



Оптика

Оптическая сила линзы.
Формула тонкой линзы.
Линейное увеличение

Задача 1. На каком расстоянии находится фокус тонкой линзы от её оптического центра, если оптическая сила линзы равна $D_1 = 5$ дптр? На каком расстоянии находился бы фокус при оптической силе $D_2 = -5$ дптр? $D_3 = -10$ дптр?

Дано:

$$D_1 = 5 \text{ дптр}$$

$$D_2 = -5 \text{ дптр}$$

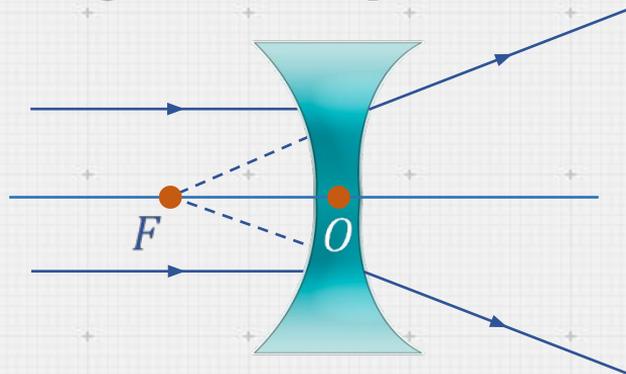
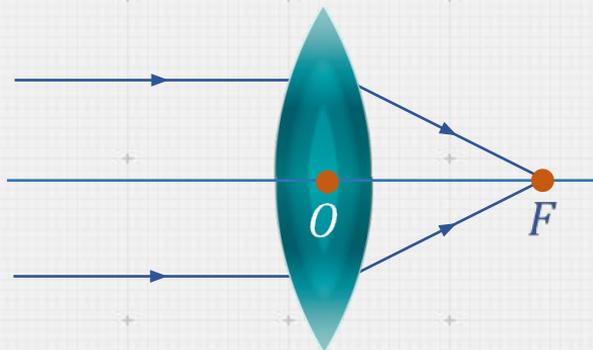
$$D_3 = -10 \text{ дптр}$$

$$F_1, F_2, F_3 = ?$$

Решение:

$$\text{Оптическая сила линзы: } D = \pm \frac{1}{|F|} \Rightarrow F_1 = \frac{1}{D_1} = \frac{1}{5 \text{ дптр}} = 0,2 \text{ м.}$$

$$F_2 = \frac{1}{D_2} = \frac{1}{-5 \text{ дптр}} = -0,2 \text{ м}; F_3 = \frac{1}{D_3} = \frac{1}{-10 \text{ дптр}} = -0,1 \text{ м.}$$

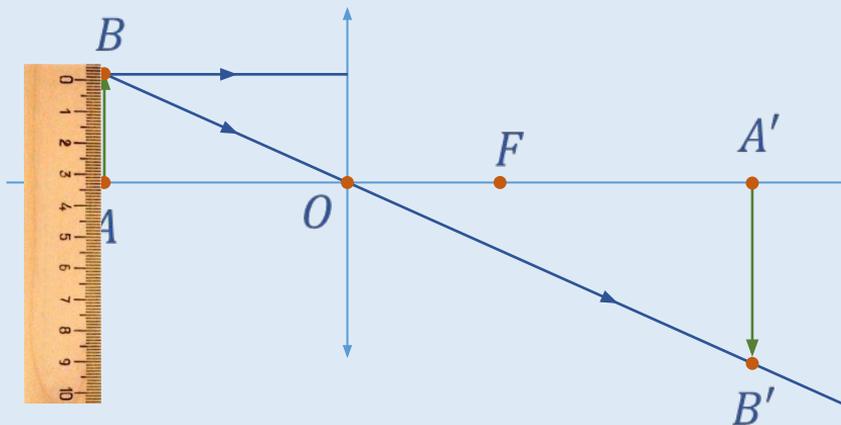


Ответ: $F_1 = 20 \text{ см}; F_2 = 20 \text{ см}; F_3 = 10 \text{ см.}$

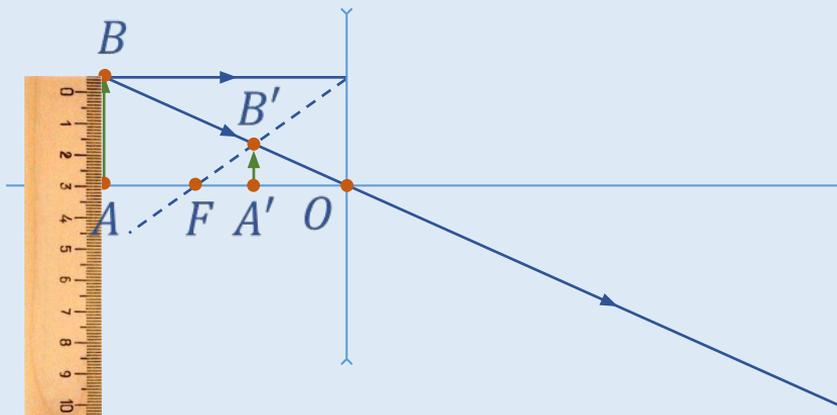
Задача 2. На рисунке изображен предмет. Постройте его изображения для собирающей и рассеивающей линзы. Исходя из чертежа оцените линейное увеличение линзы.

Решение:

$$\Gamma \approx \frac{\sim 5}{\sim 3,5} \approx 1,5.$$



$$\Gamma \approx \frac{\sim 1,2}{\sim 3} \approx 0,4.$$



Задача 3. Изображение предмета сформировалось на расстоянии 30 см от линзы. Известно, что оптическая сила этой линзы равна 4 дптр . Найдите линейное увеличение.

Дано:

$$f = 30\text{ см}$$

$$D = 4\text{ дптр}$$

$$\Gamma = ?$$

СИ:

$$0,3\text{ м}$$

Решение:

Оптическая сила линзы: $D = \frac{1}{F}$.

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$.

Тогда $D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{d} = D - \frac{1}{f} \Rightarrow d = \left(D - \frac{1}{f} \right)^{-1}$.

Задача 3. Изображение предмета сформировалось на расстоянии 30 см от линзы. Известно, что оптическая сила этой линзы равна 4 дптр. Найдите линейное увеличение.

Дано:

$$f = 30 \text{ см}$$

$$D = 4 \text{ дптр}$$

$$\Gamma = ?$$

СИ:

$$0,3 \text{ м}$$

Решение:

$$\text{Тогда } D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{d} = D - \frac{1}{f} \Rightarrow d = \left(D - \frac{1}{f} \right)^{-1}.$$

$$\text{Линейное увеличение: } \Gamma = \frac{|f|}{|d|} = \frac{|f|}{\left| \left(D - \frac{1}{f} \right)^{-1} \right|}.$$

$$\Gamma = \frac{|0,3 \text{ м}|}{\left| \left(4 \text{ дптр} - \frac{1}{0,3 \text{ м}} \right)^{-1} \right|} = 0,2.$$

Ответ: 0,2.

Задача 4. Изображение предмета, находящегося на расстоянии $d = 40$ см от линзы, образуется на расстоянии $f = 30$ см от линзы. Найдите фокусное расстояние данной линзы. Также найдите, на каком расстоянии $d_1 = ?$ нужно поместить предмет, чтобы изображение оказалось на расстоянии $f_1 = 80$ см.

Дано:

$$d = 40 \text{ см}$$

$$f = 30 \text{ см}$$

$$f_1 = 80 \text{ см}$$

$$F = ?$$

$$d_1 = ?$$

СИ:

$$0,4 \text{ м}$$

$$0,3 \text{ м}$$

$$0,8 \text{ м}$$

Решение:

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$.

$$\frac{1}{F} = \frac{f + d}{fd} \Rightarrow F = \frac{fd}{f + d} = \frac{0,3 \text{ м} \cdot 0,4 \text{ м}}{0,3 \text{ м} + 0,4 \text{ м}} = 0,17 \text{ м}.$$

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f_1}$;

$$\frac{1}{d_1} = \frac{f_1 - F}{F f_1} \Rightarrow d_1 = \frac{F f_1}{f_1 - F} = \frac{0,17 \text{ м} \cdot 0,8 \text{ м}}{0,8 \text{ м} - 0,17 \text{ м}} = 0,216 \text{ м}.$$

Ответ: $F = 17$ см;

$d_1 = 21,6$ см.

Задача 5. Предмет находится от тонкой собирающей линзы на расстоянии $d_1 = 10$ см. Если его отодвинуть от линзы на $\Delta d = 5$ см, то изображение предмета приблизится к линзе вдвое. Найдите оптическую силу $D = ?$ линзы.

Дано:

$$d_1 = 10 \text{ см}$$

$$\Delta d = 5 \text{ см}$$

$$f_1 = 2f_2$$

$$D = ?$$

СИ:

$$0,1 \text{ м}$$

$$0,05 \text{ м}$$

Решение:

Формула тонкой линзы:
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}.$$

Оптическая сила линзы:
$$D = \frac{1}{F}.$$

Тогда
$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}; \\ D = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}; \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} D = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{2f_2}; \\ D = \frac{1}{d_1 + \Delta d} + \frac{1}{f_2}. \end{array} \right.$$

Задача 5. Предмет находится от тонкой собирающей линзы на расстоянии 10 см. Если его отодвинуть от линзы на 5 см, то изображение предмета приблизится к линзе вдвое. Найдите оптическую силу этой линзы.

Дано:

$$d_1 = 10 \text{ см}$$

$$\Delta d = 5 \text{ см}$$

$$f_1 = 2f_2$$

$$D = ?$$

СИ:

$$0,1 \text{ м}$$

$$0,05 \text{ м}$$

Решение:

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$.

$$D = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{2f_2}$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{2f_2} = \frac{1}{d_1 + \Delta d} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{2f_2} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_1 + \Delta d}$$

$$D = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_1 + \Delta d} \Rightarrow D = \frac{2}{d_1} - \frac{1}{d_1 + \Delta d}$$

$$D = \frac{2}{0,1 \text{ м}} - \frac{1}{0,1 \text{ м} + 0,05 \text{ м}} = 13\frac{1}{3} \text{ дптр.}$$

Ответ: $13\frac{1}{3}$ дптр.