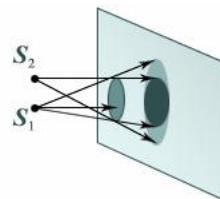


Геометрическая оптика

В начале XVII в. в физике сформировался раздел, называемый *геометрической оптикой*, который с помощью прямолинейного хода лучей в однородной среде и их преломления на границах раздела сред описывает принципы формирования изображений на сетчатке глаза или на экране.

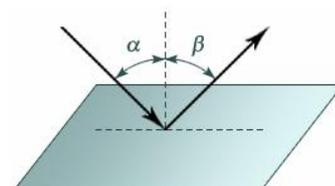
1. Закон прямолинейного распространения света: в однородной среде свет распространяется прямолинейно.

Чаще всего прямолинейное распространение света мы наблюдаем в воде или в воздухе, которые считаем однородными. Прямолинейность распространения света проявляется в образовании тени от непрозрачного тела, если его освещают точечным источником света. Если тот же предмет освещают двумя точечными источниками света S_1 и S_2 или одним протяженным источником, то на экране возникают участки, которые освещены частично и носят название *полутени*. Примером образования тени и полутени в природе является солнечное затмение.



2. Закон отражения света: при отражении пучка света от гладкой поверхности можно обнаружить, что луч падающий и луч отраженный лежат в одной плоскости с перпендикуляром к границе раздела сред, восстановленным в точке падения. Угол падения α равен углу отражения β :

$$\alpha = \beta.$$



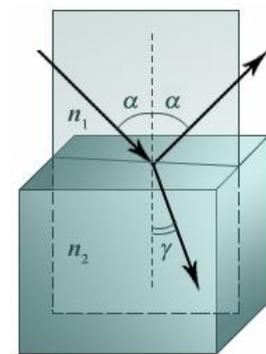
3. Закон преломления света: при падении пучка света луч падающий и луч преломленный лежат в одной плоскости с перпендикуляром к границе раздела двух сред, восстановленным в точке падения. Между углом преломления γ и углом падения α выполняется следующее соотношение:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{или} \quad n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \gamma$$

где n_1 и n_2 – абсолютные показатели преломления двух сред.

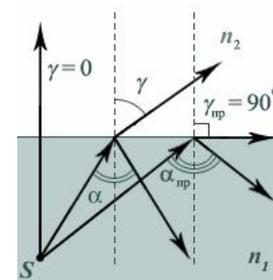
Абсолютный показатель преломления n среды показывает, как будет преломляться луч на границе среда – вакуум. Таким образом, вакуум выступает в качестве некой абсолютной среды, которая используется для характеристики различных других сред. Абсолютный показатель преломления связан со скоростью света в среде v и скоростью света в вакууме c :

$$n = c/v.$$



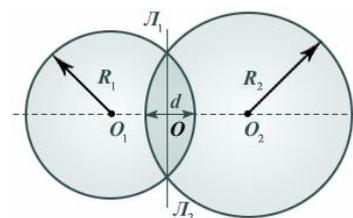
Явление полного внутреннего отражения от границы двух сред

Если источник света находится в среде с показателем преломления n_1 , то испускаемые им лучи, достигая границы данной среды со средой, характеризуемой показателем преломления $n_2 < n_1$, преломляются так, что угол преломления γ больше угла падения α . При этом часть падающего света, как на любой границе раздела, отражается в среду с показателем преломления n_1 . Если значение угла падения $\alpha_{\text{пр}}$ таково, что угол преломления $\gamma_{\text{пр}} = 90^\circ$, то свет не выходит в среду с показателем преломления $n_2 < n_1$, а полностью отражается в среду, где находится источник. Такое явление называется явлением **полного внутреннего отражения**, а угол $\alpha_{\text{пр}}$, соответствующий углу преломления $\gamma = 90^\circ$, называется *предельным углом полного внутреннего отражения* и определяется равенством $\sin \alpha = \frac{n_2}{n_1}$. Полное внутреннее отражение наблюдается и при всех углах падения $\alpha > \alpha_{\text{пр}}$, что и объясняет название этого угла как предельного.



Линза. Формула тонкой линзы

Чаще всего встречается сферическая линза, которая представляет собой однородное прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями. Линия O_1O_2 , соединяющая центры сфер, ограничивающие поверхность линзы, называется *главной оптической осью* линзы. Плоскость L_1L_2 , проходящая через линию пересечения сфер, ограничивающих линзу, называется *плоскостью линзы*. Плоскость линзы перпендикулярна главной оптической оси линзы. Точка O пересечения плоскости линзы и ее главной оптической оси называется *центром линзы*. Отрезок оптической оси, заключенный между сферами, ограничивающими линзу, называется *толщиной линзы* d . Линза называется *тонкой*, если $d \ll R_1$ и $d \ll R_2$, где R_1 и R_2 – радиусы сфер, ограничивающих линзу. Эти радиусы называются *радиусами кривизны* поверхностей линзы.



На рисунке представлены простейшие профили стеклянных линз: плоско-выпуклая (а), двояковыпуклая (б), плоско-вогнутая (в), и двояковогнутая (г). Первые две из них в воздухе являются *собирающими* линзами, а вторые две – *рассеивающими*. Эти названия связаны с тем, что в собирающей линзе луч, преломляясь, отклоняется в сторону оптической оси, а в рассеивающей наоборот.

Лучи, идущие параллельно главной оптической оси, отклоняются за собирающей линзой (а) так, что собираются в точке, называемой фокусом. В рассеивающей линзе лучи, идущие параллельно главной оптической оси, отклоняются так, что в фокусе, находящемся со стороны падающих лучей, собираются их продолжения (б). Расстояние до фокусов с одной и другой стороны тонкой линзы одинаково и не зависит от профиля правой и левой поверхностей линзы.

Фокусное расстояние F – расстояние от центра линзы до фокуса – зависит только от показателя преломления n материала линзы и радиусов кривизны сфер, ограничивающих поверхность линзы: например, для двояковыпуклой собирающей линзы, ограниченной сферами с радиусами R_1 и R_2 ,

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

Расстояние d от точечного источника до линзы связано с расстоянием f от линзы до его изображения и фокусным расстоянием F линзы соотношением

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

Это соотношение и называют *формулой тонкой линзы*. Знак «+» перед $\frac{1}{f}$

ставится в случае действительного изображения, знак «-» - в случае мнимого изображения.

Величина $D = \frac{1}{F}$ называется *оптической силой линзы*. Если фокусное расстояние F выражено в метрах, то оптическая сила линзы D получается в диоптриях (дптр). Оптическая сила собирающей линзы считается положительной, рассеивающей линзы – отрицательной.

Отношение размера изображения H в направлении, перпендикулярном главной оптической оси, к размеру предмета h в этом направлении называется *линейным увеличением предмета в тонкой линзе* (обозначается буквой Γ). Для тонкой линзы можно доказать, что при любом типе изображения линейное увеличение равно:

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

