



ОПТИКА

1

Линза, фокусное расстояние которой 15 см, даёт на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран пододвинули к линзе вдоль её главной оптической оси на 30 см. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет так, чтобы его изображение на экране снова стало резким. На какое расстояние сдвинули предмет относительно его первоначального положения?

$F = 15 \text{ см}$
 $\Gamma = 5$
 $\Delta f = 30 \text{ см}$
 $\Delta d = ?$

$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$
 $\frac{1}{d_1} \left(1 + \frac{1}{\Gamma} \right) = \frac{1}{F}$
 $\Gamma = \frac{f_1}{d_1} \Rightarrow f_1 = \Gamma d_1$
 $d_1 = F \left(1 + \frac{1}{\Gamma} \right) = 15 \left(1 + \frac{1}{5} \right) = 18 \text{ (см)}$

$$f_1 = 5 \cdot 18 = 90 \text{ (cm)}$$

$$f_2 = f_1 - \Delta f = 90 - 30 = 60 \text{ (cm)}$$

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \quad \Rightarrow$$

$$d_2 = \frac{F f_2}{f_2 - F} = \frac{15 \cdot 60}{60 - 15} = 20 \text{ (cm)}$$

$$\Delta d = d_2 - d_1 = 20 - 18 = 2 \text{ (cm)}$$

Тонкая линза L даёт чёткое действительное изображение предмета AB на экране $\mathcal{E}$ (см. рис. 1). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона K (см. рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

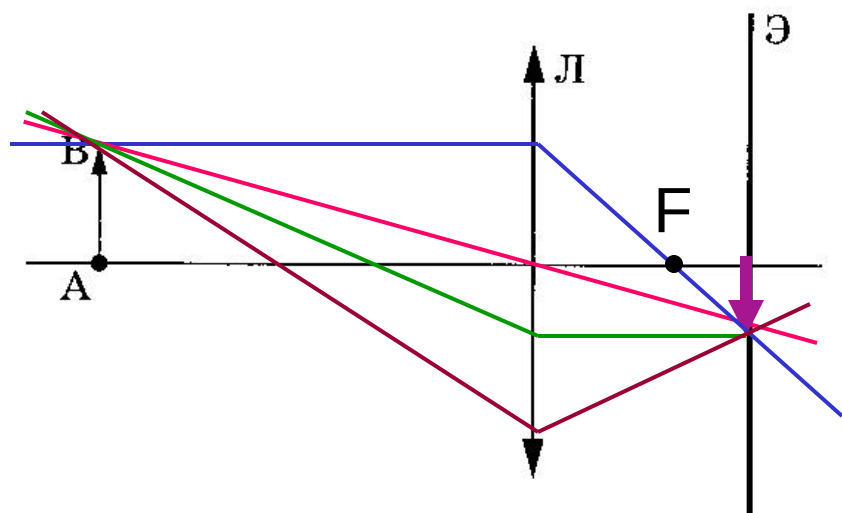


Рис. 1

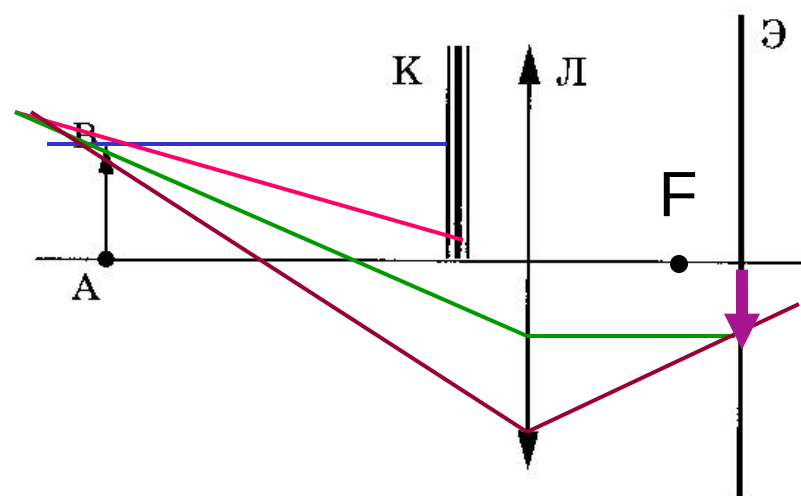
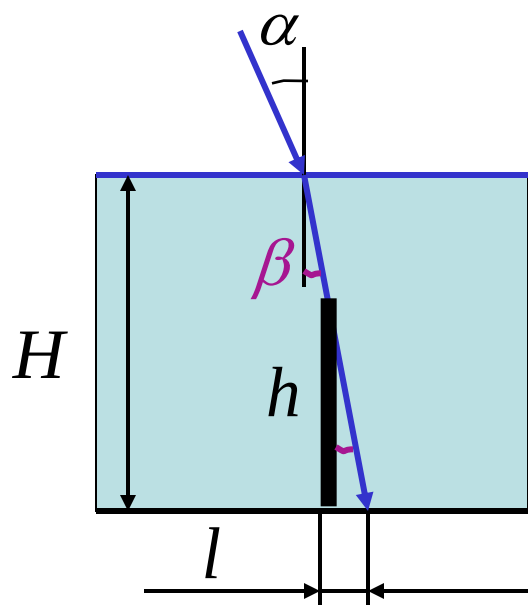


Рис. 2

3

В горизонтальное дно водоёма глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном 30° , свая отбрасывает на дно водоёма тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n; \quad \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{l}{h};$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} = \frac{\sin \alpha}{n \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}} = \frac{\cancel{n} \sin \alpha}{\cancel{n} \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}};$$

$$\frac{l}{h} = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}};$$

$$h = \frac{l \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha} = \frac{0,8 \sqrt{\frac{16}{9} - \sin^2 30^\circ}}{\sin 30^\circ} \approx 1,97 \text{ (м)}$$

4

В горизонтальное дно водоёма глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. Высота сваи 2 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30° . Определите длину тени сваи на дне водоёма. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

Отв.: $\approx 0,8$ м

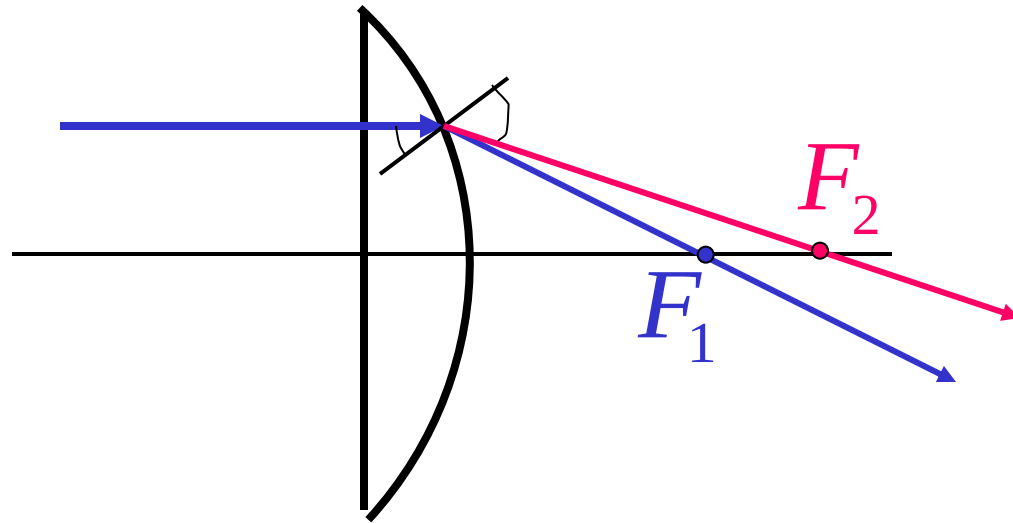
Стеклянную линзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Выберите **два** верных утверждения о характере изменений, произошедших с линзой.

- 1) Линза из рассеивающей превратилась в собирающую.
- 2) Фокусное расстояние уменьшилось, оптическая сила увеличилась.
- 3) Линза из собирающей превратилась в рассеивающую.
- 4) Фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась.
- 5) Линза осталась собирающей.

Ответ:

4	5
---	---

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{\text{возд}}}{n_{\text{ст}}}$$



Стеклянную линзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воды ($n_{\text{воды}} = 1,33$) в воздух ($n_{\text{воздуха}} = 1$). Выберите **два** верных утверждения о характере изменений, произошедших с линзой.

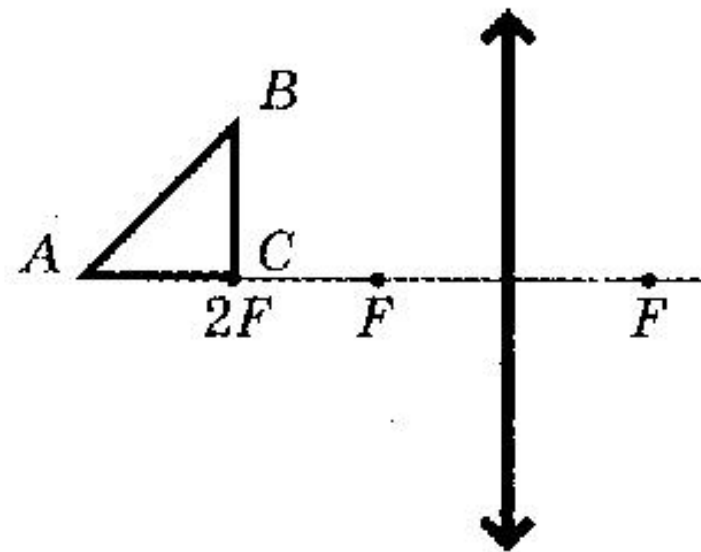


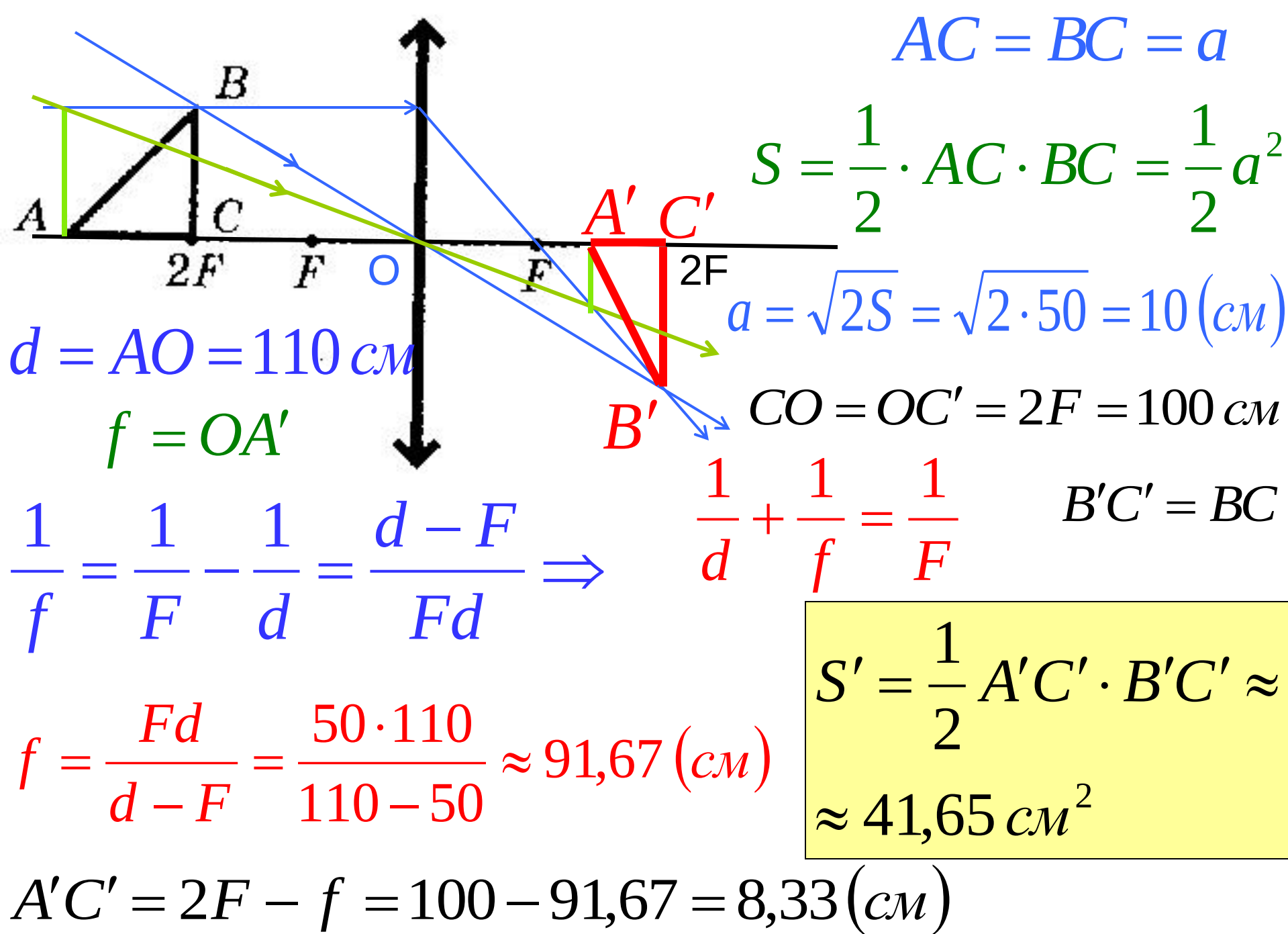
- 1) Линза осталась собирающей.
- 2) Линза из рассеивающей превратилась в собирающую.
- 3) Линза из собирающей превратилась в рассеивающую.
- 4) Фокусное расстояние уменьшилось, оптическая сила увеличилась.
- 5) Фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась.

Ответ:

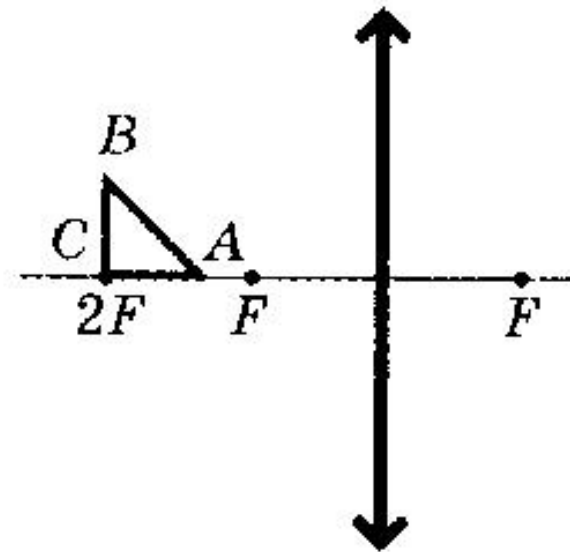
1	4
---	---

Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC площадью 50 см^2 расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы 50 см . Вершина прямого угла C лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла A . Расстояние от центра линзы до точки C равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.





Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC площадью 50 см^2 расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы 50 см . Вершина прямого угла C лежит дальше от центра линзы, чем вершина острого угла A . Расстояние от центра линзы до точки C равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



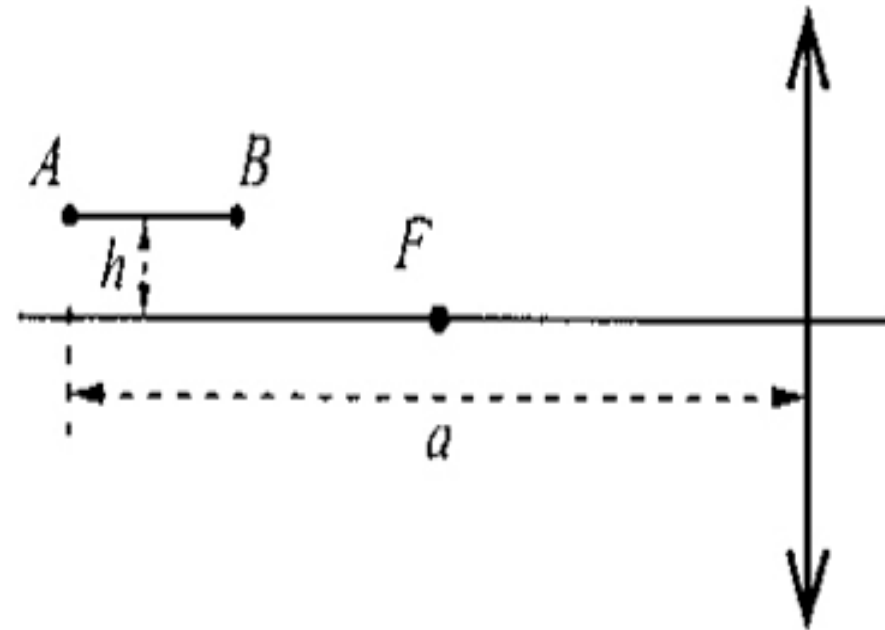
Отв.: $\approx 62,5 \text{ см}^2$

Небольшой груз, подвешенный на нити длиной $2,5\text{ м}$, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает $0,1\text{ м/с}$. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием $0,2\text{ м}$ изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии $0,6\text{ м}$ от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Определите максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия.

Отв.: $0,1\text{ м}$

10

Тонкая палочка AB длиной $l = 10$ см расположена параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $h = 15$ см от неё (см. рисунок). Конец A палочки располагается на расстоянии $a = 40$ см от линзы. Постройте изображение палочки в линзе и определите его длину L . Фокусное расстояние линзы $F = 20$ см.



Отв.: 25 см