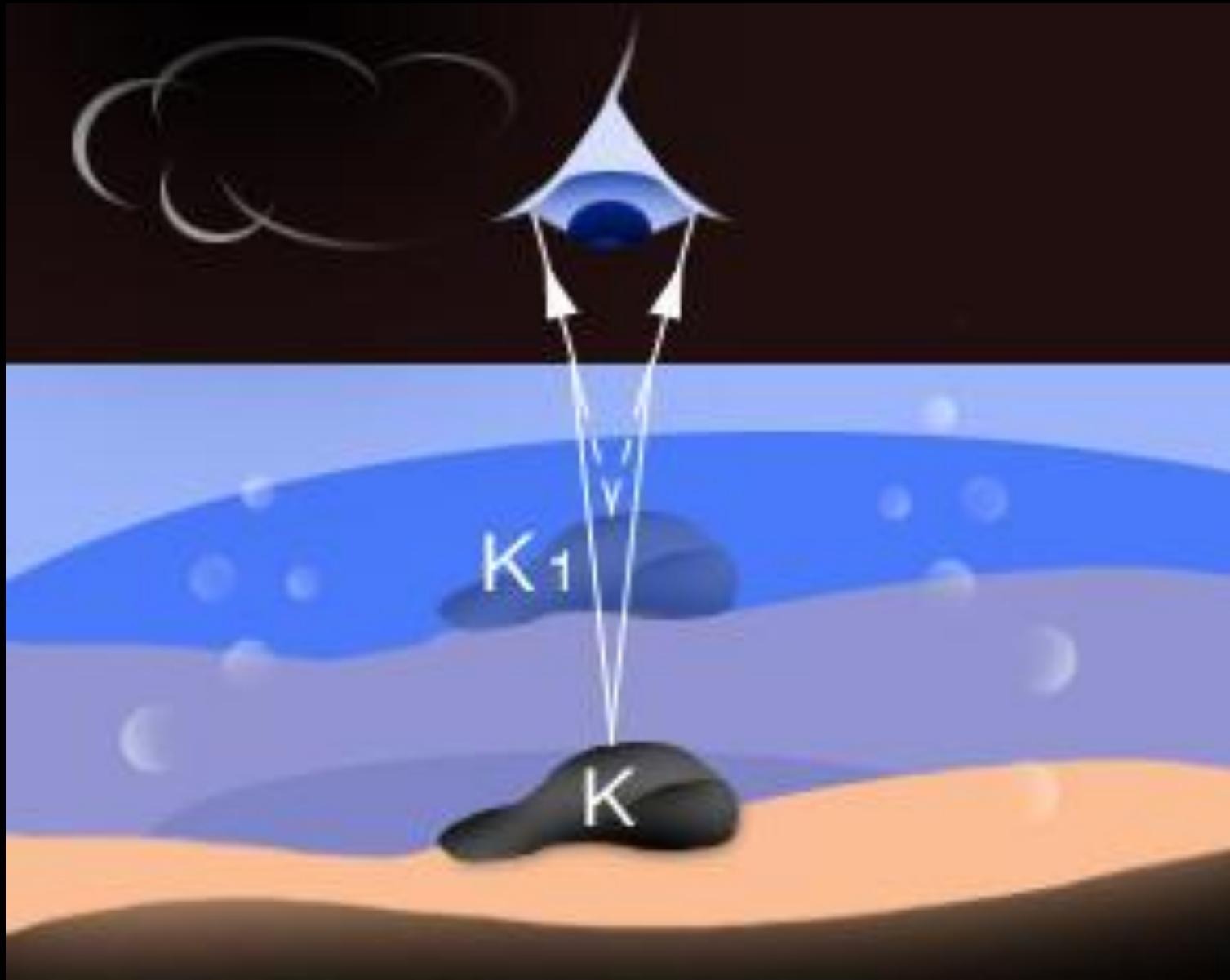
$S_1S_2 - ?$

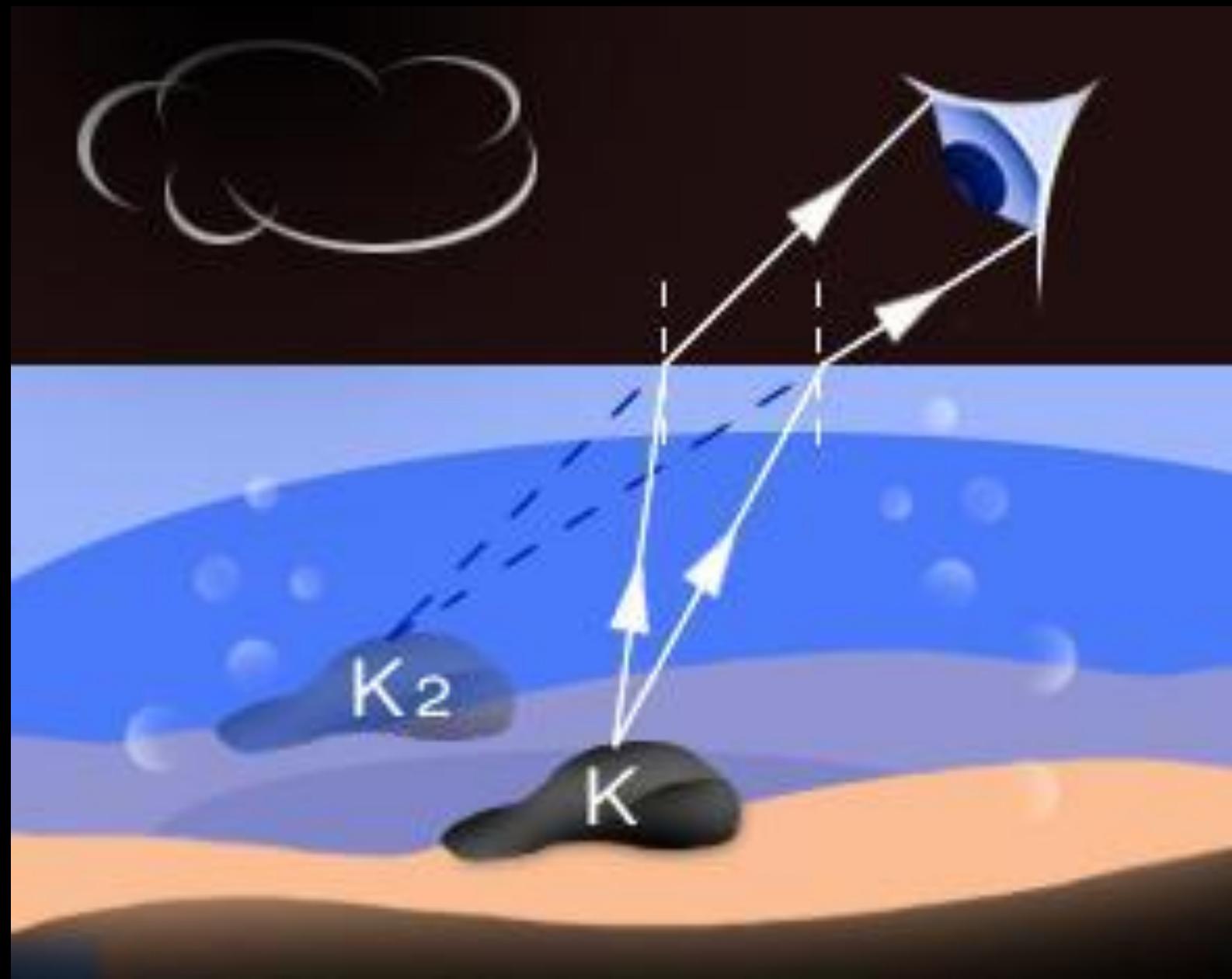
$OS = OS_1 = OS_2 = S_1S_2 = 10\text{cm}$

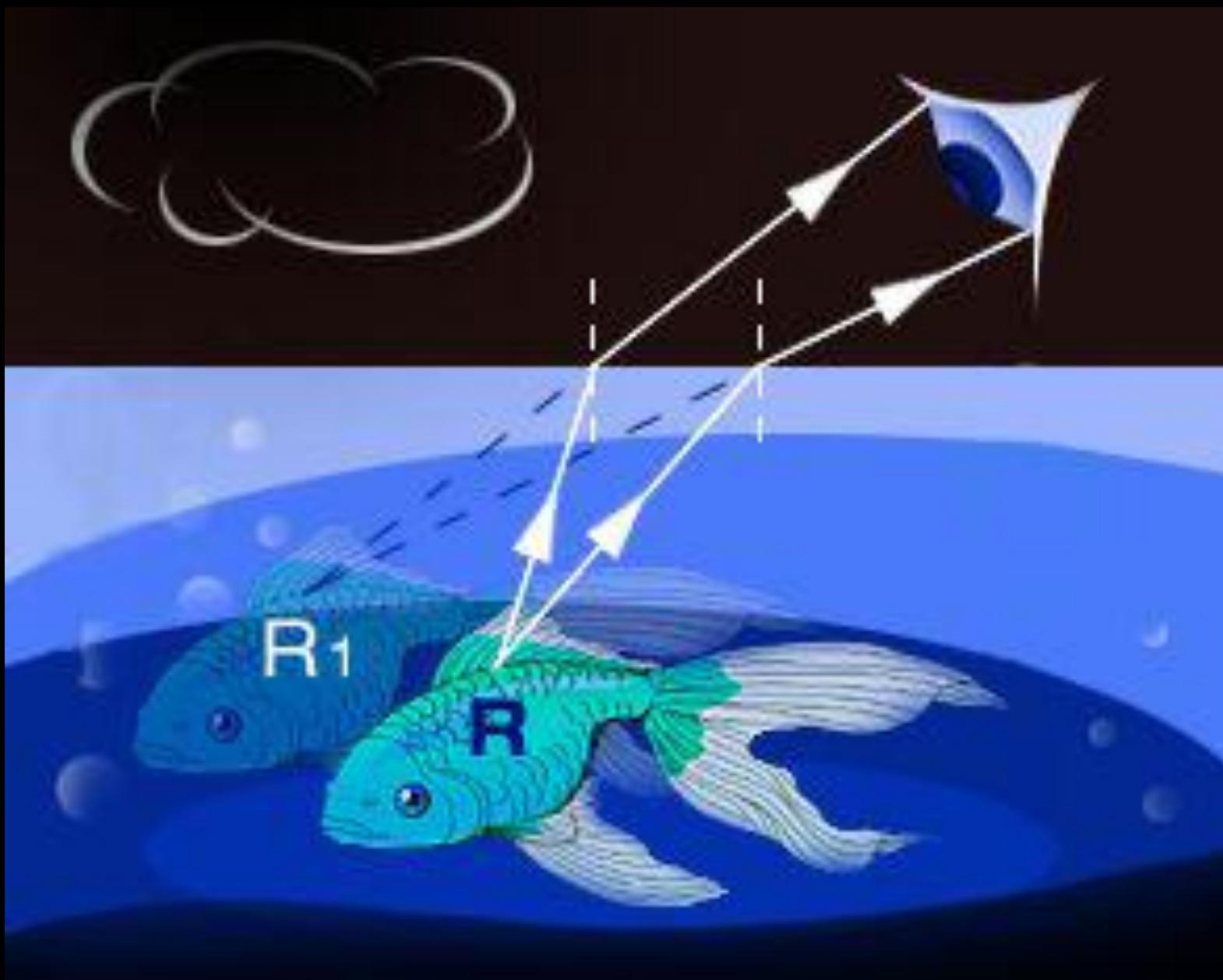
$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$



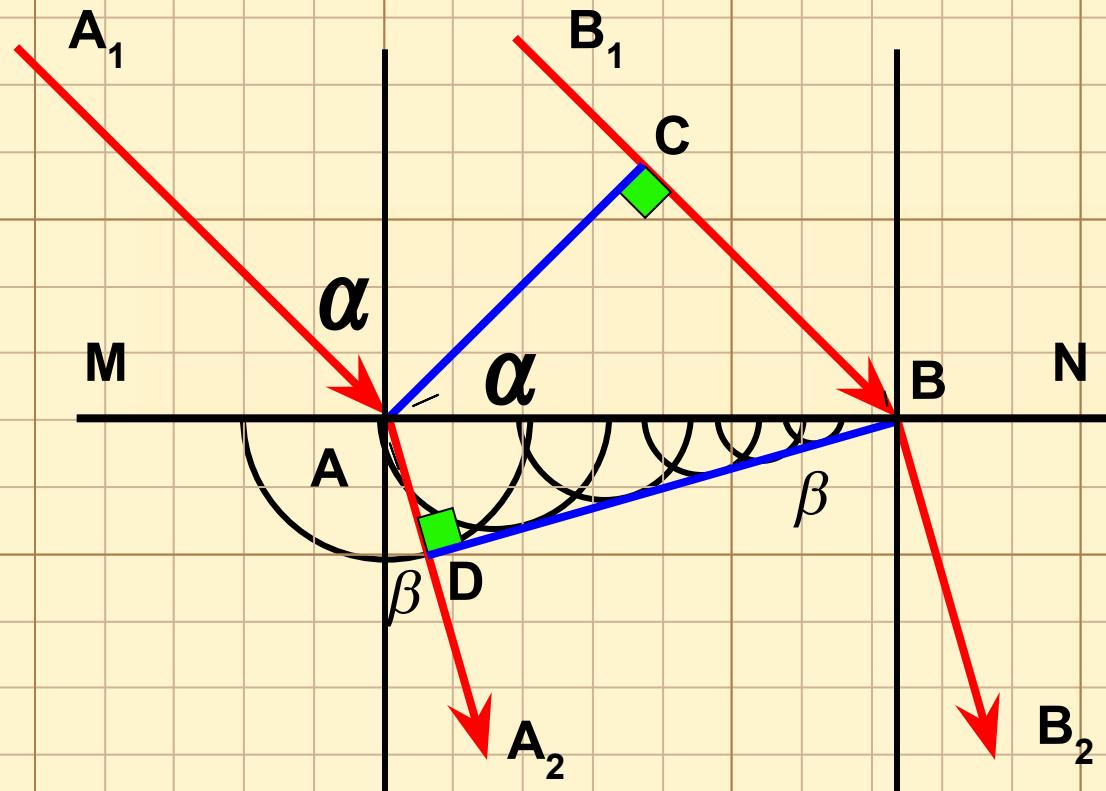








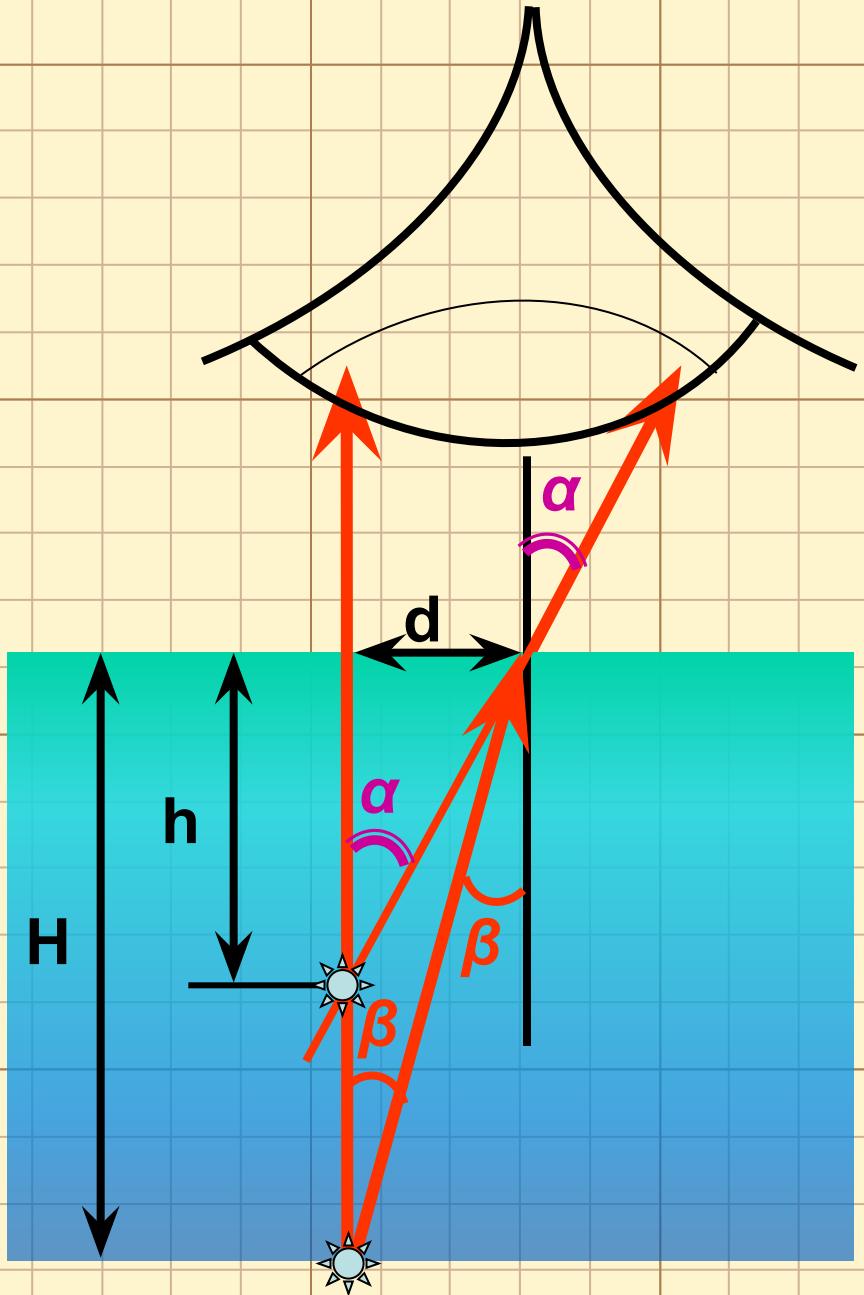
Закон преломления волн



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

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

$$\left. \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \text{const} \right]$$



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

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

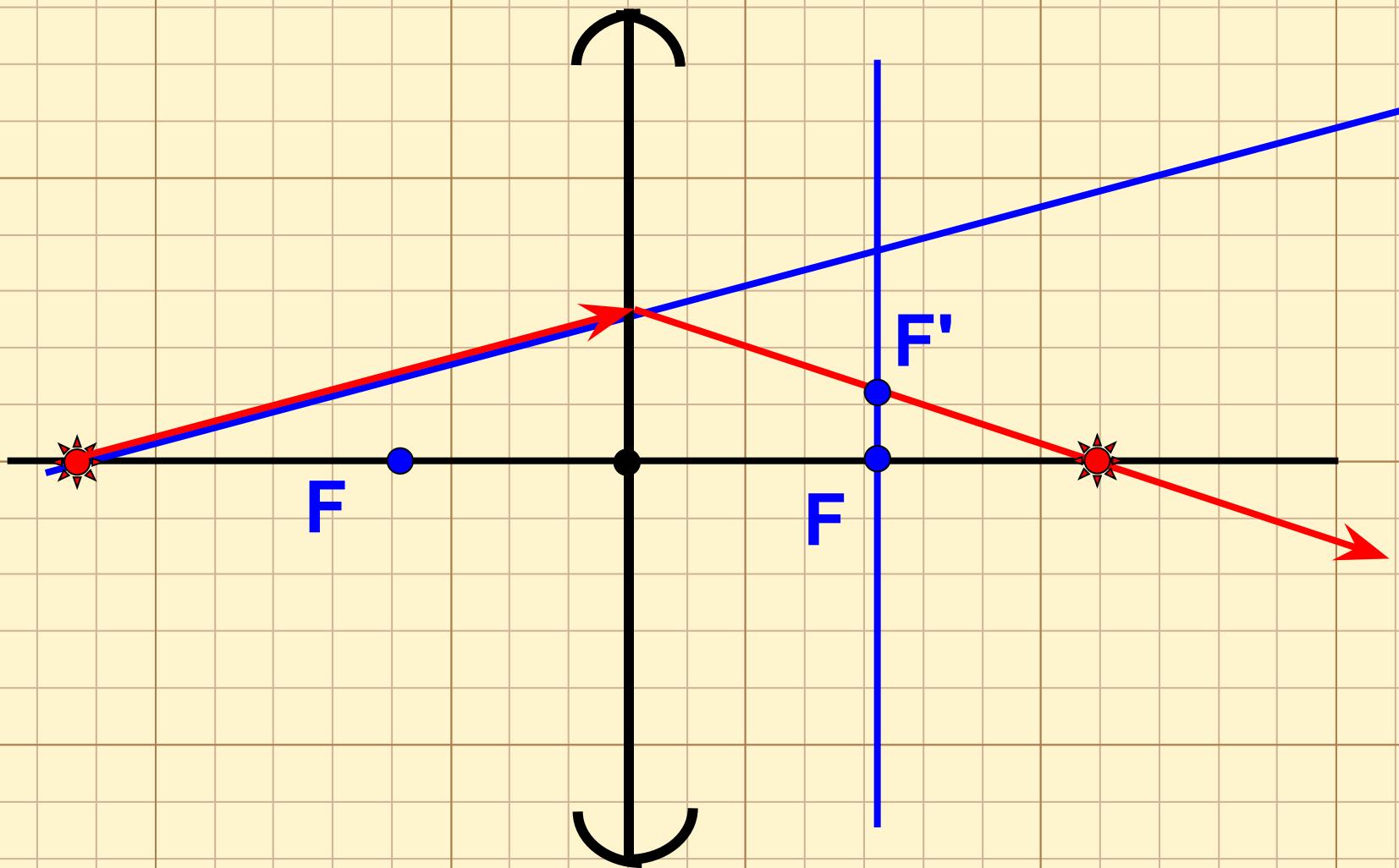
$$(1):(2) \Rightarrow$$

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

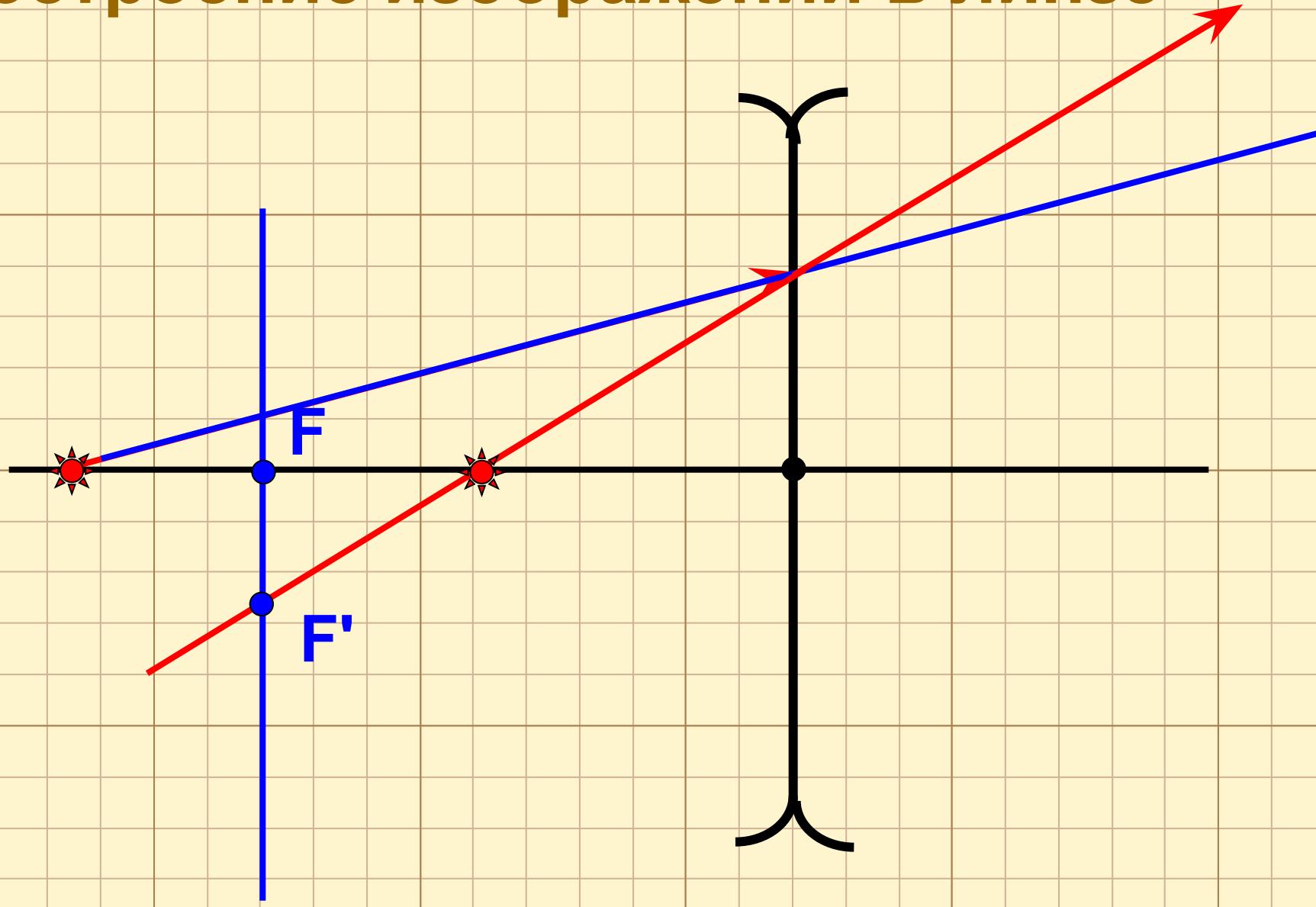
$$h = \frac{H}{n}$$

Построение
изображений в
линзе

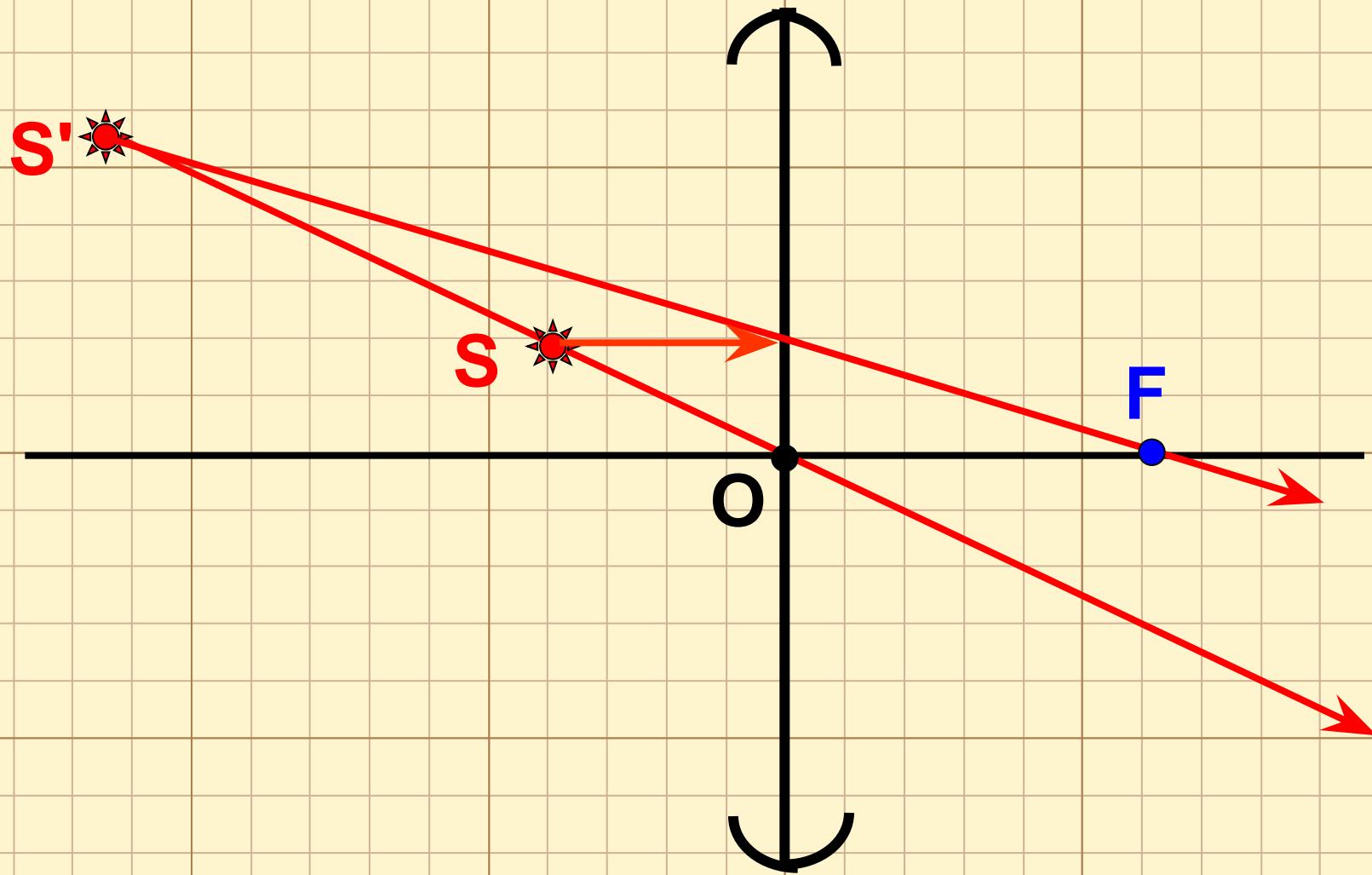
Построение изображений в линзе



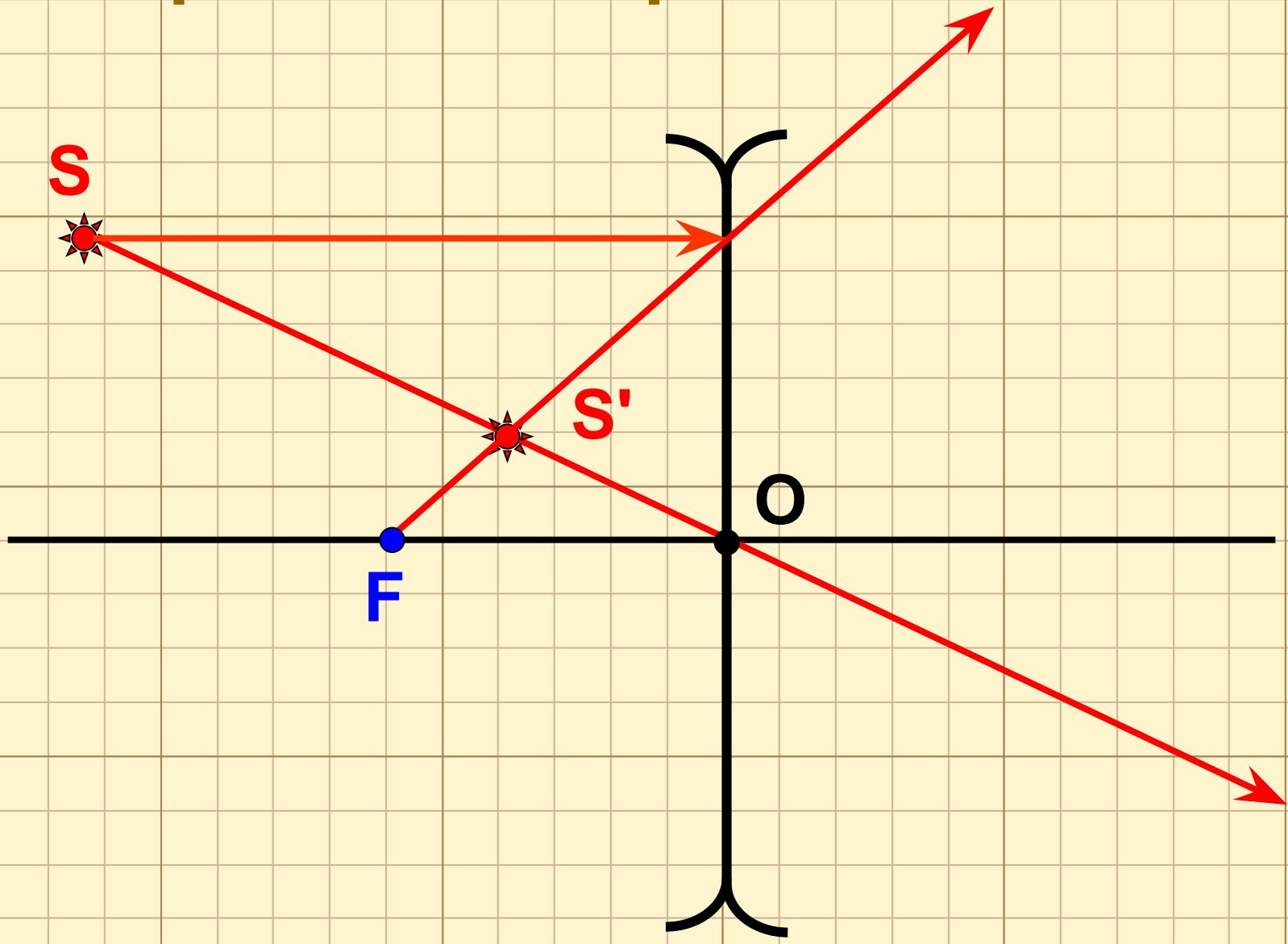
Построение изображений в линзе

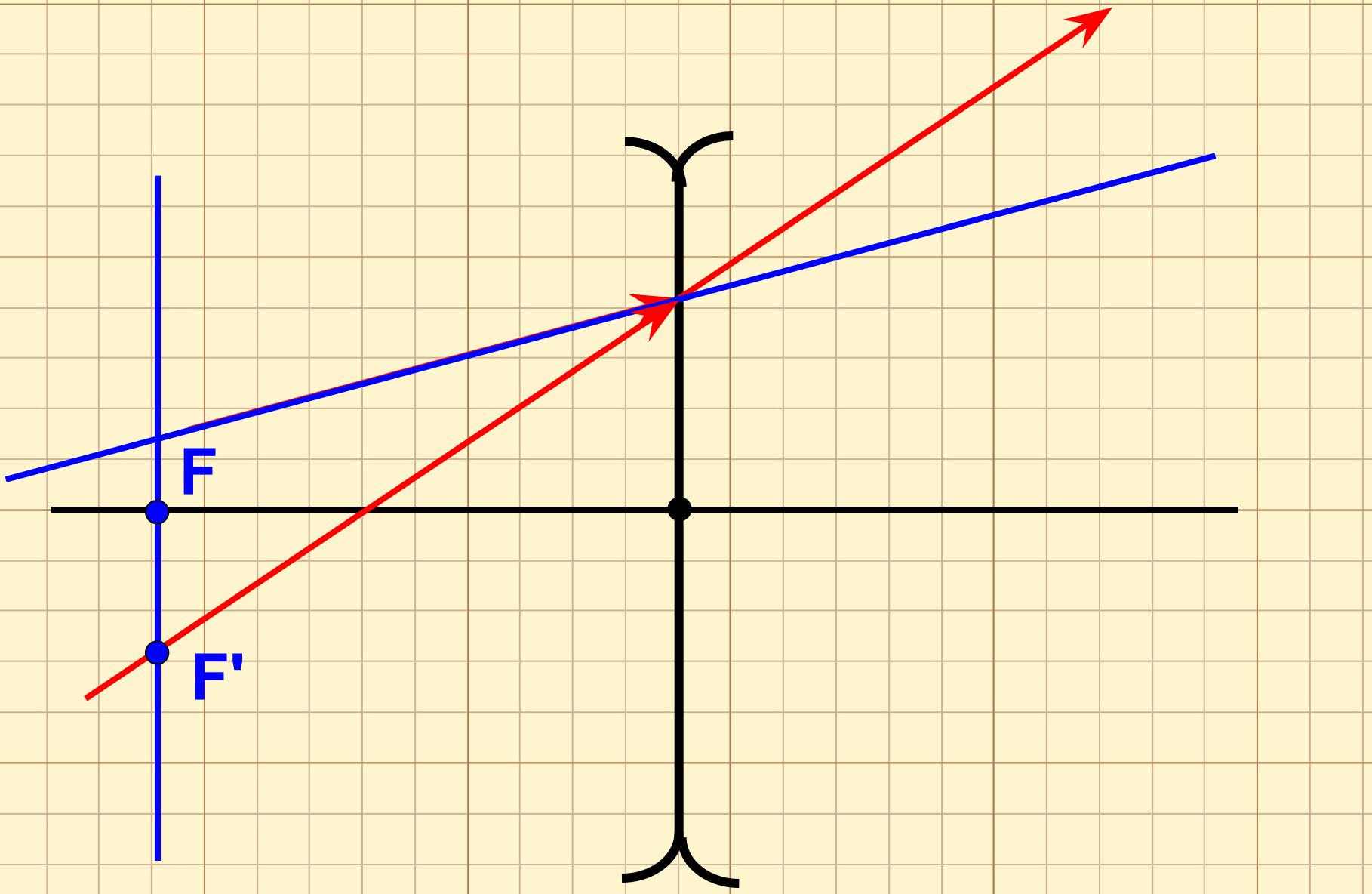


Построение изображений в линзе

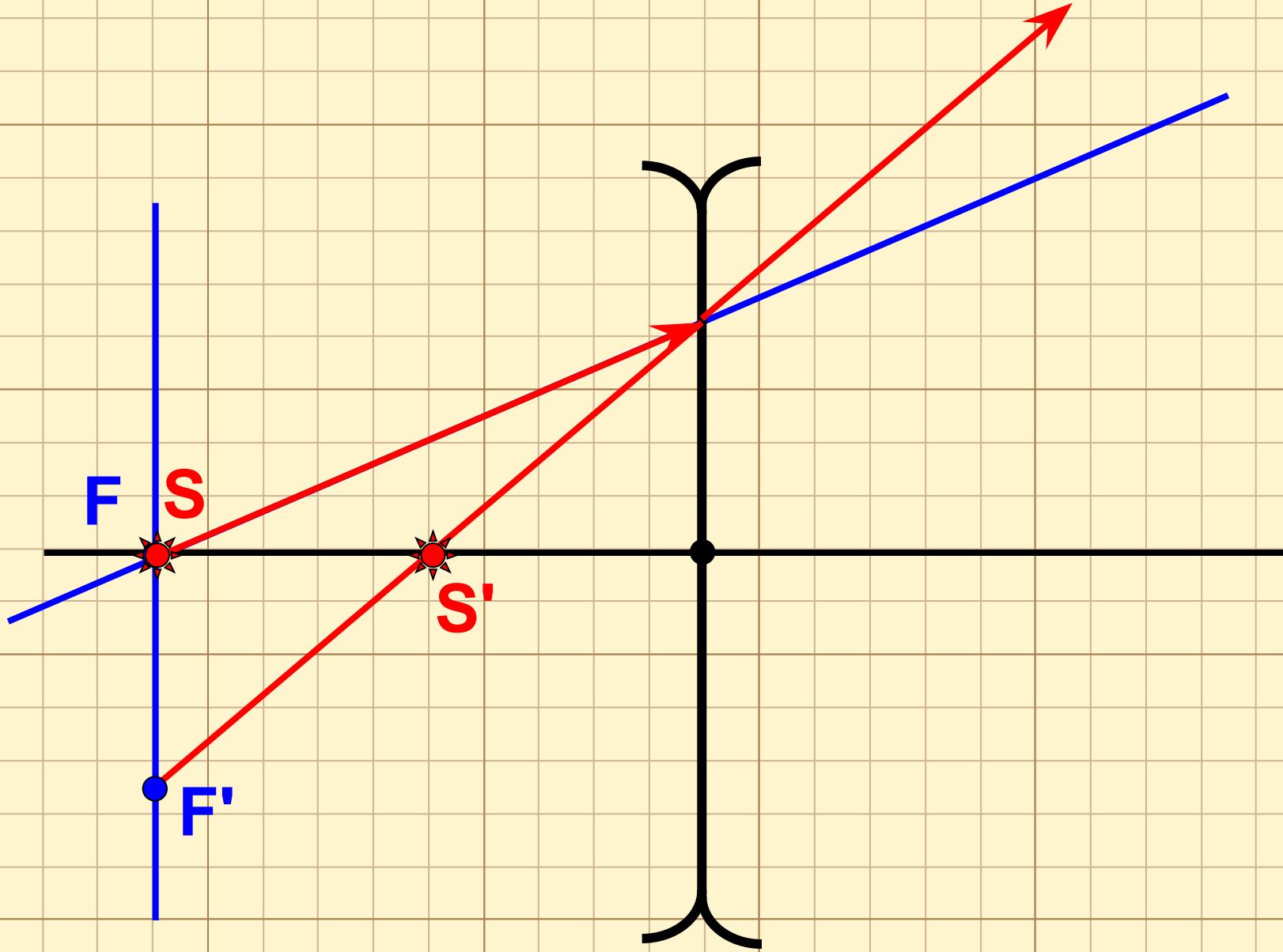


Построение изображений в линзе

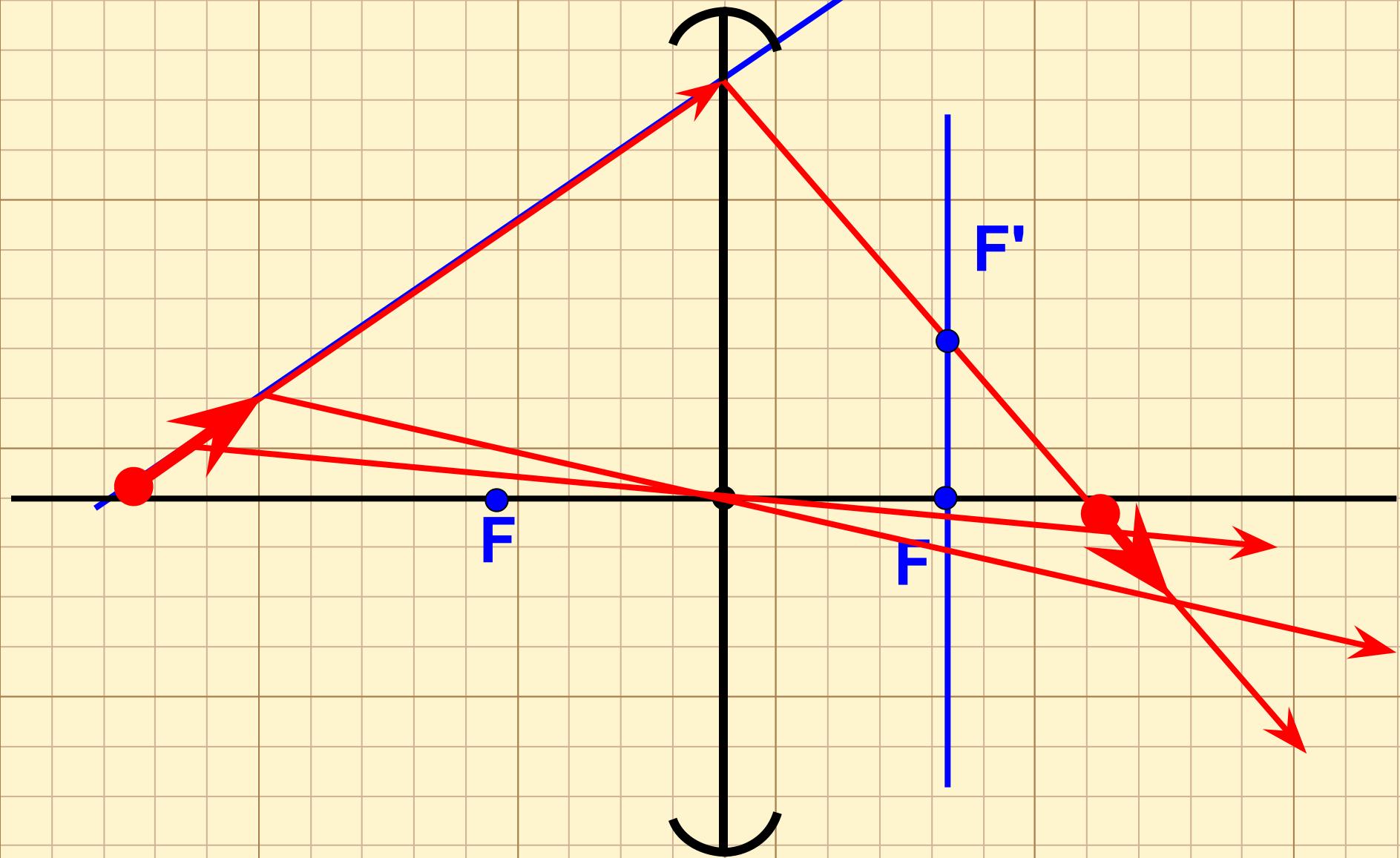




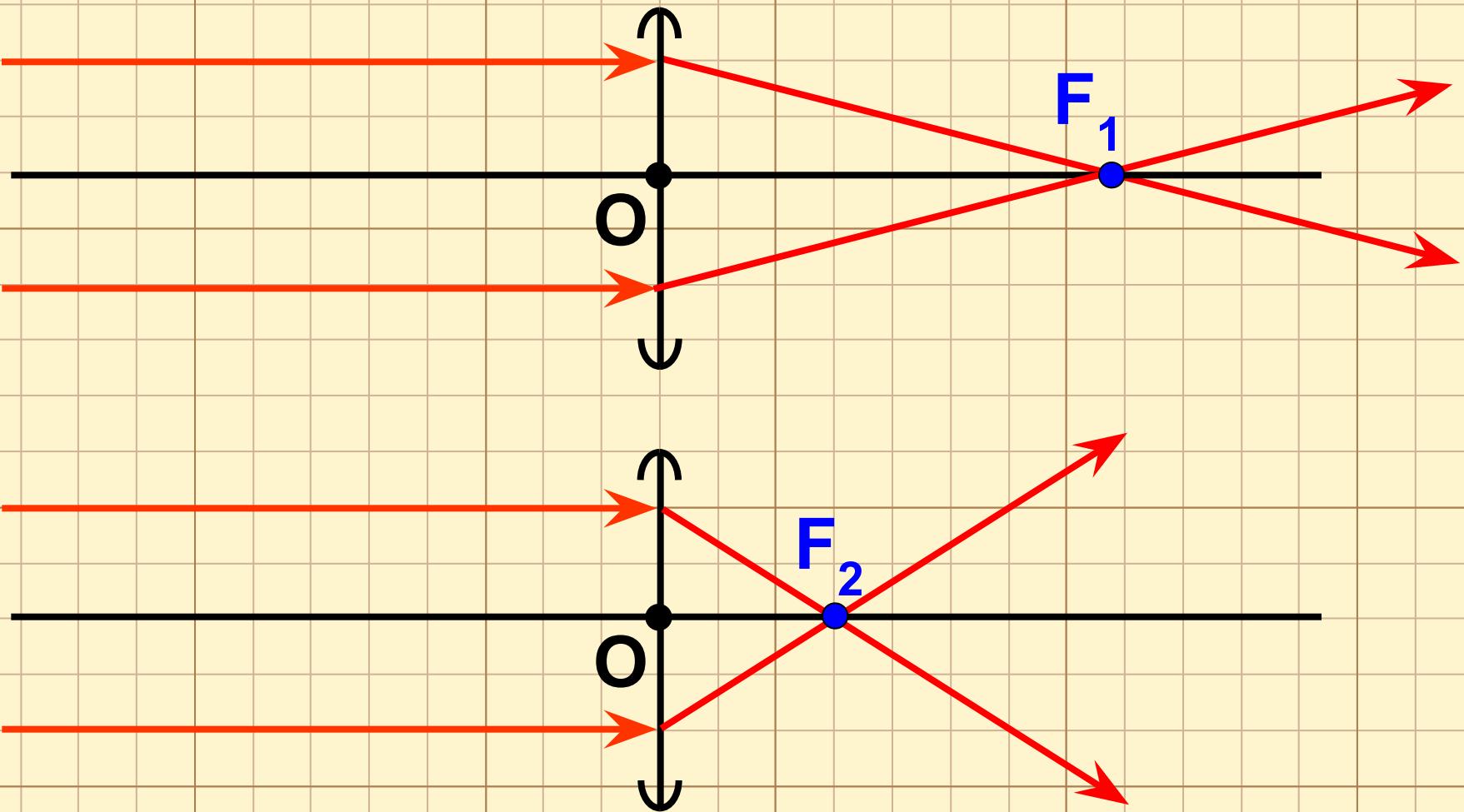
Построение изображений в линзе



Построение изображений в линзе



Оптическая сила линзы (D)



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

$$[D] = \frac{1}{\mathcal{M}} = \partial n m p$$

Формула тонкой линзы Diagram illustrating the derivation of the thin lens formula. An object of height h is at distance d from the lens. The image of height H is at distance $f - F$ from the lens. The magnification Γ is given by $\Gamma = \frac{H}{h}$. Увеличение линзы: $$\Gamma = \frac{H}{h}$$ $$\Delta AOB \sim \Delta A_1OB_1$$ $$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$ $$\frac{f}{d} = \frac{f}{F} - 1 \quad /:f$$ $$\Delta COF \sim \Delta A_1FB_1$$ $$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$$ $$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f-F}{F}$$ $$\boxed{\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}}$$

Формула тонкой линзы The diagram shows a thin lens forming a real image of a real object. The object AB is located at distance d to the left of the lens, which is at point O. The image A'B' is formed at distance $f + F$ to the right of the lens. The magnification Γ is indicated as the ratio $\frac{H}{h}$, where H is the height of the image and h is the height of the object. Увеличение линзы: $$\Gamma = \frac{H}{h}$$ $$\Delta AOB \sim \Delta A_1OB_1$$ $$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$ $$\frac{f}{d} = \frac{f}{F} + 1$$: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 The diagram illustrates the formation of a real image by a thin lens. A real object (A) is located at distance d to the left of the lens (labeled O). A real image (A₁) is formed to the right of the lens at distance f. The height of the image is H, and the height of the object is h. Red arrows show the light rays from the top of the object diverging after passing through the lens, converge at the image point A₁. Blue arrows show the light rays from the bottom of the object converging at the lens, emerge parallel to the axis after the lens, and intersect at the image point A₁. Увеличение линзы: $$\Gamma = \frac{H}{h}$$ $$\Delta AOB \sim \Delta A_1 OB_1$$ $$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$ $$\frac{f}{d} = 1 - \frac{f}{F}$$:f $$\Delta COF \sim \Delta A_1 FB_1$$ $$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{F-f}{F}$$ $$\frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{F}$$ $$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

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

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

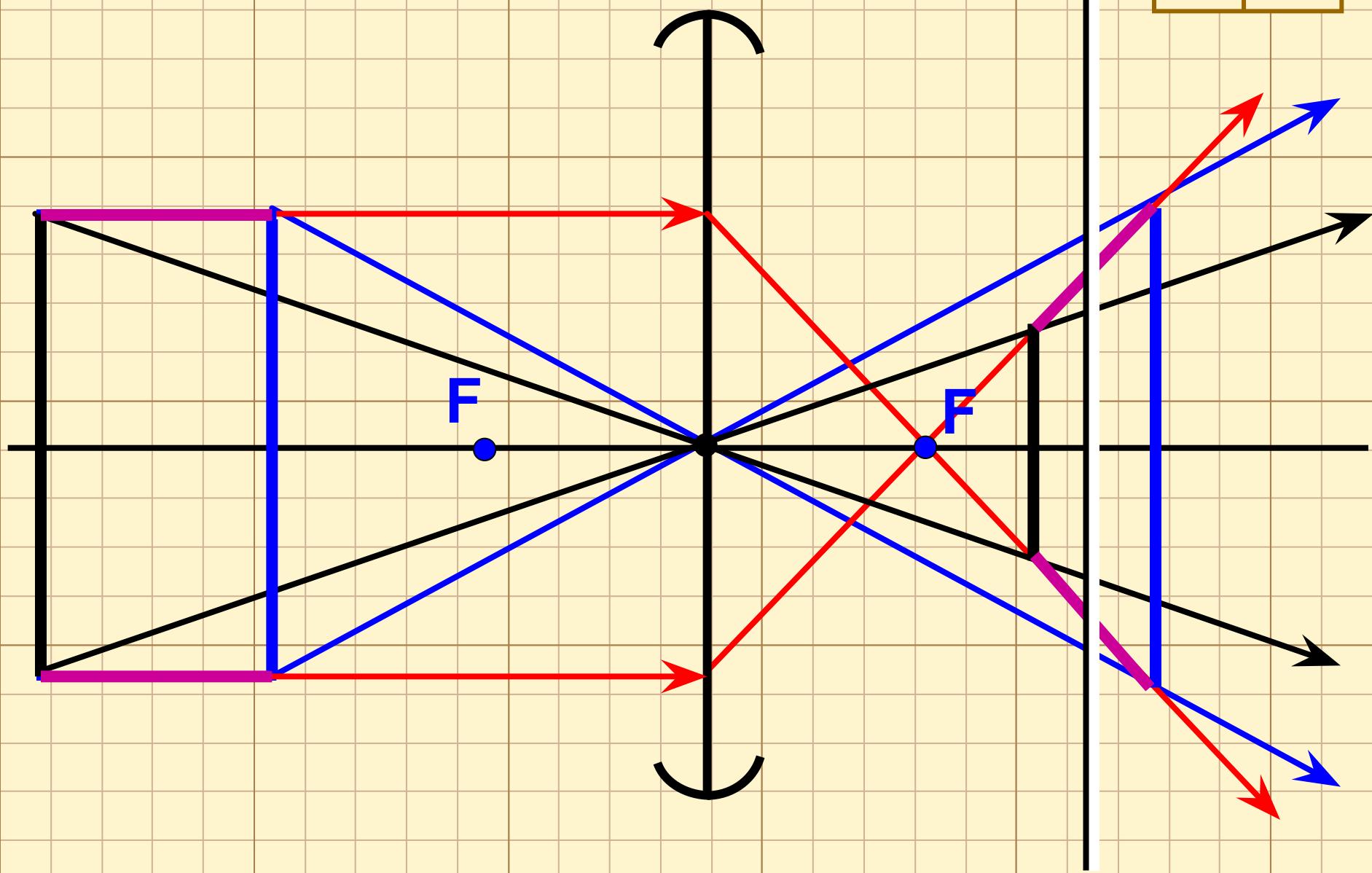
- линза рассеивающая,
изображение мнимое

Обобщим:

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

Глубина резкости

экран



Глубина резкости

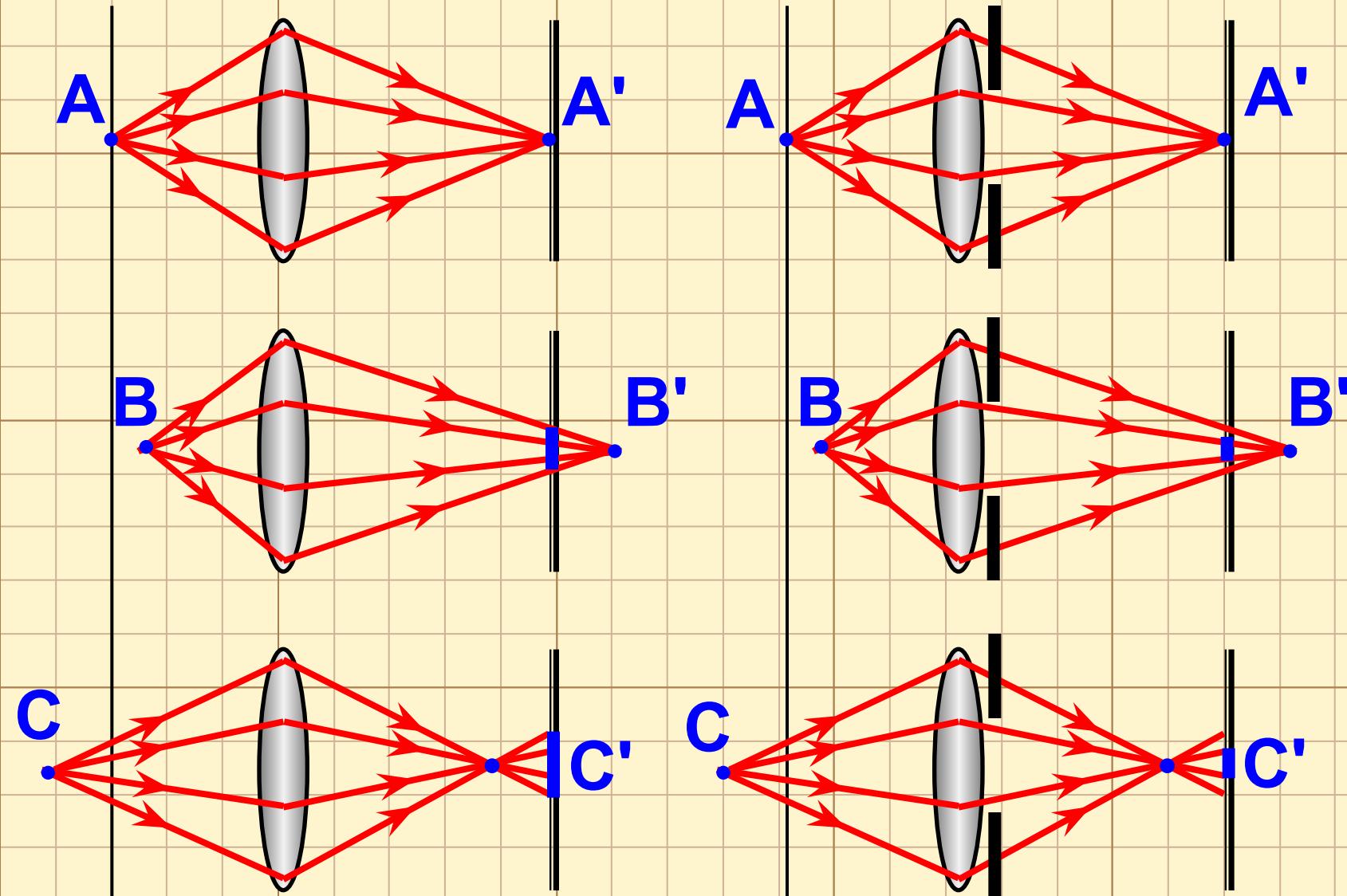
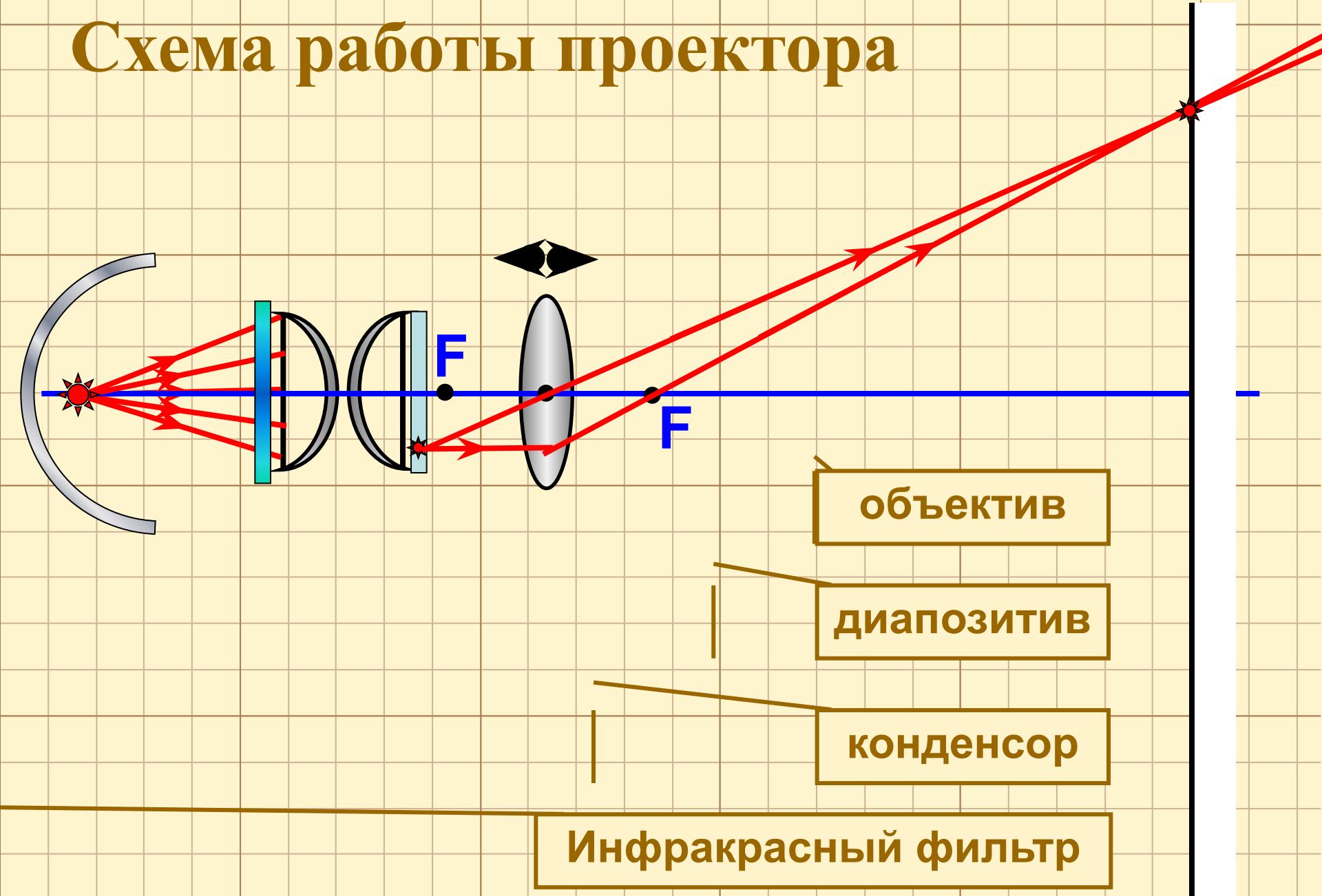


Схема работы проектора



Скорость света

Propagation of a Photon through a Medium

$$v = 2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$



Propagation of a Photon through a Vacuum

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Стекло

$n = 1,5$

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

Природа света

17 век

Исаак Ньютон

корпускулярная теория (свет – поток частиц)

Христиан Гюйгенс

волновая теория (свет – волна)

19 век

Джеймс Кларк Maxwell

– электромагнитная природа света

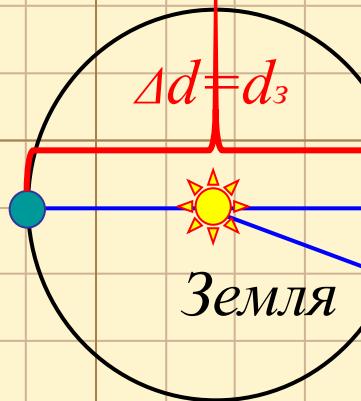
20 век

Макс Планк

– квантовая природа света

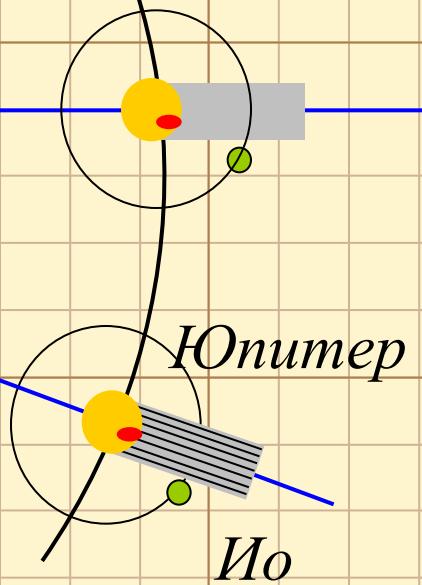
Скорость света (1676 Оле Рёмер)

$$T_3 = 1 \text{ год}$$



$$\Delta d = d_3$$

$$T_{\text{ю}} = 11,9 \text{ лет}$$

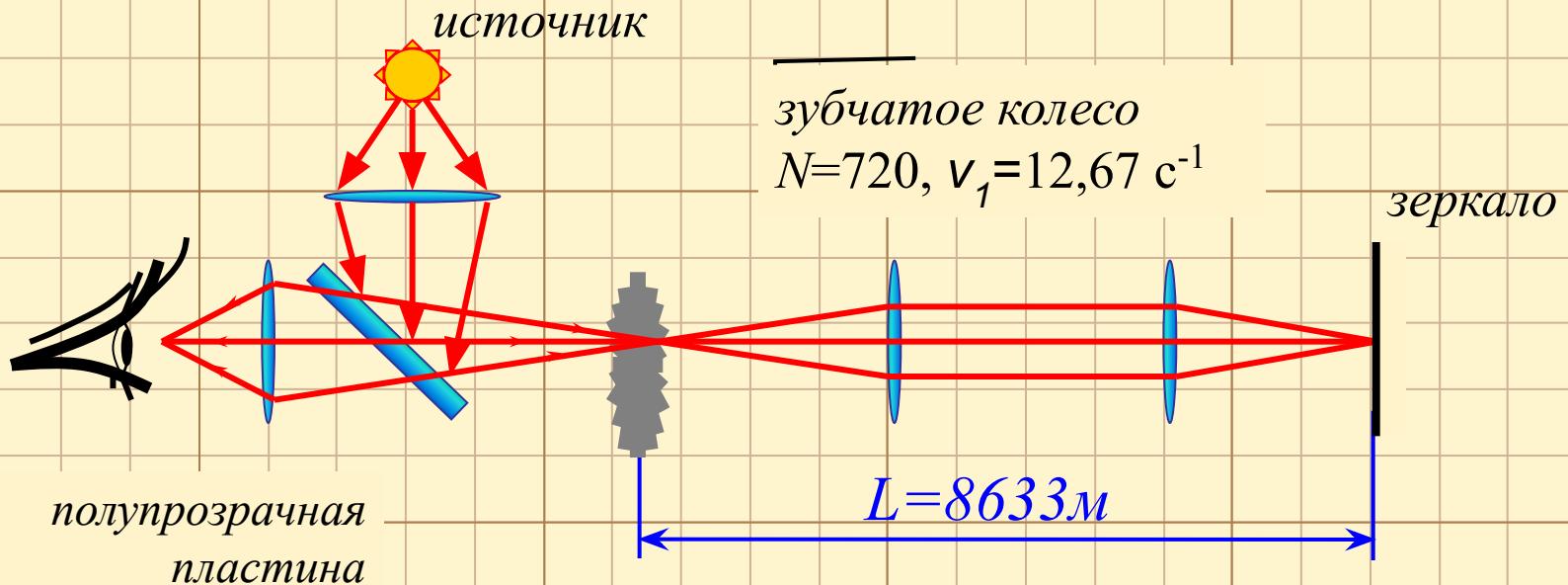


$$\Delta d = 2a.e. = 2 \times 1,5 \cdot 10^{11}$$

$$\Delta t = 22 \text{ лет} = 22 \times 60$$

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

Скорость света (1849 Ипполит Физо)



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

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

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: $n = \dots \pm \dots$

