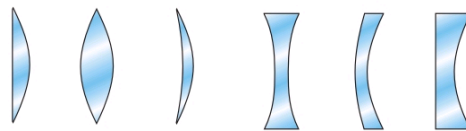
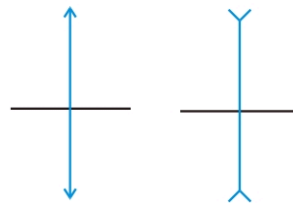


Тема 5.1.4 Линзы. Формула тонкой линзы. Оптические приборы.

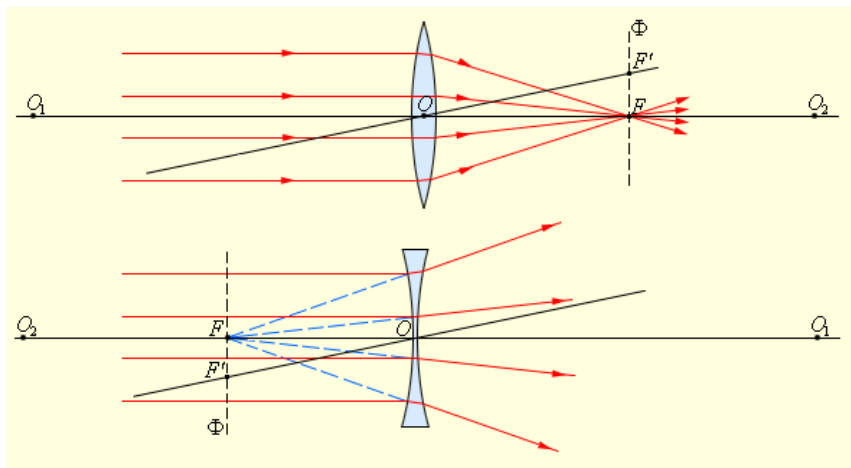
Линзой называется прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями. Если толщина самой линзы мала по сравнению с радиусами кривизны сферических поверхностей, то линзу называют **тонкой**.



Линзы входят в состав практически всех оптических приборов. Линзы бывают **собирающими** и **рассеивающими**. Собирающая линза в середине толще, чем у краев, рассеивающая линза, наоборот, в средней части тоньше.



Прямая, проходящая через центры кривизны O_1 и O_2 сферических поверхностей, называется **главной оптической осью** линзы. В случае тонких линз можно приближенно считать, что главная оптическая ось пересекается с линзой в одной точке, которую принято называть **оптическим центром** линзы O . Луч света проходит через оптический центр линзы, не отклоняясь от первоначального направления. Все прямые, проходящие через оптический центр, называются **побочными оптическими осями**



O_1 и O_2 – центры сферических поверхностей,

O_1O_2 – главная оптическая ось.

O – оптический центр.

F – главный фокус.

F' – побочный фокус.

OF' – побочная оптическая ось.

Φ – фокальная плоскость.

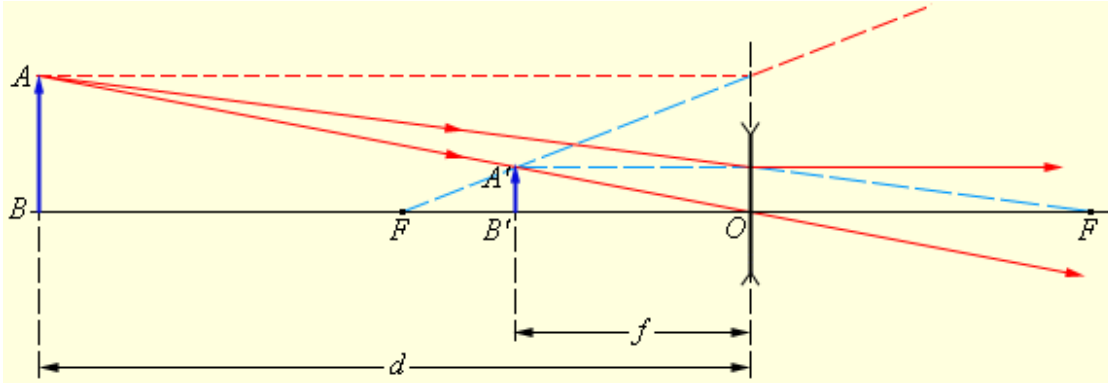
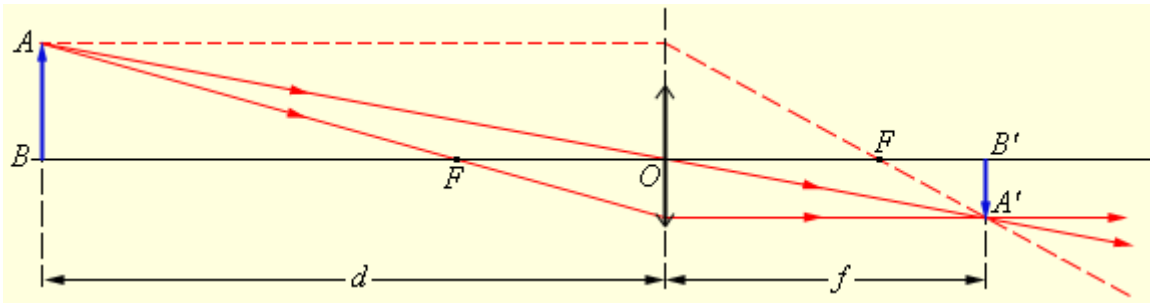
Если на линзу направить пучок лучей, параллельных главной оптической оси, то после прохождения через линзу лучи (или их продолжения) соберутся в одной точке F , которая называется **главным фокусом** линзы. У тонкой линзы имеются два главных фокуса, симметрично расположенных относительно линзы на главной оптической оси. У собирающих линз фокусы – действительные, у рассеивающих – мнимые. Пучки лучей, параллельных одной из побочных оптических осей, также фокусируются после прохождения через линзу в точку F' , которая расположена при пересечении побочной оси с **фокальной плоскостью** Φ , то есть плоскостью перпендикулярной главной оптической оси и проходящей через главный фокус. Расстояние между оптическим центром линзы O и главным фокусом F называется фокусным расстоянием. Оно обозначается той же буквой F .

Основное свойство линз – способность давать **изображения предметов**. Изображения бывают **прямыми** и **перевернутыми**, **действительными** и **мнимыми**, **увеличенными** и **уменьшенными**.

Для построения изображения используют свойства лучей, ход которых известен:

1. Луч, проходящий через оптический центр не преломляется.
2. Луч, идущий через один из фокусов линзы, после преломления идет параллельно главной оптической оси.
3. Луч, идущий параллельно главной оптической оси, после преломления идет через один из фокусов линзы.

Замечание: стандартные лучи, даже реально не участвующие в образовании изображения, могут быть использованы для построений.



Изображения можно также рассчитать с помощью **формулы тонкой линзы**. Если расстояние от предмета до линзы обозначить через d , а расстояние от линзы до изображения через f , то формулу тонкой линзы можно записать в виде:

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

Величину D , обратную фокусному расстоянию, называют **оптической силой** линзы. Единица измерения оптической силы является 1 **диоптрия** (дптр).

Фокусным расстояниям линз принято приписывать определенные знаки: для собирающей линзы $F > 0$, для рассеивающей $F < 0$.

Величины d и f также подчиняются определенному правилу знаков:

$d > 0$ и $f > 0$ – для действительных предметов (то есть реальных источников света, а не продолжений лучей, сходящихся за линзой) и изображений;

$d < 0$ и $f < 0$ – для мнимых источников и изображений.

В зависимости от положения предмета по отношению к линзе изменяются линейные размеры изображения. **Линейным увеличением** линзы Γ называют отношение линейных размеров изображения h' и предмета h .

$$\Gamma = \frac{h'}{h} = -\frac{f}{d}.$$

Величине h' , приписывают знаки плюс или минус в зависимости от того, является изображение прямым или перевернутым. Величина h всегда считается положительной. Поэтому для прямых изображений $\Gamma > 0$, для перевернутых $\Gamma < 0$.

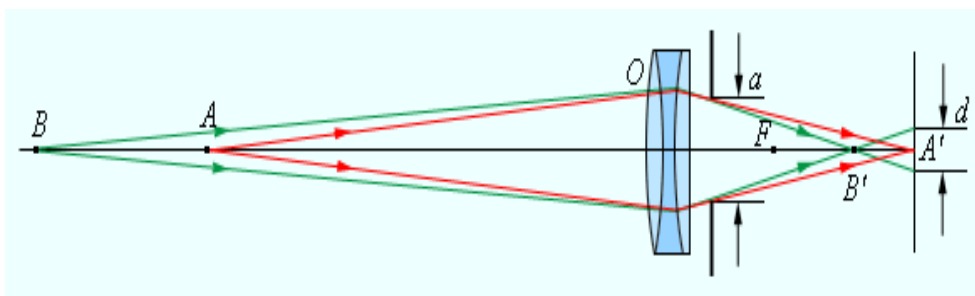
Реальным линзам свойственны некоторые дефекты. Один из них - сферическая аберрация. Она заключается в том, что выпуклая линза лучи, отстоящие далеко от главной оптической оси, собирает в точке (фокусе), расположенной ближе к линзе, чем близко прилегающие лучи: у вогнутой линзы — аналогичная картина.

Один из способов борьбы со сферической аберрацией — использование только параксиальных пучков, т. е. пучков, близких к главной оптической оси. Для этого линзу диафрагируют, пропуская через нее более узкий пучок. Но этим уменьшается энергия пучка и освещенность изображения.

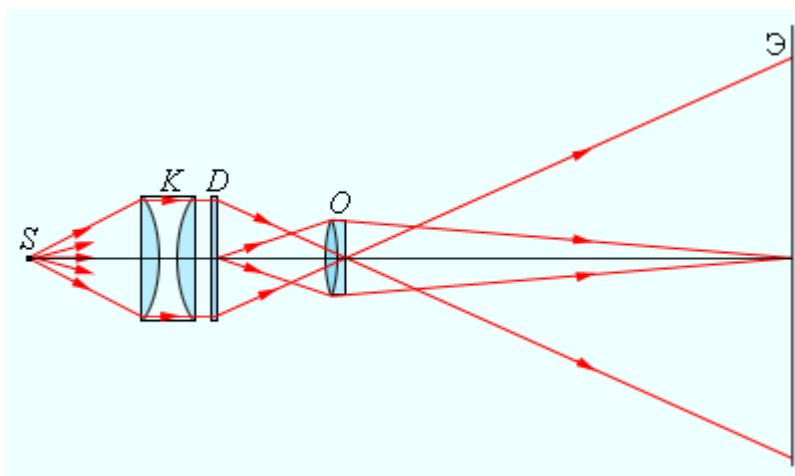
Формирование собирающей линзой действительного изображения предмета используется во многих оптических приборах, таких как фотоаппарат, проектор и т. д.

Оптические приборы.

Фотоаппарат представляет собой замкнутую светонепроницаемую камеру. Изображение фотографируемых предметов создается на фотопленке системой линз, которая называется **объективом**. Специальный затвор позволяет открывать объектив на время экспозиции.

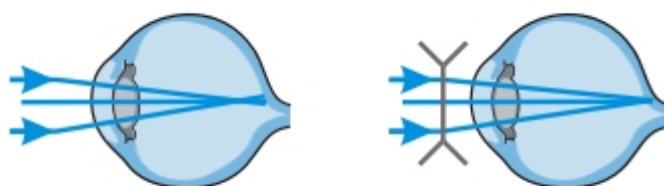


Проекционный аппарат предназначен для получения крупномасштабных изображений. Объектив O проектора фокусирует изображение плоского предмета (диапозитив D) на удаленном экране \mathcal{E} . Система линз K , называемая **конденсором**, предназначена для того, чтобы сконцентрировать свет источника S на диапозитиве.

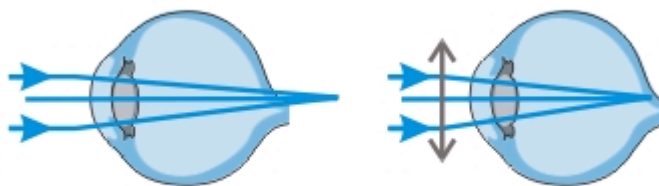


На экране \mathcal{E} создается действительное увеличенное перевернутое изображение. Увеличение проекционного аппарата можно менять, приближая или удаляя экран \mathcal{E} с одновременным изменением расстояния между диапозитивом D и объективом O .

Глаз.



Близорукость и её корректирование



Дальнозоркость и её корректирование