

## **§ 1.19. ФОКУСНОЕ РАССТОЯНИЕ И ОПТИЧЕСКАЯ СИЛА ЛИНЗЫ**

*Введем понятие фокуса линзы и вычислим фокусное расстояние.*

### **Фокусы и фокусное расстояние**

Из формулы (1.18.3) следует, что при удалении источника от линзы изображение приближается к линзе. Когда же источник удалится настолько, что лучи от него, падающие на линзу,

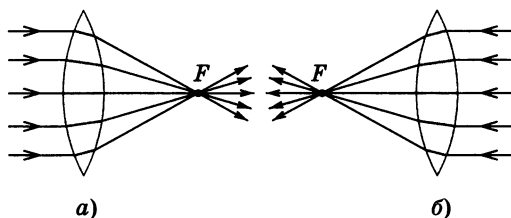


Рис. 1.93

можно считать параллельными ( $d \rightarrow \infty$  или  $\frac{1}{d} \rightarrow 0$ ), изображение окажется в точке, расстояние до которой определится из уравнения

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Эту точку называют **главным фокусом** линзы и обозначают буквой  $F$  (рис. 1.93, *a*)\*.

**Главным фокусом линзы** называют точку, в которой пересекаются после преломления линзой лучи, падающие на нее **параллельно главной оптической оси**.

Лучи, параллельные главной оптической оси, можно направить на линзу и с противоположной стороны. Точка, в которой они сойдутся, пройдя линзу, является другим **главным фокусом** (рис. 1.93, *b*).

Следовательно, у линзы два главных фокуса. В однородной среде они располагаются по обе стороны линзы на одинаковом расстоянии от нее. Это расстояние называется **фокусным расстоянием** линзы и также обозначается буквой  $F$ :

$$F = \frac{1}{(n - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}. \quad (1.19.1)$$

Отрицательное значение  $F$  (рассеивающая линза) означает, что фокус мнимый, т. е. лучи, падающие на линзу параллельно главной оптической оси, после преломления пойдут расходящимся пучком. В главном мнимом фокусе сойдутся не сами преломленные лучи, а их продолжения (рис. 1.94, *a*). У рассеиваю-

---

\* Так как ход световых лучей обратим, то, поместив источник в главный фокус линзы, мы получим после преломления параллельный пучок лучей.

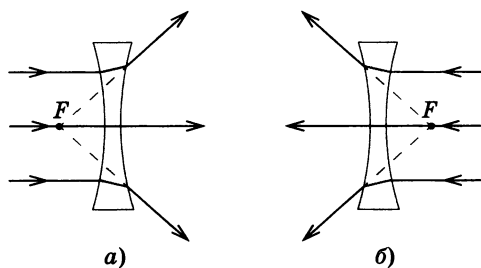


Рис. 1.94

щей линзы тоже два фокуса. Второй мнимый главный фокус находится по другую сторону линзы на таком же расстоянии, если среда по обе стороны линзы одна и та же (рис. 1.94, б).

### Фокальная плоскость

Плоскость, проведенная через главный фокус линзы перпендикулярно к главной оптической оси, называется **фокальной плоскостью** линзы. Так как у линзы два главных фокуса, то линза имеет и две фокальные плоскости, расположенные по обе стороны линзы (рис. 1.95).

Фокальная плоскость обладает замечательным свойством. Когда на собирающую линзу падает пучок лучей, параллельных какой-либо побочной оптической оси, то после преломления в линзе он сходится на соответствующей побочной оптиче-

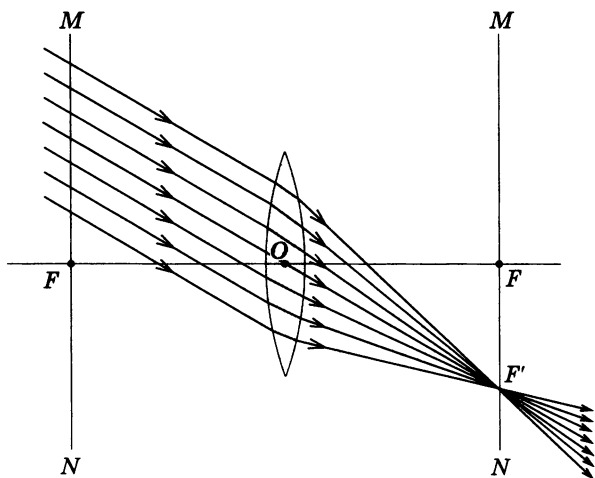


Рис. 1.95

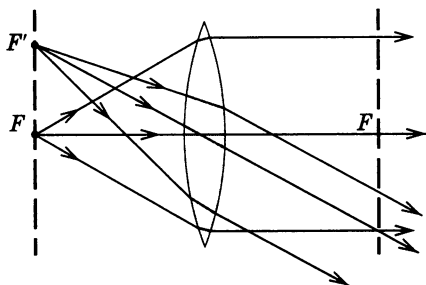


Рис. 1.96

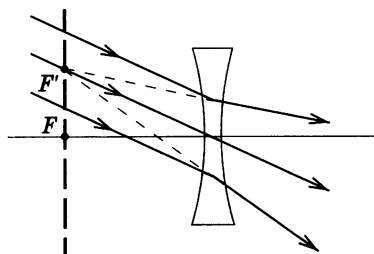


Рис. 1.97

ской оси в точке  $F'$  ее пересечения с фокальной плоскостью (см. рис. 1.95). Если же в точке  $F'$ , взятой на фокальной плоскости, поместить точечный источник света, то после преломления в линзе мы получим параллельные лучи (рис. 1.96).

Лучи, падающие параллельно побочной оси на рассеивающую линзу, расходятся так, что их продолжения сходятся на побочной оси в точке ее пересечения  $F'$  с фокальной плоскостью (рис. 1.97). Фокальная плоскость рассеивающей линзы является мнимой. Этих плоскостей у линзы тоже две.

### Оптическая сила линзы

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

$$D = \frac{1}{F}. \quad (1.19.2)$$

Чем ближе к линзе лежат ее фокусы, тем сильнее линза преломляет лучи, собирая или рассеивая их, и тем больше абсолютное значение оптической силы линзы.

Оптическую силу линз выражают, как и оптическую силу сферических зеркал, в д и о п т р и я х (дптр). Оптической силой в 1 дптр обладает линза с фокусным расстоянием 1 м.

Используя понятие фокусного расстояния или понятие оптической силы, можно формулу тонкой линзы записать значительно проще:

$$\boxed{\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}} \quad (1.19.3)$$

или

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D. \quad (1.19.4)$$

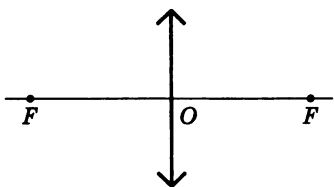


Рис. 1.98

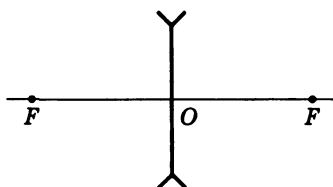


Рис. 1.99

Таким образом, зная расстояние от источника до линзы и фокусное расстояние (положения фокусов), можно определить расстояние до изображения, не прибегая к рассмотрению хода лучей внутри линзы. В связи с этим отпадает надобность изображать на чертеже точный вид сферических поверхностей линзы. Собирающую линзу представляют символом, показанным на рисунке 1.98, а рассеивающую — символом, показанным на рисунке 1.99.

### Правило знаков при использовании формулы тонкой линзы

При использовании формулы (1.19.3) знаки перед членами ставятся по тому же принципу, как и в случае сферического зеркала. Если линза собирающая, то ее фокус действительный и перед членом  $\frac{1}{F}$  ставится знак плюс.

В случае рассеивающей линзы перед этим членом ставится знак минус. Перед членом  $\frac{1}{f}$  ставится знак плюс, если изображение действительное, и знак минус, если изображение мнимое.

В том случае, когда  $F$  или  $f$  неизвестны, перед членами  $\frac{1}{F}$  или  $\frac{1}{f}$  ставится знак плюс.

Если в результате вычислений фокусного расстояния или расстояния до изображения получается отрицательная величина, то это означает, что фокус или изображение является мнимым\*.

---

\* Сказанное относится и к величине  $d$ . Мнимым источником называют точку, где сходятся продолжения лучей, падающих на линзу сходящимся пучком. Для мнимого источника  $d < 0$ .