

ВСЕ О ЛИНЗАХ. ФОРМУЛА ТОНКОЙ ЛИНЗЫ

Понятие тонкой линзы

Линза — это оптически прозрачное однородное тело, ограниченное с двух сторон двумя сферическими (или одной сферической и одной плоской) поверхностями. Линза является **тонкой**, если толщина линзы много меньше радиусов кривизны ее сферических границ и расстояния от линзы до предмета. Линза изменяет направление светового луча из-за преломления и создает изображение.

Собирающие линзы

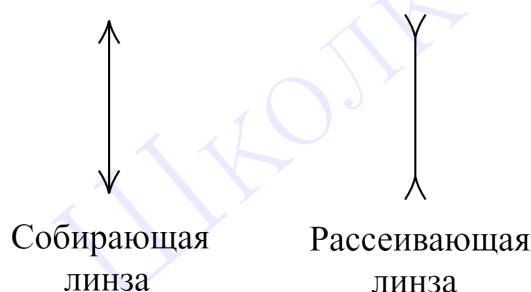


Рассеивающие линзы



Линзы бывают собирающими и рассеивающими. Собирающая линза в середине толще, чем у краев, а рассеивающая линза, наоборот, в средней части тоньше.

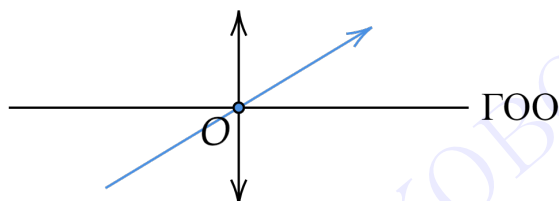
Условное обозначение тонкой собирающей и рассеивающей линзы:



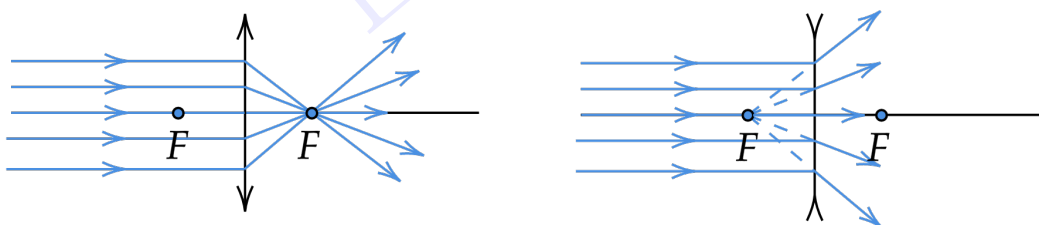
Элементы тонкой линзы

Главная оптическая ось (ГОО) — прямая линия, перпендикулярная линзе и пересекающая ее в одной точке, которая называется **оптическим центром**

линзы O . **Свойство оптического центра:** световой луч, проходящий через оптический центр линзы, не отклоняется от своего первоначального направления, то есть не преломляется.

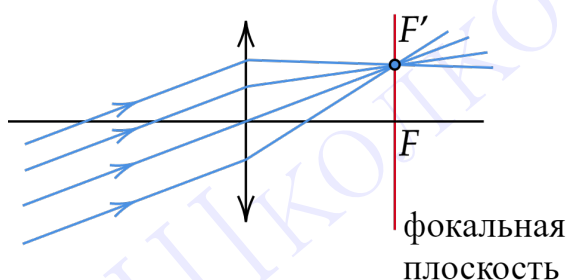


Если к линзе направить пучок лучей, которые расположены параллельно главной оптической оси, то после прохождения через линзу лучи (либо их продолжения) сосредоточатся в одной точке F , которая называется **главным фокусом** линзы.



Тонкая линза имеет два главных фокуса, которые располагаются симметрично на главной оптической оси по отношению к линзе.

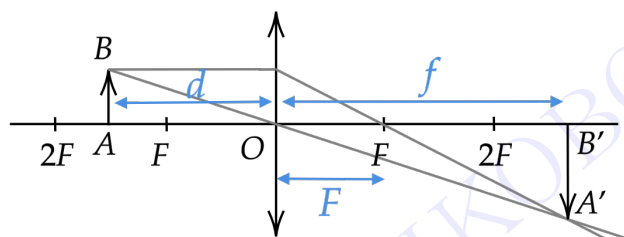
Если к линзе направить пучок лучей, которые расположены параллельно друг другу, но не главной оптической оси, то после прохождения через линзу лучи (либо их продолжения) сосредоточатся в одной точке F' , которая называется **побочным фокусом** линзы.



Побочный фокус лежит на **фокальной плоскости** линзы, проходящей через главный фокус и перпендикулярной главной оптической оси линзы.

Построение изображения в собирающих и рассеивающих линзах

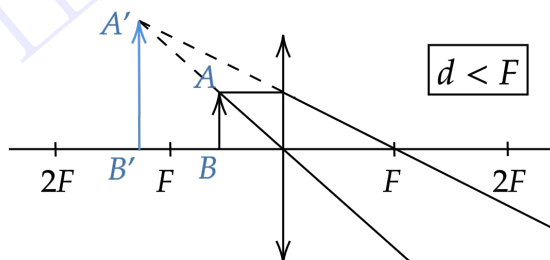
Положение изображения действительного предмета и его размеры зависят от положения предмета относительно линзы. Пусть d — расстояние от предмета до линзы, f — расстояние от линзы до изображения.



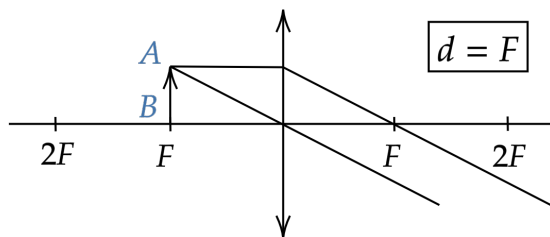
Построим изображения плоского предмета AB , расположенного на различных расстояниях d от линзы, и дадим им характеристику.

Изображение :

1. мнимое
2. увеличенное
3. прямое

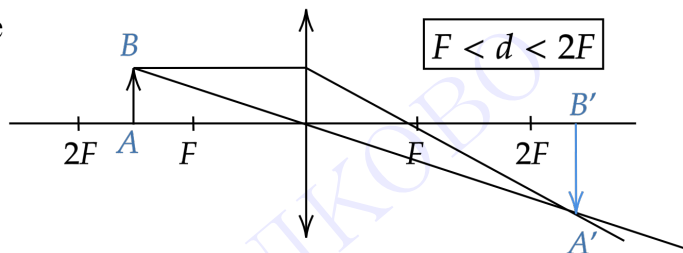


Изображения нет



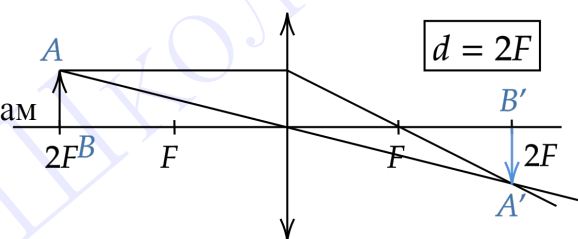
Изображение :

1. действительное
2. увеличенное
3. перевернутое



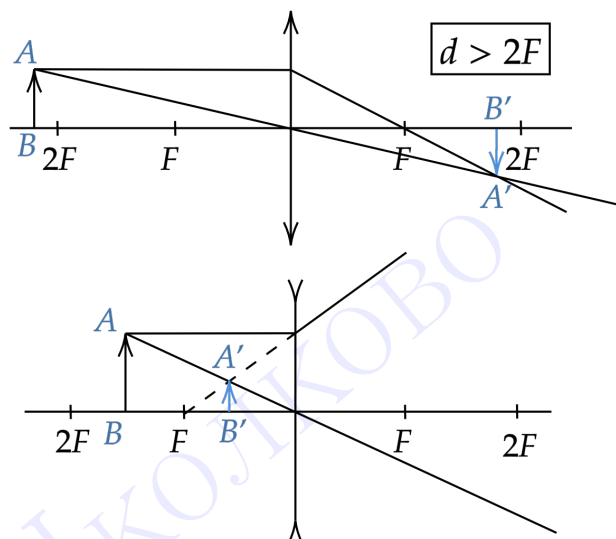
Изображение :

1. действительное
2. равное по размерам
3. перевернутое



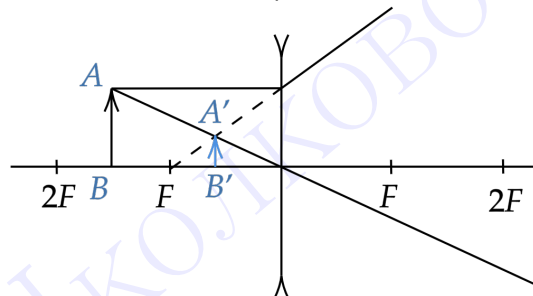
Изображение :

1. действительное
2. уменьшенное
3. перевернутое



Изображение :

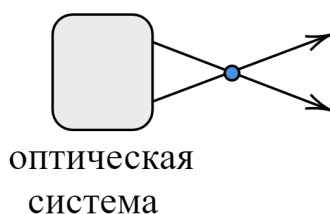
1. мнимое
2. уменьшенное
3. прямое



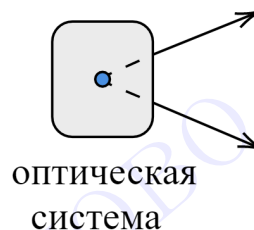
Изображение: мнимое и действительное

- Если лучи, выходящие после оптической системы, пересекаются (образуют сходящийся пучок), то изображение действительное.
- Если лучи расходятся после прохождения оптической системы, то есть пересекаются продолжения лучей, то изображение называется мнимым.

Действительное изображение



Мнимое изображение



Таким образом, если пересекаются **сами лучи**, то формируется действительное изображение. Если пересекаются **продолжения** лучей, то формируется мнимое изображение.

Алгоритм построения изображения точки, находящейся на главной оптической оси

Шаг 1. луч 1, параллельный главной оптической оси, пустить через оптический центр (следовательно, он не преломляется);

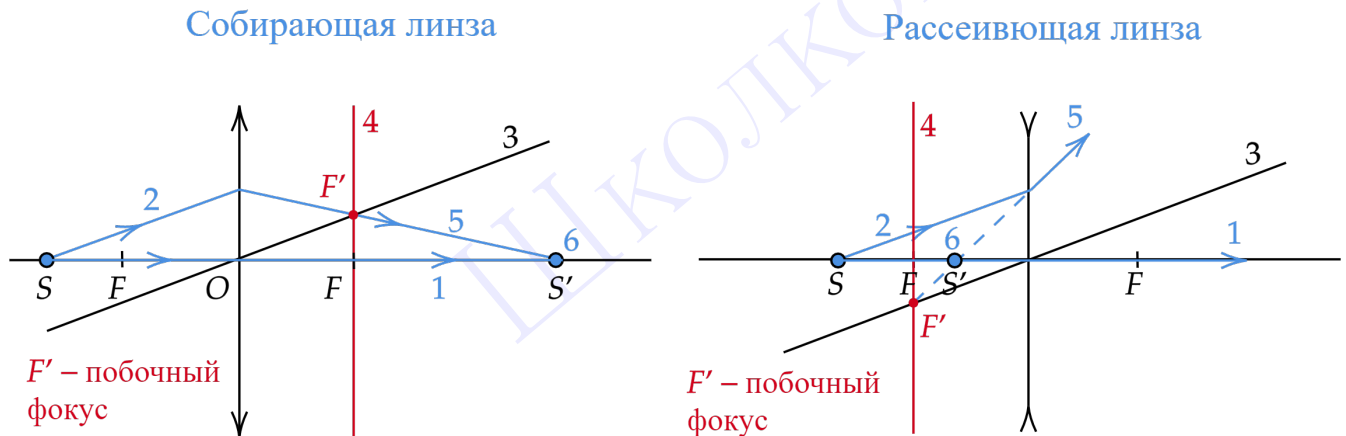
Шаг 2. от точки S пустить луч 2, падающий от точки на линзу, под произвольным углом;

Шаг 3. построить побочную оптическую ось 3, параллельную лучу 2;

Шаг 4. построить фокальную плоскость 4, она пересечет побочную оптическую ось 2 в точке F' , называемой побочным фокусом;

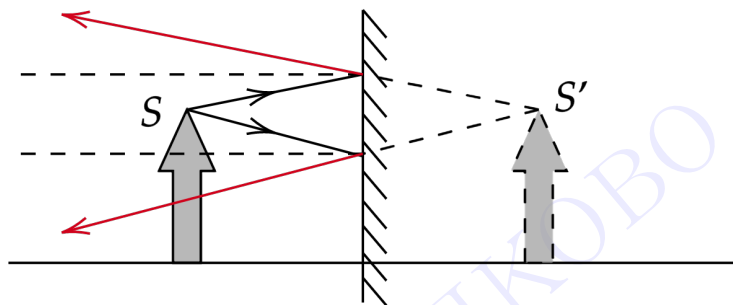
Шаг 5. показать ход 5 преломленного луча 2 через побочный фокус F' ;

Шаг 6. на пересечении преломленного луча 5 и главной оптической оси получить изображение S' .



Построение изображения в плоском зеркале

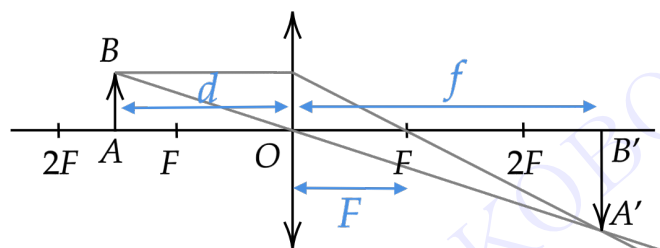
Плоское зеркало — часть плоскости, зеркально отражающей свет. Изображение предмета, даваемое плоским зеркалом, является **мнимым**.



Вследствие закона отражения света мнимое изображение предмета располагается **симметрично** относительно зеркальной поверхности. Размер изображения равен размеру самого предмета.

Формула тонкой линзы

Еще раз вспомним введенные обозначения для тонкой линзы:



Формула тонкой линзы связывает d (расстояние от предмета до оптического центра линзы), f (расстояние от оптического центра до изображения) с фокусным расстоянием F :

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

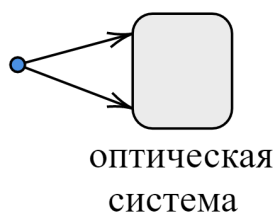
Теперь разберемся, чем определяется знак перед каждой величиной.

- Если линза собирающая, то перед фокусом F ставится знак «+», если линза рассеивающая, то знак «-».
- Если изображение действительное, то перед f ставится знак «+», если изображение мнимое, то знак «-».
- Если предмет действительный, то перед d ставится знак «+», если предмет мнимый, то знак «-». Как правило, в рамках школьной программы и ЕГЭ рассматривается только первый случай.

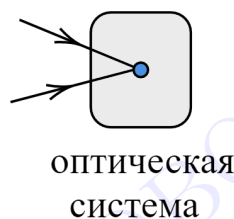
Предмет: мнимый и действительный

Если на оптическую систему попадают **расходящиеся** лучи, то точка, которая их испускает — действительный предмет. Если на оптическую систему попадают **сходящиеся** лучи, то точка, в которой они собираются, называется мнимым предметом.

Действительный
предмет



Мнимый предмет



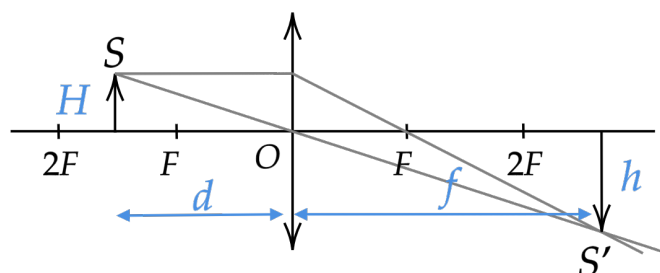
Параметры тонкой линзы

Величина D , обратная фокусному расстоянию, есть **оптическая сила** линзы:

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

Единицы измерения: $[D] = \text{дптр}$ (диоптрия).

Если $D > 0$, то линза собирающая, если $D < 0$, то линза рассеивающая.



Поперечное увеличение — это отношение длины сформированного оптической системой изображения отрезка, перпендикулярного оси оптической системы, к длине самого отрезка.

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