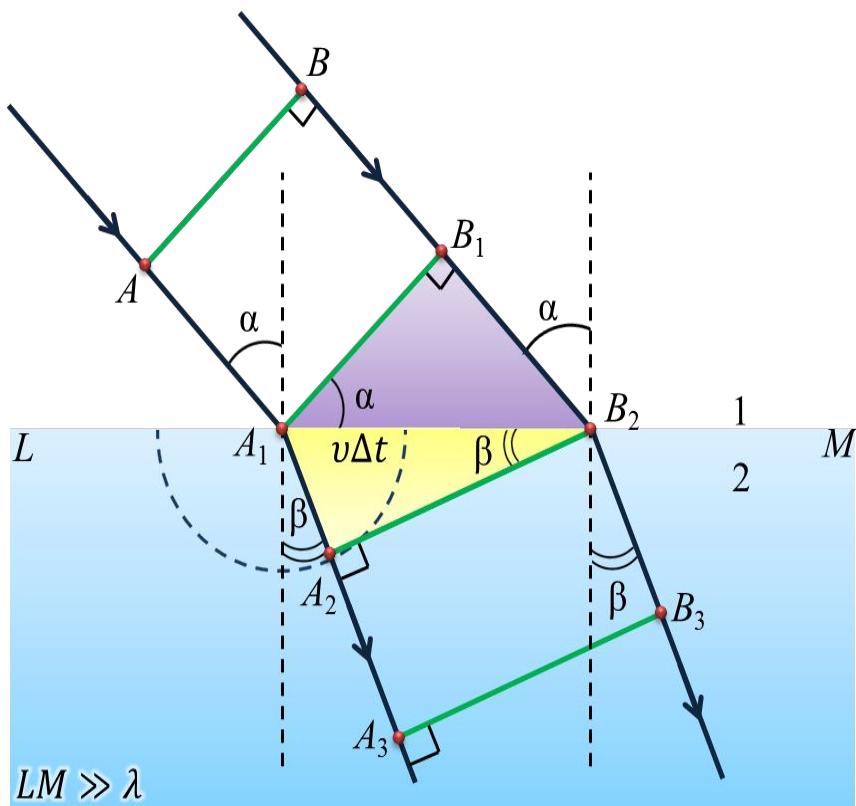


# Линза. Построение изображения в линзе. Формула тонкой линзы



Пою перед тобой в восторге похвалу  
Не камням дорогим, ни злату, но  
СТЕКЛУ.

М. В. Ломоносов



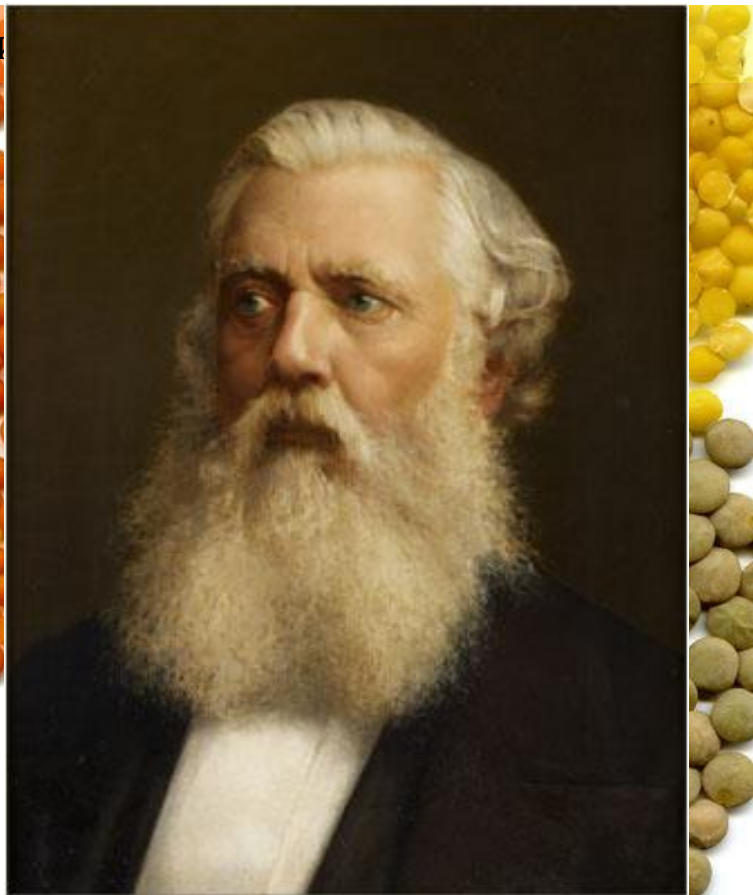
**Преломление** — это изменение направления распространения света, возникающее на границе раздела двух прозрачных сред или в толще среды с непрерывно изменяющимися свойствами.

**Закон преломления света:**

луч падающий, луч преломленный и перпендикуляр, восставленный к границе раздела двух сред в точке падения луча, лежат в одной плоскости;

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}.$$

Л



Остин Генри Лэйард

## Линза Нимруда



Возраст этой самой древней из обнаруженных линз более 3000 лет.

Линзы — прозрачные тела, ограниченные криволинейными поверхностями.

## Виды линз



### Выпуклые линзы

### Вогнутые линзы

плосковыпуклая



плосковогнутая

двояковыпуклая



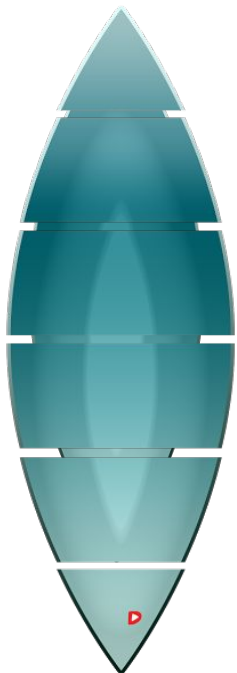
двояковогнутая

вогнуто-выпуклая



выпукло-вогнутая

# Выпуклая линза



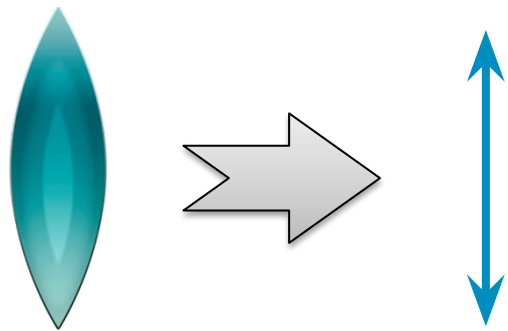
Собирающая линза

# Вогнутая линза

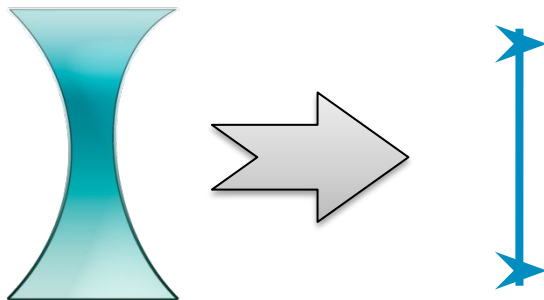


Рассеивающая линза

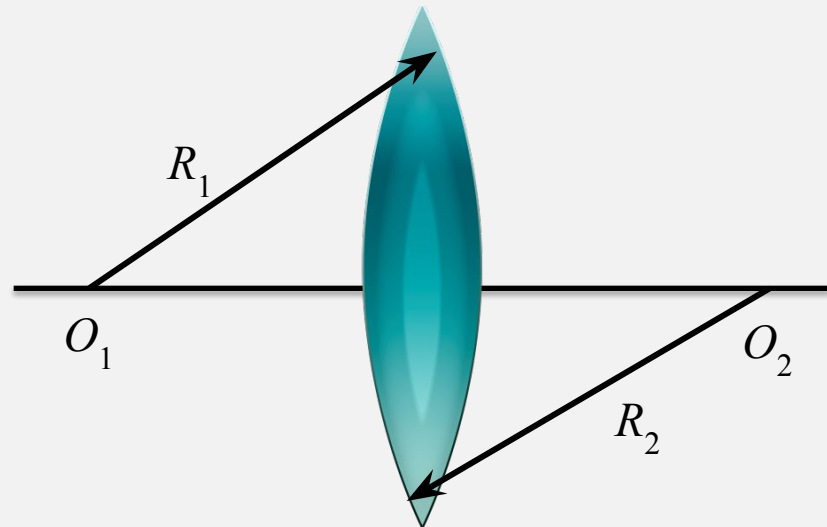
## Условное обозначение собирающей линзы



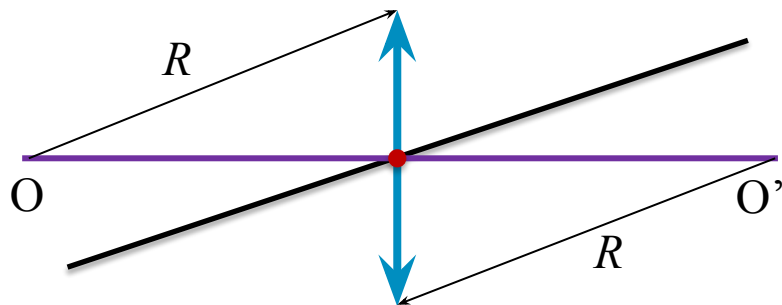
## Условное обозначение рассеивающей линзы



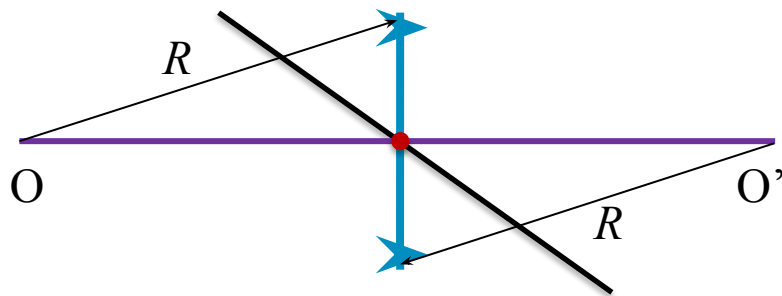
**Тонкие линзы** — линзы, толщина которых пренебрежимо мала, по сравнению с радиусами сферических поверхностей.



## Собирающая линза



## Рассеивающая линза

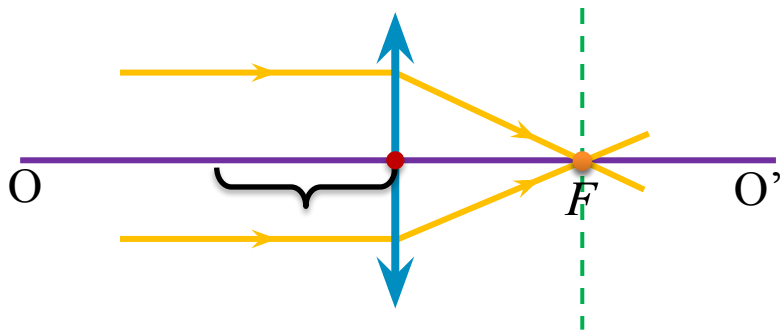


**Оптический центр линзы** — точка, через которую лучи идут не преломляясь.

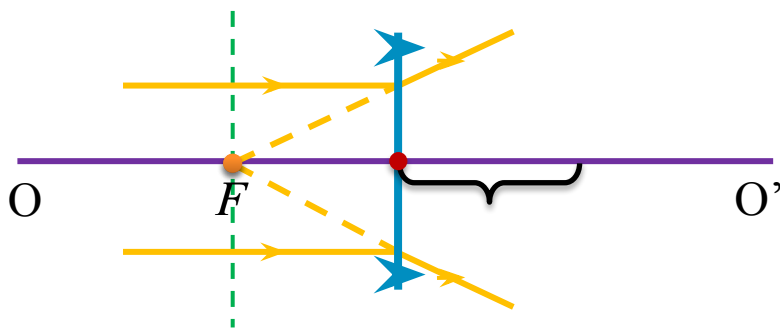
**Оптическая ось** — любая прямая, проходящая через оптический центр линзы.

**Главная оптическая ось** — оптическая ось, проходящая через центры сферических поверхностей, ограничивающих линзу.

## Собирающая линза



## Рассеивающая линза



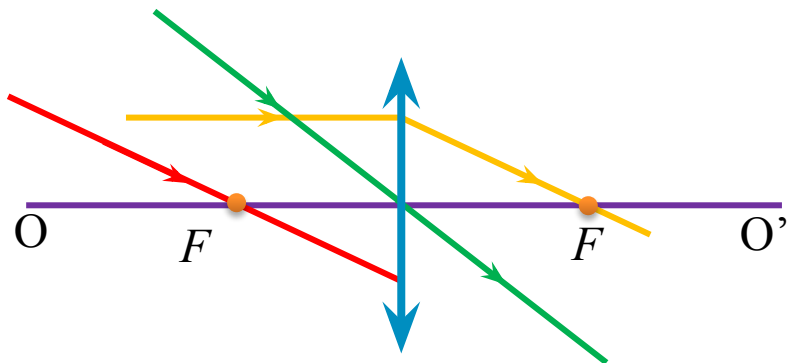
Точка, в которой пересекаются лучи, падающие на линзу параллельно ее главной оптической оси (или их продолжения), называется **главным фокусом линзы**.

**Фокусное расстояние** — расстояние от оптического центра линзы до ее главного фокуса.

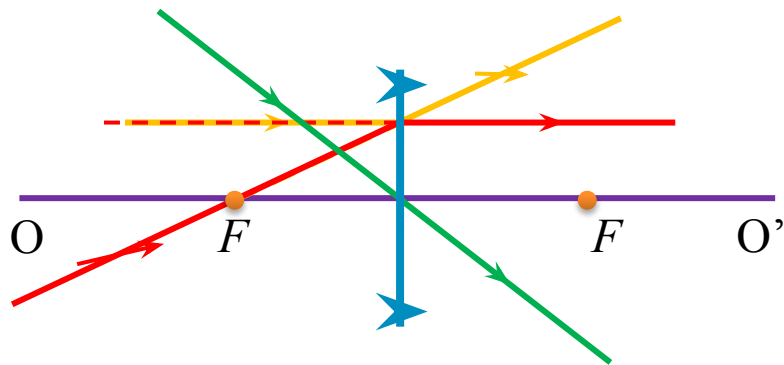
**Фокальная плоскость** — это плоскость, перпендикулярная главной оптической оси линзы, проходящая через ее главный фокус.



## Собирающая линза



## Рассеивающая линза



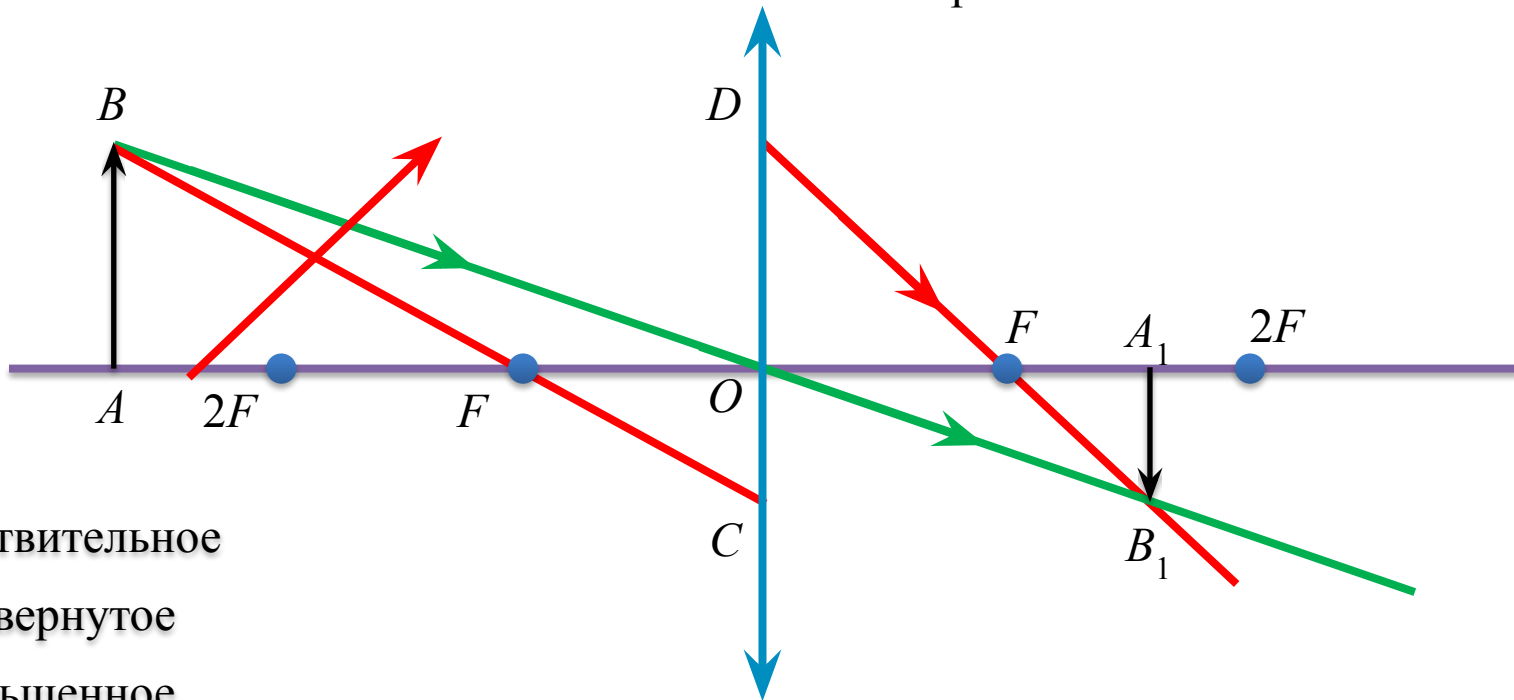
## «Удобные» лучи

1. Луч, падающий на линзу параллельно главной оптической оси.
2. Луч, проходящий через фокус.
3. Луч, проходящий через оптический центр.

# Собирающая линза

$$d > 2F$$

$d$  — расстояние от предмета до линзы;  
 $f$  — расстояние от линзы до изображения.

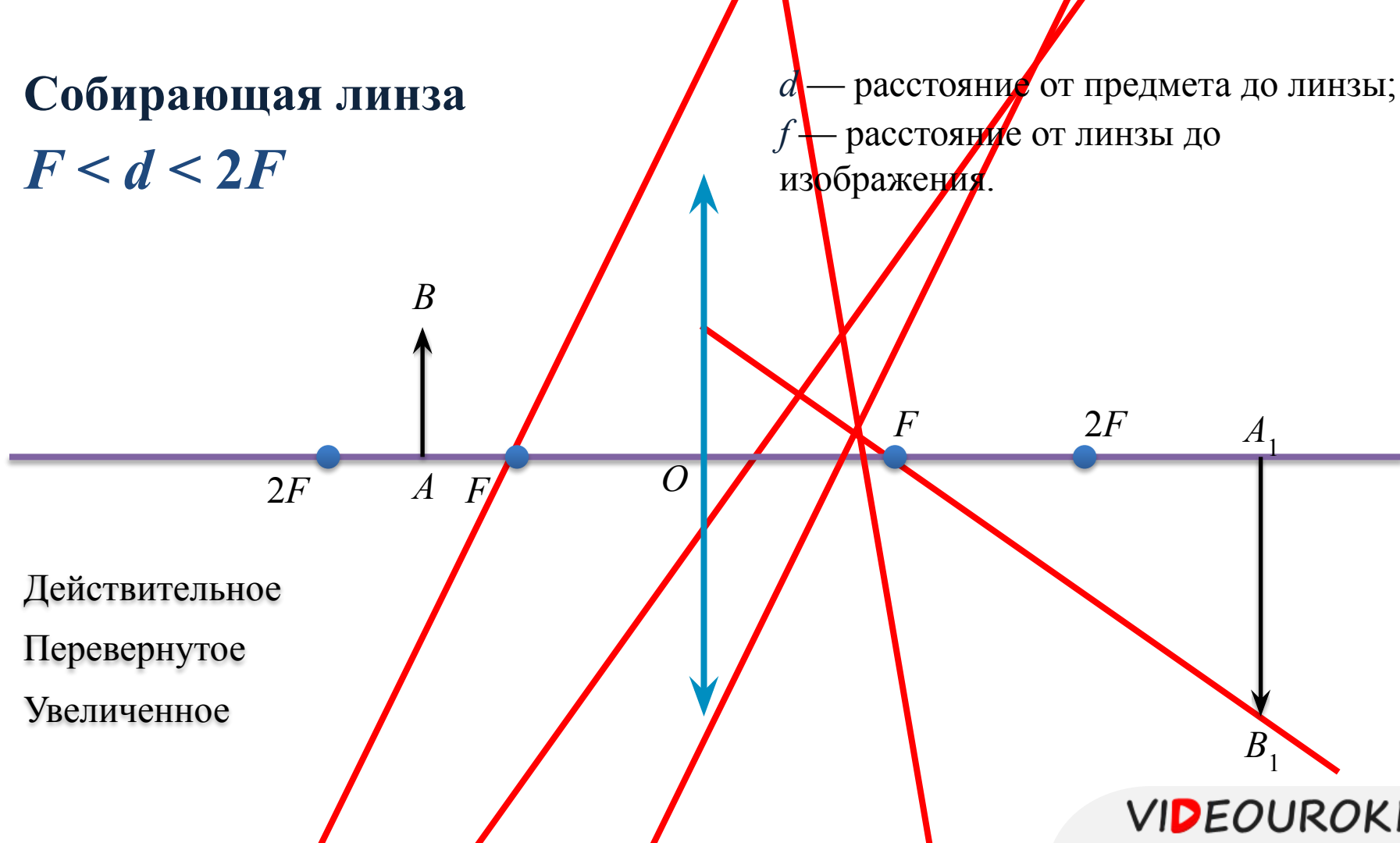


Действительное  
Перевернутое  
Уменьшенное

# Собирающая линза

$$F < d < 2F$$

$d$  — расстояние от предмета до линзы;  
 $f$  — расстояние от линзы до изображения.



Действительное

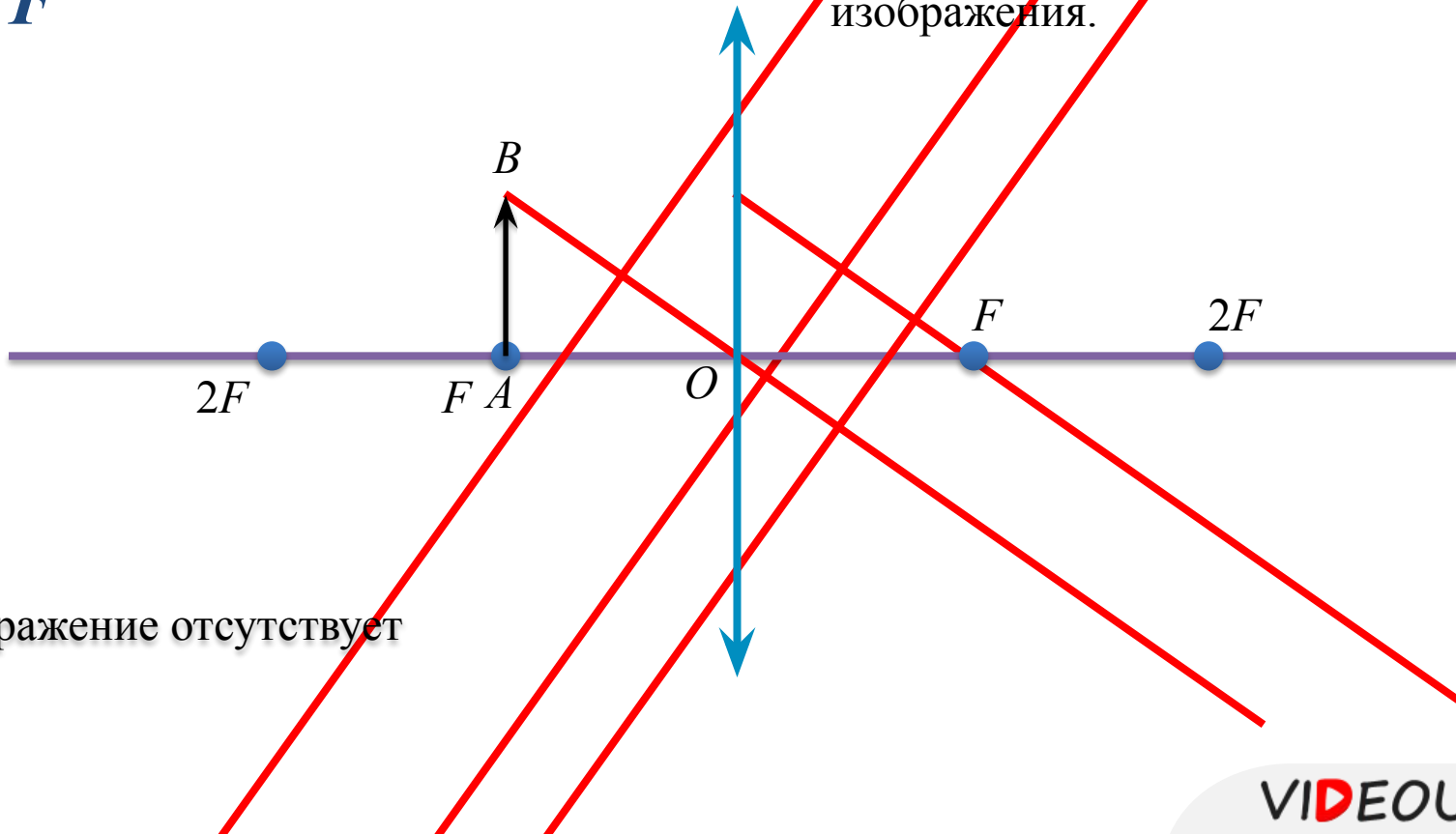
Перевернутое

Увеличенное

# Собирающая линза

$$d = F$$

$d$  — расстояние от предмета до линзы;  
 $f$  — расстояние от линзы до изображения.

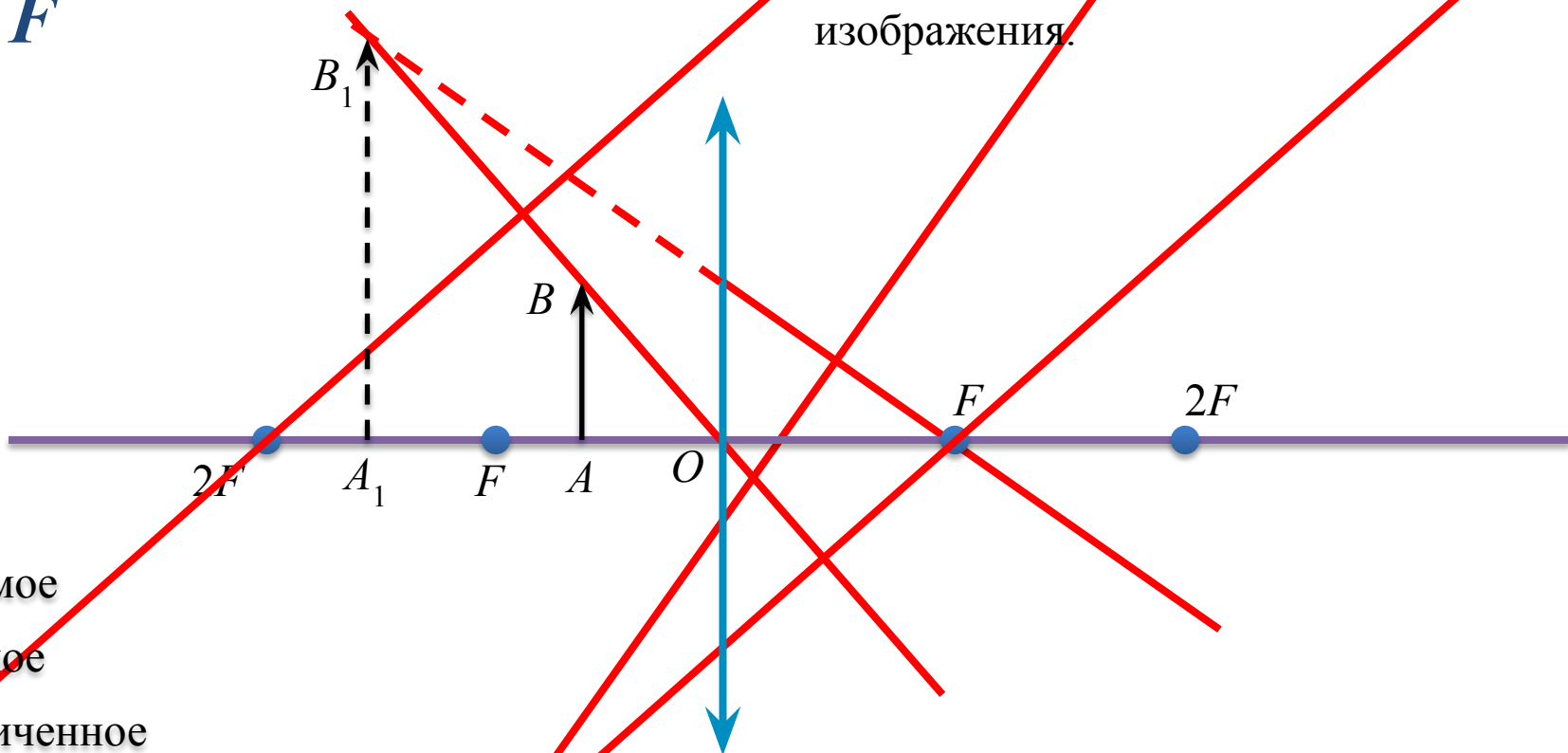


Изображение отсутствует

# Собирающая линза

$$d < F$$

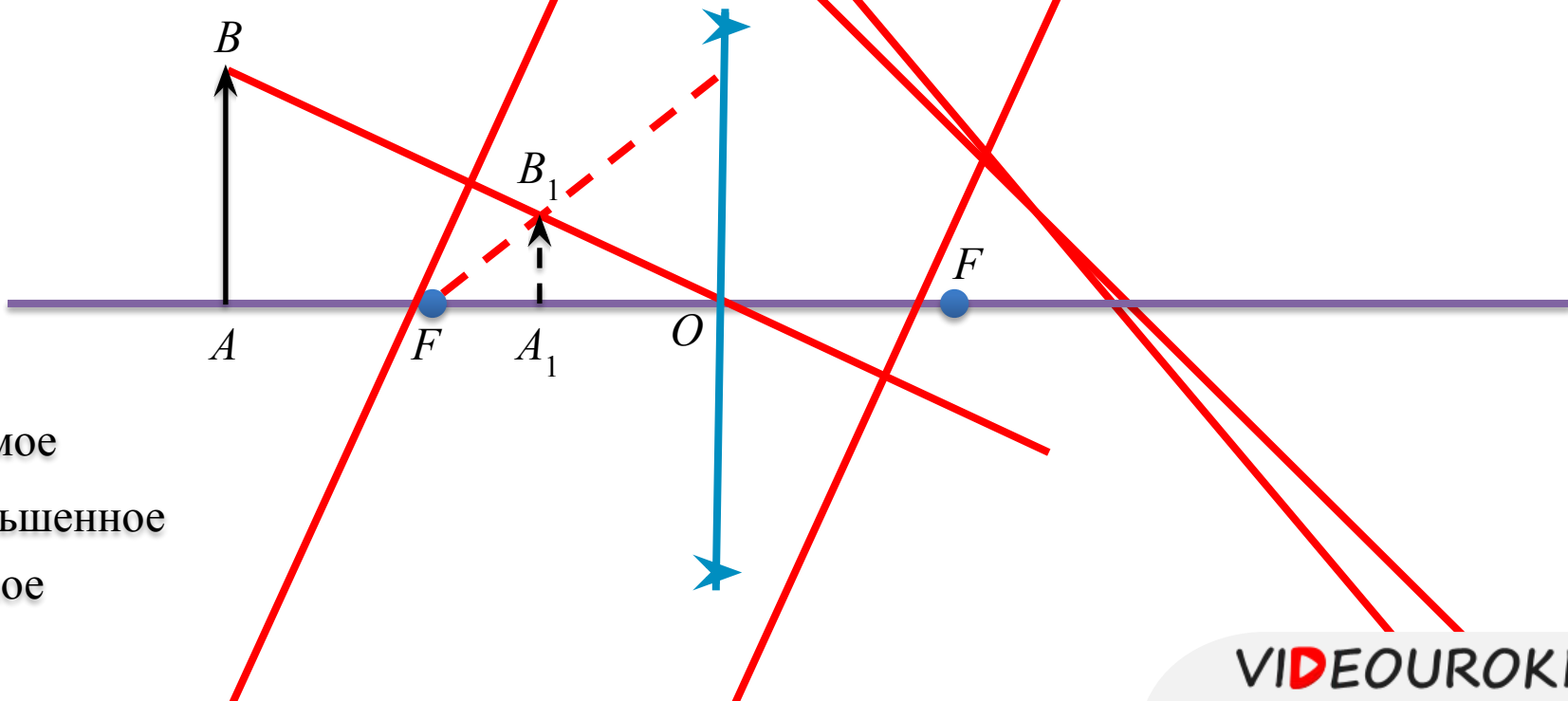
$d$  — расстояние от предмета до линзы,  
 $f$  — расстояние от линзы до  
изображения.



Мнимое  
Прямое  
Увеличенное

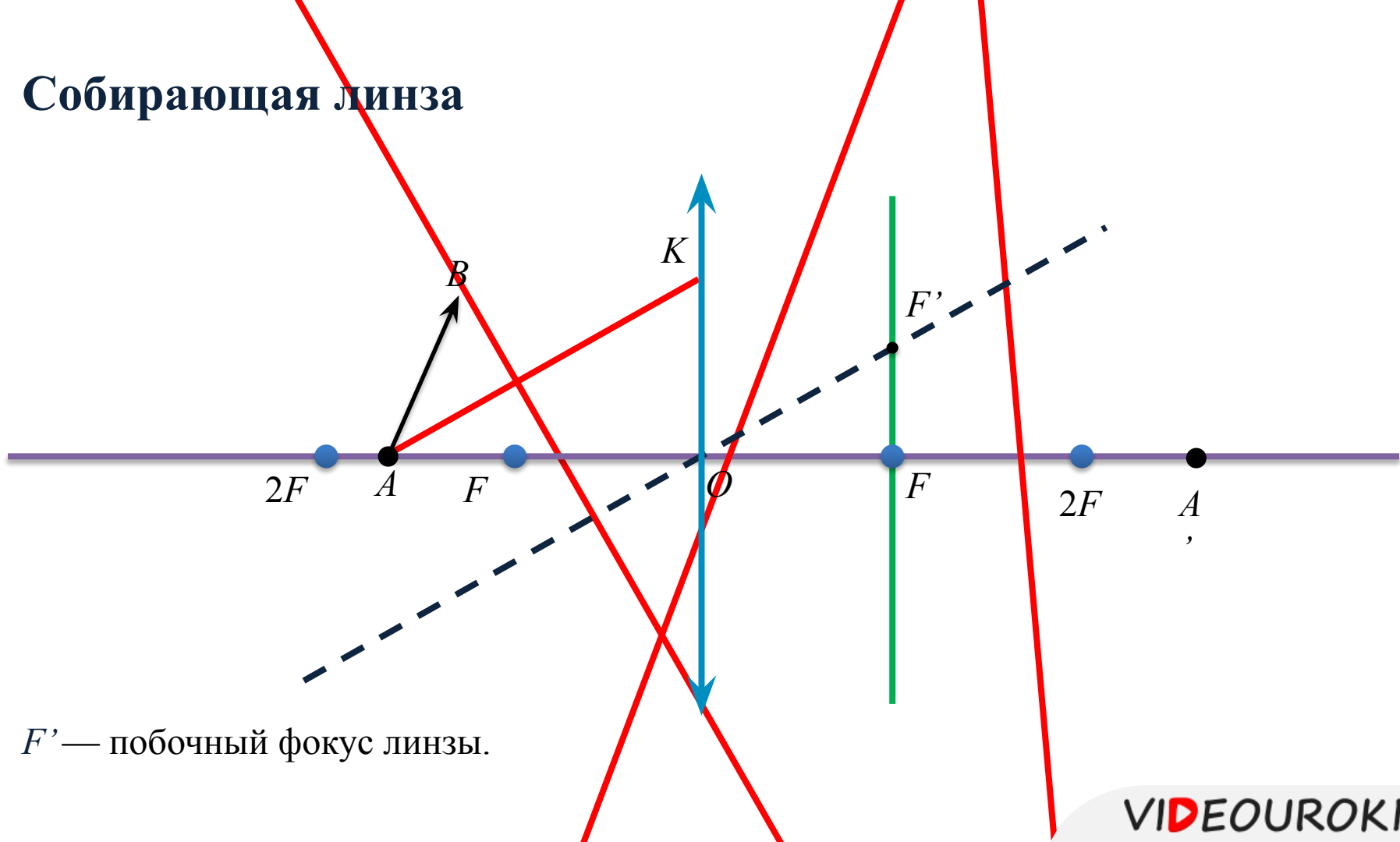
# Рассеивающая линза

$d$  — расстояние от предмета до линзы;  
 $f$  — расстояние от линзы до изображения.

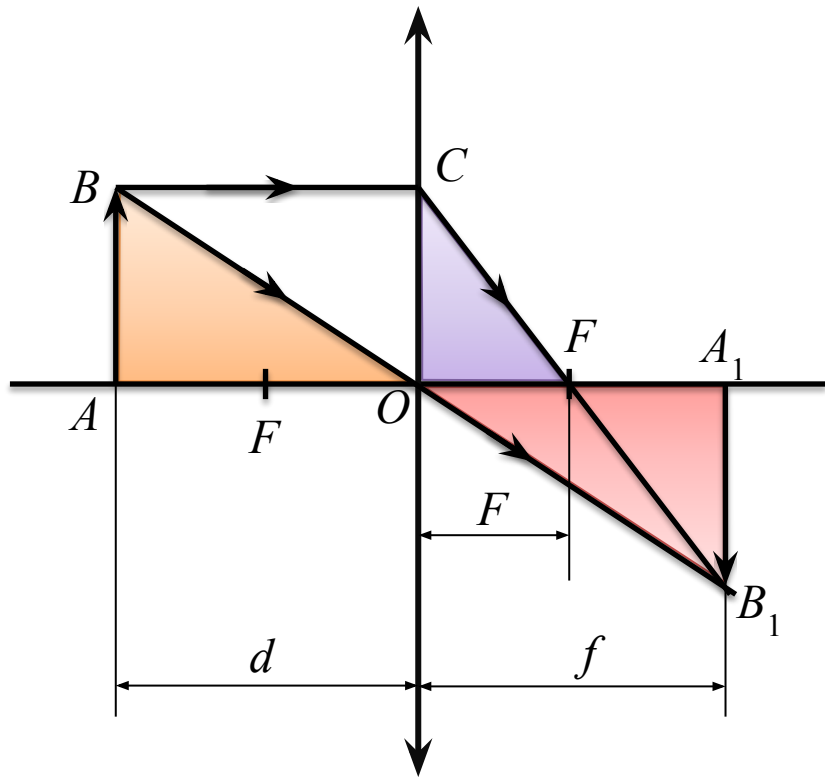


Мнимое  
Уменьшенное  
Прямое

# Собирающая линза



$F'$  — побочный фокус линзы.



$$\Delta A_1B_1F \sim \Delta OCF \Rightarrow \frac{A_1B_1}{CO} = \frac{A_1F}{OF}$$

$$\Delta ABO \sim \Delta A_1B_1O \Rightarrow \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{A_1O}{AO}$$

$$AB = CO$$

$$\frac{A_1F}{OF} = \frac{A_1O}{AO} \Rightarrow \frac{f-F}{F} = \frac{f}{d} \Rightarrow \frac{f}{F} - 1 = \frac{f}{d}$$

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

**Формула тонкой линзы**





Иоганн Кеплер

## Формула тонкой линзы

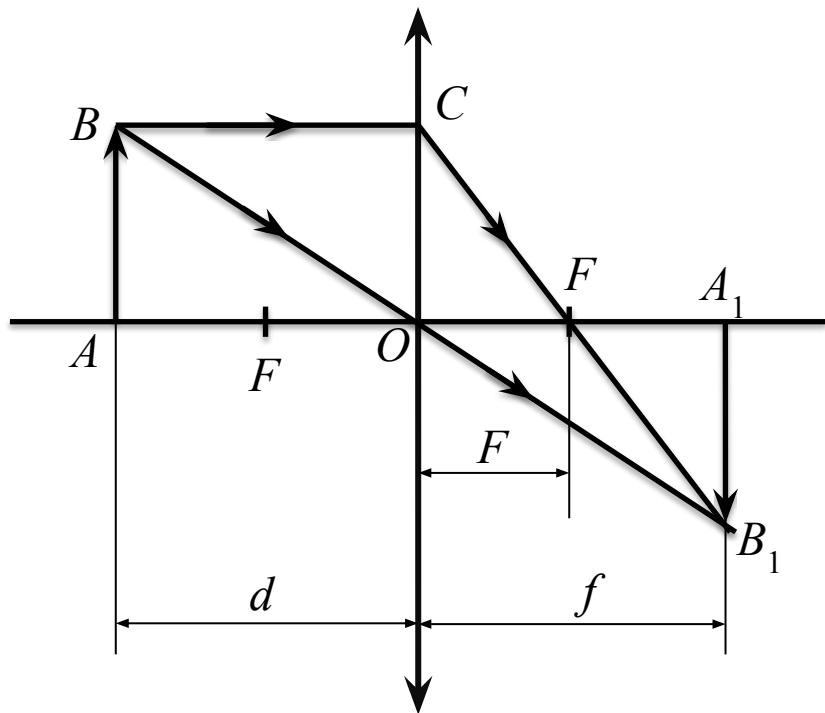
$$\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$$

**Оптическая сила линзы** — это величина, равная обратному фокусному расстоянию линзы, выраженному в метрах.

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

$$[D] = [\text{дптр}]$$

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

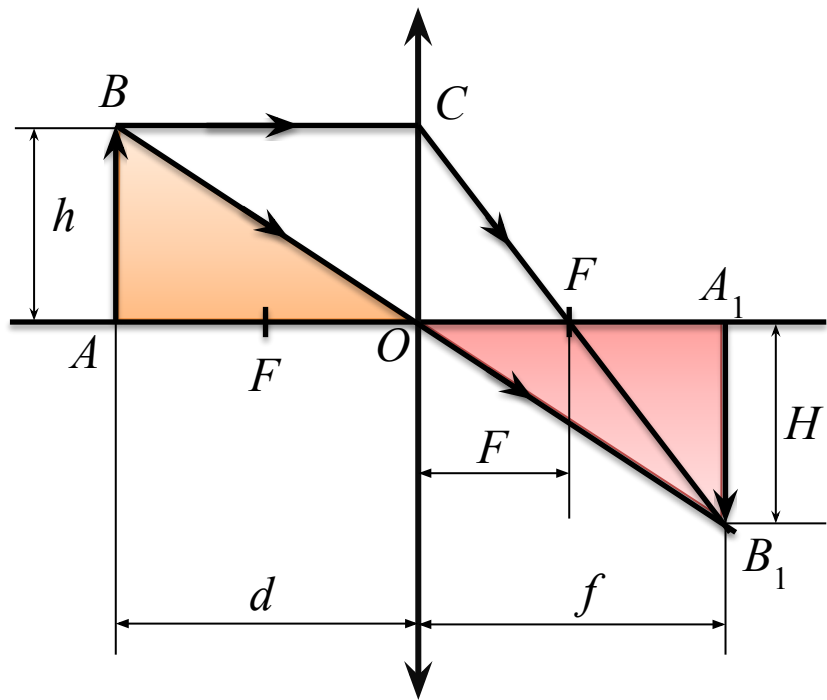


## Правило знаков:

Для собирающей линзы, действительных источника и изображения, фокусное расстояние, расстояние от предмета до линзы и от линзы до изображения считают **положительными**.

Для рассеивающей линзы, мнимых источника и изображения, фокусное расстояние, расстояние от предмета до линзы и от линзы до изображения считают **отрицательными**.

Источник является мнимым только в том случае, если на линзу падает пучок **сходящихся лучей**.



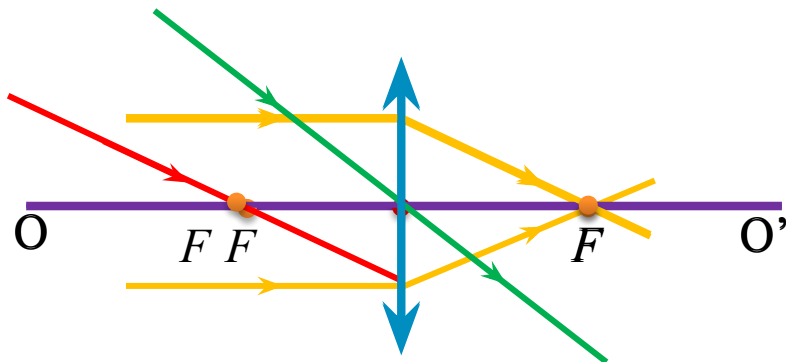
**Линейное увеличение линзы** — это отношение линейного размера изображения к линейному размеру предмета.

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

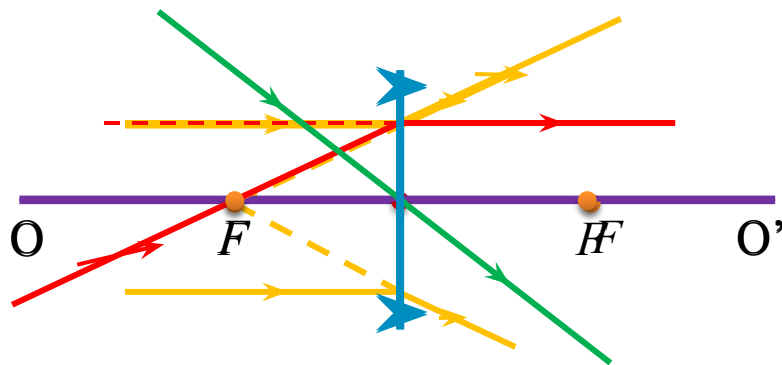
$$\Delta ABO \sim \Delta A_1B_1O \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

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

## Собирающая линза



## Рассеивающая линза



## Главные выводы

**Линзой** называется прозрачное тело, ограниченное криволинейными поверхностями.

**Оптическая сила линзы** — величина, обратная ее фокусному расстоянию.

**«Удобные» лучи:**

луч, проходящий через оптический центр;

луч, падающий на линзу параллельно главной оптической оси;

луч, проходящий через фокус.

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

— формула тонкой линзы.