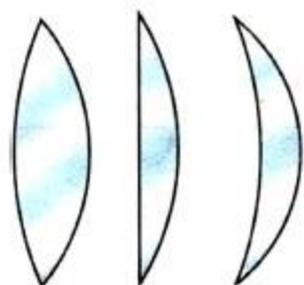


## Линза

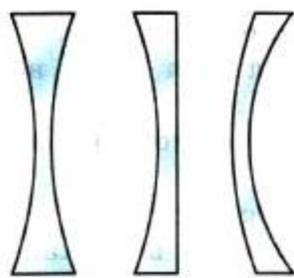
Прозрачное тело, ограниченное сферическими поверхностями, называют **линзой**.

**Виды линз.** Линза может быть ограничена двумя выпуклыми сферическими поверхностями (двояковыпуклая линза — рис. 8.24, а), выпуклой сферической поверхностью и плоскостью (плосковыпуклая линза — рис. 8.24, б), выпуклой и вогнутой сферическими поверхностями (вогнуто-выпуклая линза — рис. 8.24, в). Эти линзы посередине толще, чем у краев, и все они называются **выпуклыми**.

Линзы, которые посередине тоньше, чем у краев, называются **вогнутыми**. На рисунке 8.25 изображены три вида вогнутых линз: двояковогнутая — а, плосковогнутая — б и выпукло-вогнутая — в.



а) б) в)  
Рис. 8.24



а) б) в)  
Рис. 8.25

Тонкая линза. Мы рассмотрим наиболее простой случай, когда толщина линзы  $l = AB$  пренебрежимо мала по сравнению с радиусами  $R_1$  и  $R_2$  сферических поверхностей линзы (рис. 8.26) и расстоянием предмета от линзы. Таковую линзу называют тонкой линзой. В дальнейшем, говоря о линзе, мы всегда будем подразумевать тонкую линзу.

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. Луч света, который проходит через оптический центр линзы, не изменяет своего направления, а только смещается, но, так как линза тонкая, этим смещением можно пренебречь.

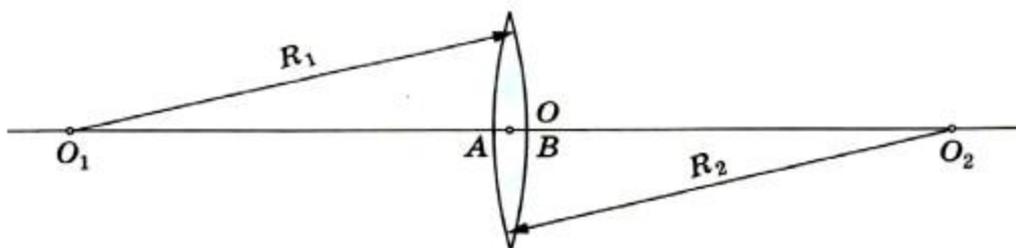


Рис. 8.26

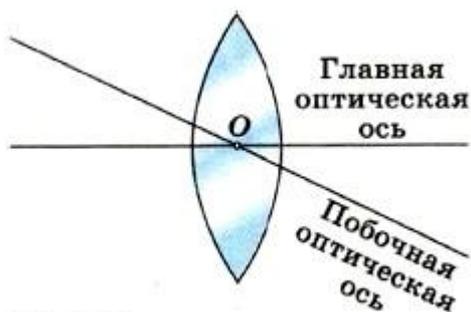


Рис. 8.27

Прямую  $O_1O_2$  (см. рис. 8.26), проходящую через центры сферических поверхностей, которые ограничивают линзу, называют ее **главной оптической осью**. Главная оптическая ось тонкой линзы проходит через оптический центр. Любую другую прямую, проходящую через оптический центр, называют **побочной оптической осью** (рис. 8.27).

**Изображение в линзе.** Подобно плоскому зеркалу, линза создает 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<sup>1</sup>. Изображение в этом случае мнимое. Его можно наблюдать глазом непосредственно или с помощью оптических приборов.

<sup>1</sup> Лучи или их продолжения будут пересекаться практически в одной точке, если они образуют малые углы с главной оптической осью.

**Собирающая линза.** Обычно линзы изготавливают из стекла. Выпуклые линзы являются собирающими. Любую из них схематично можно себе представить как совокупность стеклянных призм (рис. 8.28). В воздухе каждая призма отклоняет лучи к основанию. Все лучи, идущие через линзу, отклоняются в сторону ее главной оптической оси.

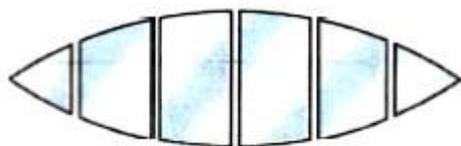


Рис. 8.28

Точка, в которой пересекаются после преломления в собирающей линзе лучи, падающие на нее параллельно главной оптической оси, называется **главным фокусом линзы**. Эту точку обозначают буквой  $F$  (рис. 8.29, 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. 8.29, б).

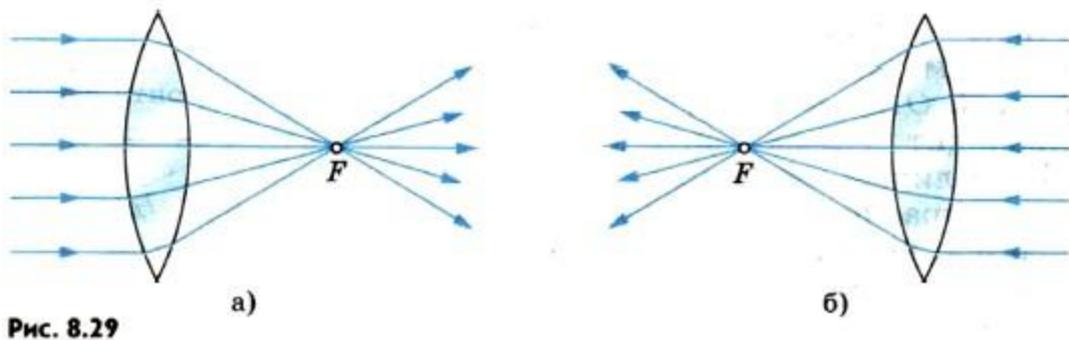


Рис. 8.29

Таким образом, у линзы два главных фокуса. В однородной среде они располагаются по обе стороны линзы на одинаковых расстояниях от нее. Эти расстояния называются 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 произойдет не в главном фокусе, а в другой точке (рис. 8.30, а). Но примечательно то, что точки пересечения независимо от углов, образуемых этими пучками с главной оптической осью, располагаются в плоскости, перпендикулярной главной оптической оси линзы и проходящей через главный фокус (рис. 8.30, б). Эту плоскость называют **фокальной плоскостью**.

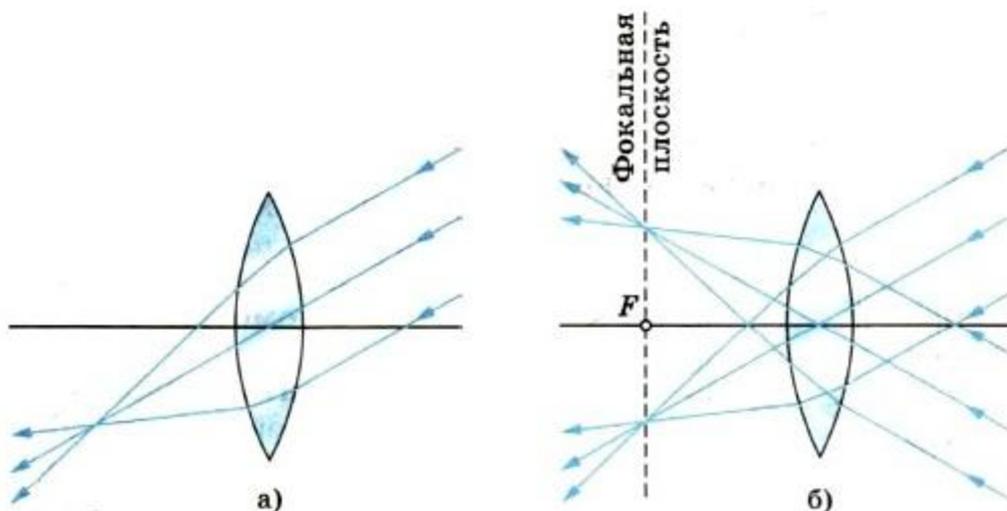


Рис. 8.30

Поместив светящуюся точку в фокусе линзы (или в любой точке ее фокальной плоскости), получим после преломления параллельные лучи (рис. 8.31).

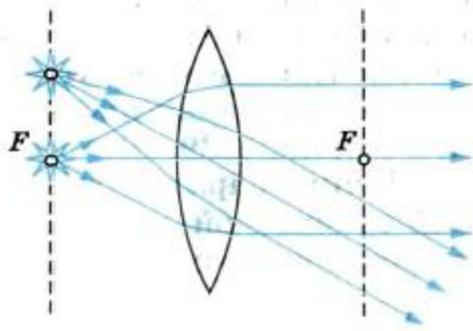


Рис. 8.31

Если сместить источник дальше от фокуса линзы, лучи за линзой становятся сходящимися и дают действительное изображение (рис. 8.32, а). Когда же источник находится ближе фокуса, преломленные лучи расходятся и изображение получается мнимым (рис. 8.32, б).

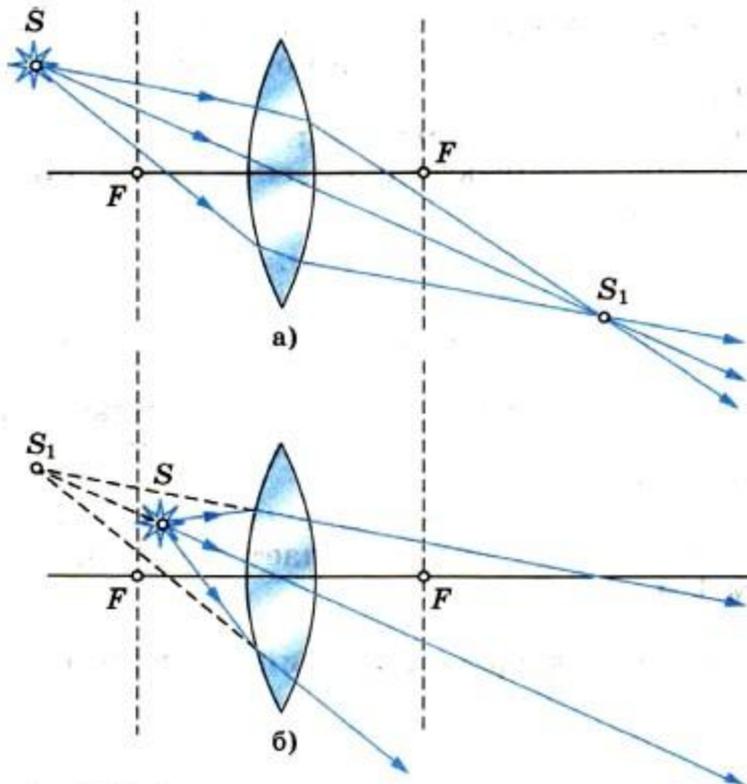


Рис. 8.32

**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. 8.33) 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. 8.34).

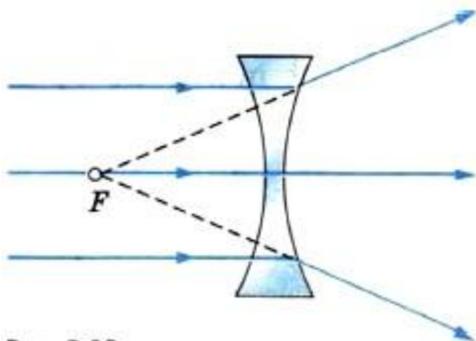


Рис. 8.33

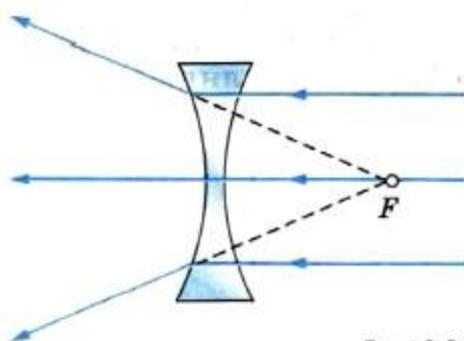


Рис. 8.34

**Оптическая сила линзы.** Величину, обратную фокусному расстоянию, называют оптической силой линзы. Ее обозначают буквой  $D$ :

$$D = \pm \frac{1}{|F|}.$$

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

Чем ближе к линзе ее 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.

---

Основной характеристикой линзы является ее оптическая сила.

## Построение изображения в линзе

Рассмотрим способы построения изображения в линзе.

Свойства тонкой линзы определяются главным образом расположением ее фокусов. Это означает, что, зная расстояние от источника света до линзы и ее фокусное расстояние (положение 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 8.35, а рассеивающую — символом, приведенным на рисунке 8.36.

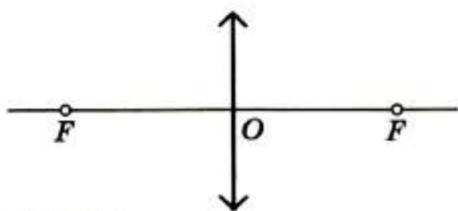


Рис. 8.35

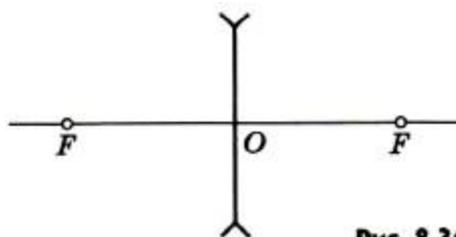


Рис. 8.36

Нам уже известно, что все лучи, вышедшие из какой-либо точки предмета, пройдя сквозь линзу, пересекаются также в одной точке. Именно поэтому тонкая линза дает 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 в предыдущем параграфе, лучи, параллельные главной оптической оси, преломившись в линзе, проходят через ее фокус. Из обратимости хода лучей следует, что лучи, идущие к линзе через ее 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. 8.37). Чтобы найти изображение точки А, направим луч АС параллельно главной оптической оси. После преломления он пройдет через фокус линзы. Другой луч — АД можно направить через фокус. После преломления он пройдет параллельно главной оптической оси. В точке пересечения этих двух преломленных лучей будет находиться изображение  $A_1$  точки А. Так же можно построить и все остальные точки изображения. Не следует только думать, что изображение создается двумя или тремя лучами; оно формируется всем бесчисленным

множеством лучей, вышедших из точки  $A$  и собравшихся в точке  $A_1$ . В частности, в точку  $A_1$  попадает луч  $AOA_1$ , прошедший через оптический центр  $O$  линзы. Таким образом, для построения изображения точки можно использовать любые два из трех «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  $AB$  в этом случае будет действительным, перевернутым, увеличенным.

Рассмотрим еще 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. 8.38), попавшего на линзу в точке  $B$ .

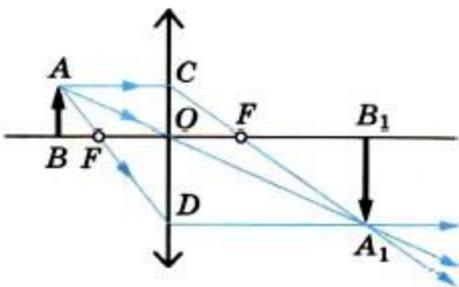


Рис. 8.37

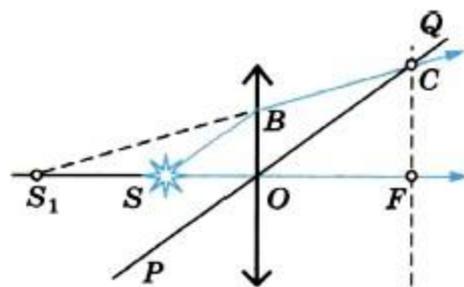


Рис. 8.38

Для построения преломленного луча проведем побочную оптическую ось  $PQ$ , параллельную лучу  $SB$ . Затем построим фокальную плоскость и найдем точку  $C$  пересечения фокальной плоскости с побочной оптической осью. Через эту точку и пройдет преломленный луч  $BC$ . Таким образом, построен ход двух лучей, выходящих из точки  $S$ . После преломления в линзе эти лучи расходятся. Изображение  $S_1$  точки  $S$  будет мнимым, так как источник расположен между фокусом и линзой.

Для построения изображения можно использовать два из трех «удобных» лучей.

## **ЗАДАНИЕ**

**1. Изучив тему, подробно записать конспект в рабочую тетрадь.**

**<https://www.youtube.com/watch?v=ncQn2ujY4-E>**

**2. Линзы и их применение посмотреть на**

**<https://www.youtube.com/watch?v=87eYO-f6Tkc>**

**4. Адрес моей электронной почты: [elenakutuzova8@yandex.ru](mailto:elenakutuzova8@yandex.ru)**