

Оптика

Propagation of a Photon through a Medium



Propagation of a Photon through a Vacuum



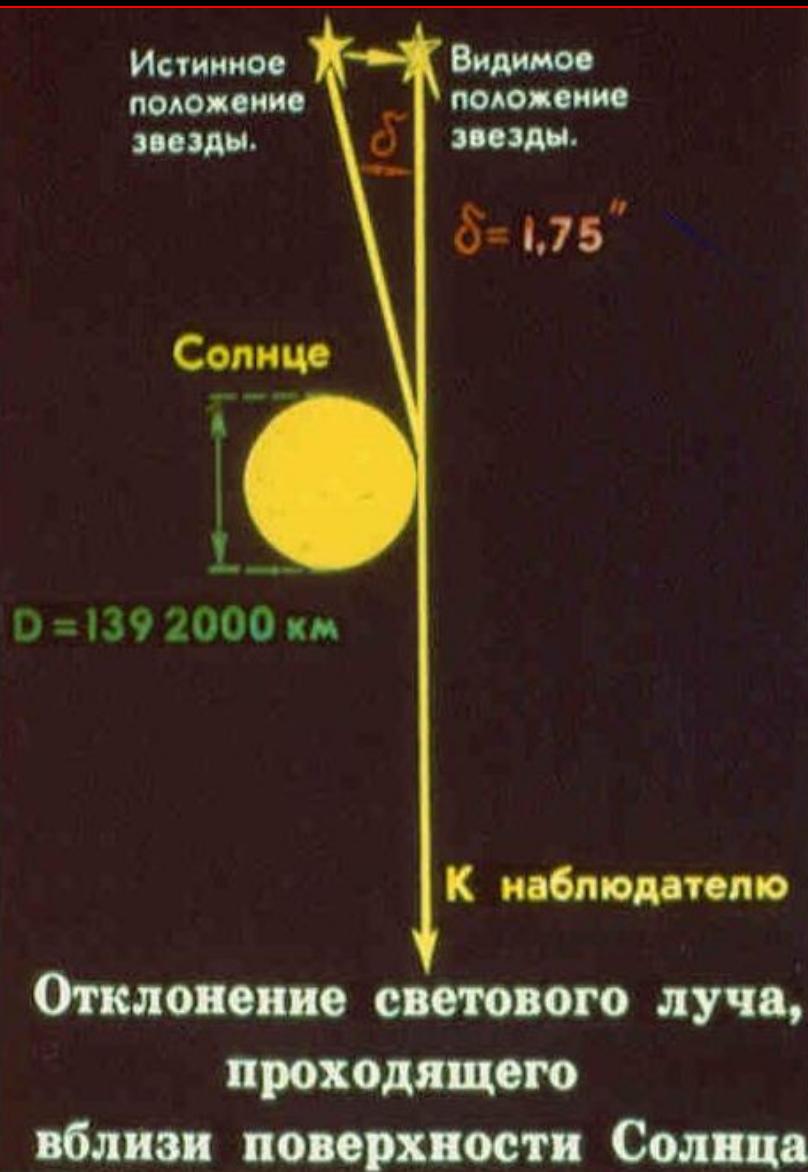
Зверев В.А. школа № 258

Санкт-Петербург 2011 г.

Закон прямолинейного распространения света



Свет в однородной среде распространяется
прямолинейно и равномерно

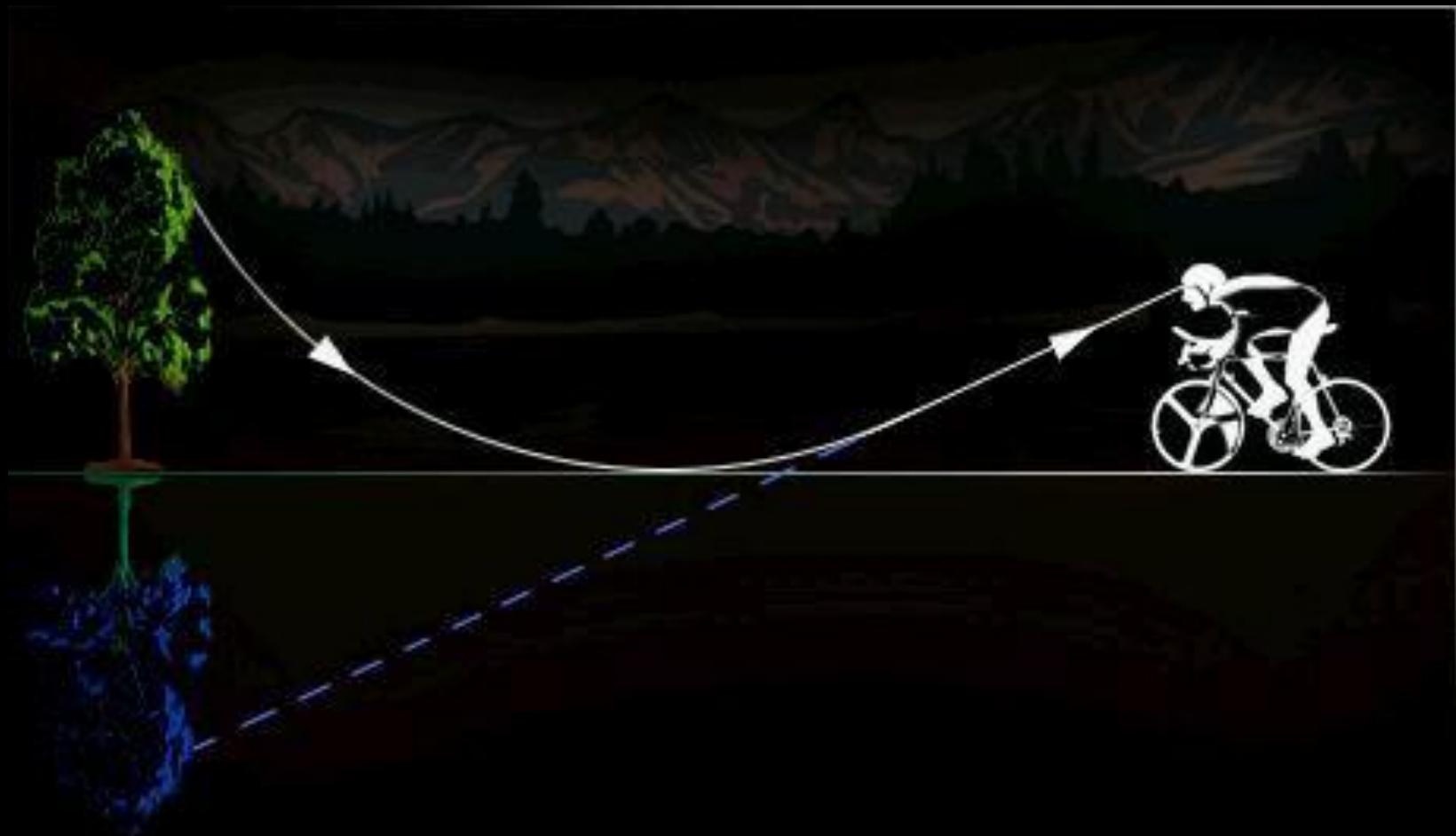


Свет в однородном гравитационном поле распространяется прямолинейно и равномерно.

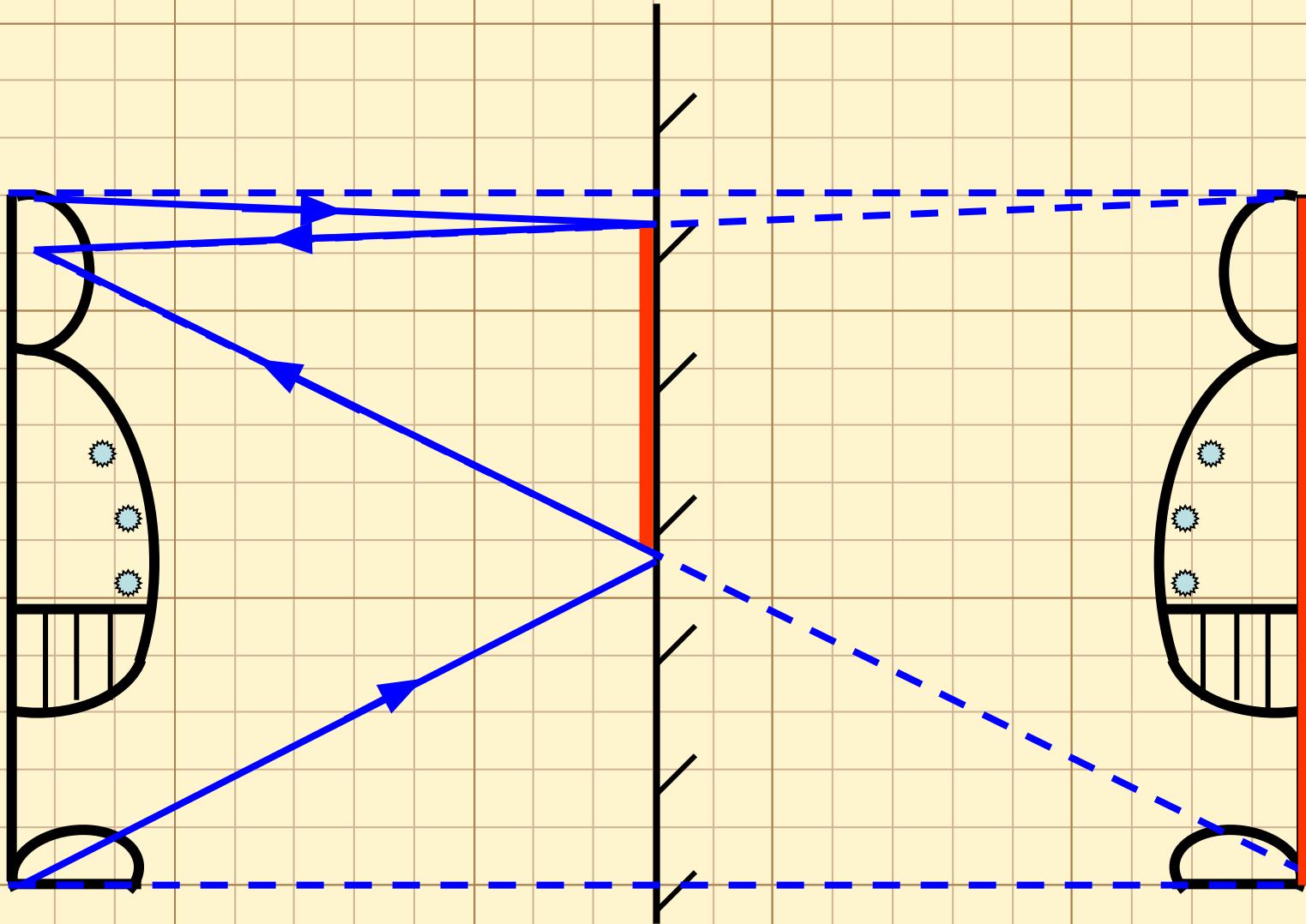
**Свет в однородной среде распространяется
прямолинейно и равномерно**

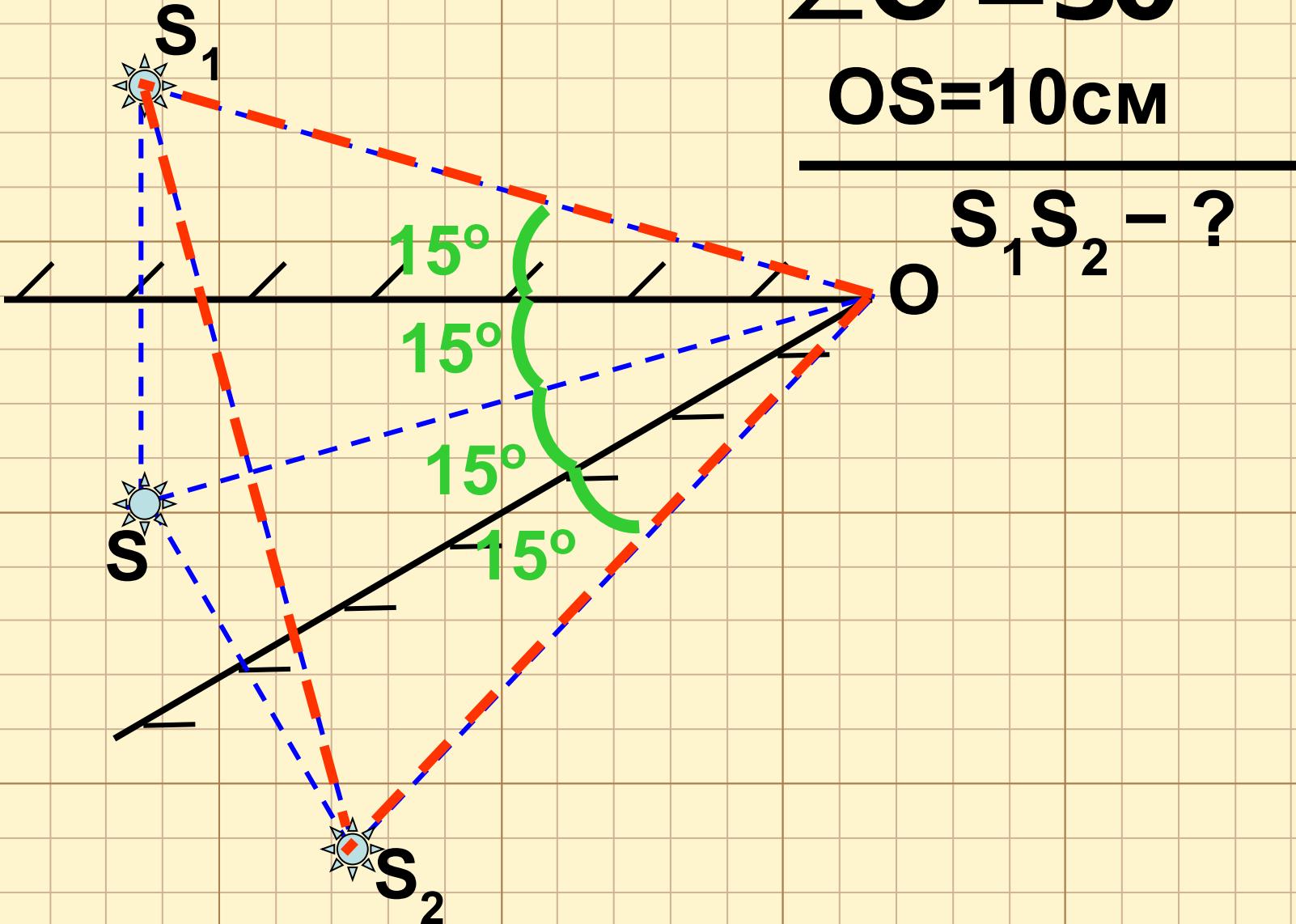


На рисунках фотография лазерного луча распространяющегося
вдоль границы между пресной и соленой водой.







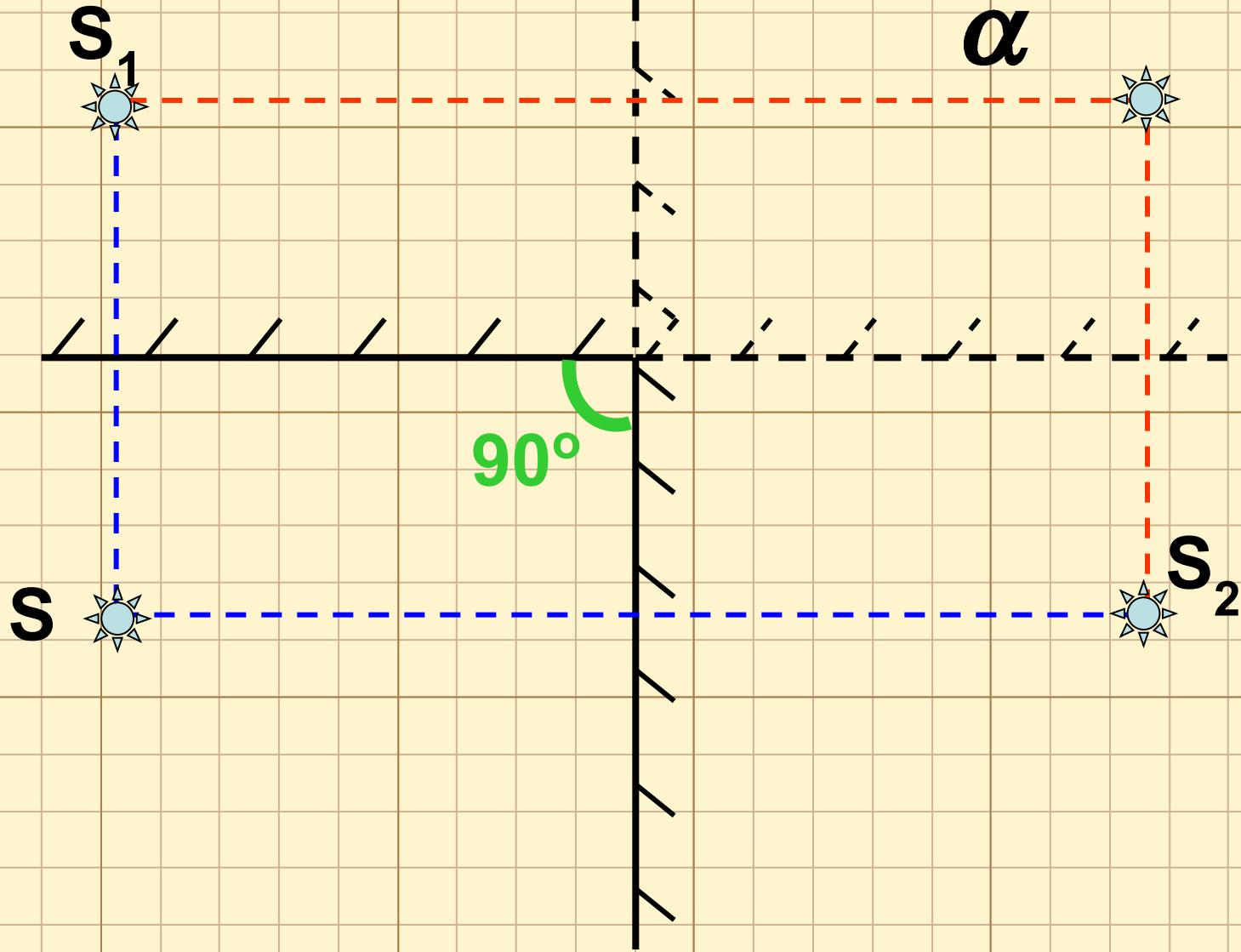


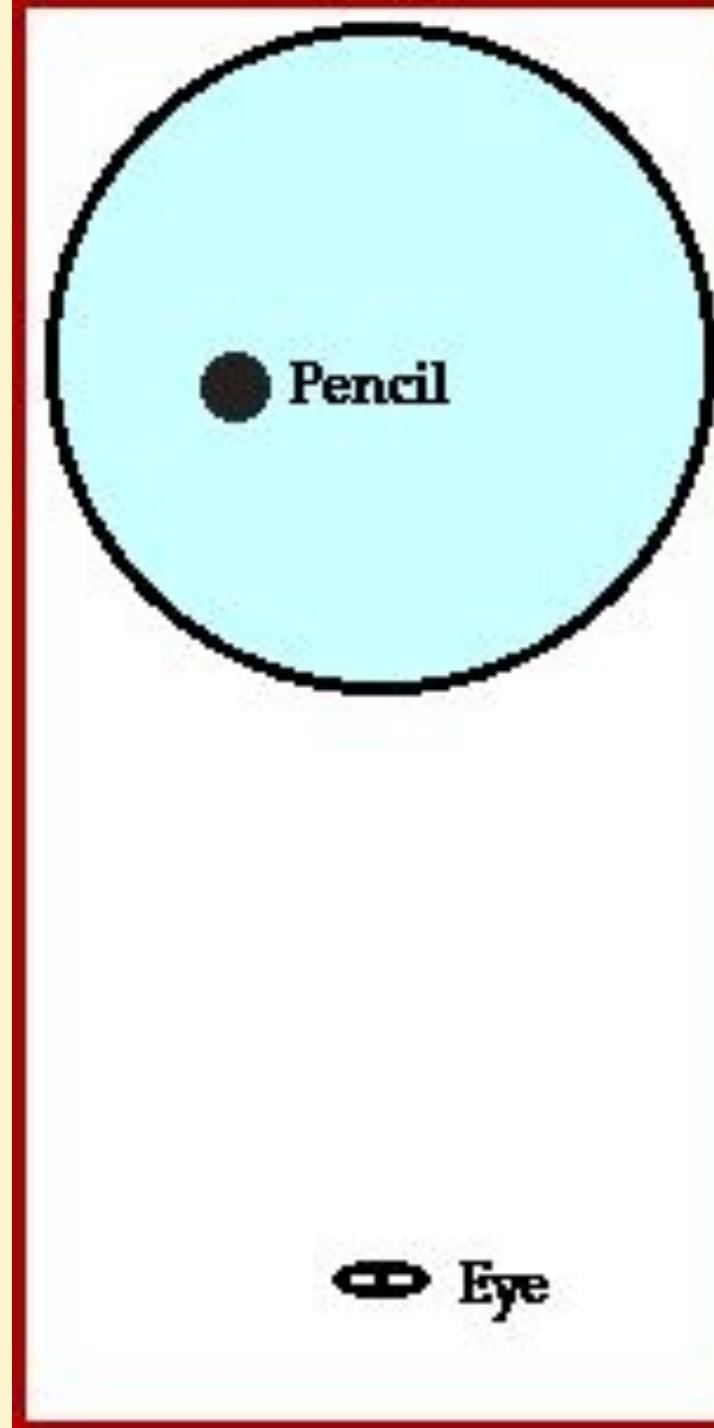
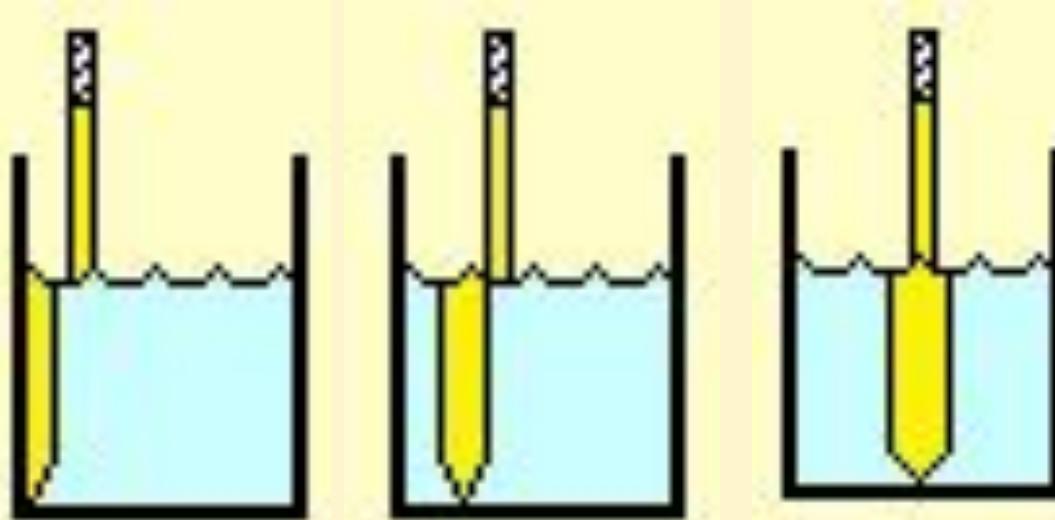
$\angle O = 30^\circ$
 $OS = 10\text{cm}$

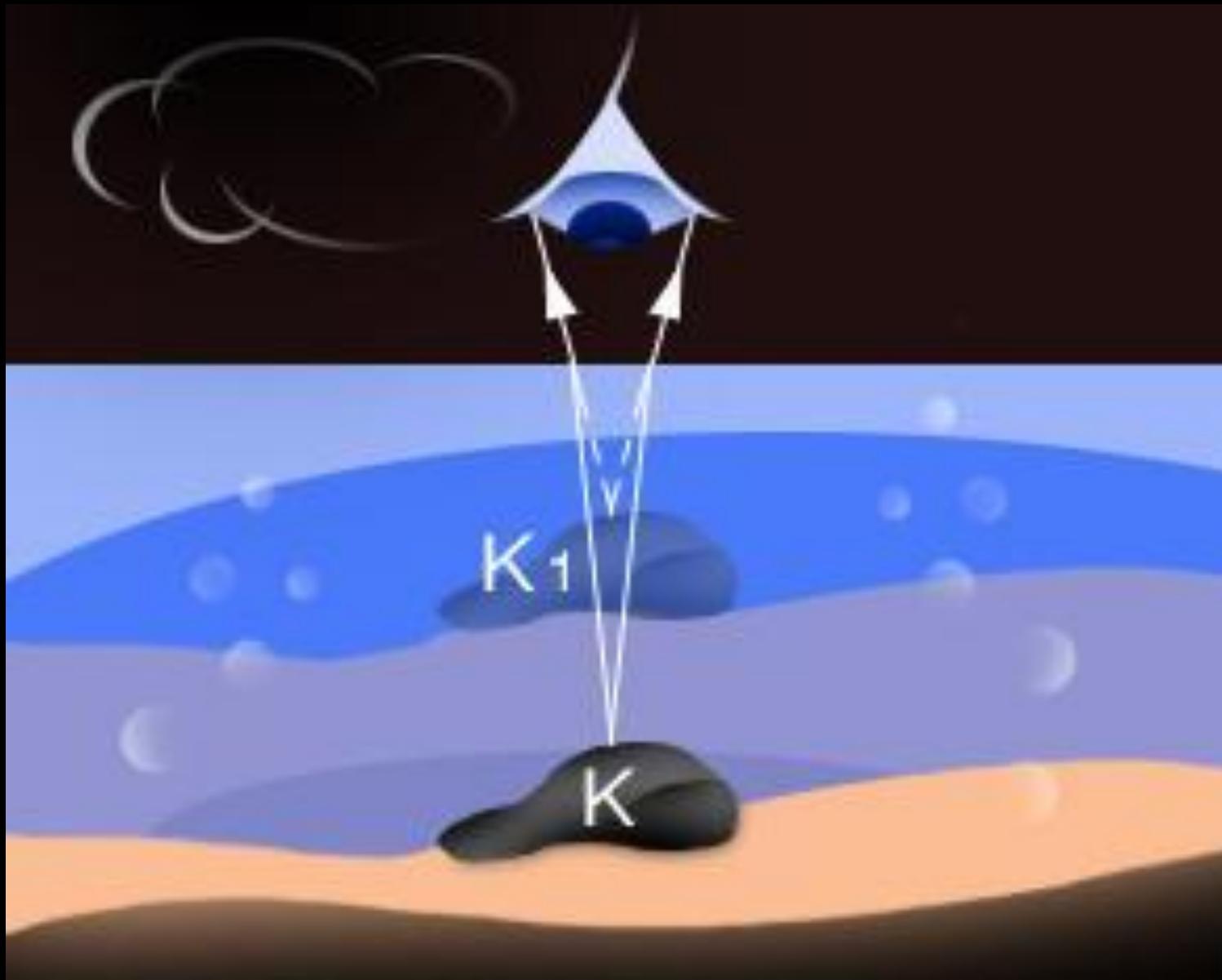
$S_1 S_2 - ?$

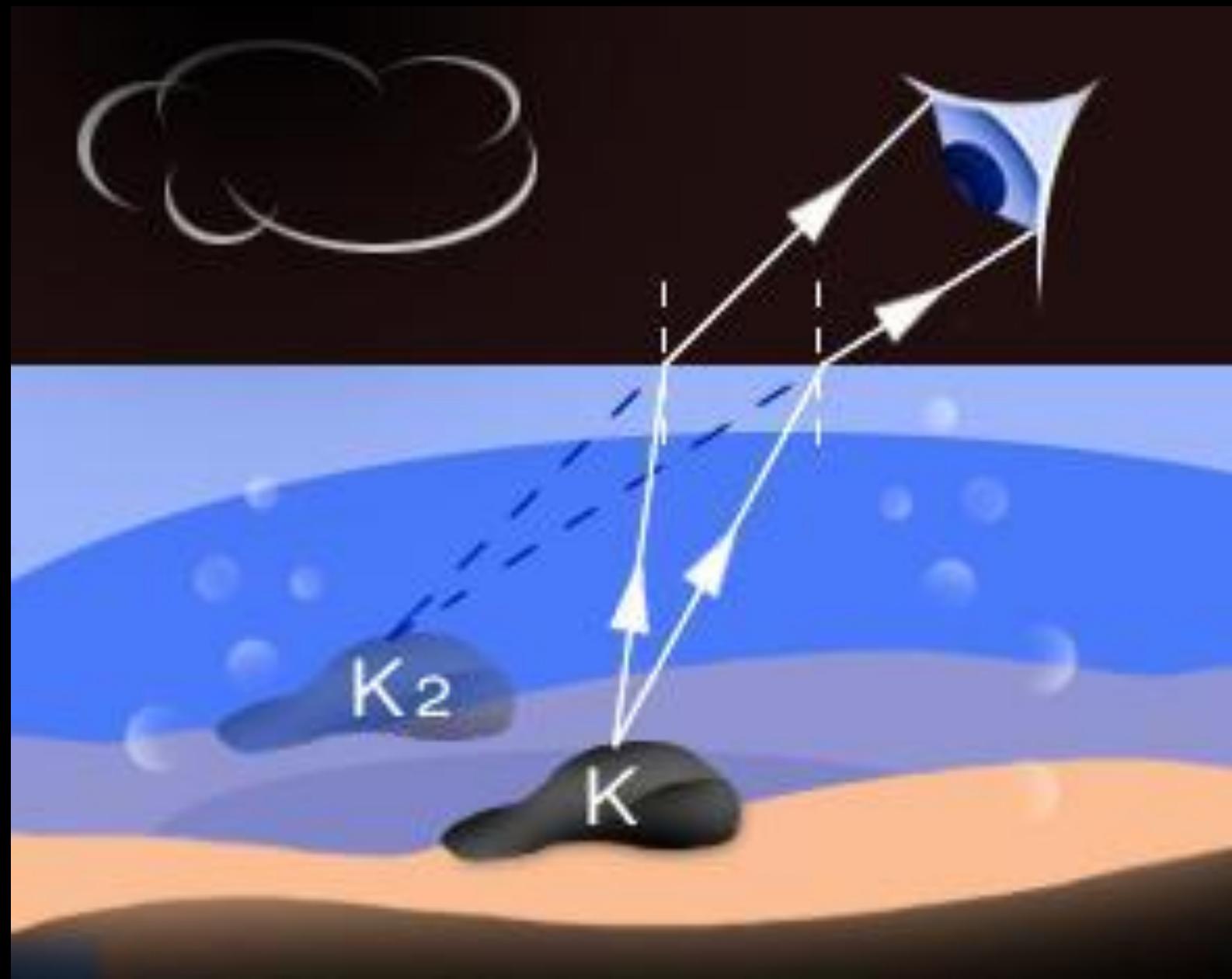
$OS = OS_1 = OS_2 = S_1 S_2 = 10\text{cm}$

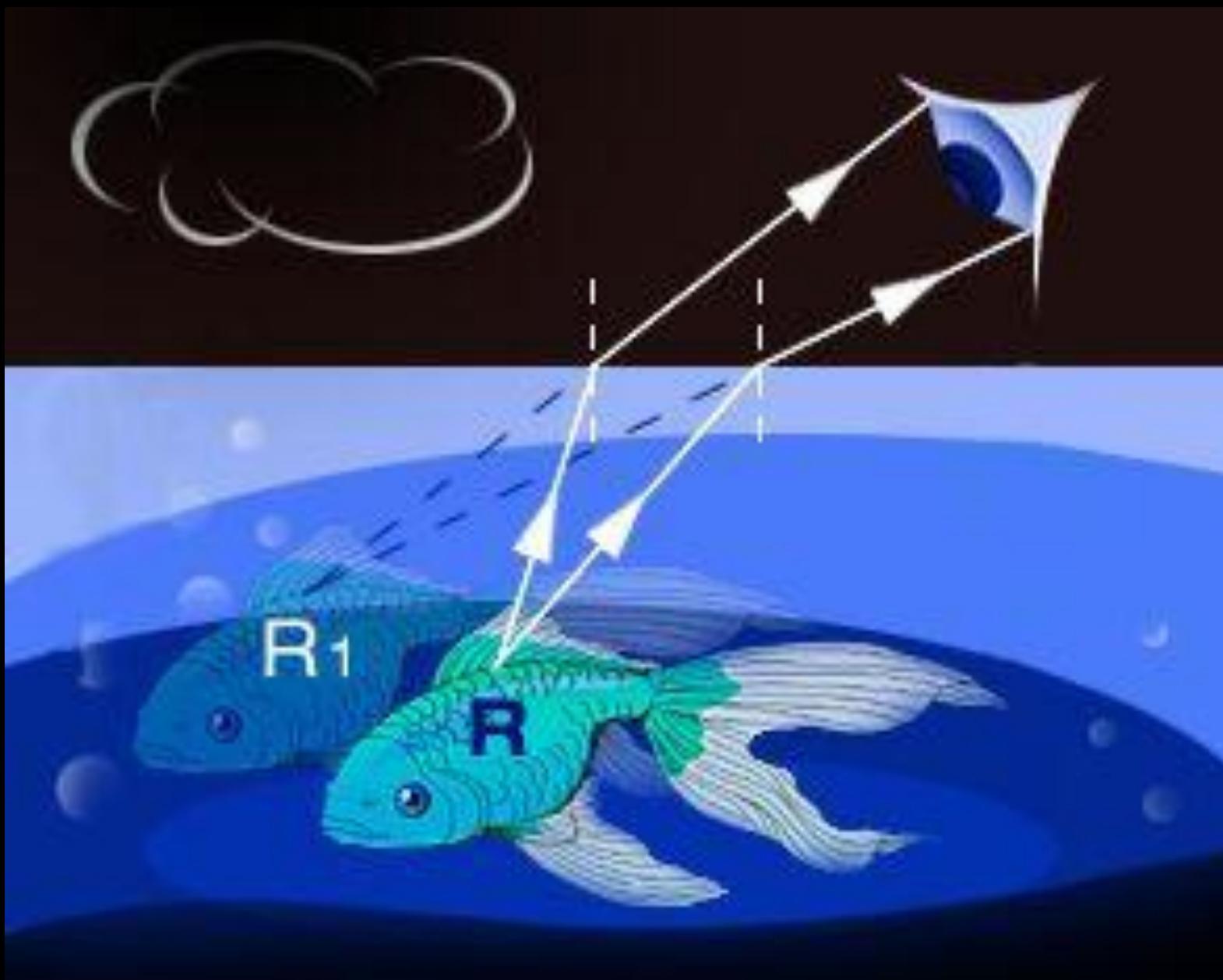
$$n = \frac{360^0}{\alpha} - 1$$



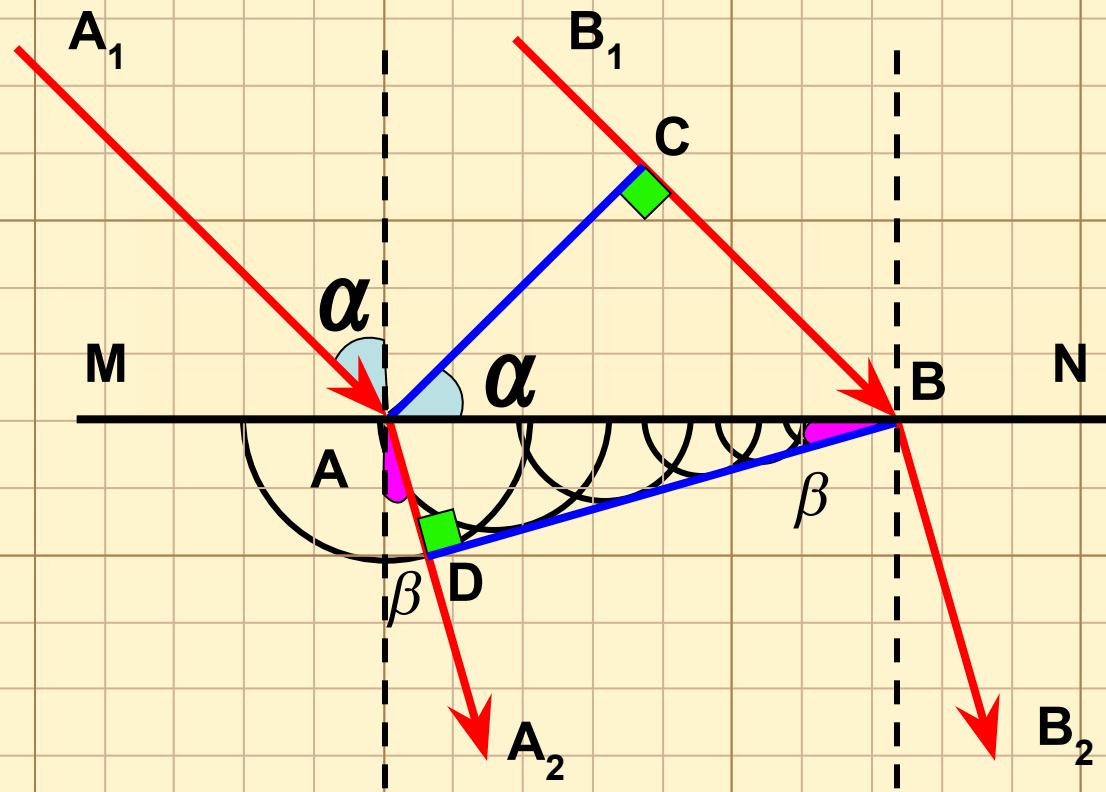








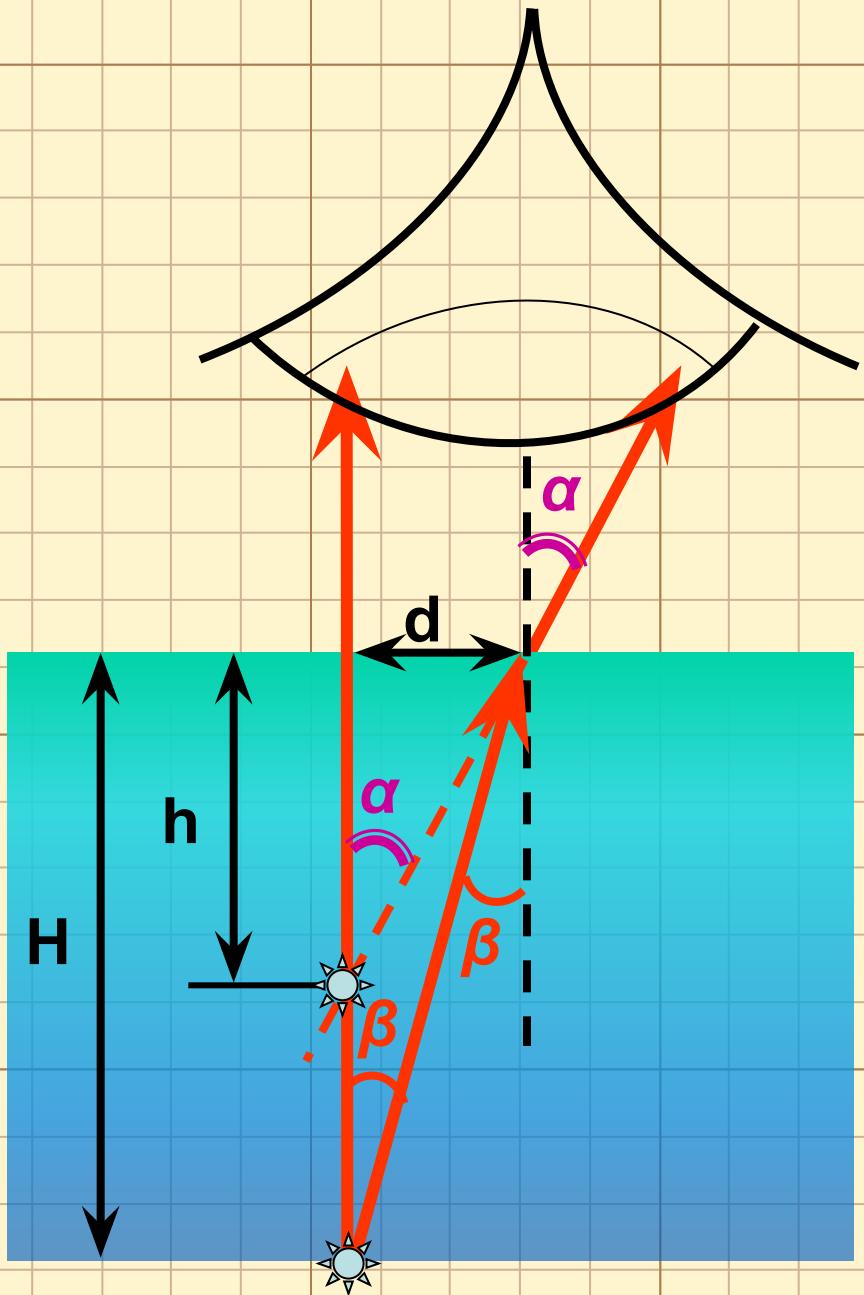
Закон преломления волн



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

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

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



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

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

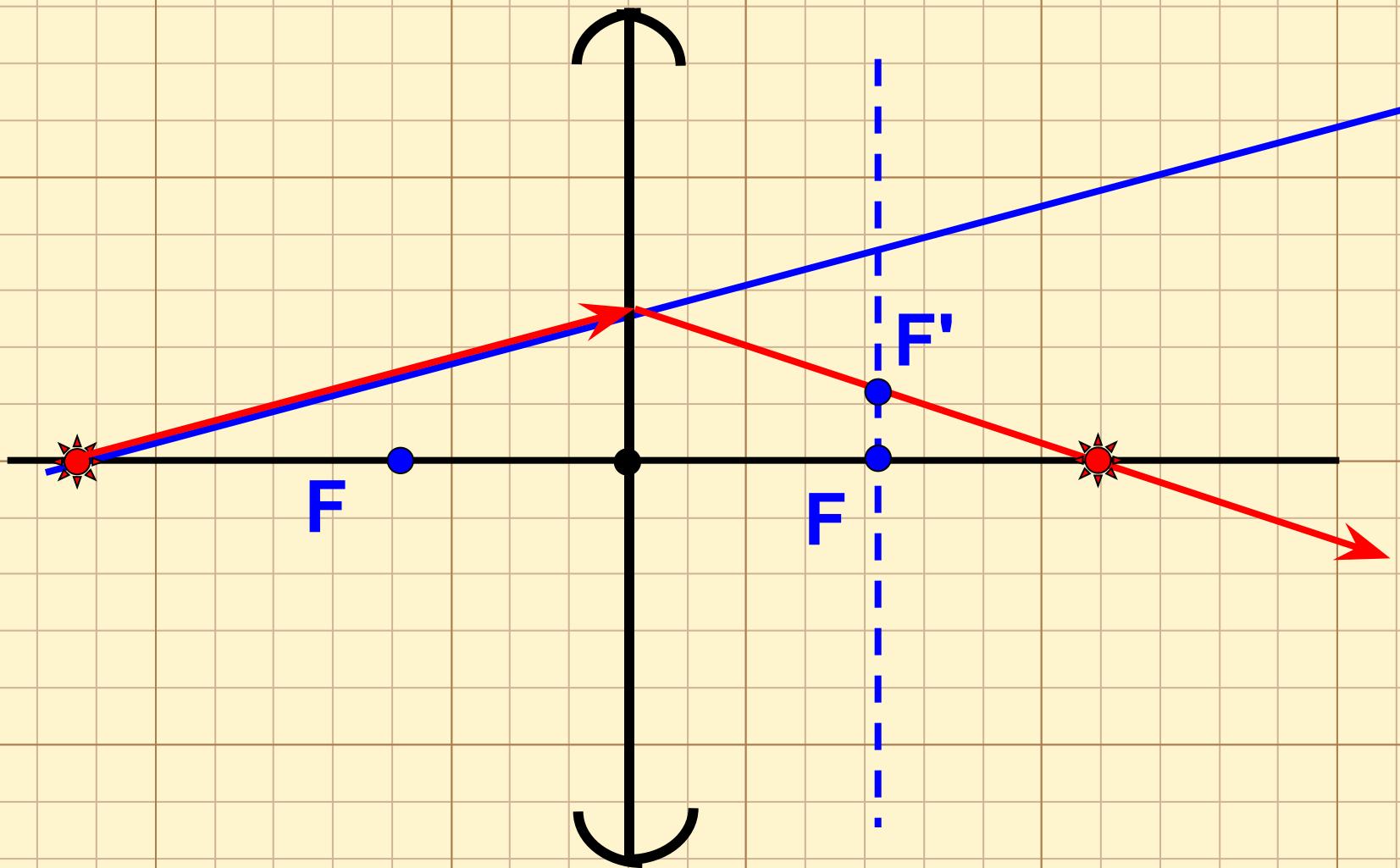
$$(1):(2) \Rightarrow$$

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

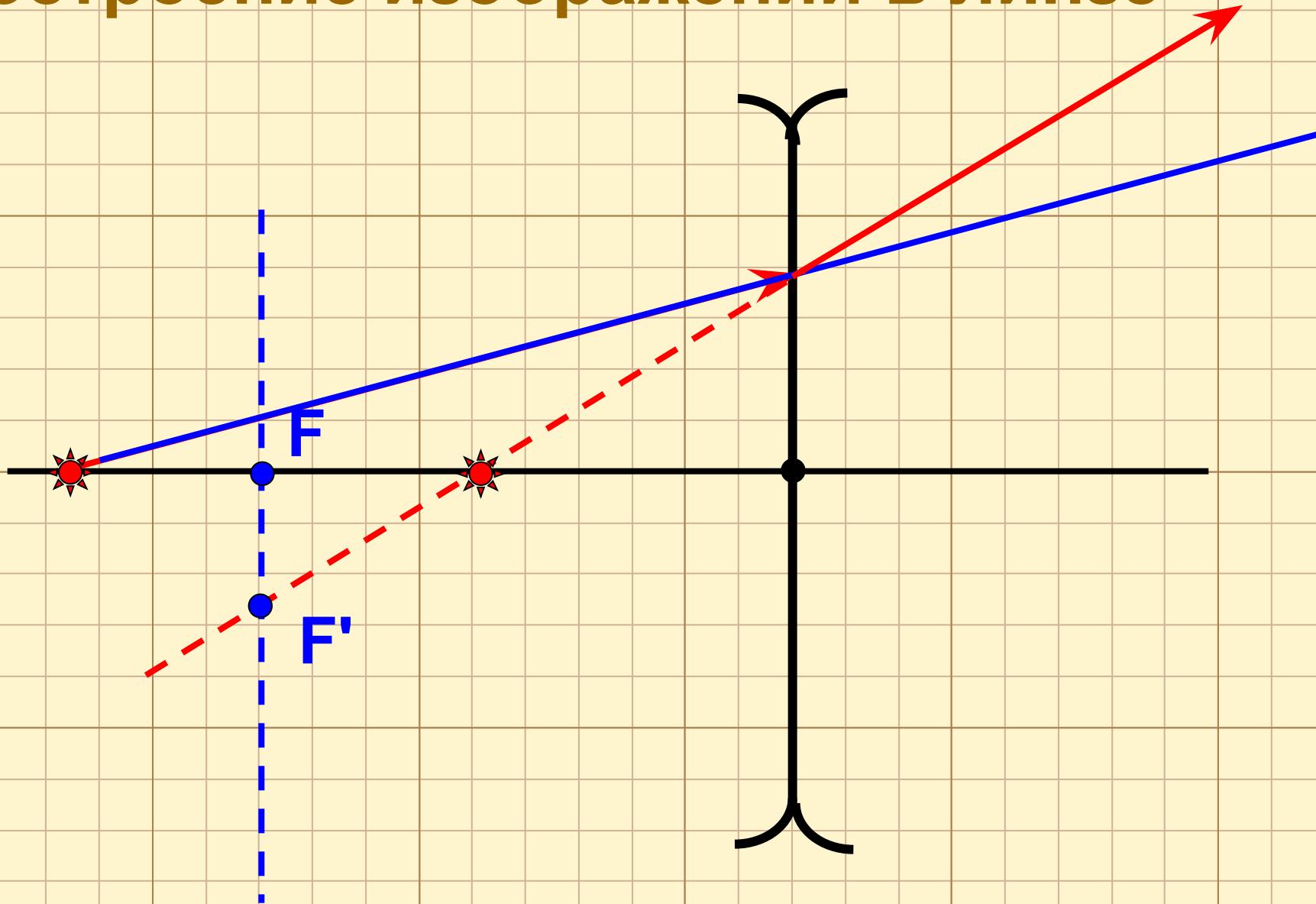
$$h = \frac{H}{n}$$

Построение
изображений в
линзе

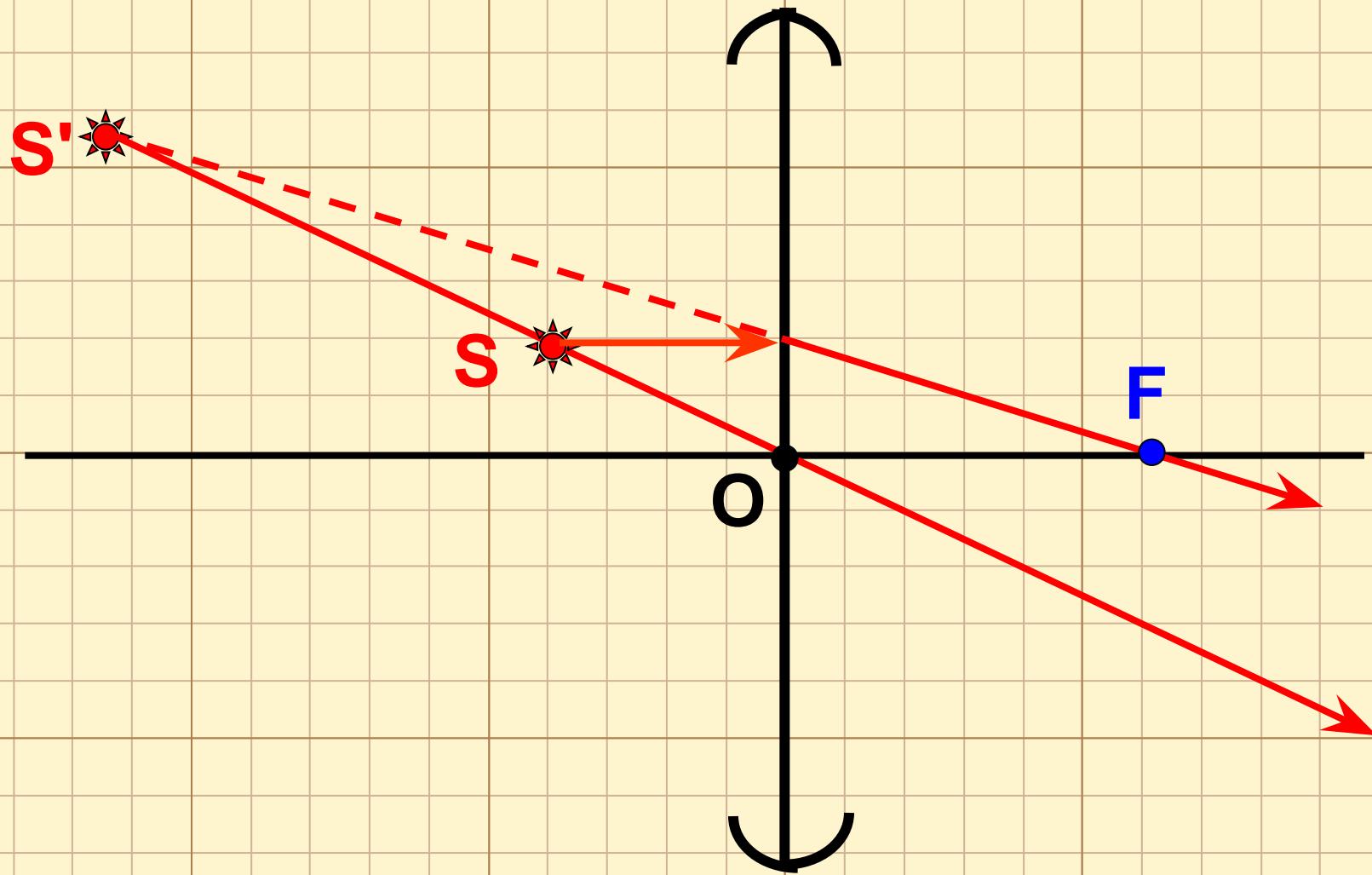
Построение изображений в линзе



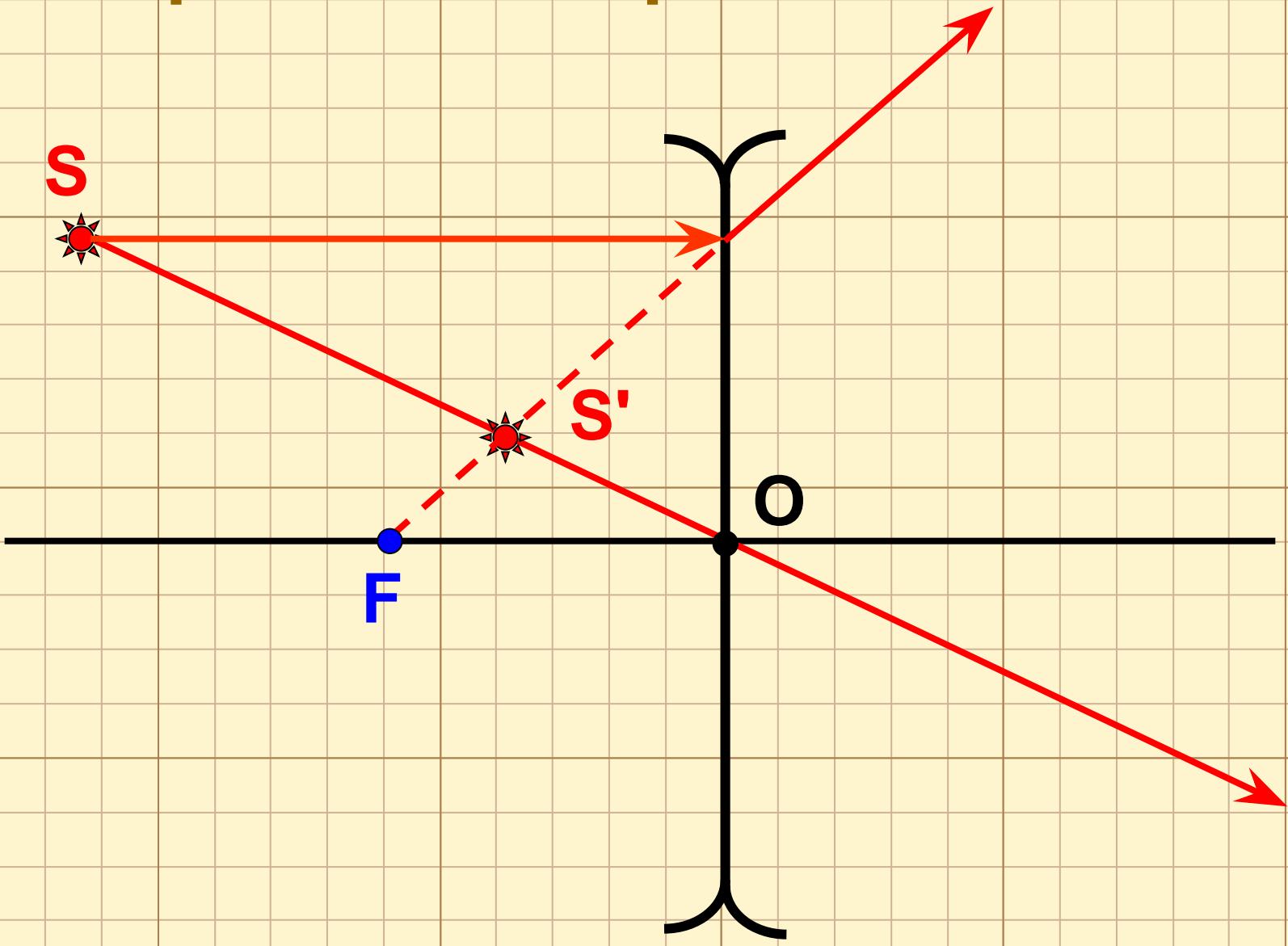
Построение изображений в линзе

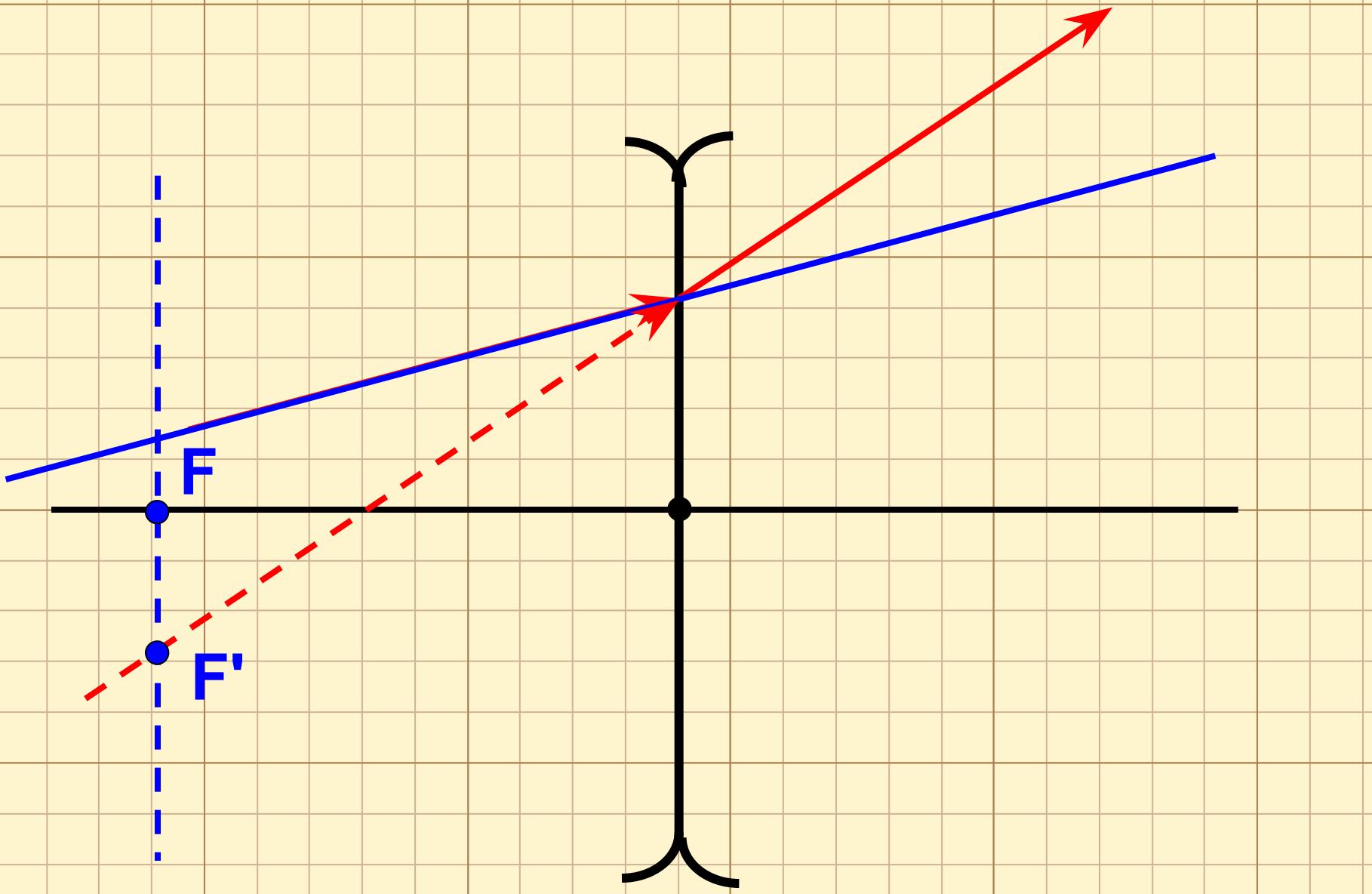


Построение изображений в линзе

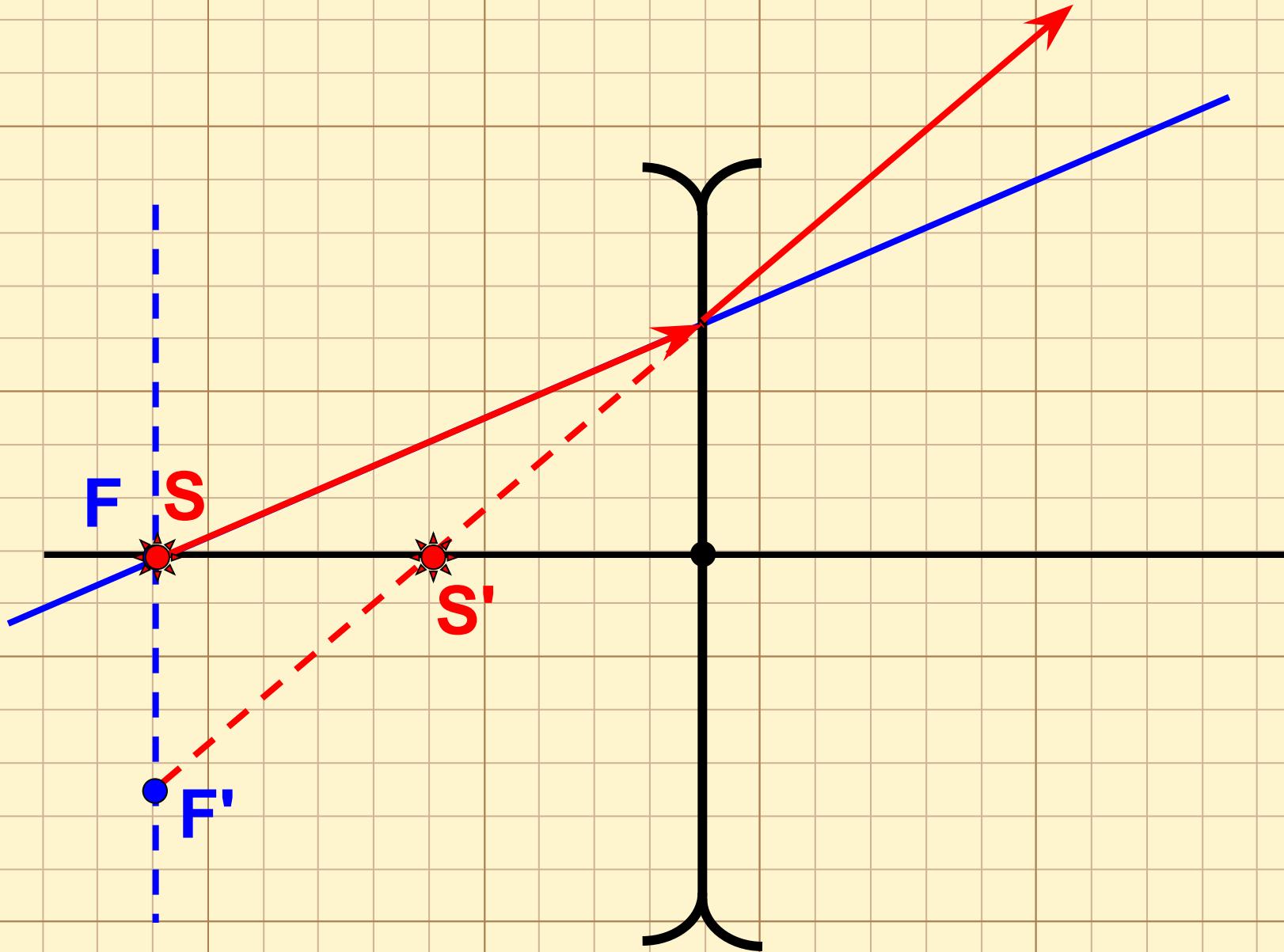


Построение изображений в линзе

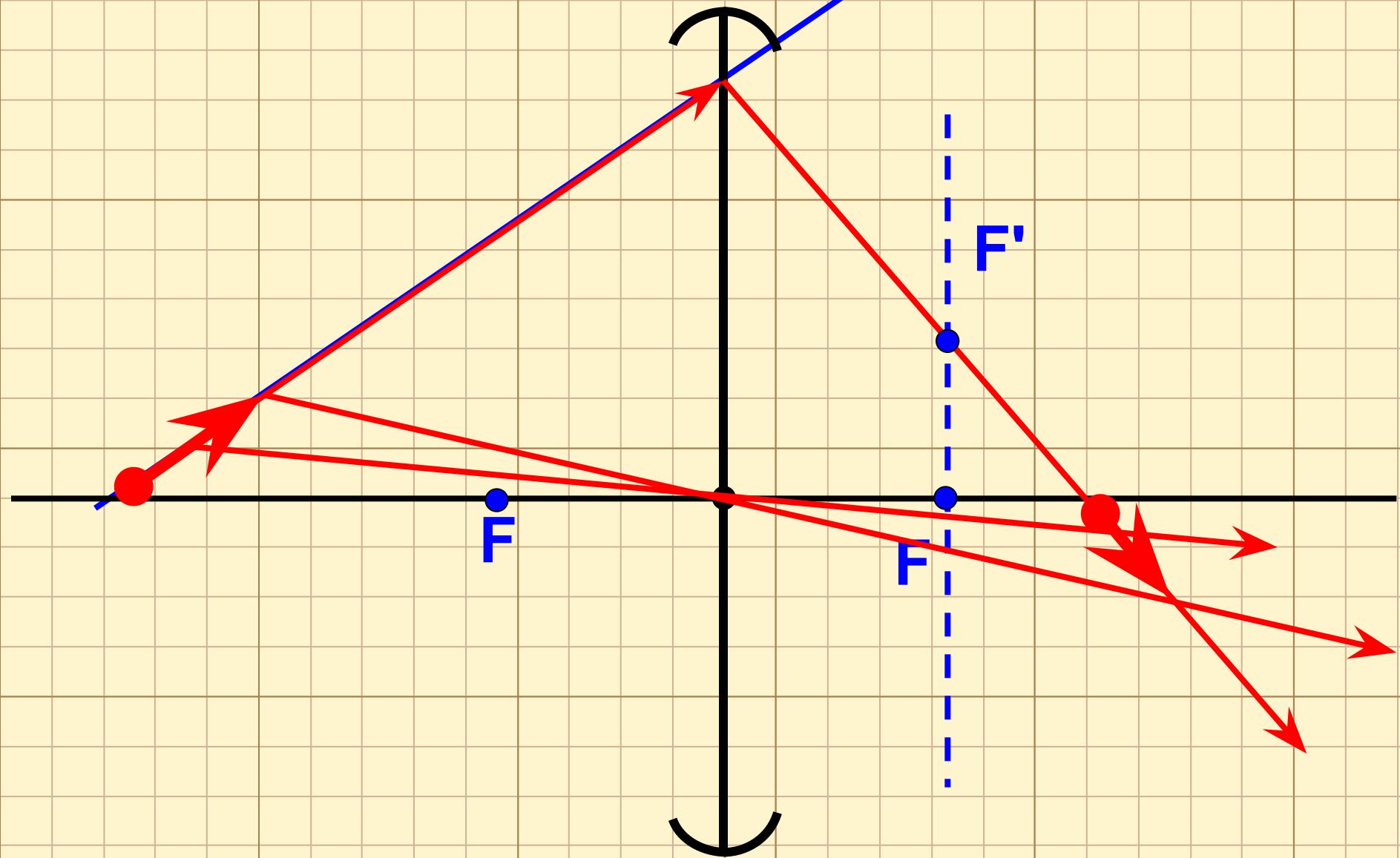




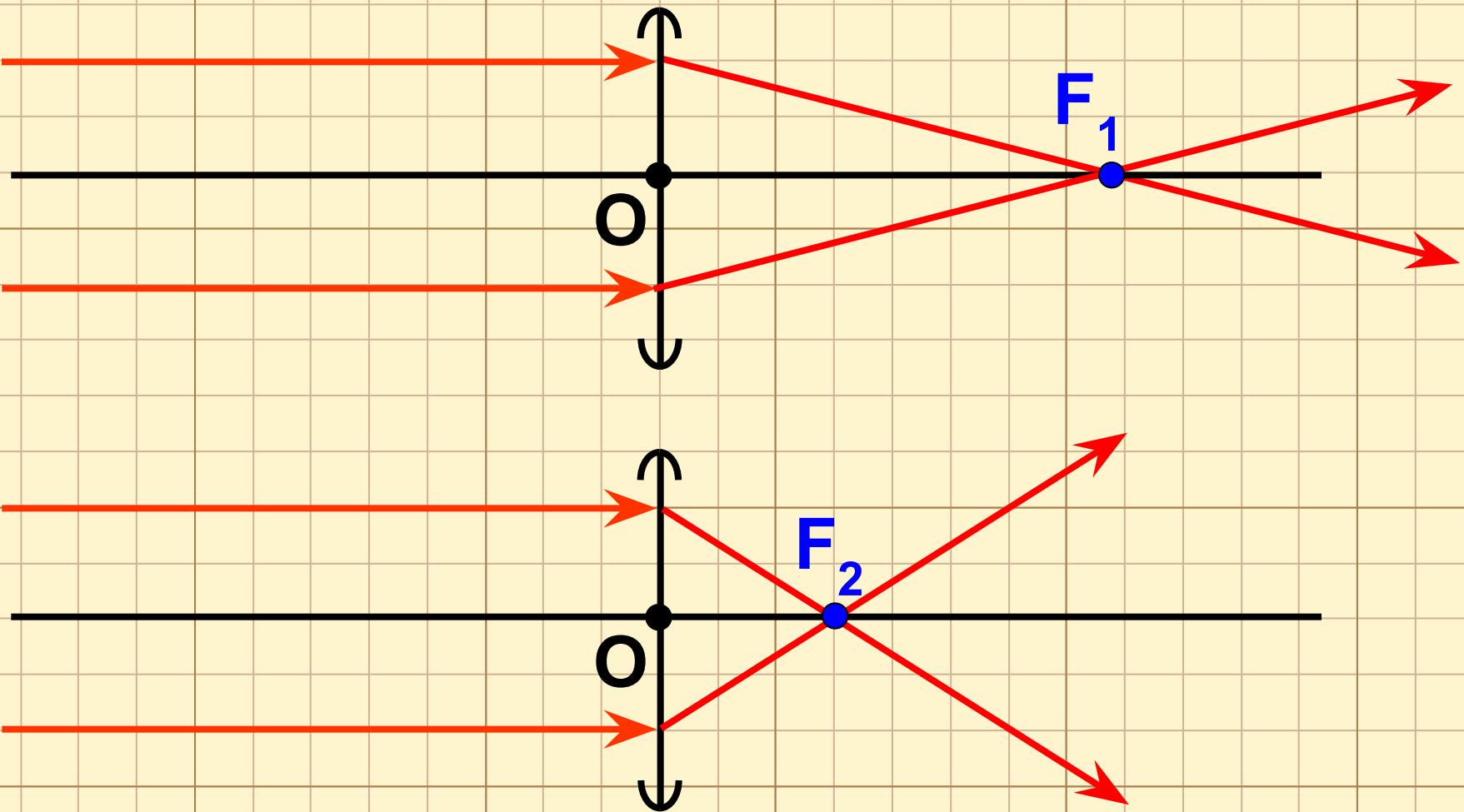
Построение изображений в линзе



Построение изображений в линзе



Оптическая сила линзы (D)



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

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

Формула тонкой линзы A ray diagram illustrating the formation of a real, inverted image of a real object. A vertical black line represents the optical axis. An object of height h is located at distance d to the left of the lens, labeled A at the top and B at the bottom. A dashed vertical line extends from the top of the object through the lens to the image. A red ray from the top of the object passes through the lens and diverges as if it originated from the image point A_1 . Another red ray from the top of the object is parallel to the axis and refracts as if it originated from the focal point F . A third red ray from the top of the object passes through the lens without deviation. The image A_1 is real, inverted, and smaller than the object. The image distance is $f - F$. The focal length is f . The center of the lens is labeled O . 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 Diagram illustrating the formation of a real image by a thin lens. An object of height h is at distance d from the lens. The image of height H is real and inverted, located at distance $f + F$ from the lens. The magnification Γ is given by $\Gamma = \frac{H}{h}$. Увеличение линзы: $$\Gamma = \frac{H}{h}$$ $$\Delta AOB \sim \Delta A_1OB_1$$ $$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$ $$\Delta COF \sim \Delta A_1FB_1$$ $$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f+F}{F}$$ $$\frac{f}{d} = \frac{f}{F} + 1$$ $$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} + \frac{1}{f}$$ $$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

Формула тонкой линзы The diagram illustrates the formation of a real image by a thin lens. A real object (AB) is located to the left of the lens (labeled O). A real image (A₁B₁) is formed to the right of the lens. Red arrows show light rays from point A passing through the lens and diverging. Dashed red lines extend these diverging rays back to point A₁. A red arrow also extends the diverging ray from point B back to point B₁. Blue arrows indicate the focal length (f), the distance from the lens to the image (d), and the magnification (Γ). A vertical dashed line connects the object height (h) and the image height (H). Увеличение линзы: $$\Gamma = \frac{H}{h}$$ $$\Delta AOB \sim \Delta A_1OB_1$$ $$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$ $$\frac{f}{d} = 1 - \frac{f}{F}$$: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

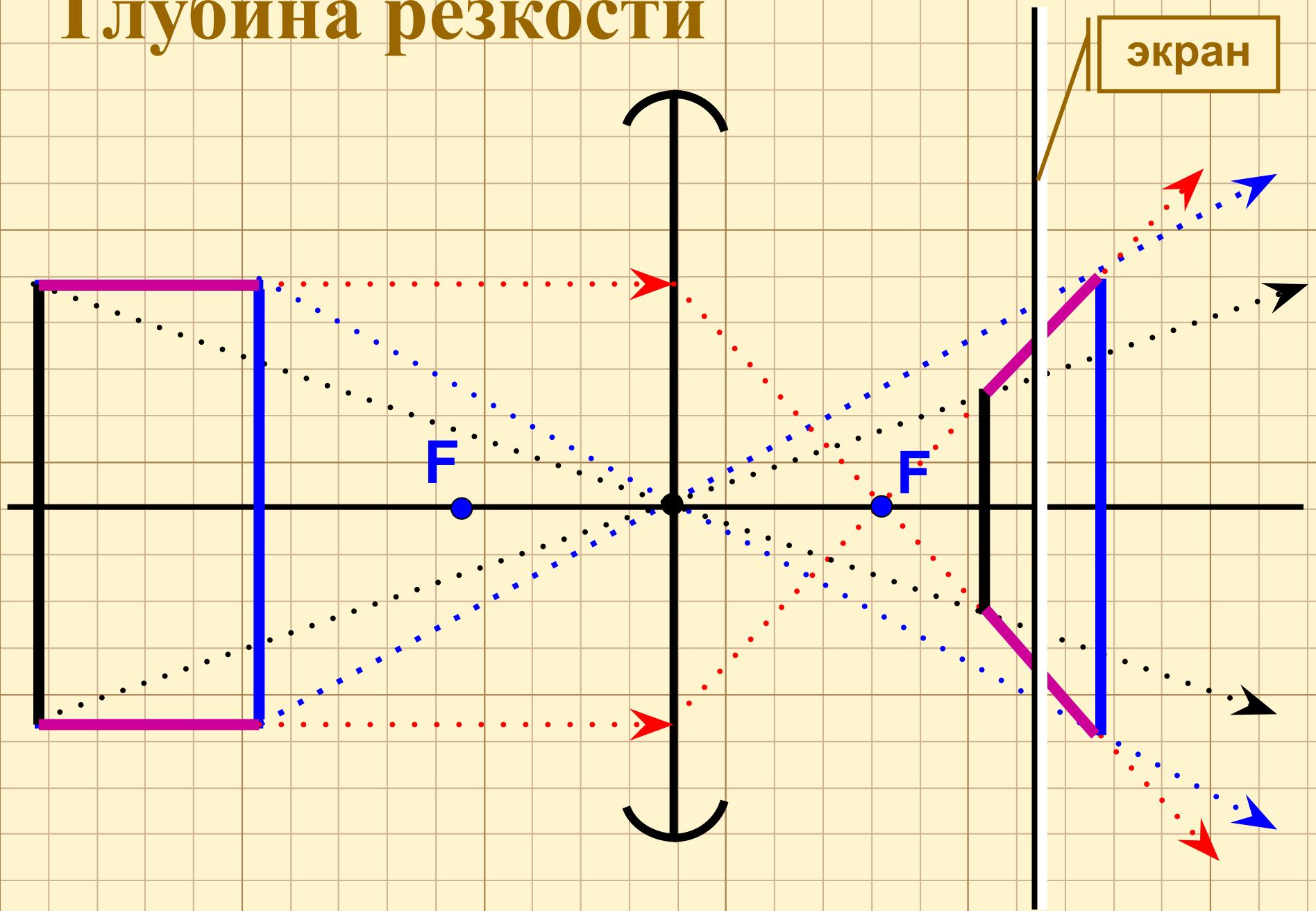
$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

- линза рассеивающая,
изображение мнимое

Обобщим:

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

Глубина резкости



Глубина резкости

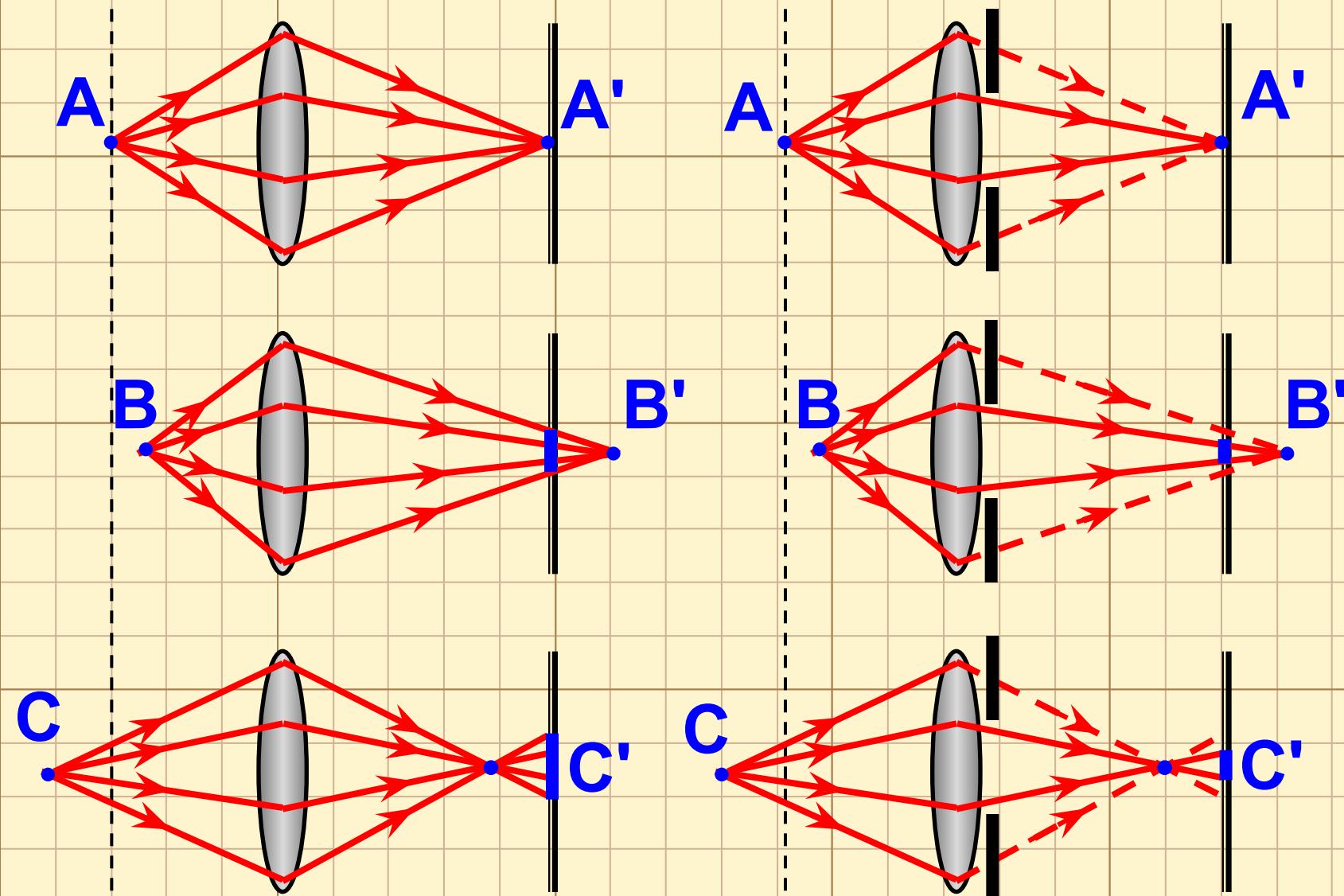
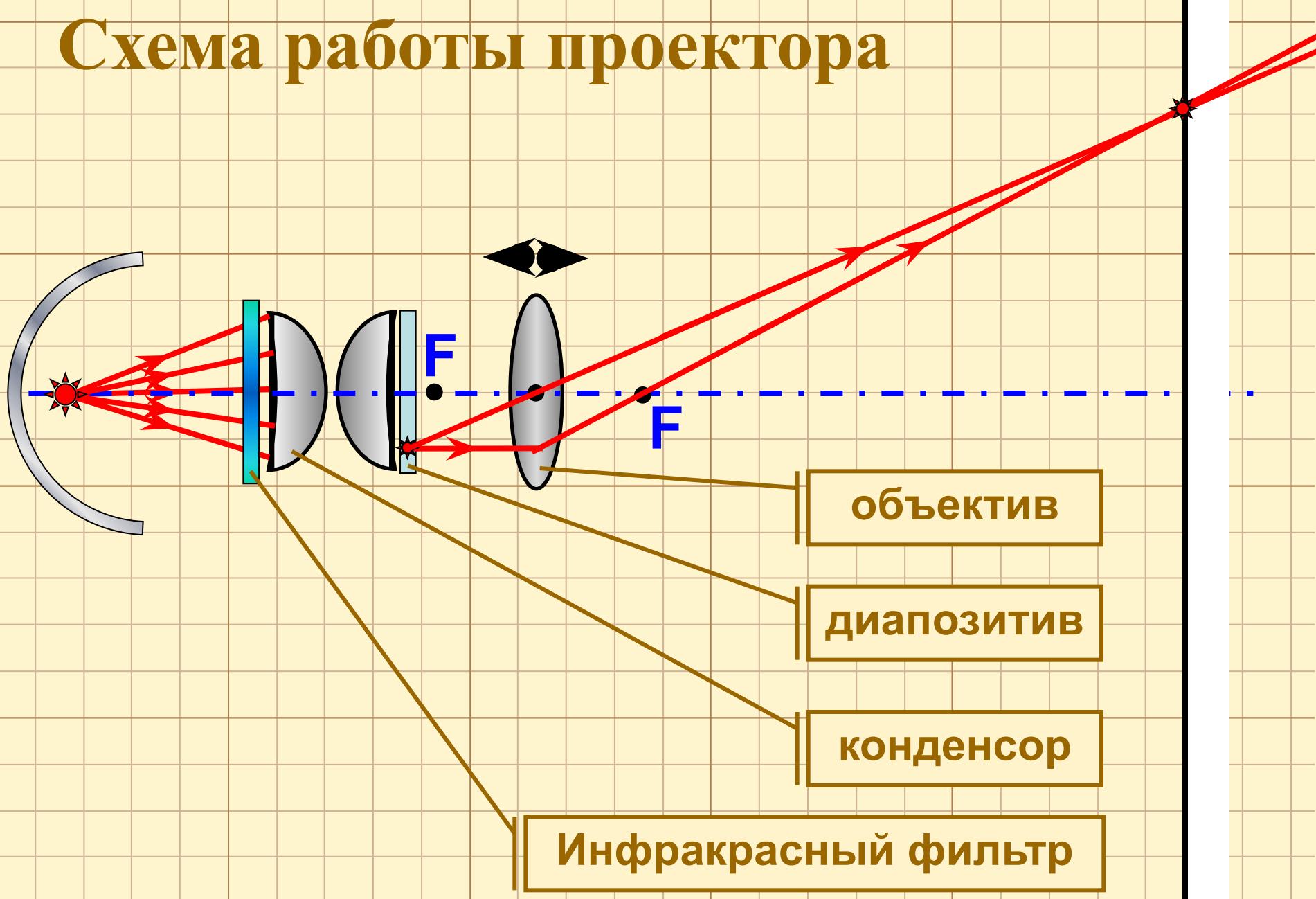


Схема работы проектора



Скорость света

Propagation of a Photon through a Medium

$$v=2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$



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

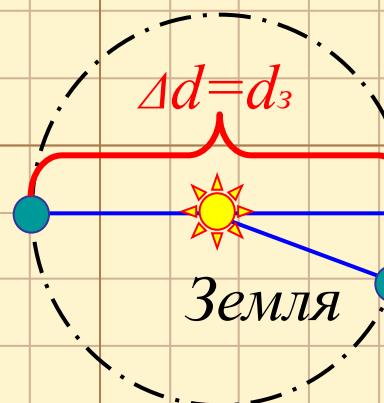
20 век

Макс Планк

– квантовая природа света

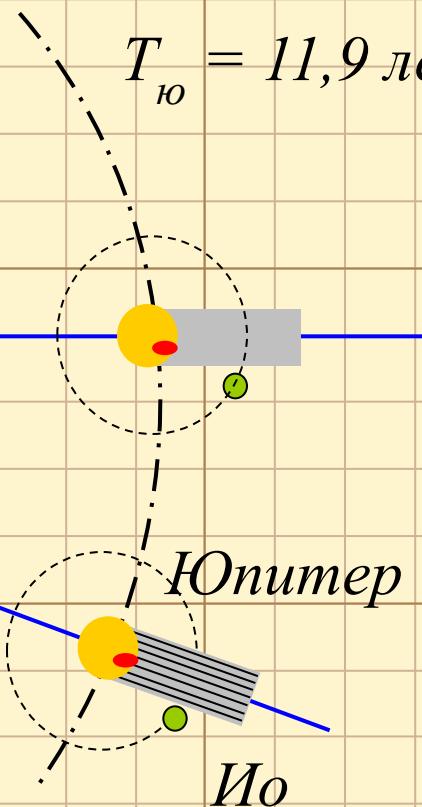
Скорость света (1676 Оле Рёмер)

$$T_3 = 1 \text{ год}$$

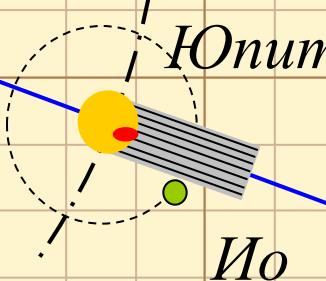


Земля

$$T_{\text{ю}} = 11,9 \text{ лет}$$



Юпитер



Юпитер

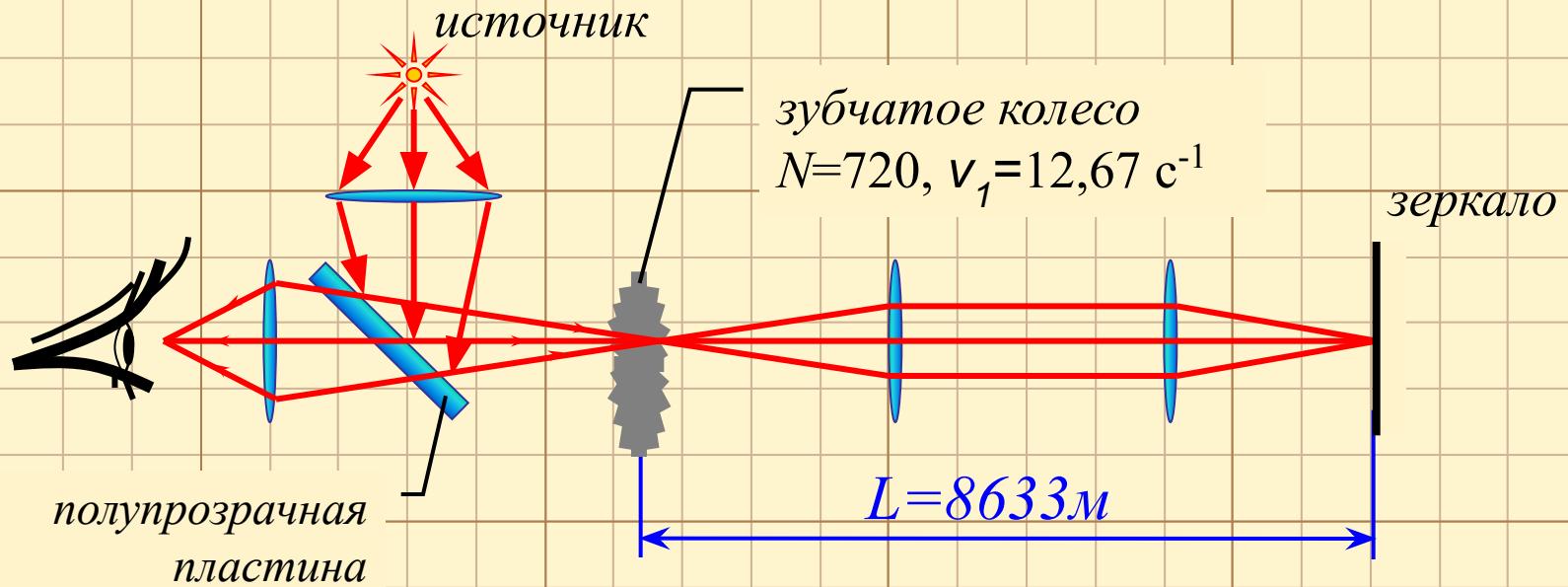
Ио

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

$$\Delta t_{\text{ми}22} = 22 \times 60$$

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

Скорость света (1849 Ипполит Физо)



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

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

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: $n = \dots \pm \dots$

