Прозрачное тело, ограниченное криволинейными поверхностями, называют линзой.

Простейшая линза — сферическая.

Виды линз. Линза может быть ограничена двумя выпуклыми сферическими поверхностями (двояковыпуклая линза — рис. 7.30, а), выпуклой сферической поверхностью и плоскостью (плоско-выпуклая линза — рис. 7.30, б), выпуклой и вогнутой сферическими поверхностями (вогнуто-выпуклая линза — рис. 7.30, в).

Линзы, которые посредине толще, чем у краёв, называются выпуклыми.

Линзы, которые посредине тоньше, чем у краёв, называются вогнутыми.

На рисунке 7.31 изображено три вида вогнутых линз: двояковогнутая — а, плоско-вогнутая — б и выпукло-вогнутая — в.

Тонкая линза. Тонкая линза — это физическая модель реальной линзы.

Тонкой линзой называют такую линзу, толщина которой I = АВ пренебрежимо мала по сравнению с радиусами Д, и R2 сферических поверхностей линзы (рис. 7.32) и расстоянием предмета от линзы.

Точки А и В — вершины сферических сегментов — расположены в тонкой линзе столь близко друг от друга, что их можно принять за одну точку, которую называют оптическим центром линзы и обозначают буквой О.

Прямую 0,02, проходящую через центры сферических поверхностей, которые ограничивают линзу, называют её главной оптической осью. Любую другую прямую, проходящую через оптический центр, называют побочной оптической осью (рис. 7.33).

В дальнейшем, говоря о линзе, мы всегда будем подразумевать тонкую линзу. Главная оптическая ось тонкой линзы проходит через оптический центр. Луч света, который проходит через оптический центр линзы, не изменяет своего направления, а только смещается, но, так как линза тонкая, этим смещением можно пренебречь.

Изображение в линзе. Подобно плоскому зеркалу, линза создаёт изображения источников света. Это означает, что свет, исходящий из какой-либо точки предмета (источника), после преломления в линзе снова собирается в одну точку (изображение) независимо от того, через какую часть линзы прошли лучи. Если по выходе из линзы лучи сходятся, они образуют действительное изображение. В случае же, когда прошедшие через линзу лучи расходятся, то пересекаются в одной точке не сами эти лучи, а лишь их продолжения. Изображение в этом случае мнимое. Его можно наблюдать глазом непосредственно или с помощью оптических приборов.

Собирающая линза. Обычно линзы изготавливают из стекла. Выпуклые линзы в воздухе являются собирающими. Любую из них схематично можно себе представить как совокупность стеклянных призм (рис. 7.34). В воздухе каждая призма отклоняет лучи к основанию. Все лучи, идущие через линзу, отклоняются в сторону её главной оптической оси.

Точка, в которой пересекаются после преломления в собирающей линзе лучи, падающие на неё параллельно главной оптической оси, называется главным фокусом линзы. Эту точку обозначают буквой F (рис. 7.35, а).

Пучки, параллельные главной оптической оси, можно направить на линзу и с противоположной стороны. Точка, в которой они сойдутся, пройдя линзу, будет другим главным фокусом (рис. 7.35, б).

Таким образом, у линзы два главных фокуса. В однородной среде они располагаются по обе стороны линзы на одинаковых расстояниях от неё.

Расстояние от главных фокусов до оптического центра линзы называется фокусным расстоянием линзы; его обозначают буквой F (той же буквой, что и фокус).

Направим три узких параллельных пучка лучей от осветителя под углом к главной оптической оси линзы. Мы увидим, что пересечение лучей произойдёт не в главном фокусе, а в другой точке (рис. 7.36, а). Эта точка находится в плоскости, перпендикулярной главной оптической оси и проходящей через главный фокус.

Плоскость, которой принадлежат точки пересечения преломлённых пучков лучей независимо от углов, образуемых этими пучками с главной оптической осью, называют фокальной плоскостью (рис. 7.36, б).

Пересечение лучей, параллельных побочной оптической оси, происходит в точке её пересечения с фокальной плоскостью (см. рис. 7.36, б).

Поместив светящуюся точку в фокусе линзы (или в фокальной плоскости), получим после преломления параллельные лучи (рис. 7.37).

Если сместить источник дальше от фокуса линзы, лучи за линзой становятся сходящимися и дают действительное изображение (рис. 7.38, а). Когда же источник находится между фокусом и оптическим центром линзы, преломлённые лучи расходятся и изображение получается мнимым (рис. 7.38, б).

Рассеивающая линза. Вогнутые линзы, находящиеся в оптически менее плотной среде (по сравнению с материалом линзы), являются рассеивающими. Направив на такую линзу лучи параллельно главной оптической оси, мы получим расходящийся пучок лучей. Их продолжения пересекаются в главном фокусе рассеивающей линзы.

В этом случае главный фокус является мнимым (рис. 7.39, а) и расположен на расстоянии F от линзы. Другой мнимый главный фокус находится по другую сторону линзы на таком же расстоянии, если среда по обе стороны линзы одна и та же (рис. 7.39, б).

Оптическая сила линзы.

Величину, обратную фокусному расстоянию, называют оптической силой линзы. Её обозначают буквой D:

D > 0, если линза собирающая, D < 0, если линза рассеивающая.

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

Оптическую силу D линз выражают в диоптриях (дптр). Оптической силой в 1 дптр обладает линза с фокусным расстоянием 1 м.

Построение изображений в линзе. Свойства тонкой линзы определяются главным образом расположением её фокусов. Это означает, что, зная расстояние от источника света до линзы и её фокусное расстояние (положения фокусов), можно найти расстояние до изображения, не рассматривая ход лучей внутри линзы.

Поэтому нет необходимости изображать на чертеже точный вид сферических поверхностей линзы. Собирающую линзу обозначают символом, показанным на рисунке 7.40, а, а рассеивающую — символом, приведённым на рисунке 7.40, б.

Нам уже известно, что 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, фокусы и оптический центр которой заданы, мы будем пользоваться в основном тремя видами «удобных» лучей. Как было выяснено, лучи, параллельные главной оптической оси, преломившись в линзе, проходят через её фокус. Из обратимости хода лучей следует, что лучи, идущие к линзе через её фокус, после преломления будут направлены параллельно главной оптической оси. Наконец, лучи, проходящие через оптический центр линзы, не меняют своего направления.

Построим изображение предмета АВ (рис. 7.41). Чтобы найти изображение точки А, направим луч АС параллельно главной оптической оси. После преломления он пройдёт через фокус линзы. Другой луч — AD можно направить через фокус. После преломления он пройдёт параллельно главной оптической оси. В точке пересечения этих двух преломлённых лучей будет находиться изображение Ах точки А. Так же можно построить и все остальные точки изображения. Не следует только думать, что изображение создаётся двумя или тремя лучами; оно формируется всем бесчисленным множеством лучей, вышедших из точки А и собравшихся в точке Ах. В частности, в точку Ах попадает луч АОАх, прошедший через оптический центр О линзы. Таким образом, для построения изображения точки можно использовать любые два из трёх «удобных» лучей, ход которых через линзу известен: 1) луч, проходящий через оптический центр; 2) луч, падающий на линзу параллельно главной оптической оси; 3) луч, проходящий через фокус.

Изображение предмета АВ в этом случае будет действительным, перевёрнутым, увеличенным.

Рассмотрим ещё случай, когда необходимо построить изображение точки, расположенной на главной оптической оси. Трудность заключается в том, что все три «удобных» луча сливаются в один луч SF, совпадающий с главной оптической осью. Поэтому необходимо определить ход произвольного луча SB (рис. 7.42), попавшего на линзу в точке В.

Для построения преломлённого луча проведём побочную оптическую ось PQ, параллельную лучу SB. Затем построим фокальную плоскость и найдём точку С пересечения фокальной плоскости с побочной оптической осью. Через эту точку и пройдёт преломлённый луч ВС. Таким образом, построен ход двух лучей, выходящих из точки S. После преломления в линзе эти лучи расходятся. Изображение Sj точки S будет мнимым, так как источник расположен между фокусом и линзой.