



ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

Капустина Е.В.

ФИЗИКА

КОНСПЕКТЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

ОПТИЧЕСКИЕ
ЯВЛЕНИЯ

8

Урок №4.

Линзы.

1. ЛИНЗА

Явление преломления света лежит в основе действия линз (рис. 1) и многих оптических приборов, служащих для управления световыми пучками и получения оптических изображений.



Рис. 1. Линзы.

Линза (от латинского *lens* - чечевица) – это оптически прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями или плоской и сферической поверхностями (рис. 2).

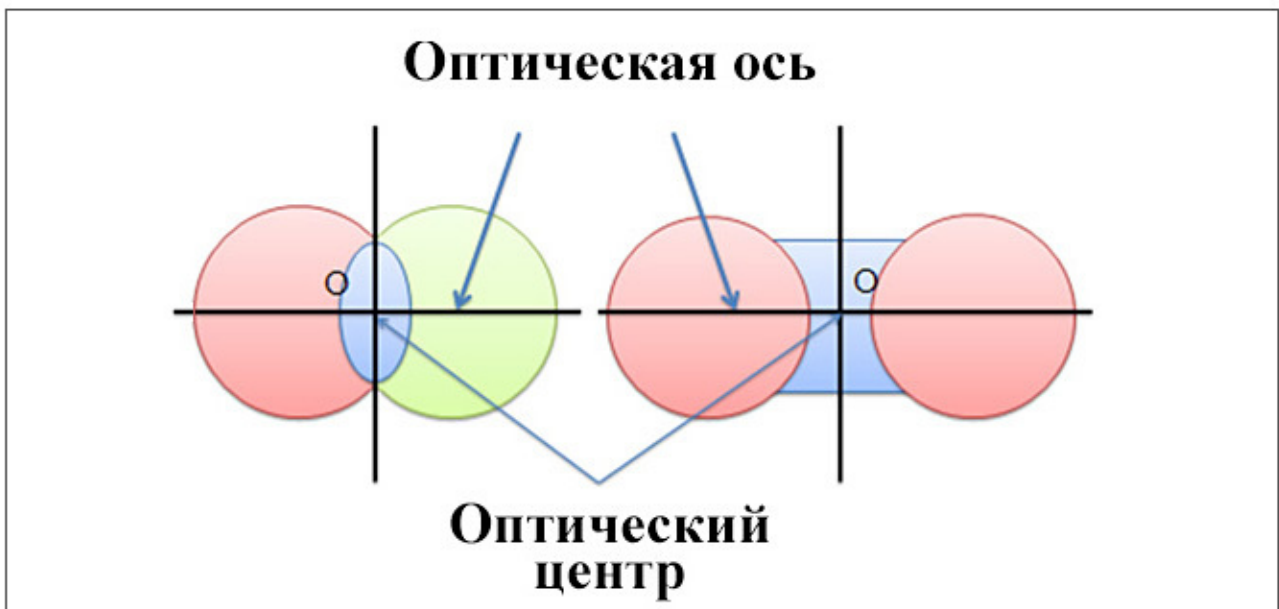


Рис. 2. Сферические поверхности линз.

В качестве материала линз, чаще всего, используются оптические материалы, такие как стекло, оптическое стекло, оптически прозрачные пластмассы и другие материалы.

Оптическое стекло — это прозрачное стекло специального состава, используемое для изготовления различных деталей оптических приборов.

От обычного технического стекла отличается особенно высокой прозрачностью, чистотой, бесцветностью, однородностью, а также строго нормированной преломляющей способностью. Выполнение всех этих требований значительно усложняет и удорожает производство оптического стекла.

Существуют два вида линз: **выпуклые** и **вогнутые** (рис. 3).

Выпуклые: двояковыпуклая, плосковыпуклая, вогнутовыпуклая.

Вогнутые: двояковогнутая, плосковогнутая, выпукловогнутая.

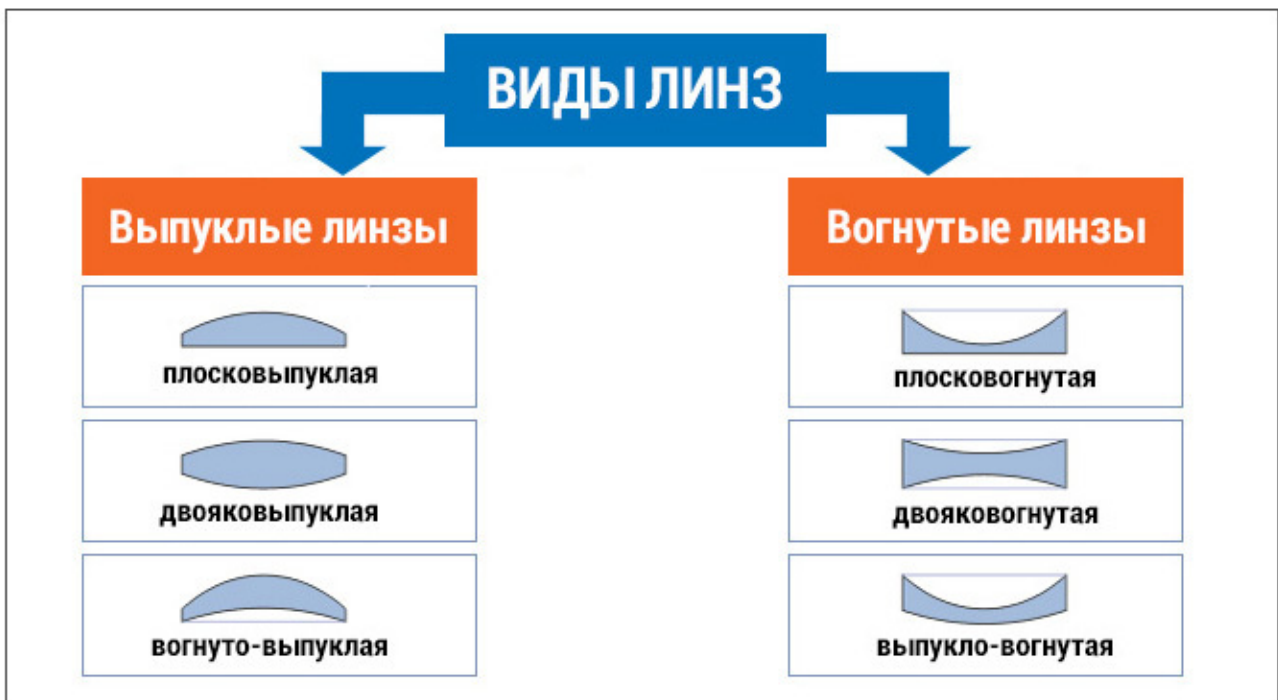


Рис. 3. Виды линз.

У всех выпуклых линз середина сечения шире, чем края. Эти линзы называются **собирающими**.

У всех вогнутых линз середина сечения уже, чем края. Эти линзы называют **рассеивающими**.

Ограничимся рассмотрением двояковыпуклых и двояковогнутых линз.

Линза, которая преобразует пучок параллельных лучей в сходящийся пучок и собирает его в одну точку, называется собирающей линзой (рис. 4).

Линза, толщина которой намного меньше радиусов кривизны её поверхностей, называется тонкой линзой.

Линза, которая преобразует пучок параллельных лучей в расходящийся пучок, называется рассеивающей линзой (рис. 4).

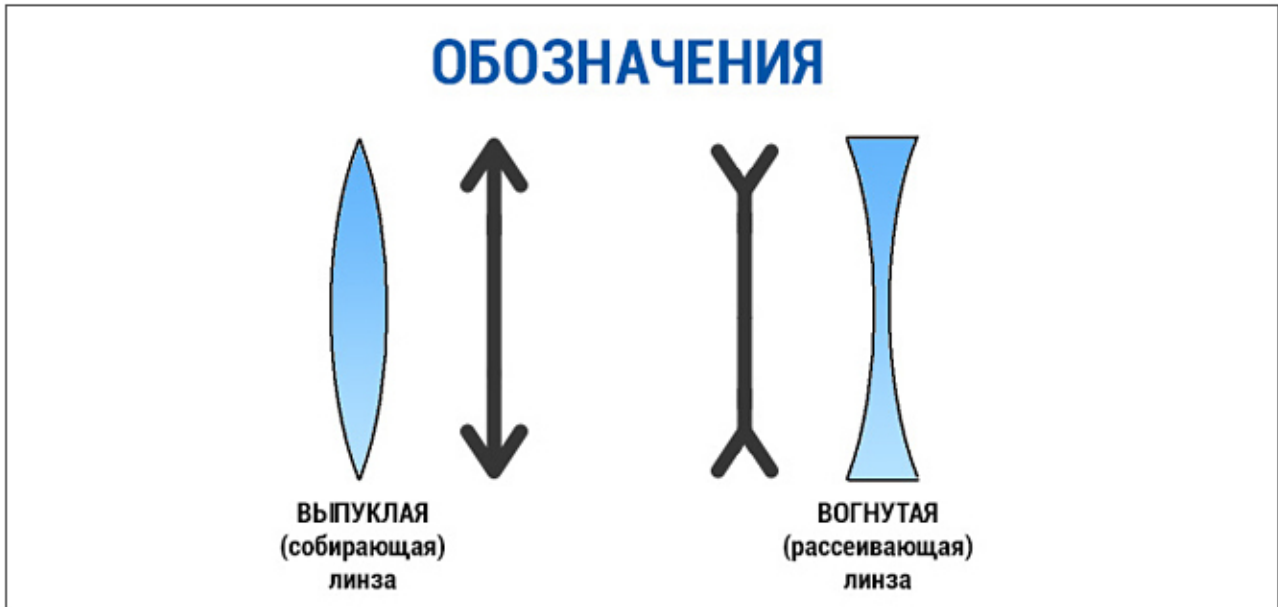


Рис. 4. Собирающая и рассеивающая линзы.

2. ОСНОВНЫЕ ЛИНИИ И ТОЧКИ ЛИНЗЫ.

Чтобы построить изображения, даваемые собирающей и рассеивающей линзой, необходимо знать некоторые точки и линии.

Оптический центр линзы – это точка O , лежащая на главной оптической оси внутри линзы, при прохождении через которую лучи не преломляются (рис. 5).

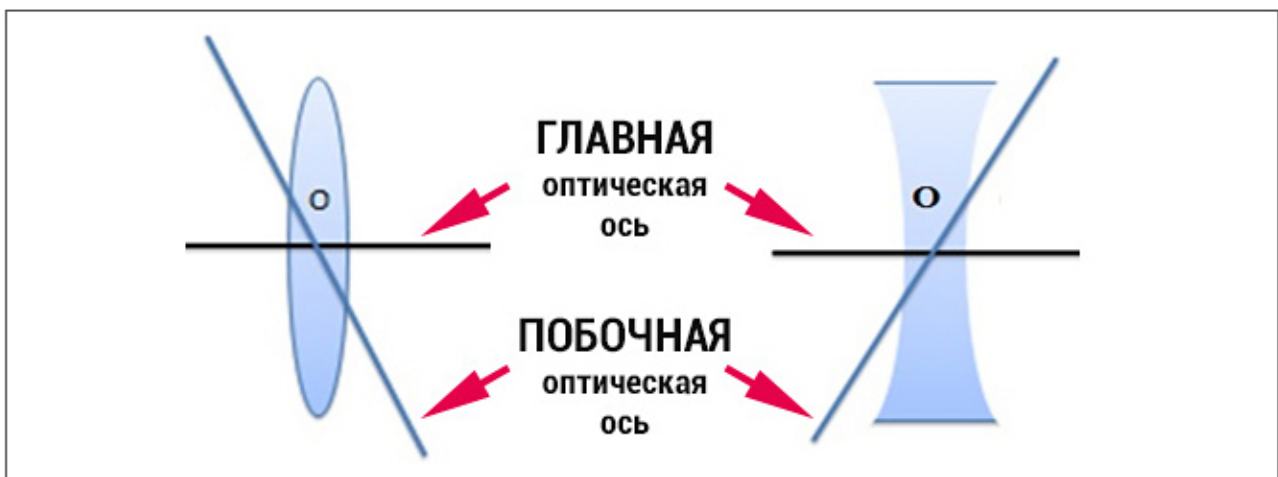


Рис. 5. Главная и побочная оптические оси собирающей и рассеивающей линз.

Главная оптическая ось – это прямая линия, проходящая через центры сферических поверхностей, ограничивающих линзу (рис. 5)

Любую другую прямую, проходящую через оптический центр, называют **побочной оптической осью** (рис. 5).

СОБИРАЮЩАЯ ЛИНЗА.

Пучок параллельных лучей, падающих на собирающую линзу вдоль главной оптической оси, после преломления в линзе собирается в точке, которая называется **главным фокусом** собирающей линзы.

Главный фокус собирающей линзы – это точка F , в которой после преломления пересекаются световые лучи, падающие на линзу параллельно ее главной оптической оси (рис. 6). У собирающей линзы фокус действительный.

Фокусное расстояние собирающей линзы – это расстояние от оптического центра до одного из фокусов собирающей линзы (рис. 6).

Фокусное расстояние обозначают буквой F , измеряют в метрах, $F > 0$.

Фокальная плоскость – это плоскость, проходящая через главный фокус перпендикулярно к главной оптической оси (рис. 6).

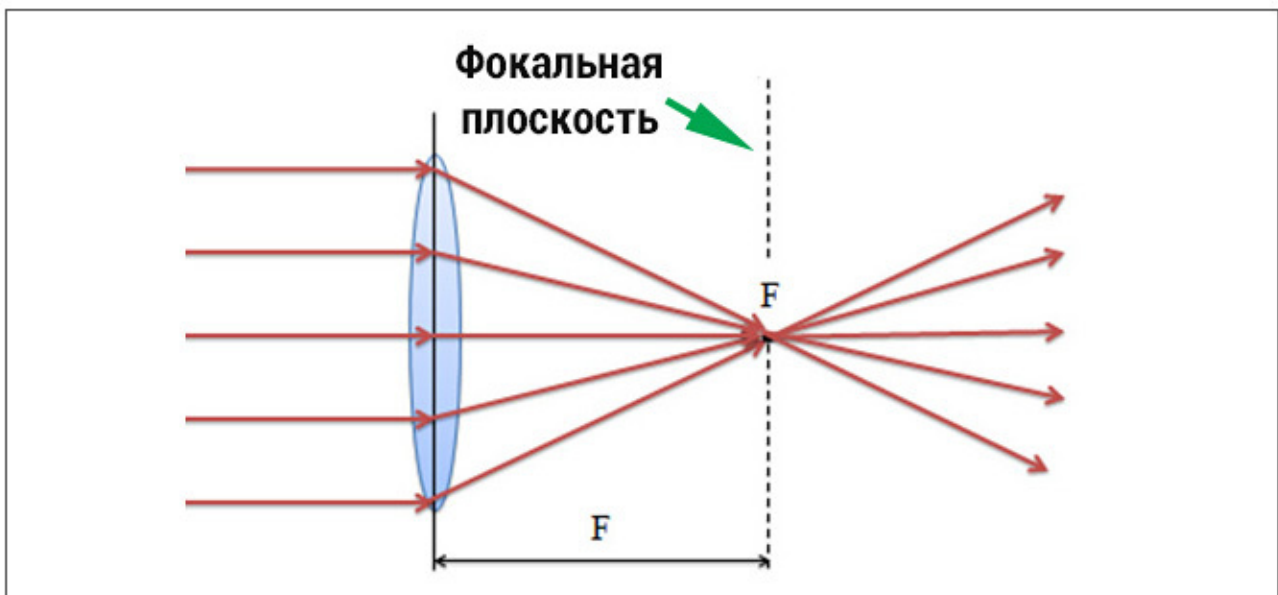


Рис. 6. Фокус и фокусное расстояние собирающей линзы.

Главных фокусов у собирающей линзы два. Они расположены с двух сторон на одинаковом расстоянии от оптического центра собирающей линзы.

Когда источник света находится в фокусе собирающей линзы, то после преломления в линзе лучи идут параллельно главной оптической оси (рис.7).

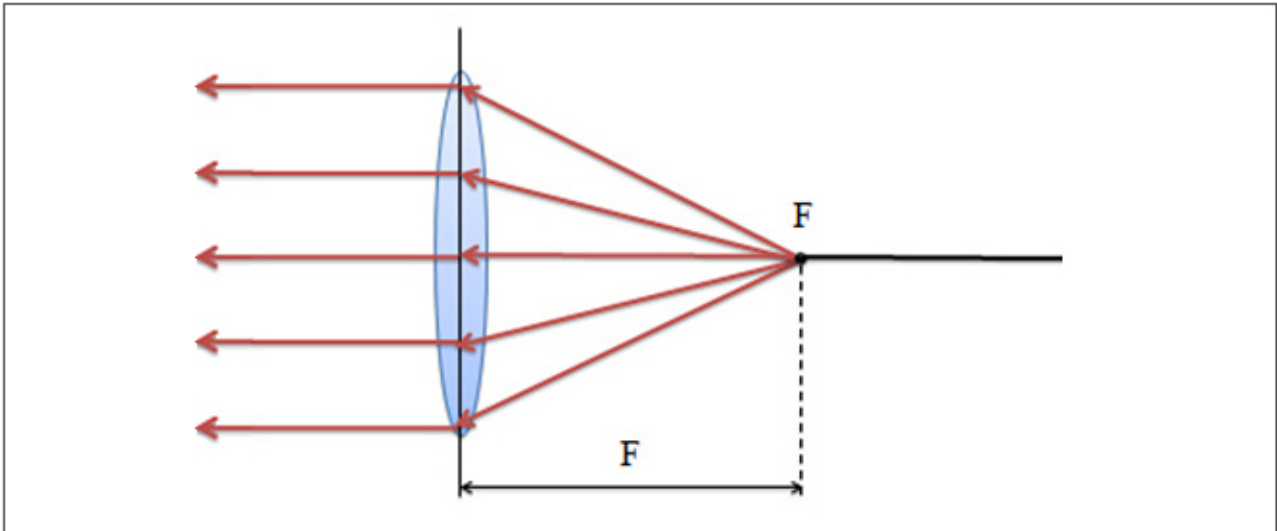


Рис. 7. Источник света расположен в фокусе линзы.

РАСSEИВАЮЩАЯ ЛИНЗА

Пучок параллельных лучей, падающих на рассеивающую линзу параллельно ее главной оптической оси, после преломления в линзе идет расходящимся пучком. Если продолжить преломленные лучи по другую сторону линзы, то они пересекутся в главном фокусе собирающей линзы.

Главный фокус рассеивающей линзы – это точка F , в которой после преломления пересекаются продолжения световых лучей, падающих на линзу параллельно ее главной оптической оси (рис. 8). У рассеивающей линзы фокус мнимый.

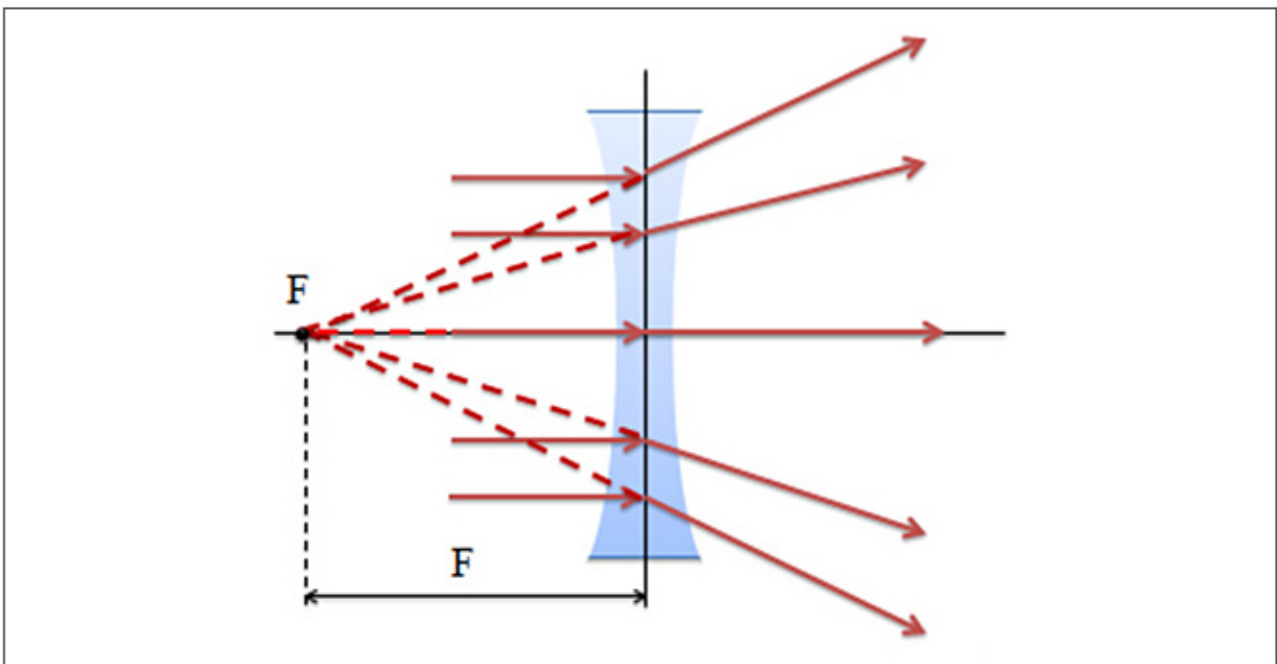


Рис. 8. Фокус и фокусное расстояние рассеивающей линзы.

Фокусное расстояние рассеивающей линзы – это расстояние от оптического центра до одного из фокусов рассеивающей линзы (рис. 8).

Фокусное расстояние обозначают буквой F , измеряют в метрах, $F < 0$.

3. ОПТИЧЕСКАЯ СИЛА ЛИНЗЫ.

Для характеристики линз применяют величину, которая называется оптической силой.

Оптическая сила линзы – это величина, обратная фокусному расстоянию линзы. Обозначают оптическую силу буквой D , вычисляют по формуле:

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

Единицей измерения оптической силы линзы является диоптрия (дптр, $1/\text{м}$ или м^{-1}).

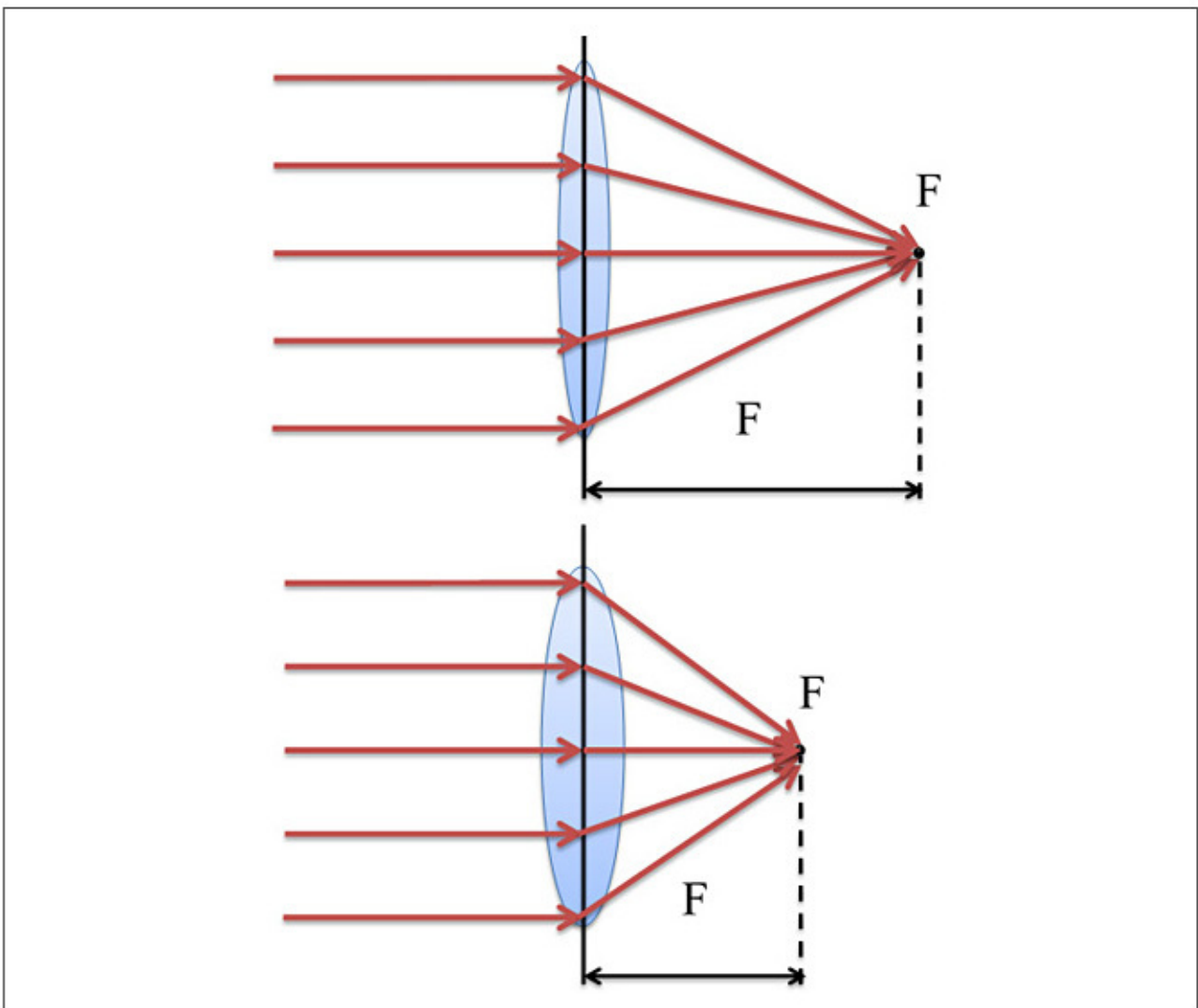


Рис. 9. Оптическая сила собирающей линзы.

Одна диоптрия – это оптическая сила линзы, фокусное расстояние которой равно 1 м.

Оптическую силу собирающей линзы считают положительной, а рассеивающей линзы – отрицательной.

Чем ближе к линзе её фокусы, тем сильнее линза преломляет лучи, собирая или рассеивая их, и тем больше оптическая сила линзы (рис. 9).

4. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СОБИРАЮЩЕЙ ЛИНЗЫ.

Как известно, с помощью линзы получают оптическое изображение предметов, светящихся собственным или отраженным светом.

Все лучи, вышедшие из какой-либо точки предмета, пройдя сквозь тонкую линзу, пересекаются также в одной точке. Именно поэтому линза даёт изображение любой точки предмета, а, следовательно, и всего предмета в целом.

Для построения изображений, получаемых с помощью собирающей линзы, можно использовать любые два из трех «замечательных» или «удобных» лучей (рис. 10).

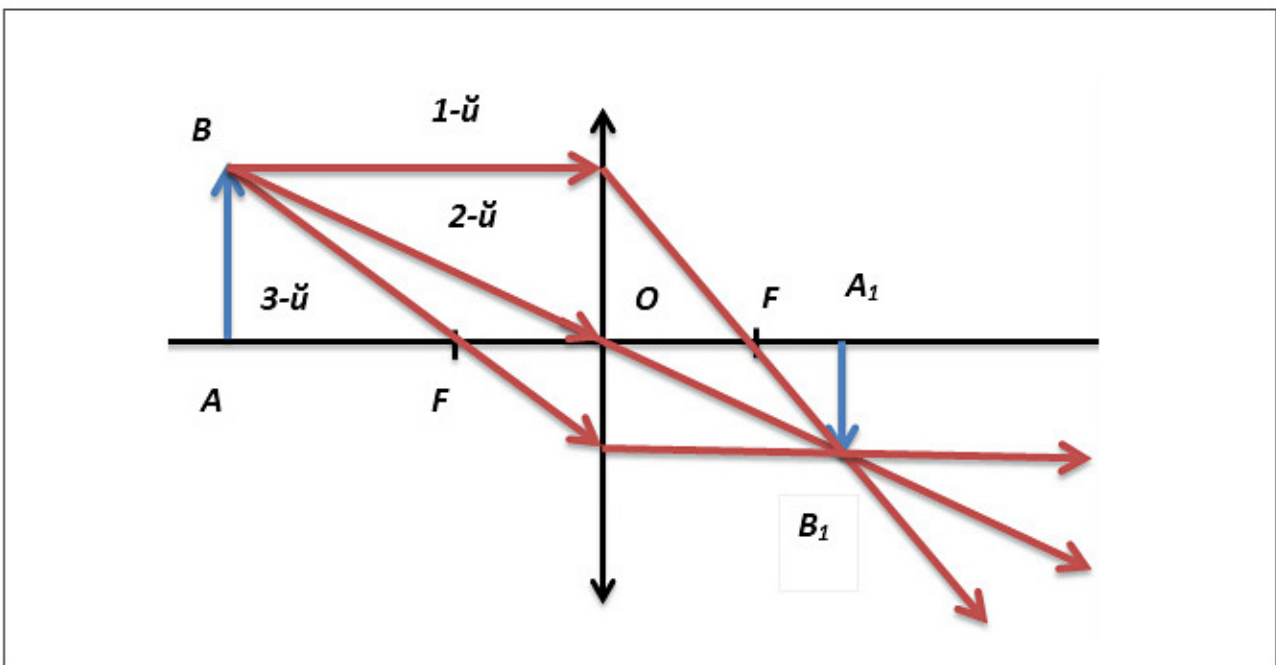


Рис. 10. «Замечательные» или «удобные» лучи для собирающей линзы.

Первый «замечательный» луч. Луч, падающий на линзу параллельно оптической оси, после преломления в линзе проходит через главный фокус F.

Второй «замечательный» луч. Луч, идущий через оптический центр линзы, проходит линзу без изменения направления.

Третий «замечательный» луч. Луч, проходящий через главный фокус перед собирающей линзой, после преломления в линзе идет параллельно главной оптической оси.

5. ФОРМУЛА ТОНКОЙ ЛИНЗЫ.

Формула тонкой линзы связывает между собой три величины: расстояние от предмета до линзы d , расстояние от линзы до изображения f и фокусное расстояние F (рис. 11):

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \text{или} \quad D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

1) Если линза собирающая, то её фокус действительный и перед членом $1/F$ ставят знак «+». Если линза рассеивающая, то её фокус мнимый и перед членом $1/F$ ставят знак «-».

2) Перед членом $1/f$ ставят знак «+», если изображение действительное и знак «-», если изображение мнимое.

3) Перед членом $1/d$ ставят знак «+» в случае действительной светящейся точки и знак «-», если она мнимая, то есть на линзу падает сходящийся пучок лучей, продолжения которых пересекаются в одной точке.

Таким образом, формулу тонкой линзы можно записать в виде:

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

В том случае, когда d , f или F неизвестны, перед соответствующими членами $1/d$, $1/f$ или $1/F$ ставят знак «+».

Но если в результате вычислений фокусного расстояния или расстояния от линзы до изображения либо до источника получается отрицательная величина, то это означает, что фокус, изображение и источник мнимые.

Все величины в формуле тонкой линзы подставляются в метрах.

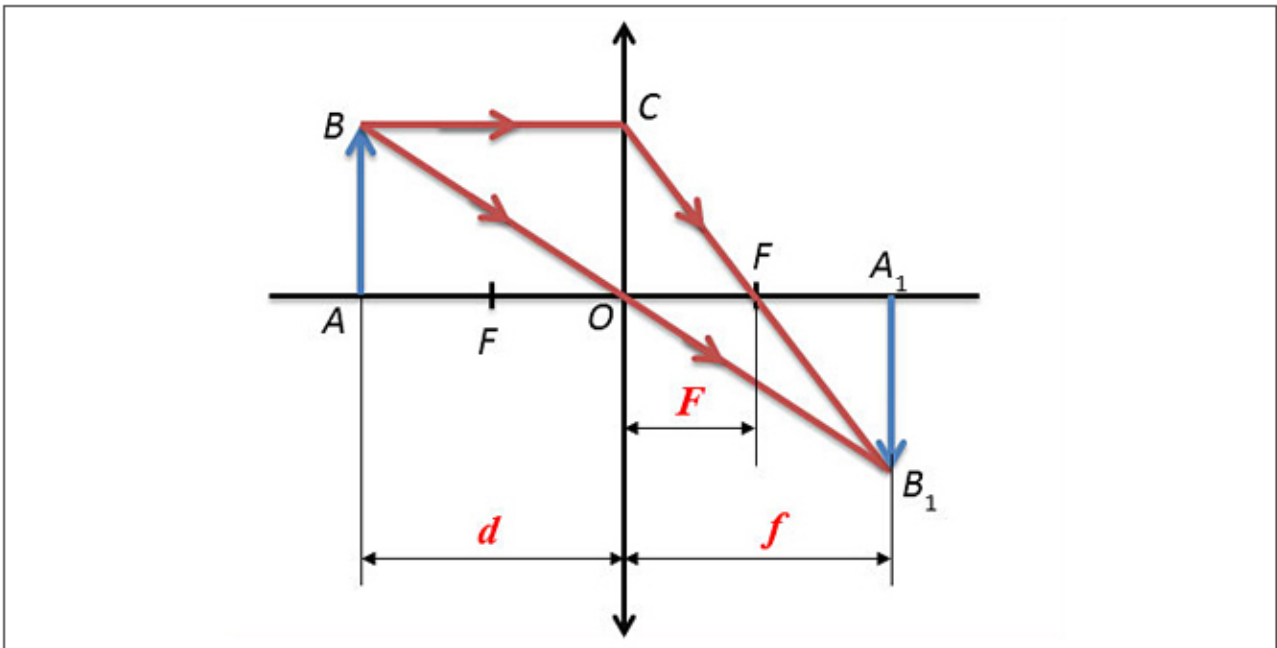


Рис. 11. Расстояния d , f и F для собирающей линзы.

6. ЛИНЕЙНОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ЛИНЗЫ.

Изображение предмета, получаемое с помощью линзы, обычно отличается своими размерами от предмета. Различие размеров предмета и изображения характеризуют увеличением.

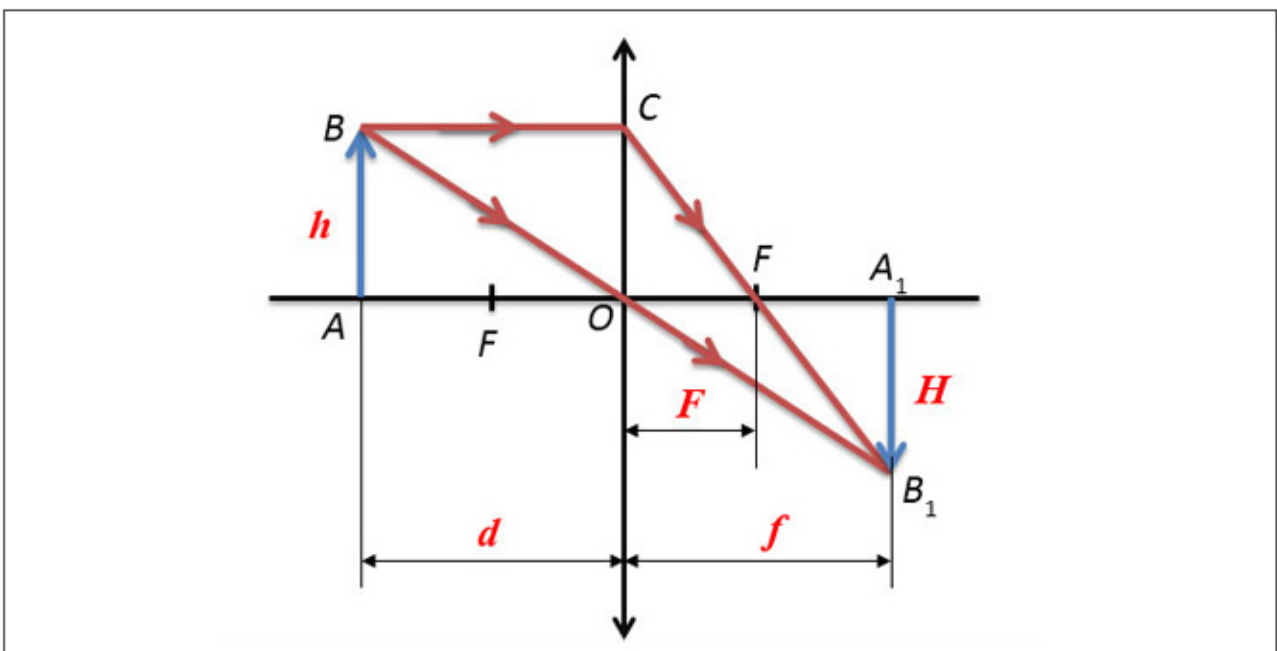


Рис. 12. Линейное увеличение линзы.

Линейным увеличением называют величину, которую определяют отношением линейного размера изображения H к линейному размеру предмета h (рис. 12).

Линейное увеличение обозначают буквой Γ и вычисляют по формуле:

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

Из подобия треугольников AOB и A_1OB_1 (рис. 12) следует, что $\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$

Следовательно, увеличение линзы равно отношению расстояния от изображения до линзы к расстоянию от линзы до предмета:

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