



Международный государственный экологический институт
им. А.Д. Сахарова БГУ

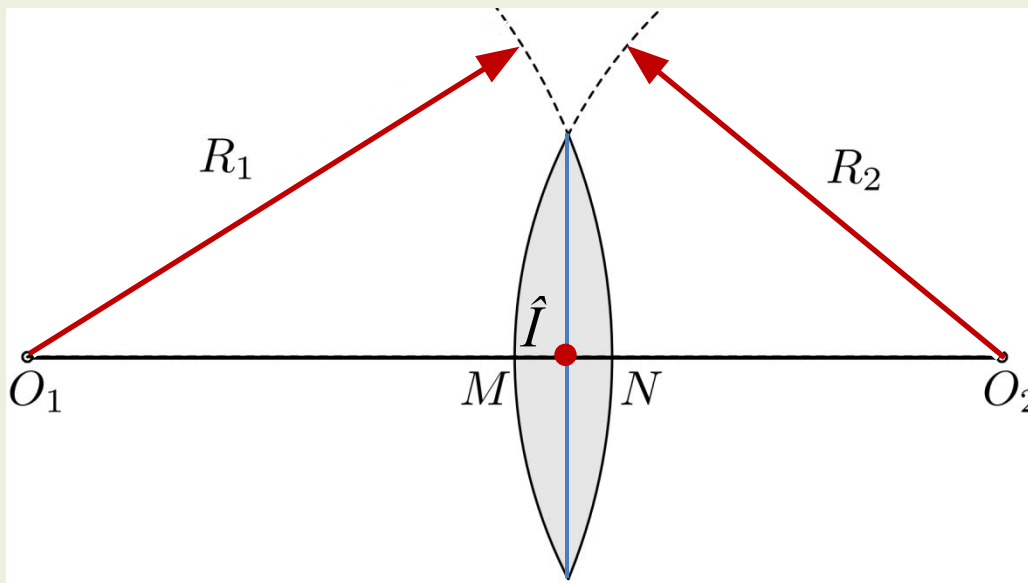
ЛИНЗЫ

Лекция 6



Линза — это оптически прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями.

Тонкая линза — это линза, толщина которой значительно меньше радиусов кривизны её сферических границ R_1 и R_2 .

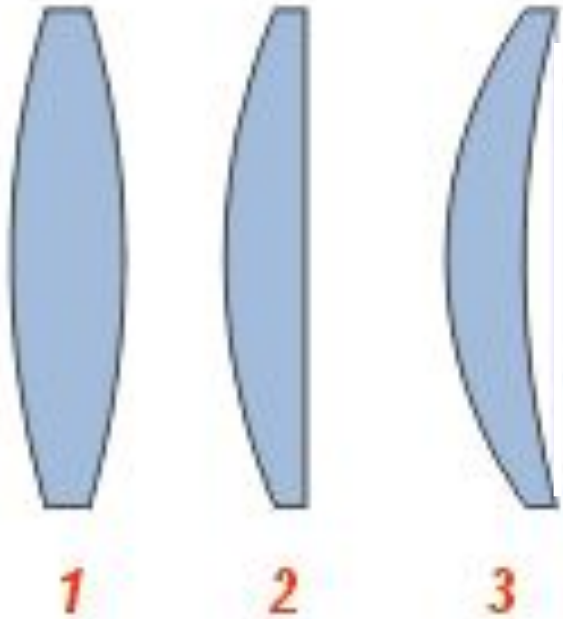


$$MN \ll R_1 \text{ и } MN \ll R_2$$

ВИДЫ ЛИНЗ

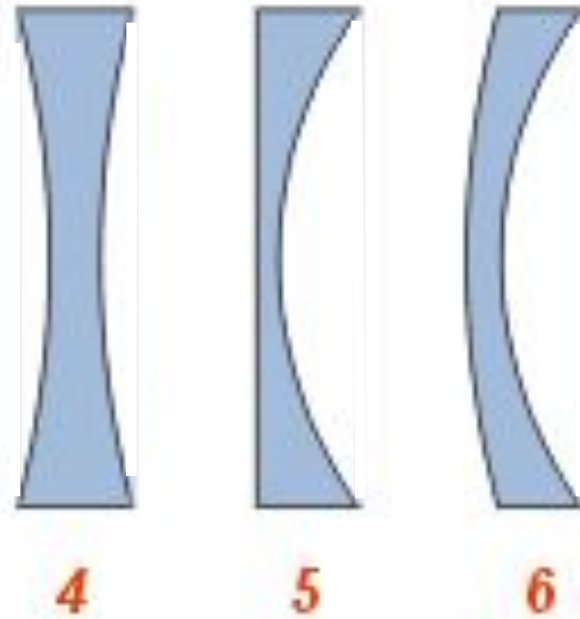


Собирающие

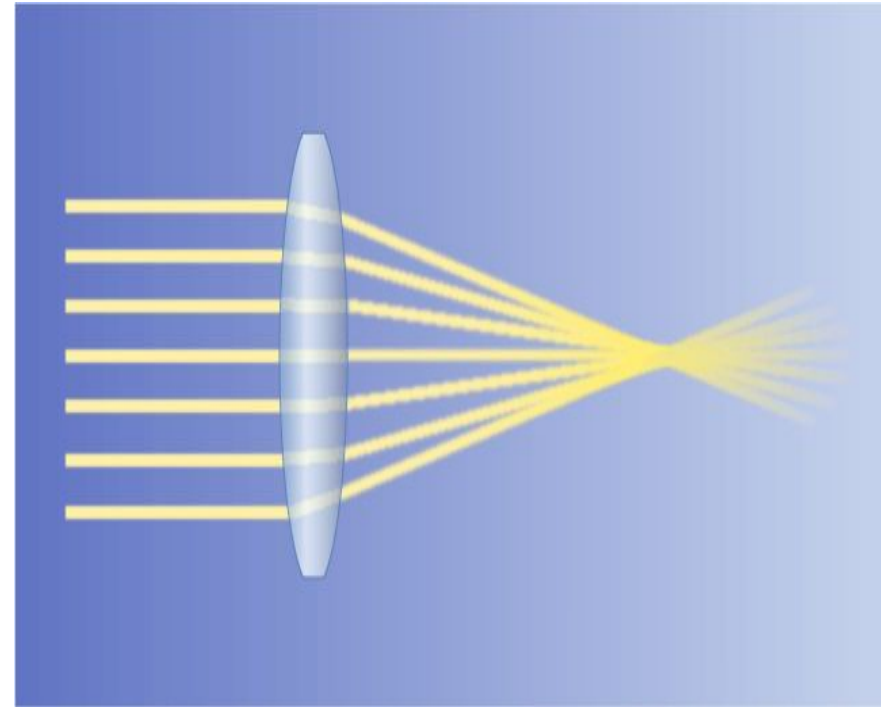
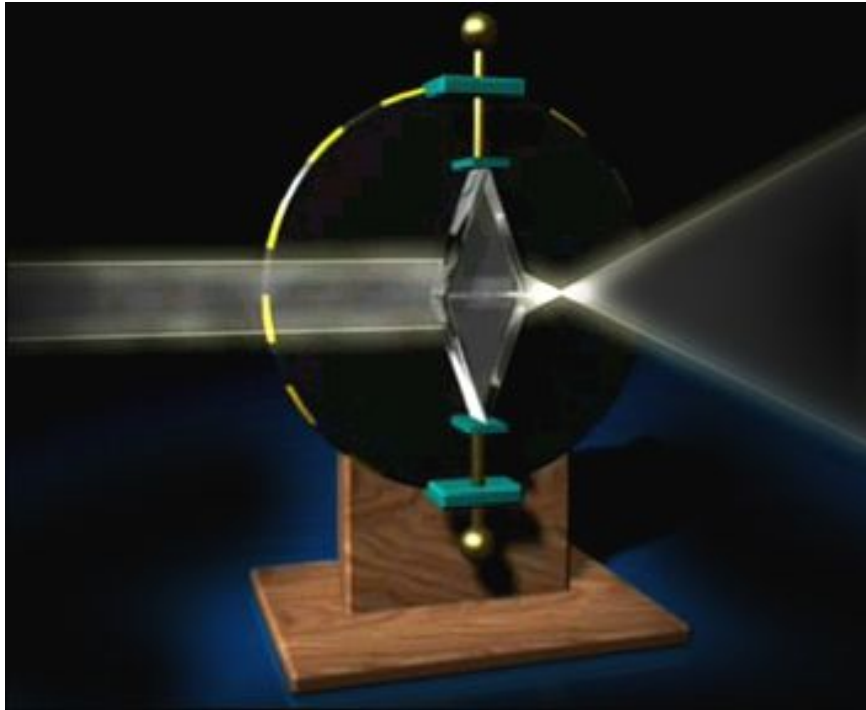


- 1 – двояковыпуклая
- 2 – плоско-выпуклая
- 3 – вогнуто-выпуклая

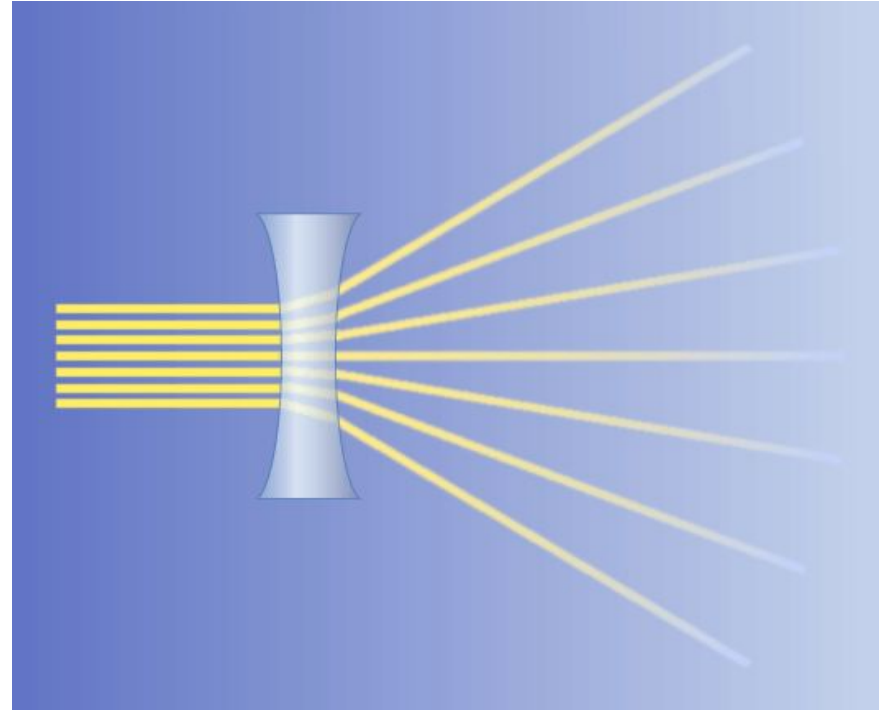
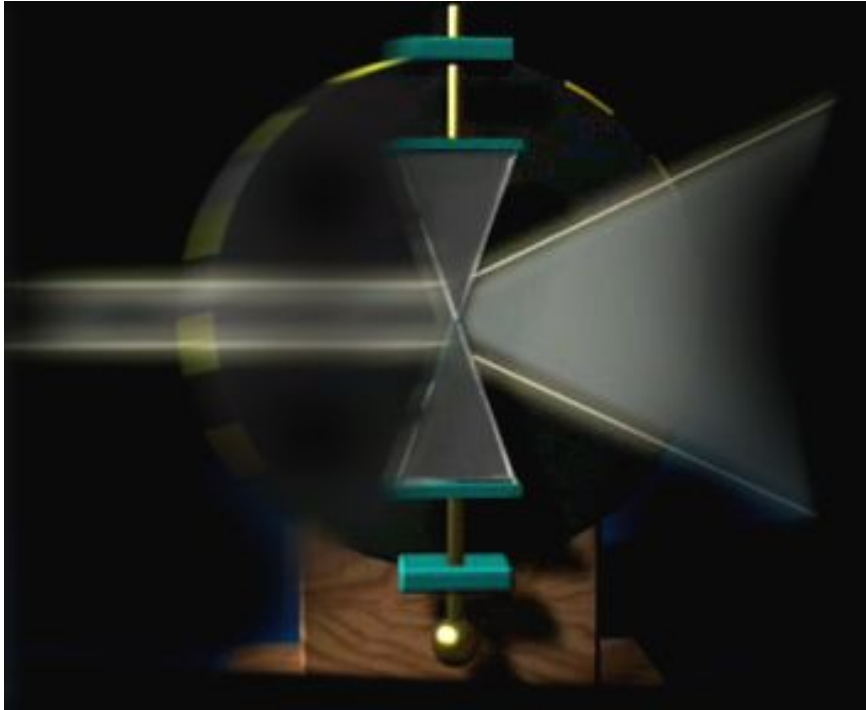
Рассеивающие



- 4 – двояковогнутая
- 5 – плоско-вогнутая
- 6 – выпукло-вогнутая

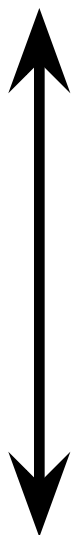


Линзы, которые преобразуют пучок **параллельных** лучей в **сходящийся** и собирают его в одну **точку** называют **собирающими** линзами.



Линзы, которые преобразуют пучок **параллельных** лучей в **расходящийся** называют **рассеивающими** линзами.

ОБОЗНАЧЕНИЯ ТОНКИХ ЛИНЗ

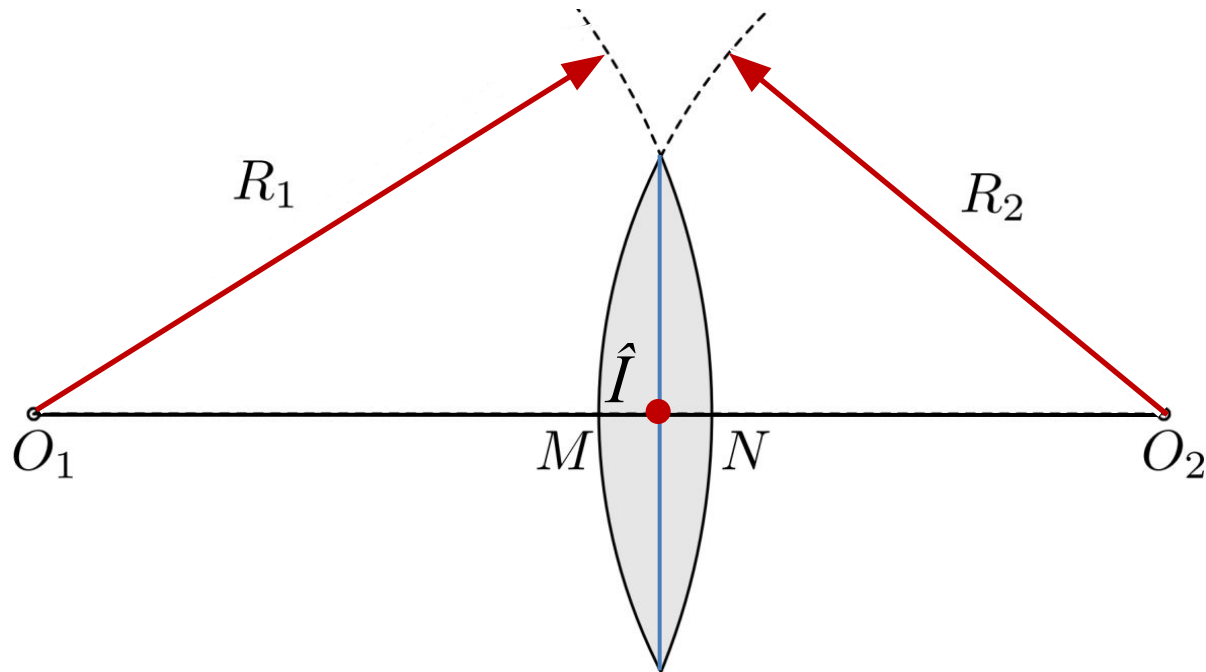


**Собирающая
линза**



**Рассеивающая
линза**

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИНЗЫ



Главная оптическая ось линзы – это прямая, проходящая через центры $O_1 O_2$ сферических поверхностей, ограничивающих линзу

Оптический центр линзы O – это точка, в центре линзы, лежащая на пересечении линзы с её главной оптической осью.

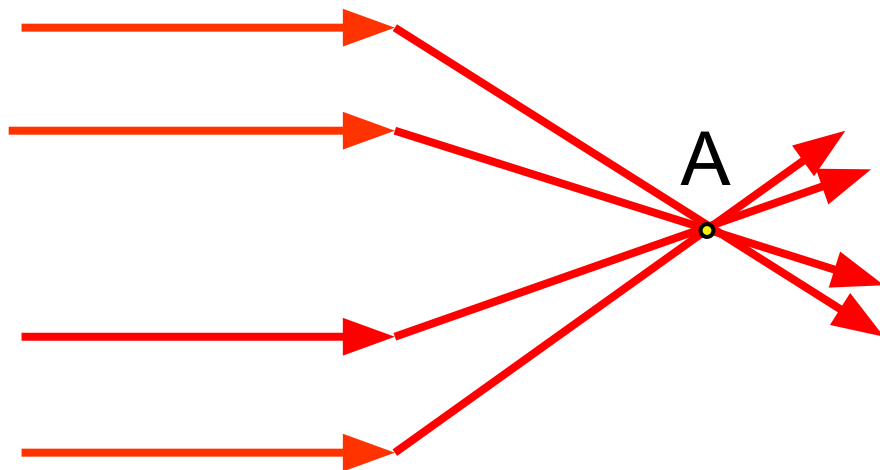


Луч света – это линия, вдоль которой переносится световая энергия.

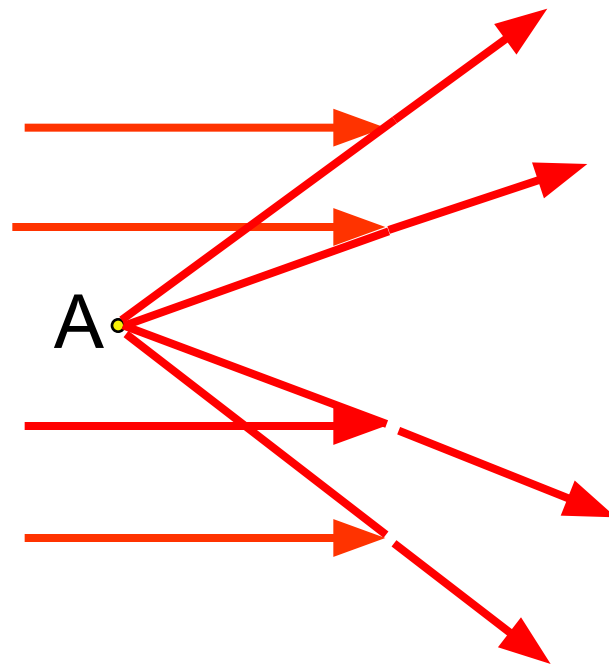




Луч света



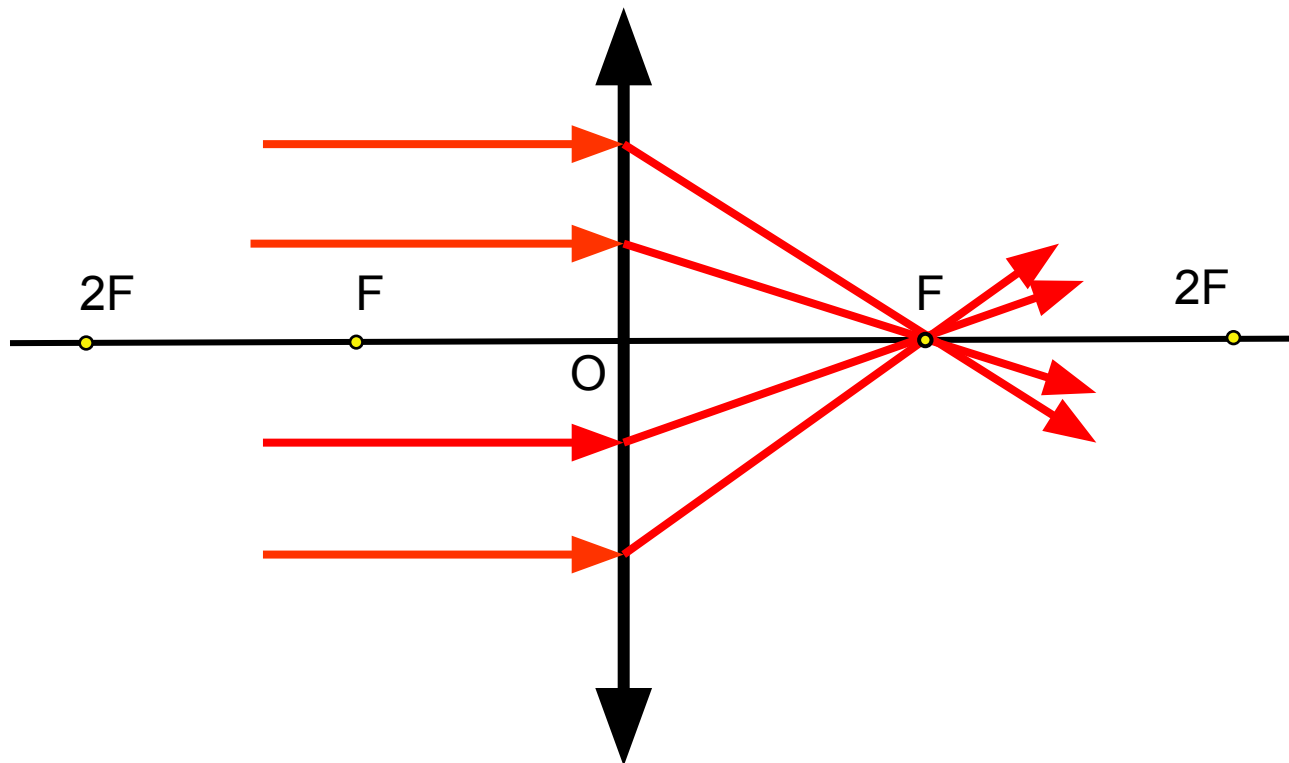
Действительное изображение



Мнимое изображение

Если **изображение** лежит на пересечении **лучей**, то оно называется **действительным**.

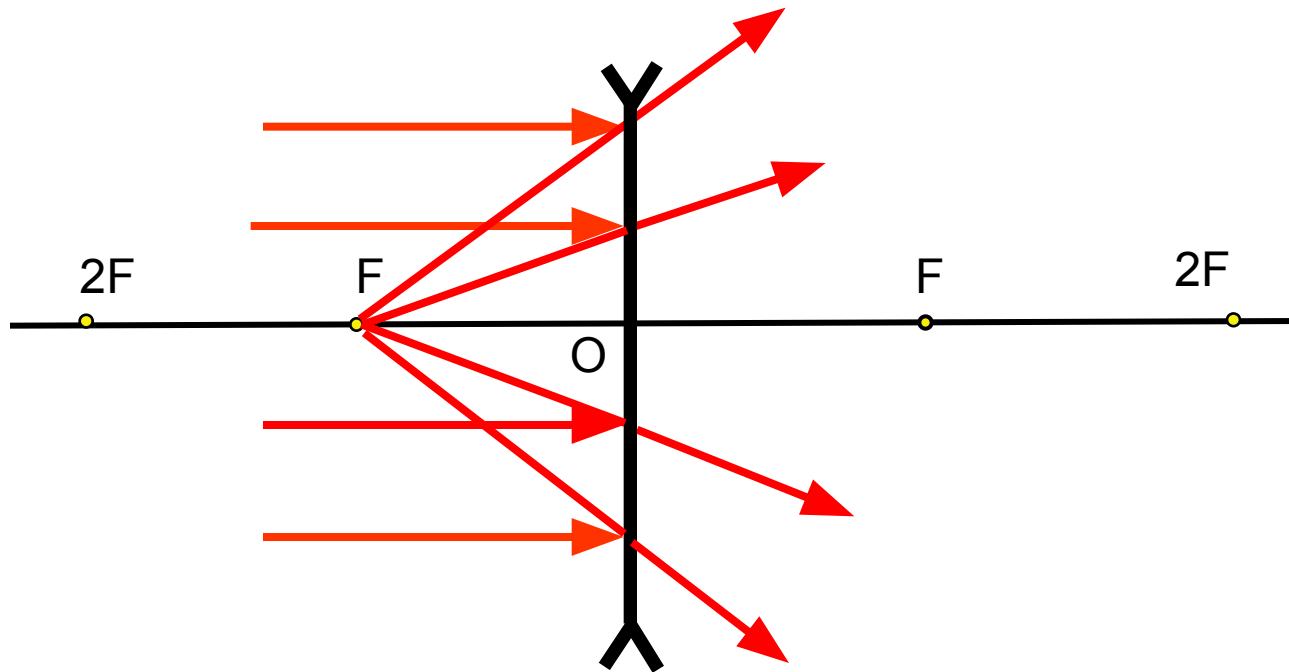
Если **изображение** лежит на пересечении **продолжения лучей**, то оно называется **мнимым**.



Главный фокус собирающей линзы **F** – точка на главной оптической оси, в которой лучи, падающие **параллельно** главной оптической оси **собираются** после их преломления в линзе.

Главный фокус собирающей линзы **F** **действительный**.

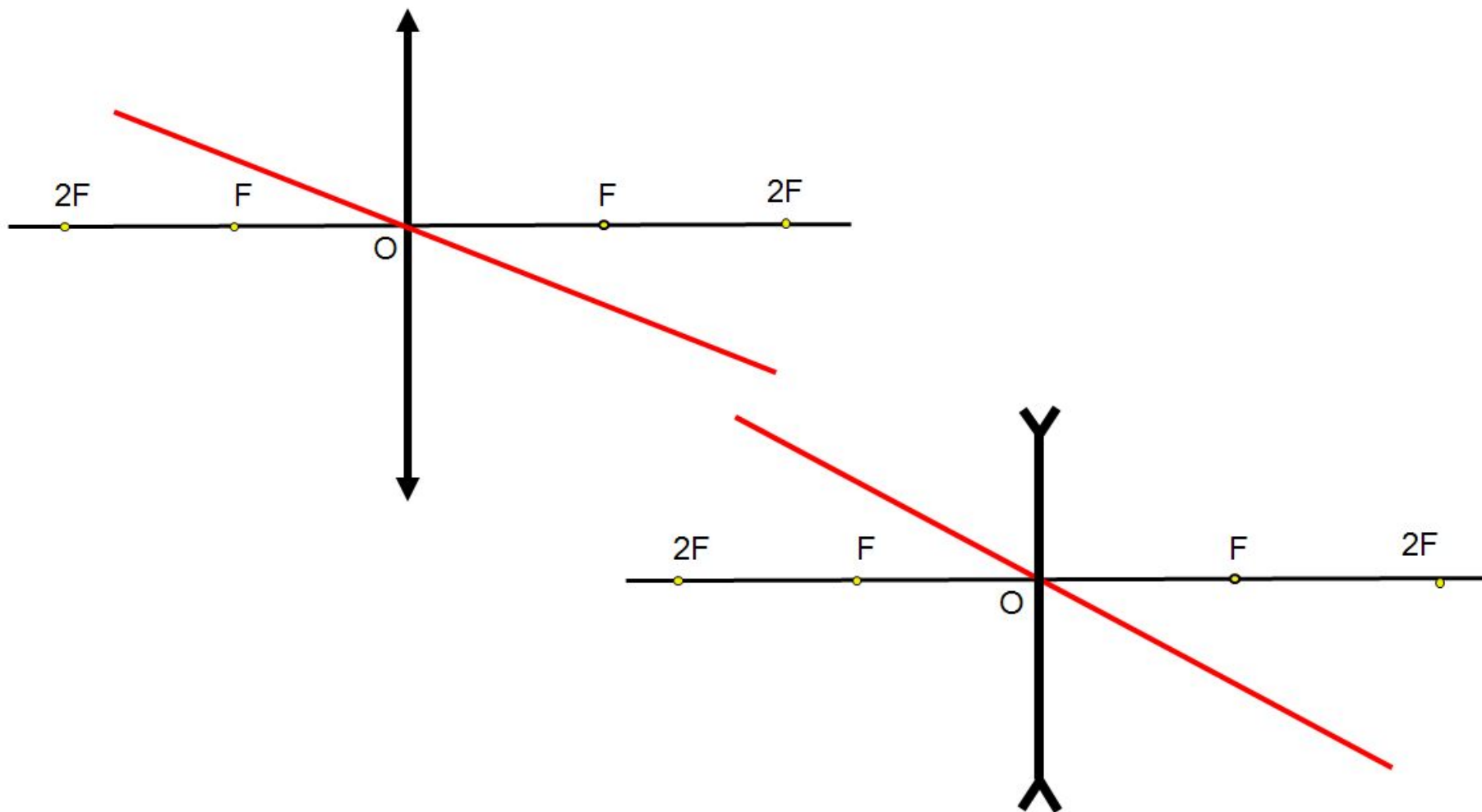
Фокусное расстояние F – это расстояние **OF** от главного фокуса до центра линзы (O). **СИ: [F] = 1м (метр)**



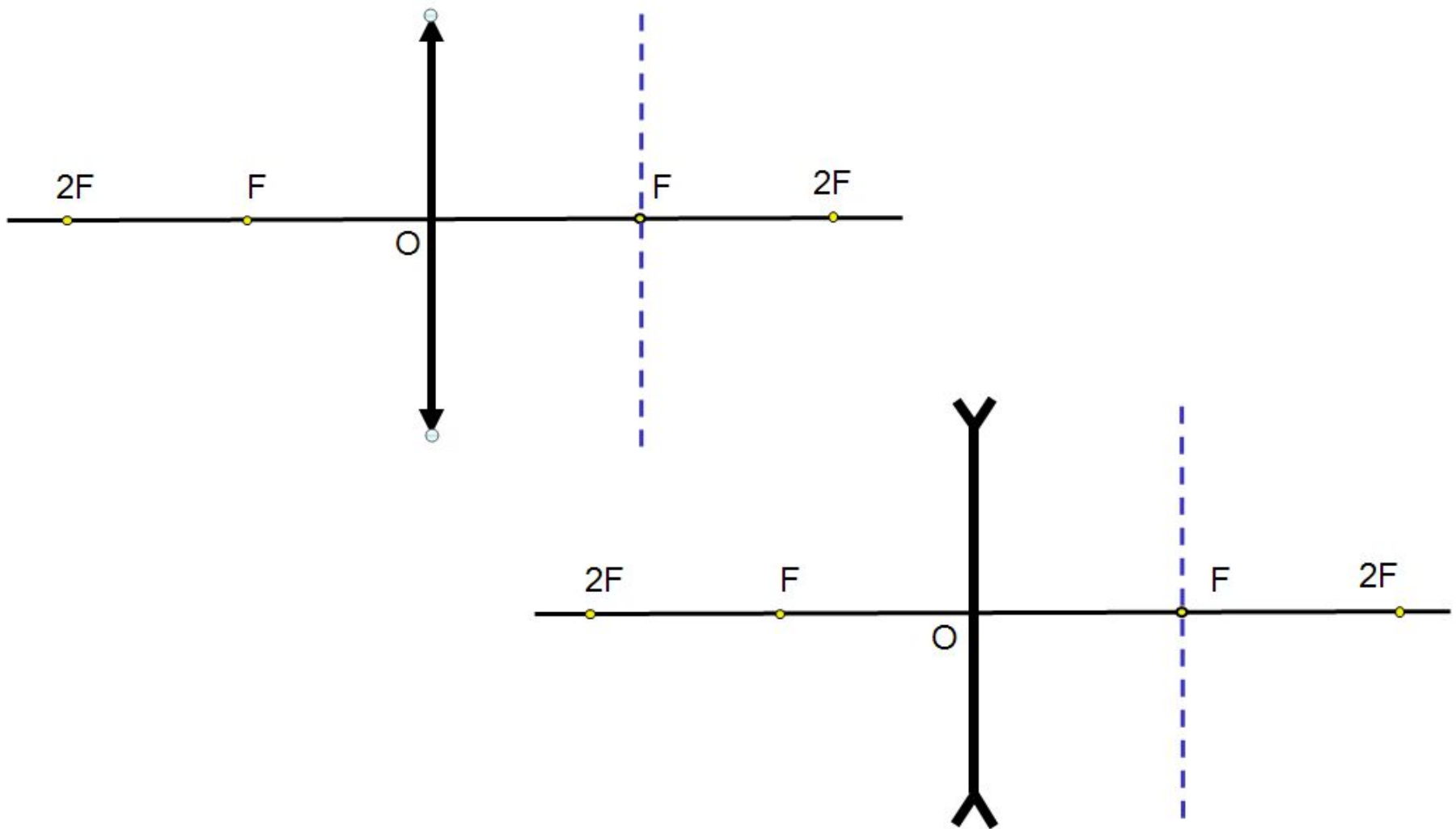
В **главном фокусе рассеивающей** линзы пересекаются **продолжения лучей**, которые до преломления были параллельны главной оптической оси.

Главный фокус рассеивающей линзы **мнимый**.

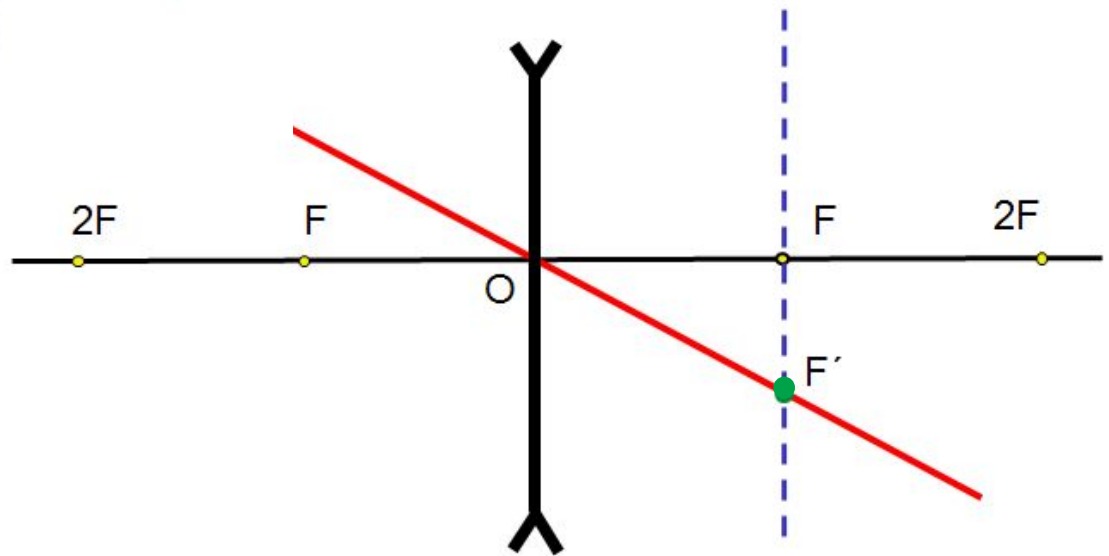
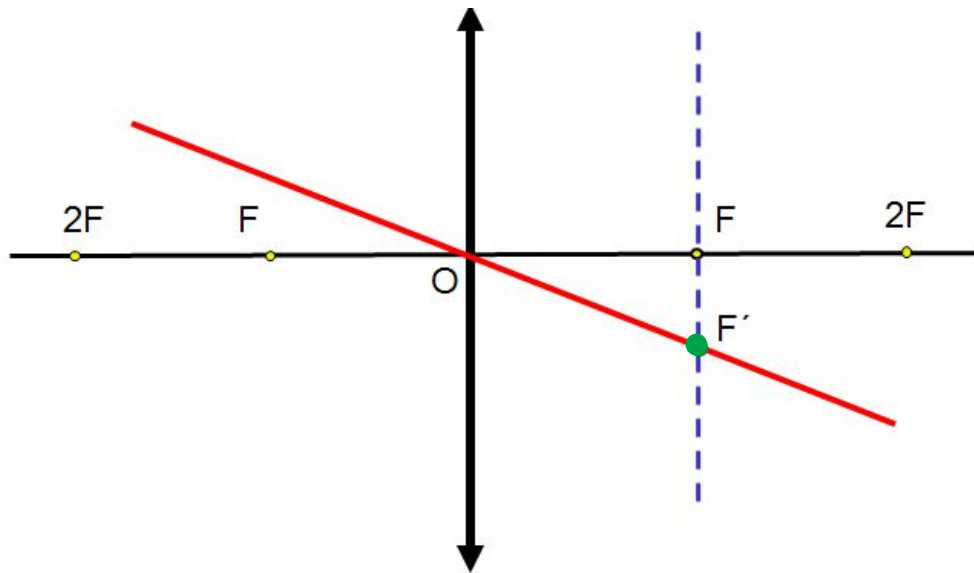
Главных фокусов два; они расположены на главной оптической оси на одинаковом расстоянии от оптического центра по обе стороны линзы.



Прямая, проходящая через оптический центр линзы не совпадающая с главной оптической осью называется ***побочной оптической осью***.

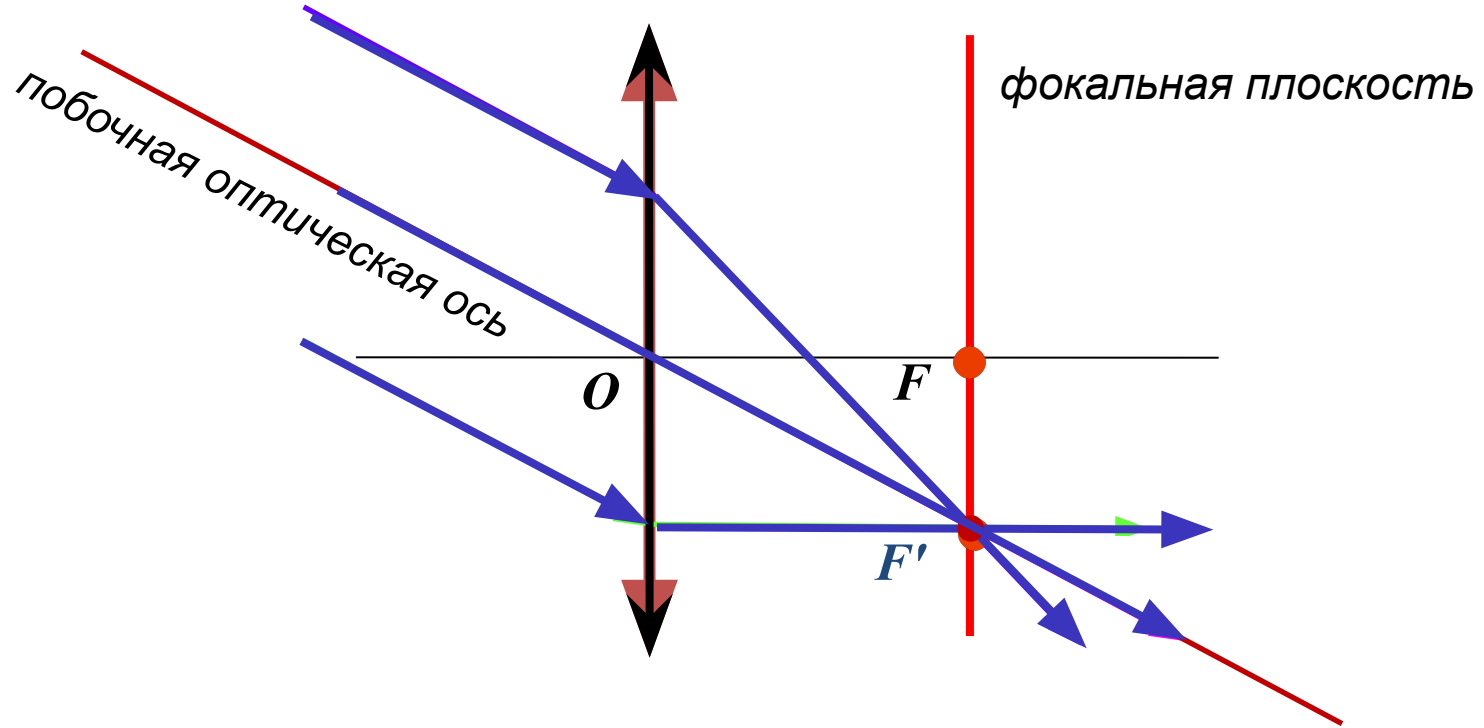


Фокальная плоскость линзы – плоскость, проходящая через главный фокус линзы перпендикулярно главной оптической оси.



Точка пересечения побочной оптической оси с фокальной плоскостью называется **побочным фокусом** (**F'**)

В побочном фокусе **сходятся** все лучи, падающие на линзу **параллельно побочной** оптической оси.



В **побочном фокусе** сходятся все лучи, падающие на линзу **параллельно побочной** оптической оси.

Оптическая сила линзы – это величина, обратная
фокусному расстоянию линзы

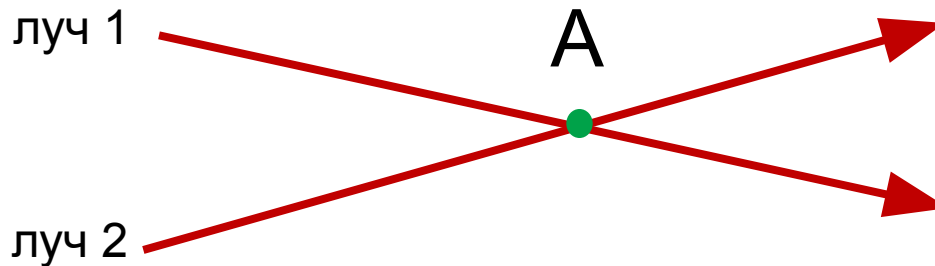
Оптическая сила линзы характеризует
преломляющие свойства линзы

СИ: $[D] = 1/\text{м} = 1\text{дптр}$ (диоптрия)

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

ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЛИНЗАХ

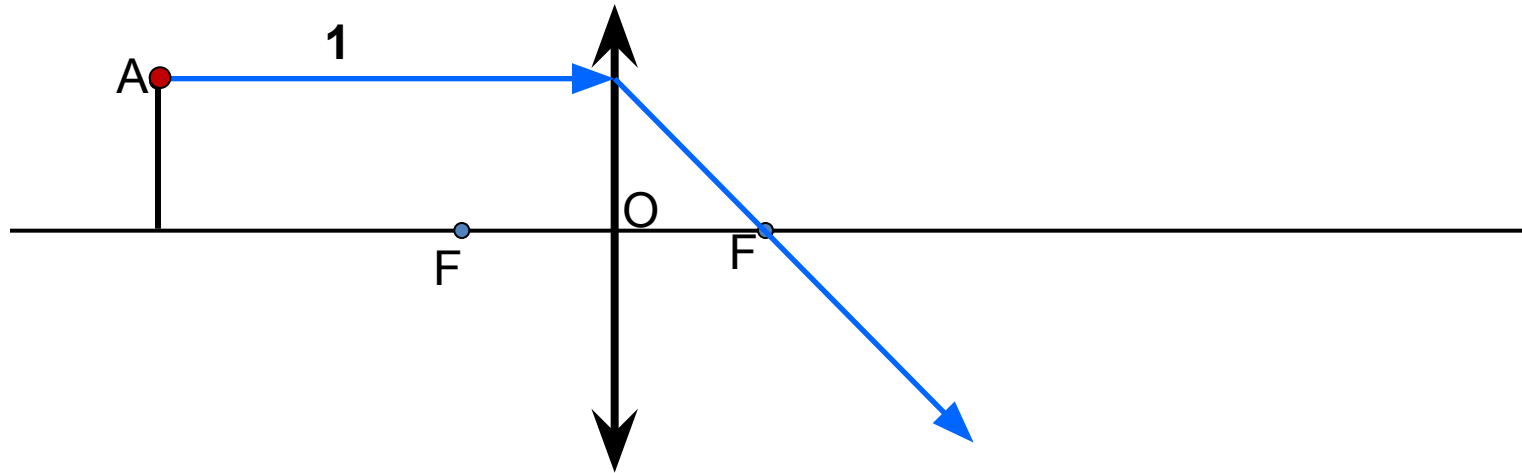
Изображение любой точки предмета, полученное с помощью оптического прибора, лежит **на пересечении двух** световых лучей



При построении изображений **в линзах** удобно использовать **три основных луча**

Правила трех лучей

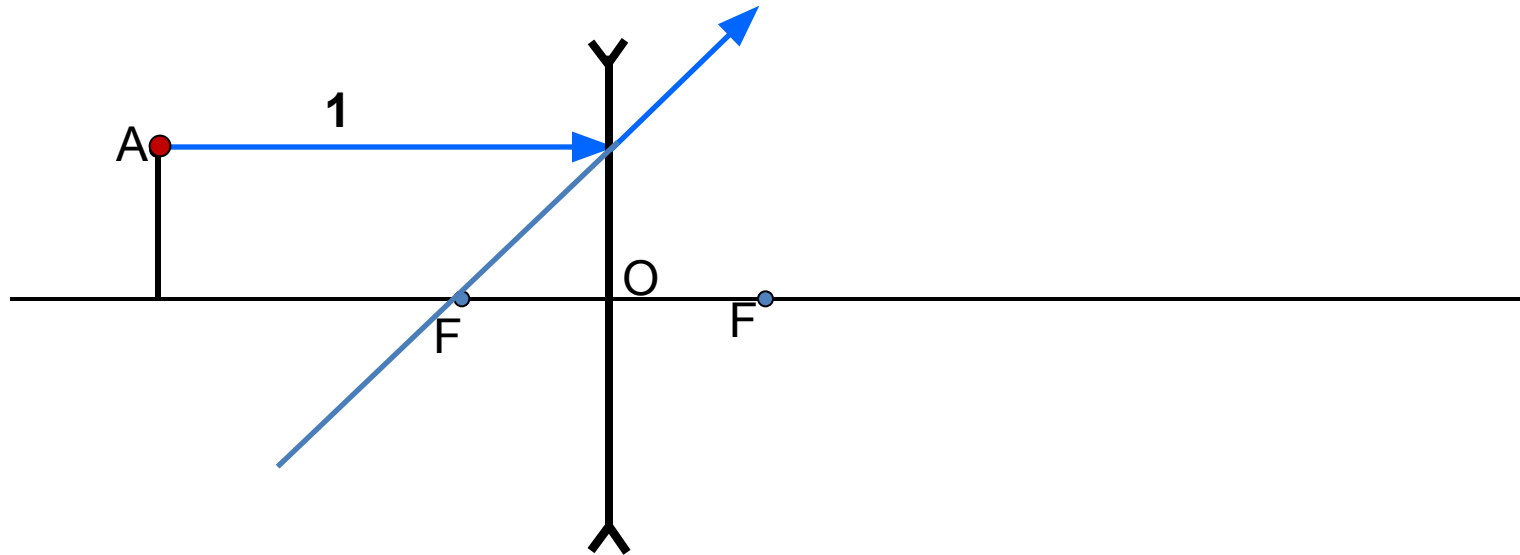
Случай собирающей линзы



1 – Луч, падающий *параллельно главной оптической оси* линзы после преломления проходит *через первый фокус*.

Правила трех лучей

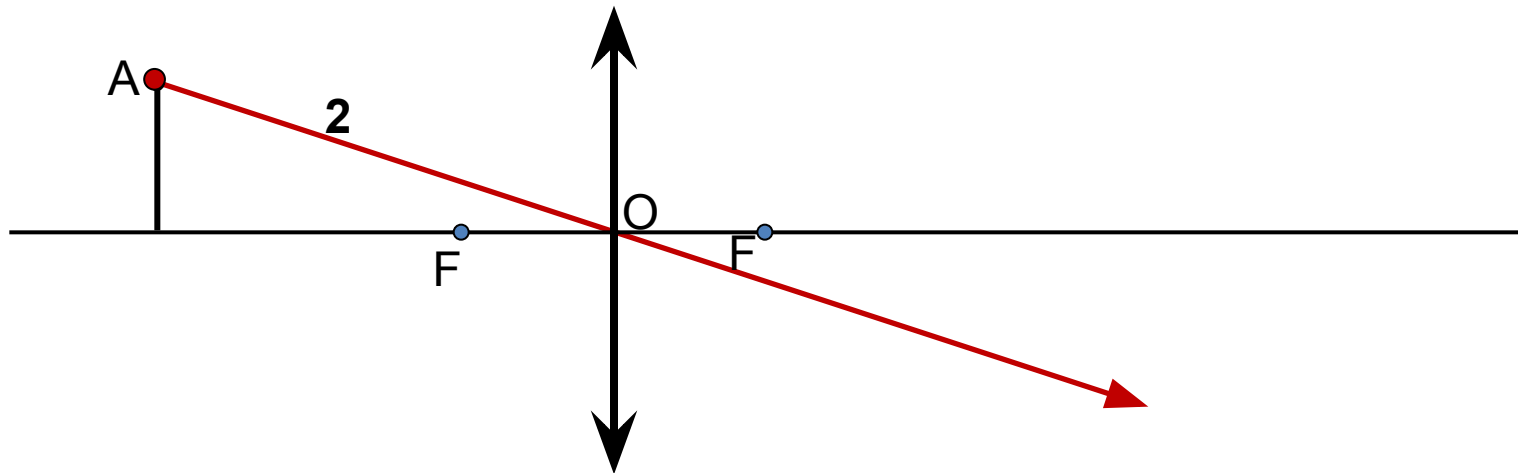
Случай рассеивающей линзы



1 – Луч падает *параллельно главной оптической оси*.
После преломления в линзе *продолжение луча* проходит
через первый фокус.

Правила трех лучей

Случай собирающей линзы

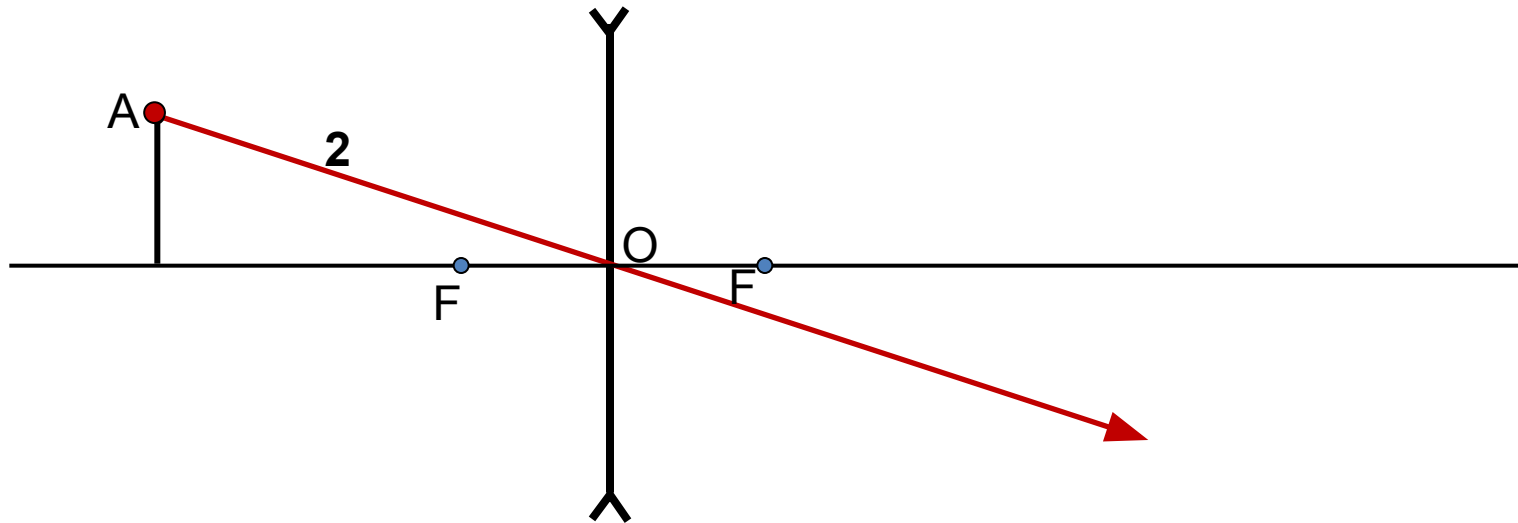


2 – Луч, проходящий через оптический центр O не изменяет

направление, т.е. **не преломляется.**

Правила трех лучей

Случай рассеивающей линзы

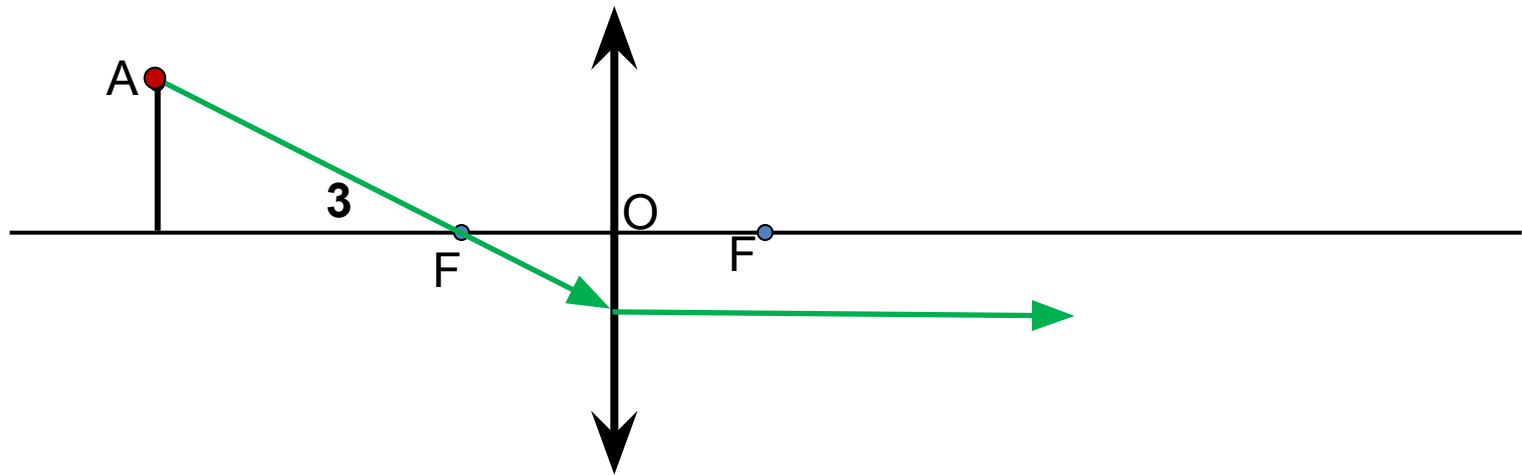


2 – Луч, проходящий через оптический центр O не изменяет

направление, т.е. ***не преломляется.***

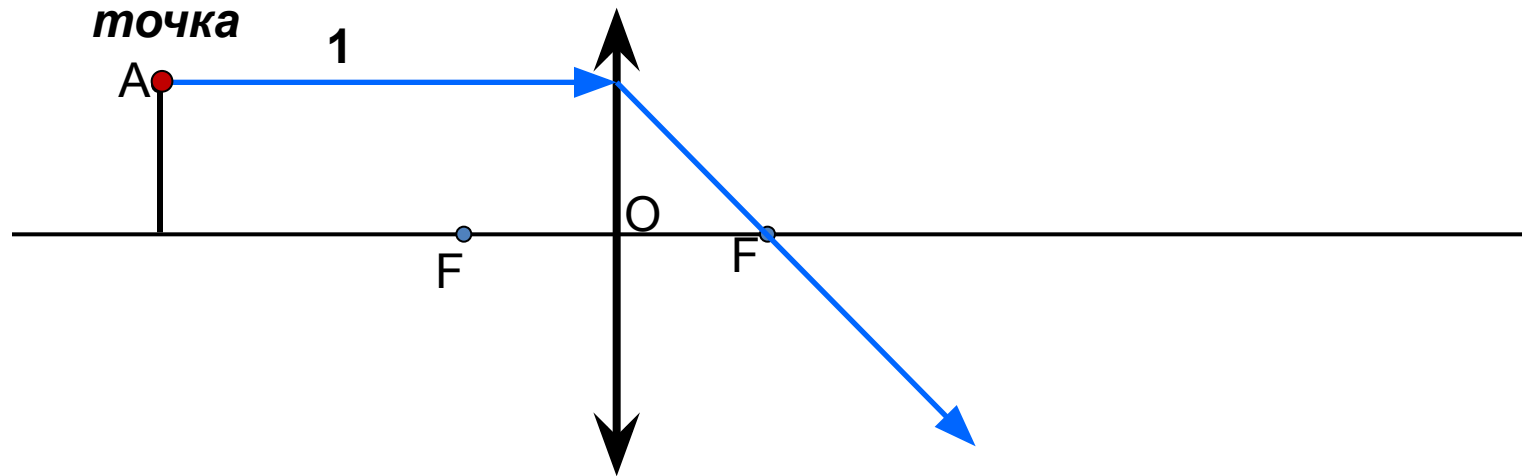
Правила трех лучей

Случай собирающей линзы

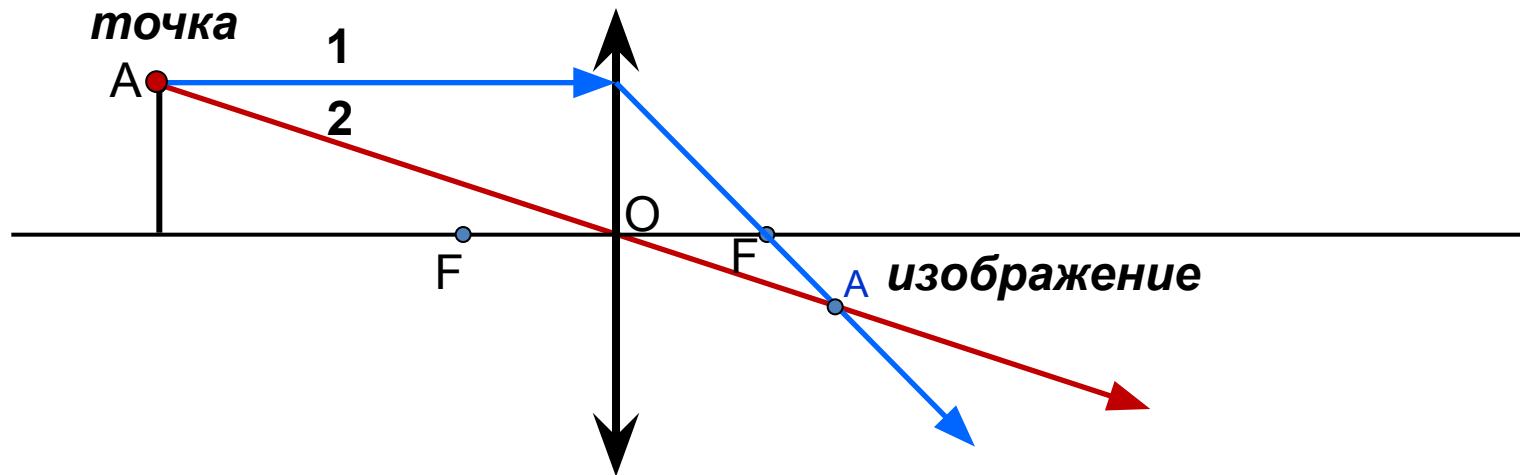


3 – Падающий луч, проходящий через фокус, после преломления проходит *параллельно главной оптической оси* .

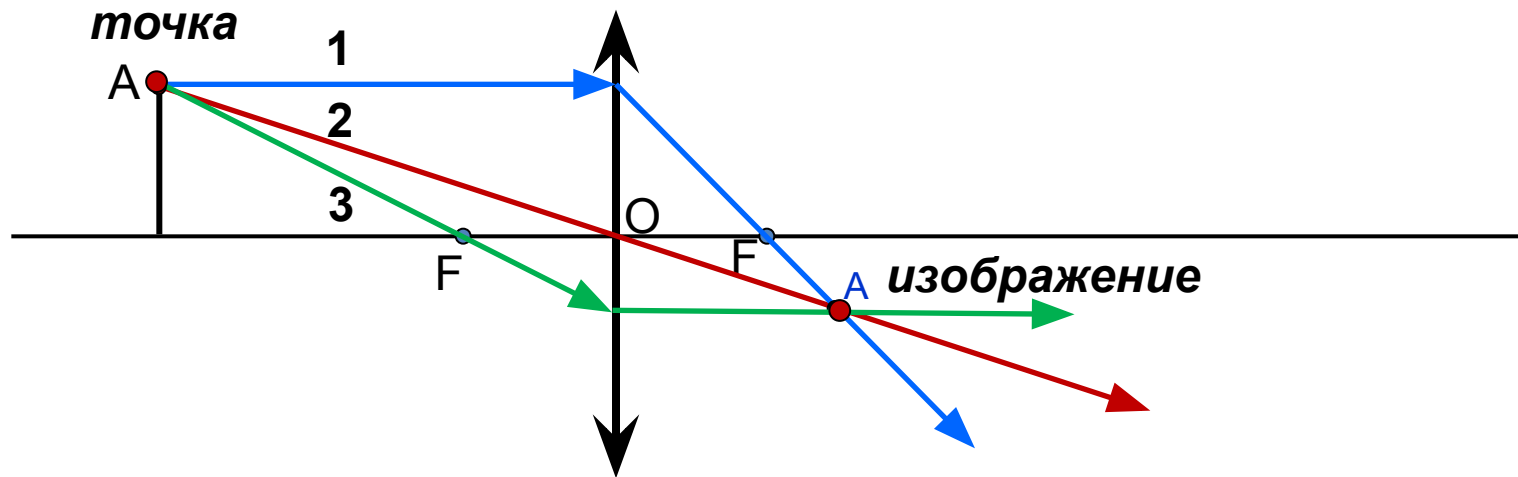
Пример построения изображения точки в собирающей линзе



Пример построения изображения точки в собирающей линзе



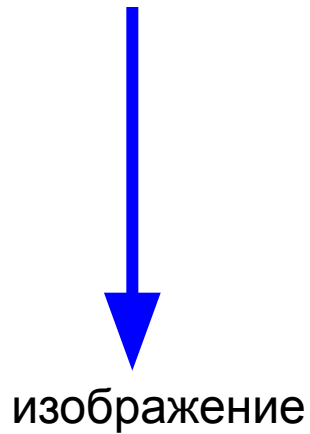
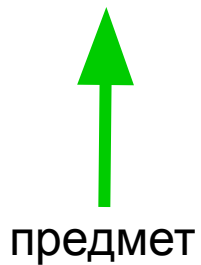
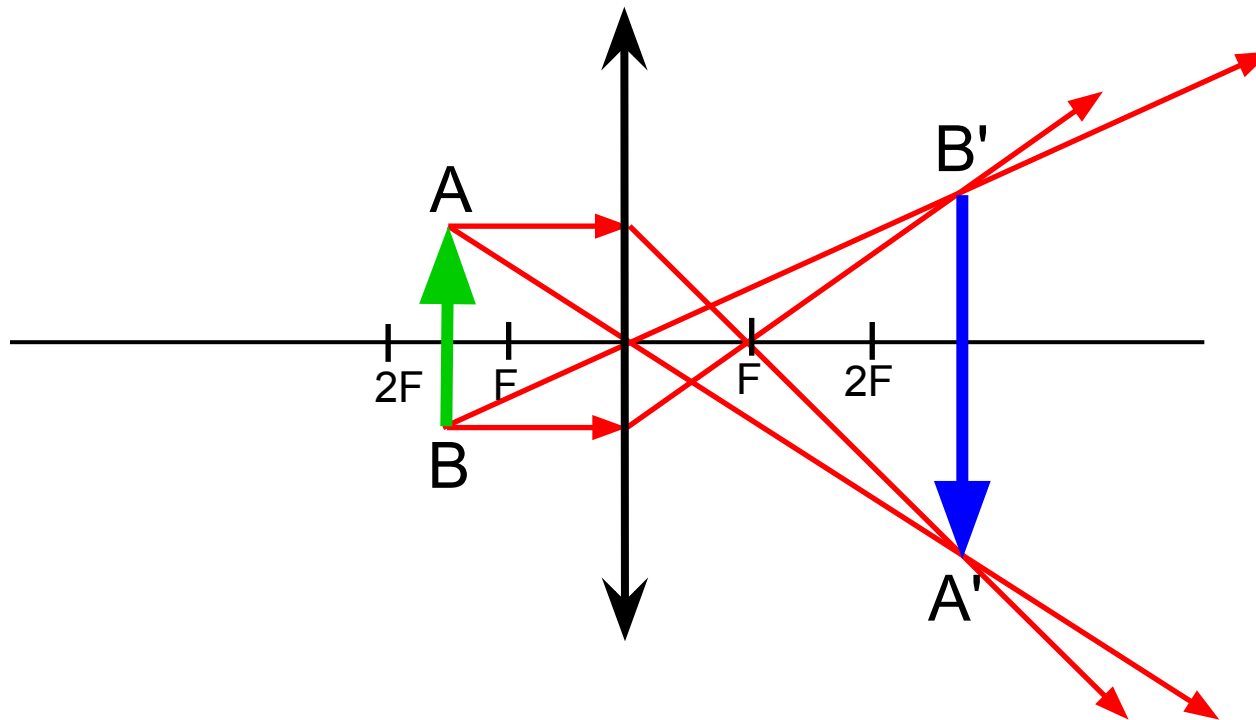
Пример построения изображения точки в собирающей линзе



ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЛИНЗАХ

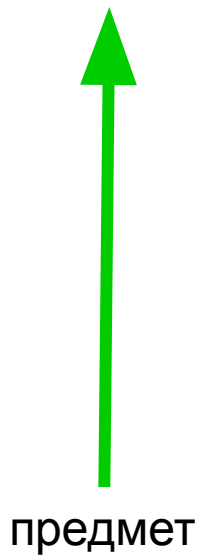
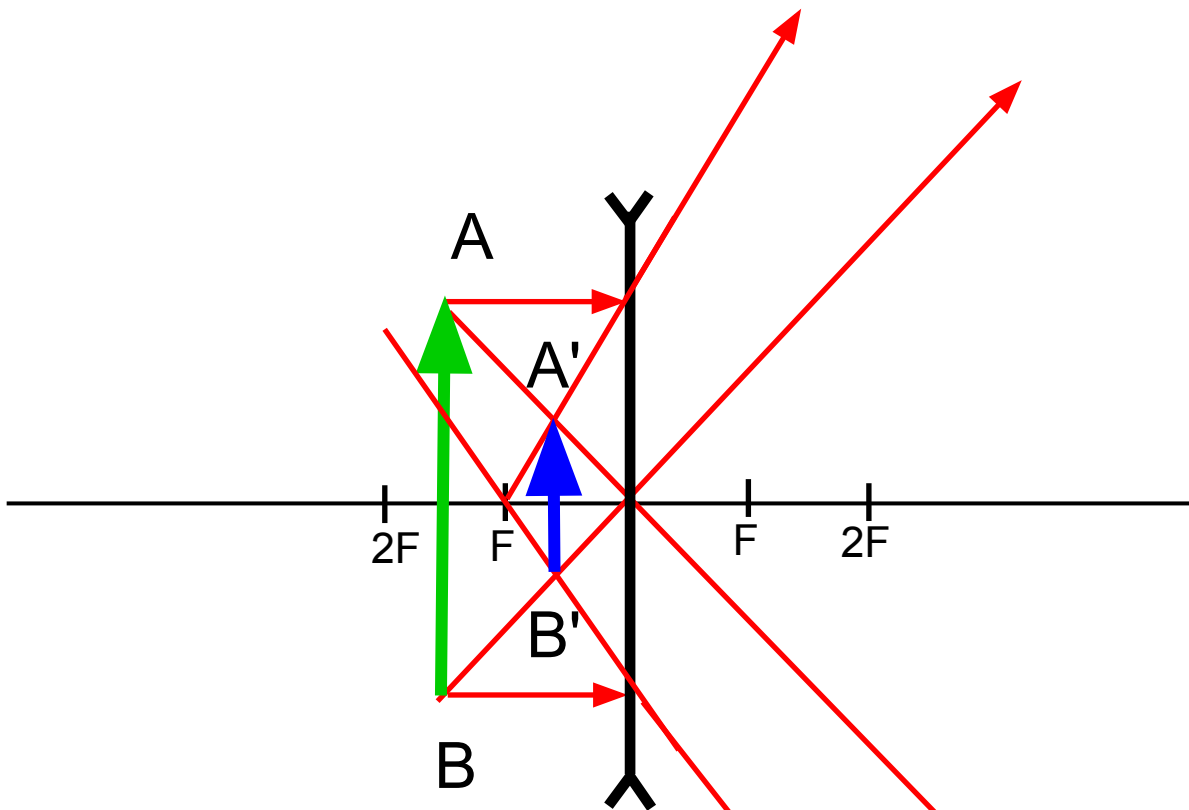
1. Изобразить линзу и ее оптическую ось.
2. По обе стороны линзы отметить главный фокус и двойное фокусное расстояние.
3. Изобразить предмет в соответствии с заданием.
4. Из верхней точки предмета провести два луча (параллельно главной оптической оси и через центр линзы) и найти точку их пересечения (или точку пересечения их продолжения) – это изображение верхней точки предмета.
5. Аналогично построить изображение нижней точки предмета.
6. Стрелкой соединить изображения верхней и нижней точек предмета – это и есть изображение предмета. Стрелка указывает верх изображения.
7. Описать изображение.

ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЛИНЗАХ



Изображение

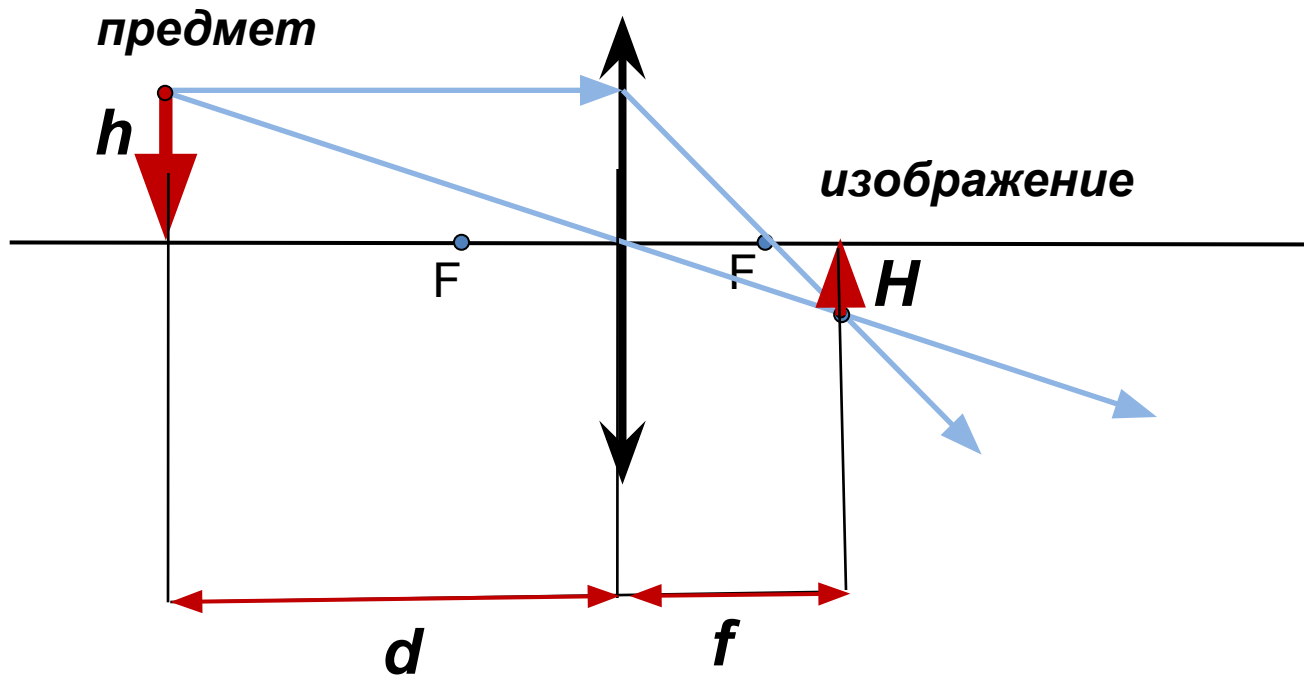
- *действительное*
- *перевернутое*
- *увеличенное*



Изображение

- *мнимое*
- *прямое*
- *уменьшенное*

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ЛИНЗЕ



d – расстояние от предмета до линзы

f – расстояние от линзы до
изображения

F – фокусное расстояние линзы

h – высота предмета

H – высота изображения

ФОРМУЛА ТОНКОЙ ЛИНЗЫ

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

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

ПРАВИЛО ЗНАКОВ

F	$+$ (плюс)	действительный фокус	собирающая линза
F	$-$ (минус)	мнимый фокус	рассеивающая линза
f	$+$ (плюс)	действительное изображение	
f	$-$ (минус)	мнимое изображение	

ЛИНЕЙНОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ТОНКОЙ ЛИНЗЫ

Формула линейного увеличения линзы

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

Увеличение линзы (Γ) – это отношение линейного размера изображения **H** к линейному размеру предмета **h**

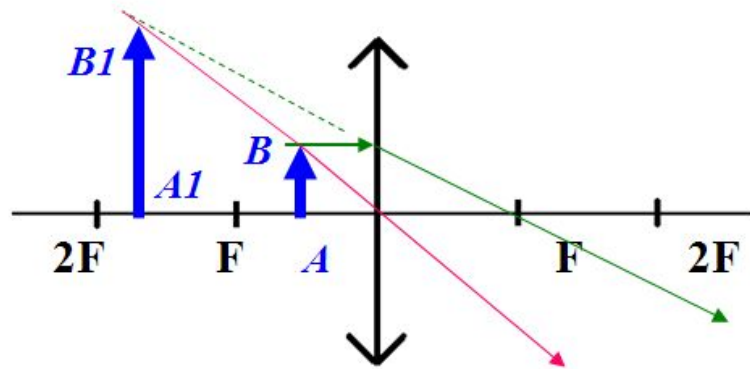
При **увеличенном** изображении – увеличение больше единицы ($\Gamma > 1$).

При **уменьшенном** изображении – увеличение меньше единицы ($\Gamma < 1$).

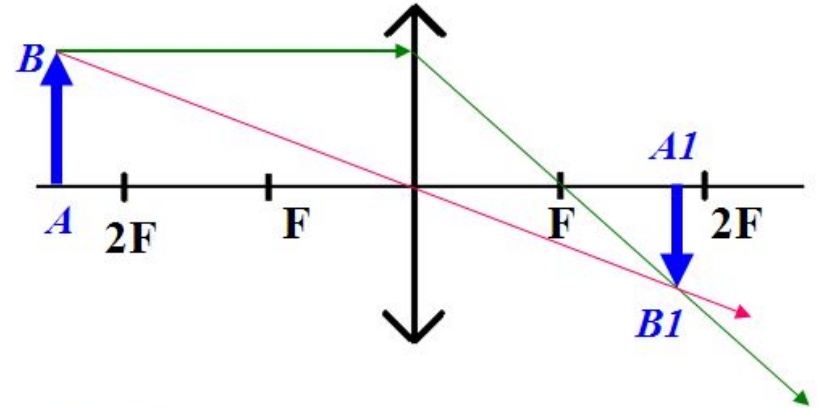
ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЛИНЗАХ

<i>Предмет</i>	<i>Изображение</i>		
<i>Расстояние от предмета до линзы</i> d	<i>Расстояние от линзы до изображения</i> f	<i>Вид изображения</i>	<i>Ориентация, размер, применение</i>
$d > 2F$	$F < f < 2F$	Действительное (на экране)	перевернутое, уменьшенное ($0 < \Gamma < 1$), фотоаппарат
$d = 2F$	$f = 2F$	Действительное (на экране)	перевернутое, равное ($\Gamma = 1$)
$F < d < 2F$	$f > 2F$	Действительное (на экране)	перевернутое, увеличенное ($\Gamma > 1$), проекционный аппарат, фильмоскоп
$d = F$	Изображения нет, лучи вышедшие из одной точки после преломления параллельны между собой (получение параллельного пучка света в оптических приборах)		
$d < F$	$f > d$	Мнимое (на продолжении преломленных лучей)	Прямое (неперевернутое), увеличенное ($\Gamma > 1$), лупа, окуляры микроскопа, телескопа, бинокля

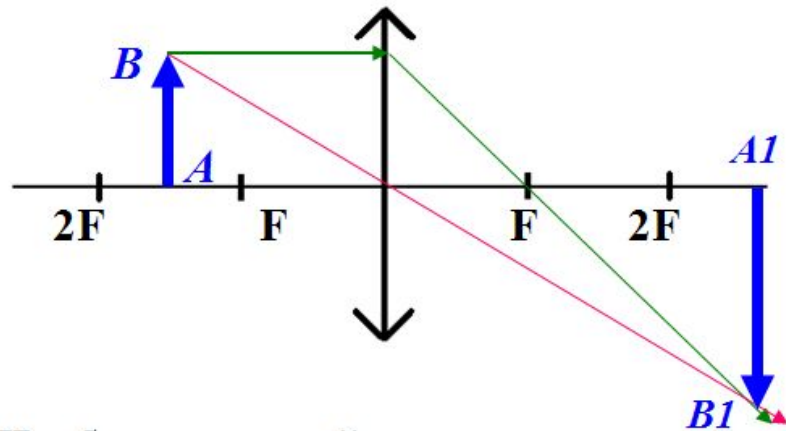
ПРИМЕРЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЛИНЗЫ



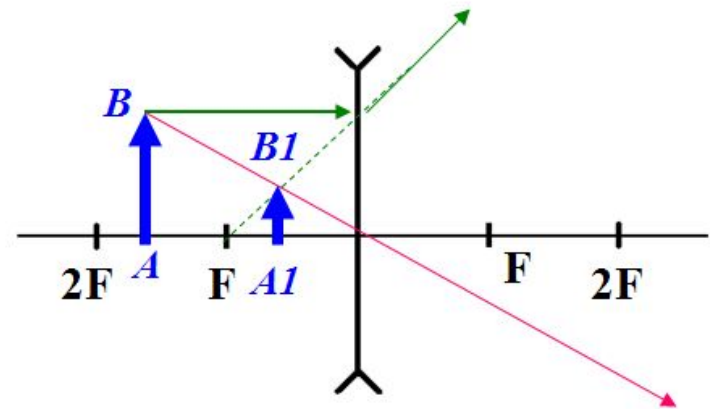
Изображение мнимое, увеличенное, прямое



Изображение действительное, уменьшенное, перевернутое

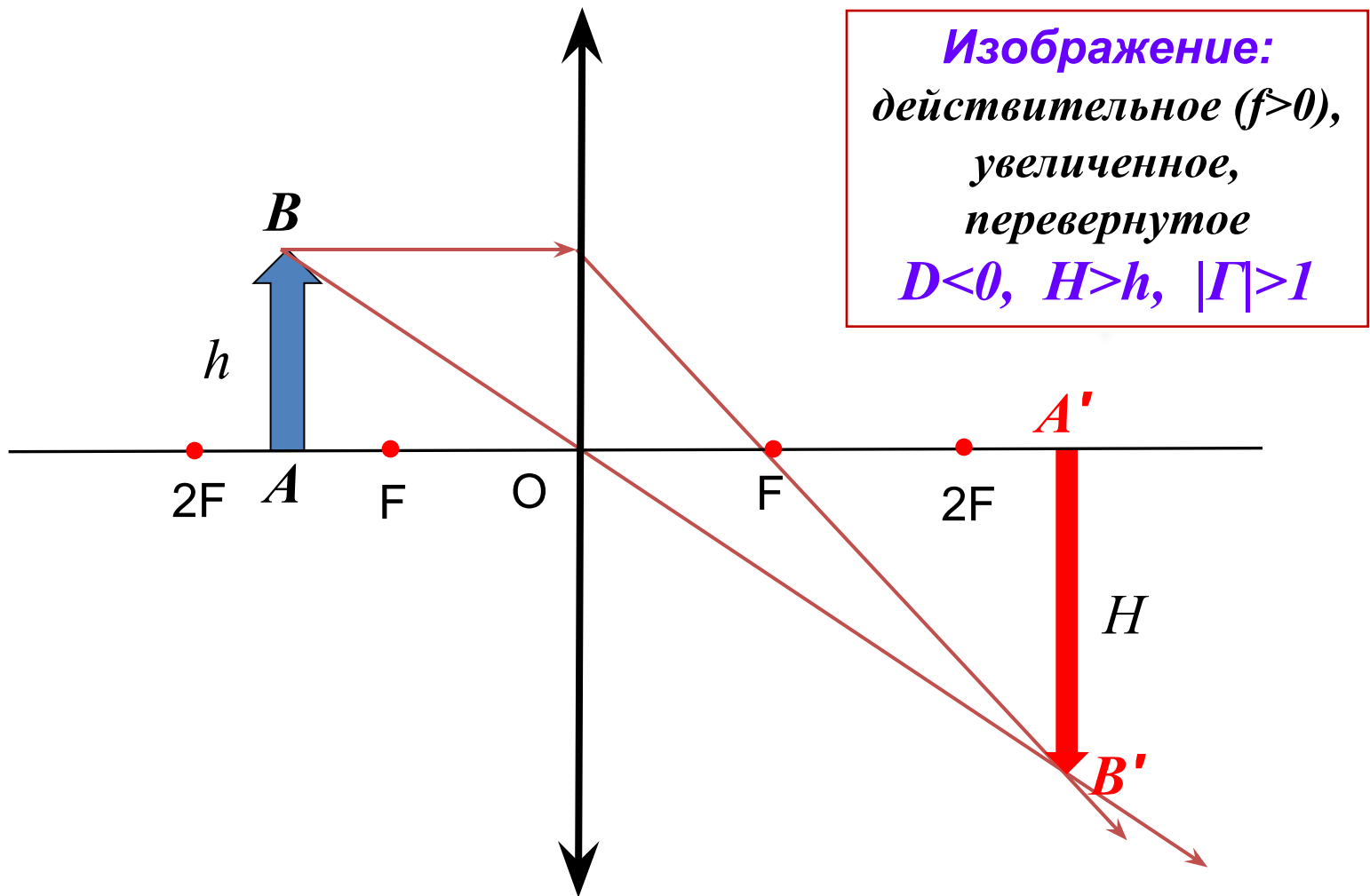


Изображение действительное, увеличенное, перевернутое

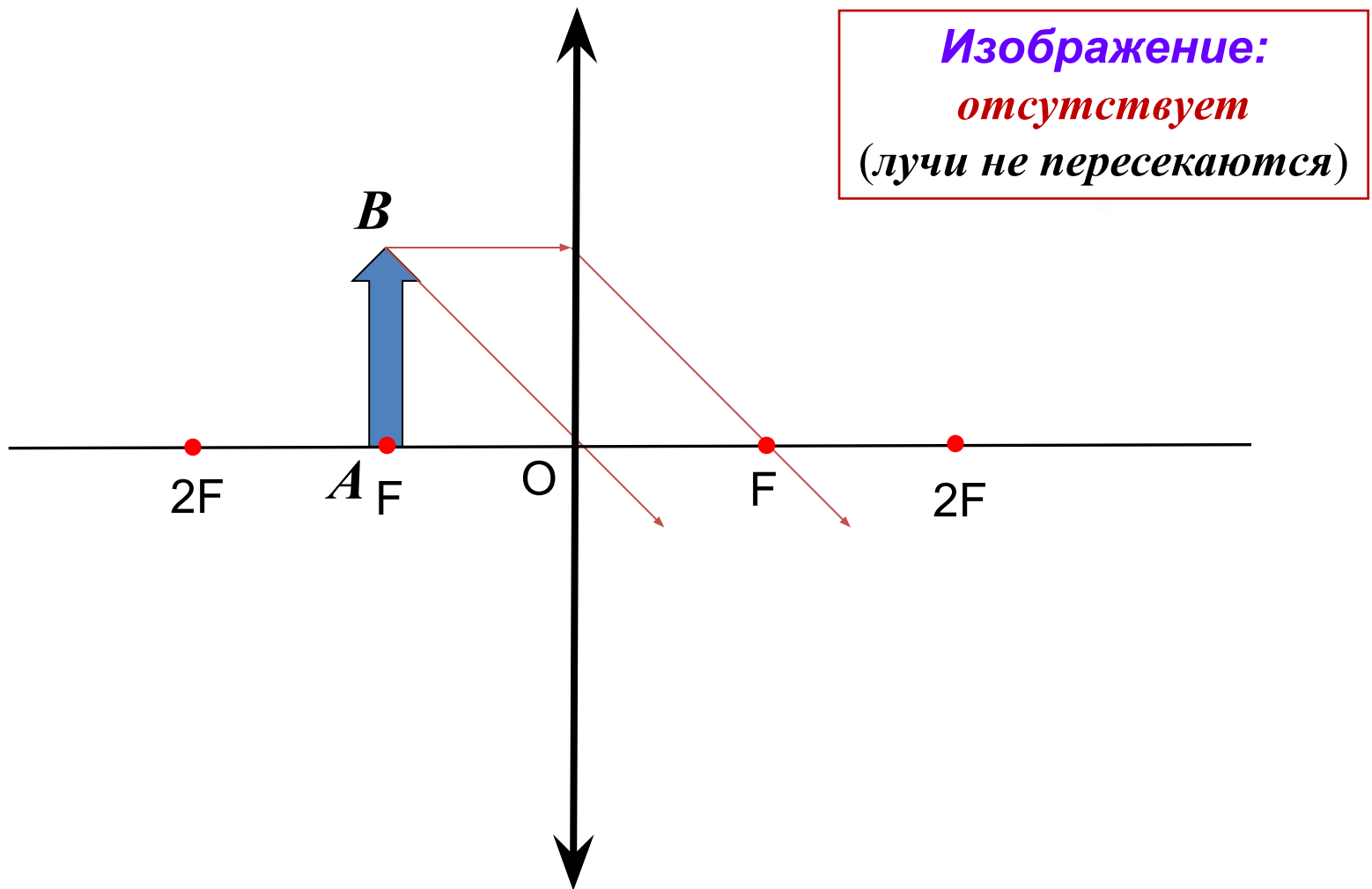


Изображение мнимое, увеличенное, прямое

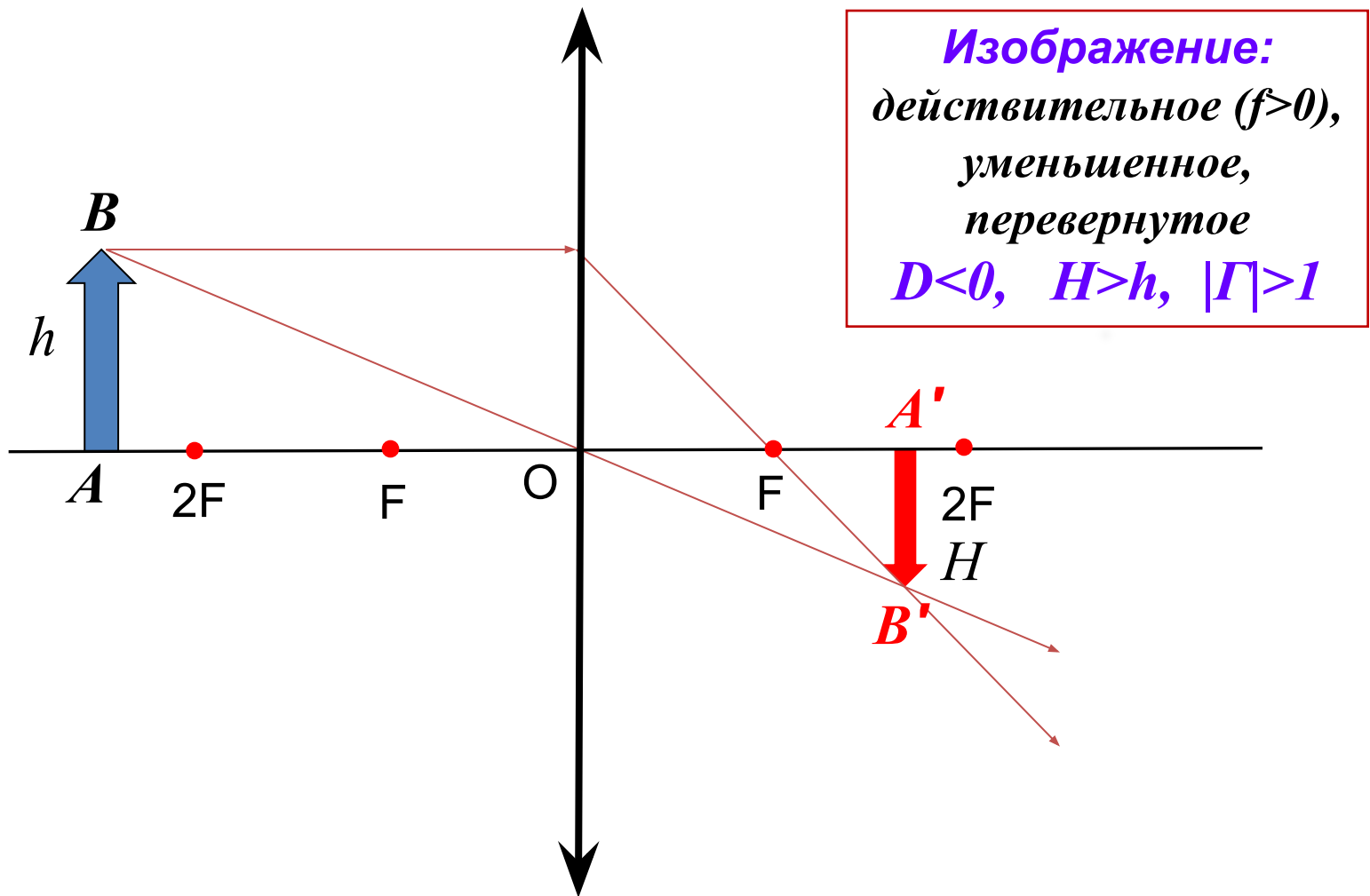
Предмет находится между двойным фокусом и фокусом линзы ($2F > d > F$)



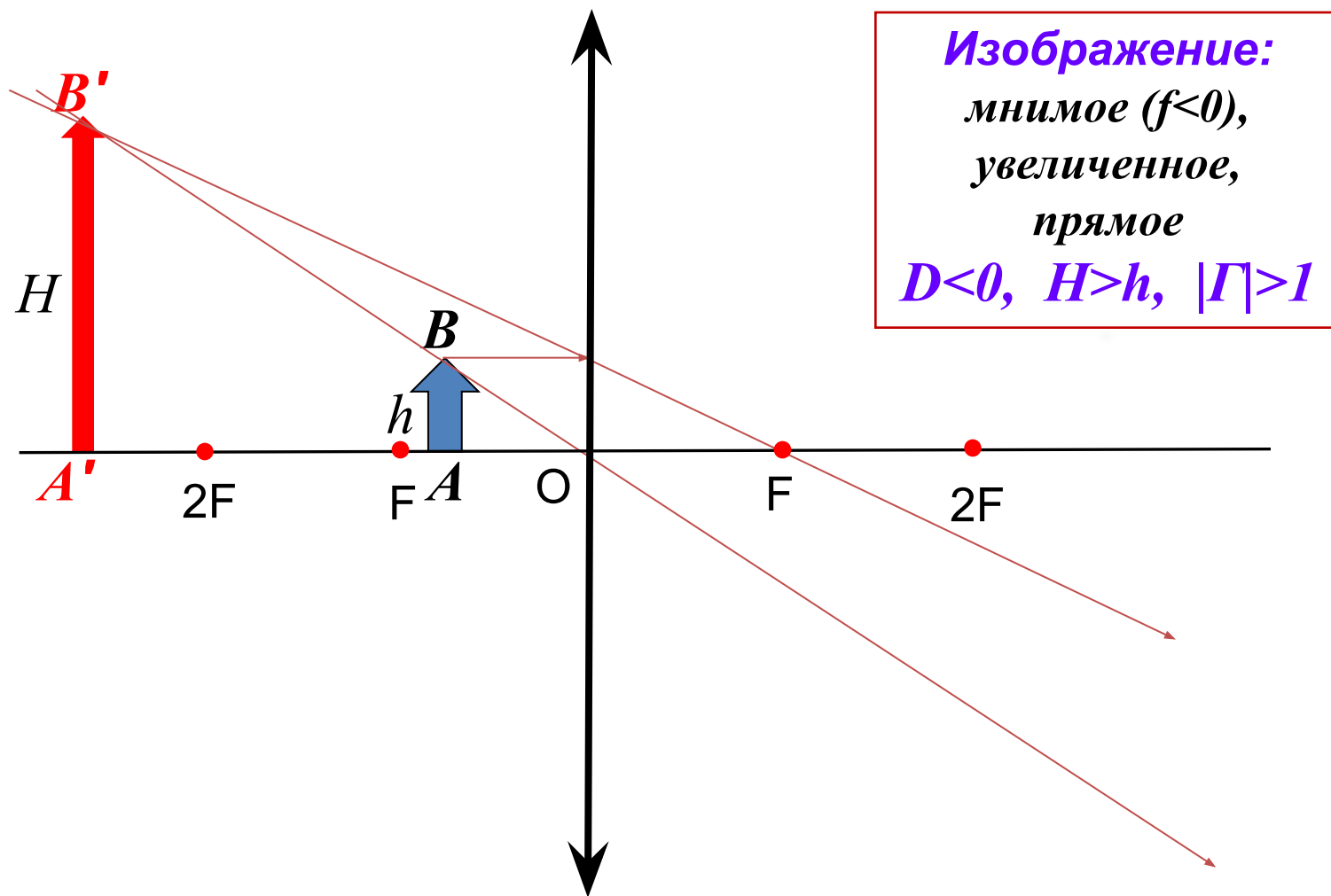
Предмет находится на фокусном
расстоянии от линзы ($d=F$)



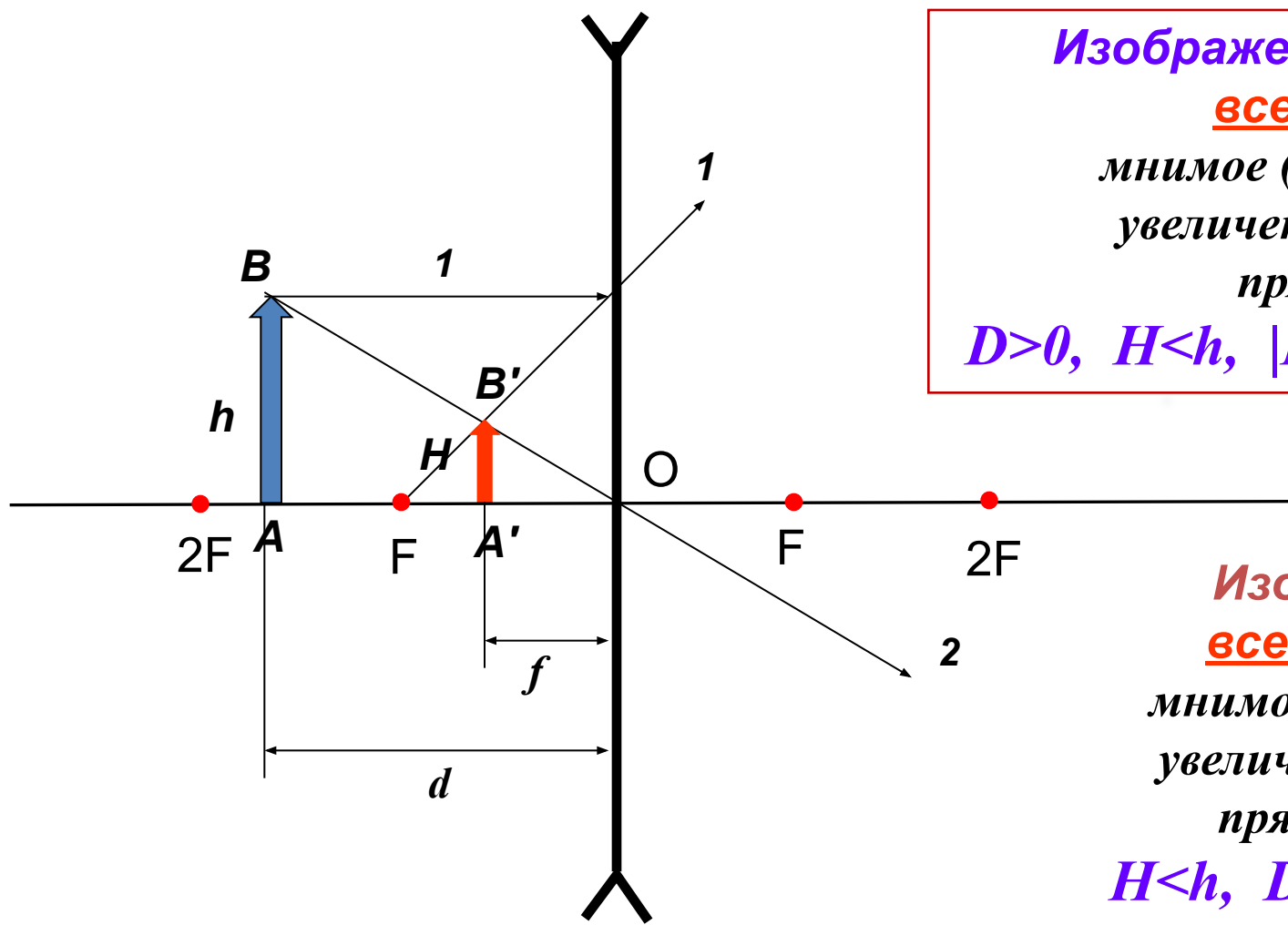
Предмет находится за двойным
фокусом линзы ($d > 2F$)



Предмет находится между главным фокусом и линзой ($d < F$)



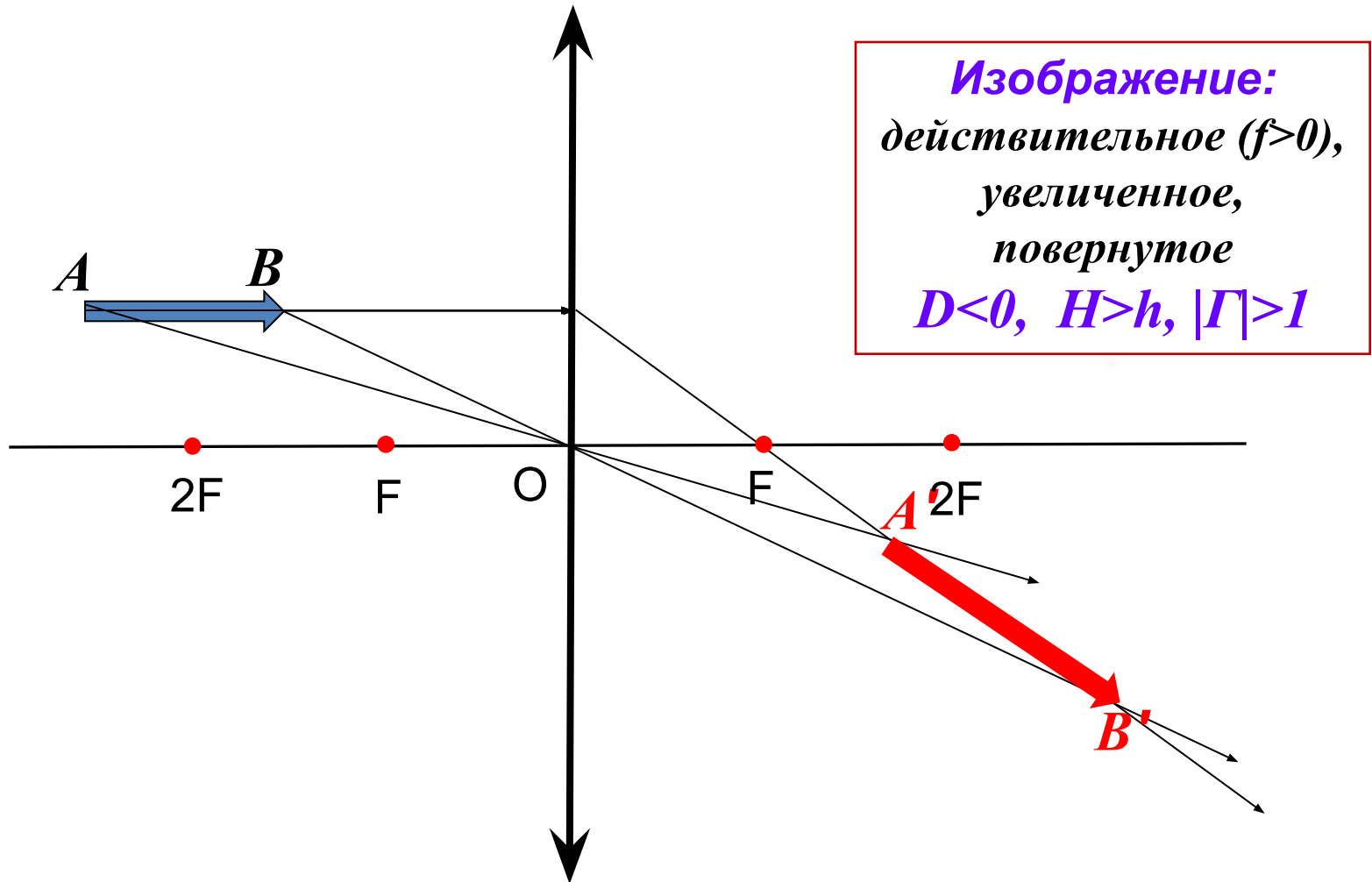
Предмет находится между главным фокусом и фокусом рассеивающей линзой ($d < F$)



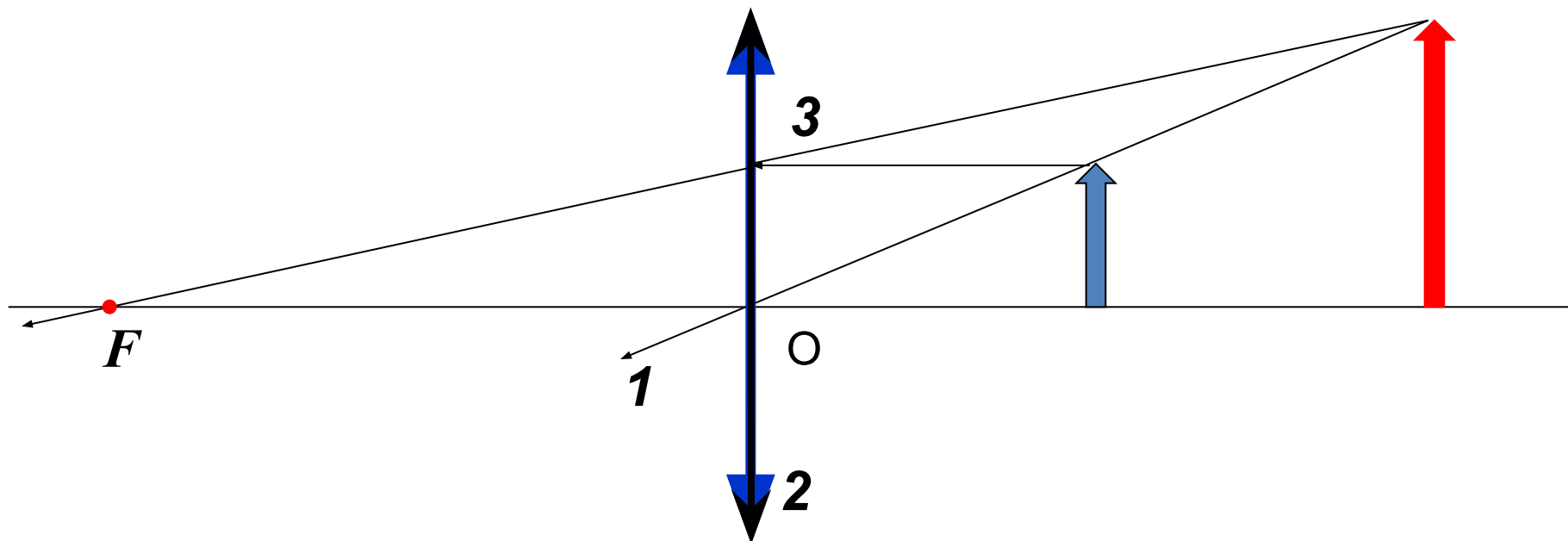
Изображение:
всегда:
мнимое ($f < 0$),
увеличенное,
прямое
 $D > 0$, $H < h$, $|\Gamma| > 1$

Изображение
всегда:
мнимое ($f < 0$),
увеличенное,
прямое
 $H < h$, $D > 0$, $|\Gamma| > 1$

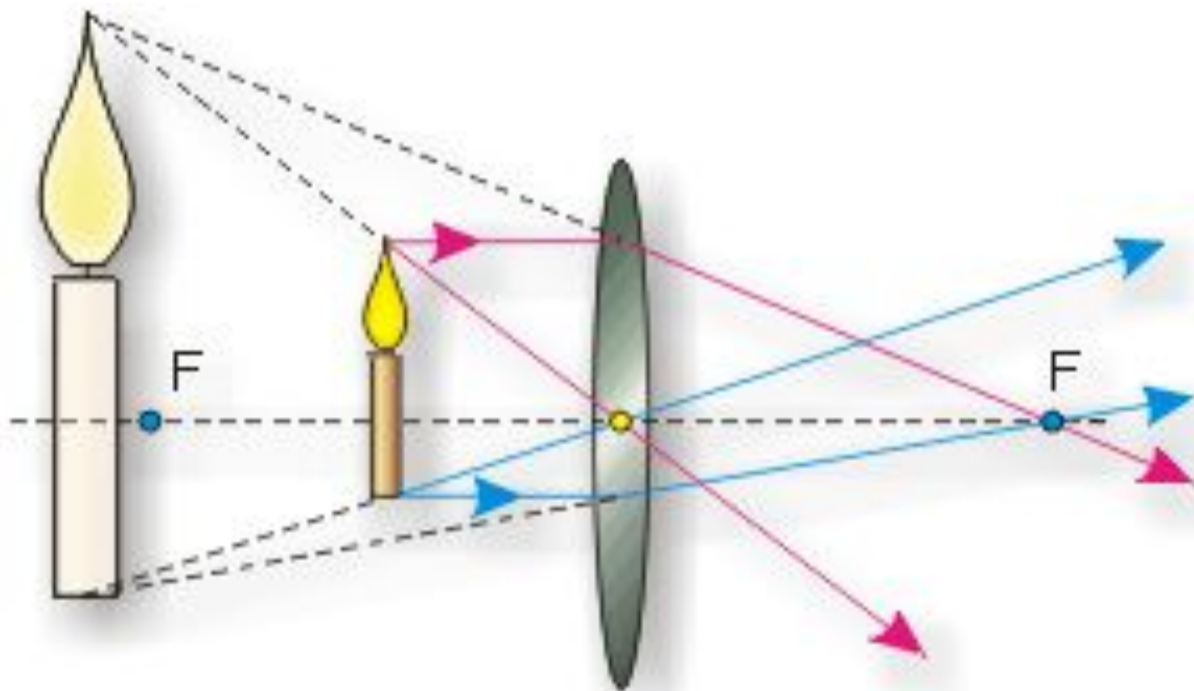
Предмет, расположенный параллельно
главной оптической оси.



Графическое определение положения оптического центра и главного фокуса линзы.



ЛУПА

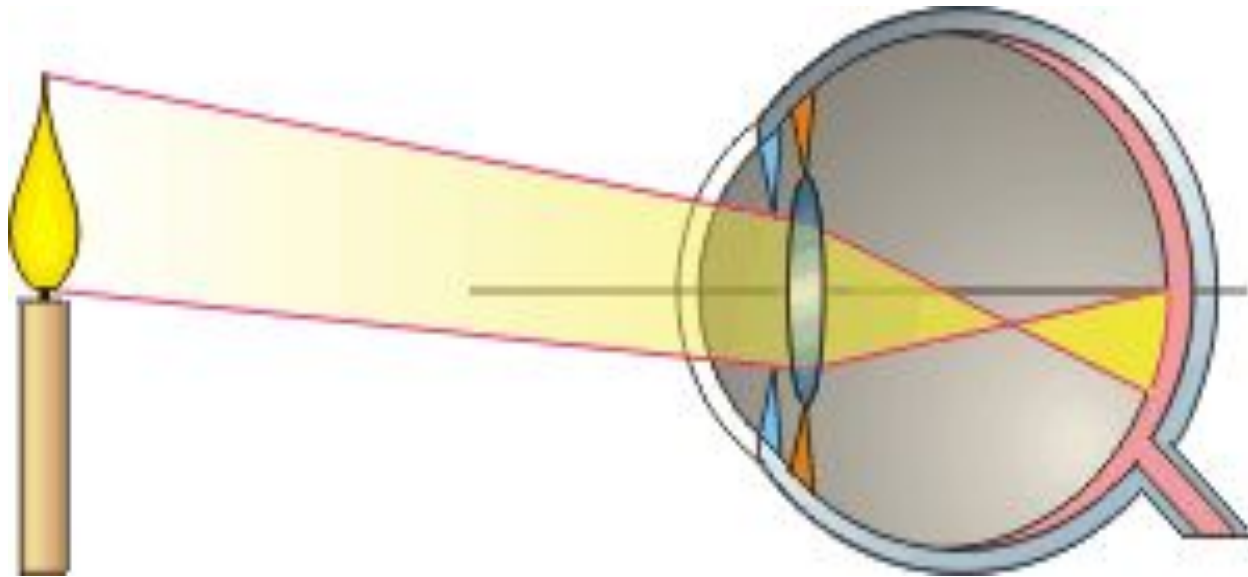


Лупа – короткофокусная линза.

Изображение: мнимое, увеличенное, прямое.

Г Л А З

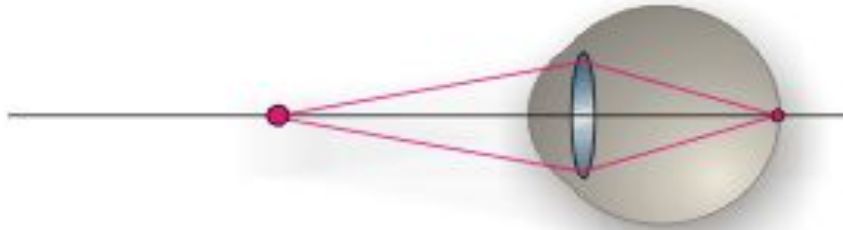
Получение изображения на сетчатке



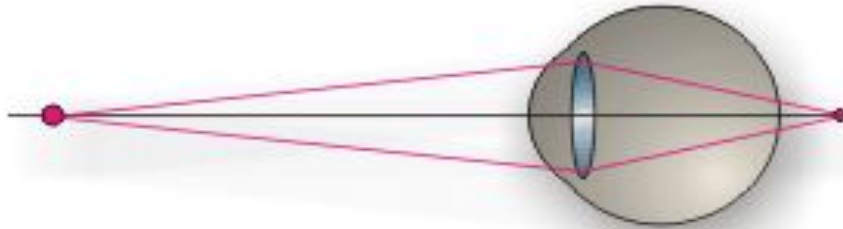
Роговица, водянистая среда, хрусталик и стекловидное тело составляют оптическую систему глаза.

Дефекты зрения.

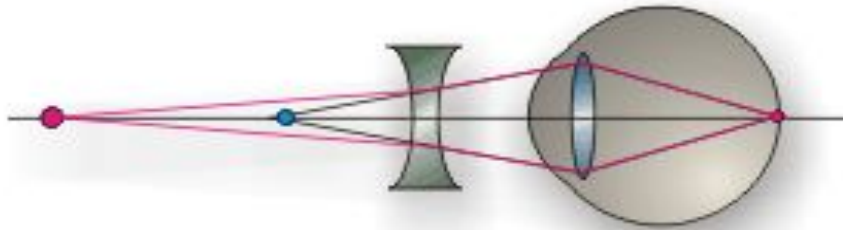
Близорукость



Бликие предметы видны хорошо – изображение на сетчатке



Удаленный предмет виден плохо – изображение за сетчаткой



Коррекция зрения очками