

ТЕМА: ЗАКОНЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

Оптикой называется раздел физики, изучающий световые явления (то есть явления излучения, распространения в пространстве и взаимодействие света с веществом).

Геометрической оптикой называется раздел оптики, в котором явления распространения света в пространстве рассматриваются на основе представления о световом луче.

Световым лучом называется направление в пространстве, вдоль которого происходит перенос энергии световой волны.

Задолго до выяснения природы света были на опыте установлены следующие основные законы геометрической оптики:

1. Закон прямолинейного распространения света.
2. Законы отражения света.
3. Законы преломления света.
4. Закон независимости световых пучков.

Закон прямолинейного распространения света

Свет в оптически однородной изотропной среде распространяется прямолинейно с постоянной скоростью

$$v = \lambda \nu = \frac{c}{n},$$

где λ - длина волны в данном веществе, м; ν - частота волны, Гц; $c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$ - скорость света в вакууме;

n - абсолютный показатель преломления вещества, в котором распространяется свет (величина табличная), безразмерная.

Физ. смысл n : $n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_0}{\lambda}$ - он показывает во сколько раз скорость света в вакууме C больше

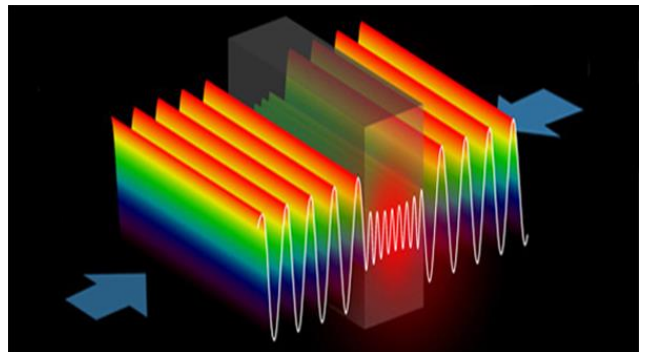
скорости света в данной среде v (или во сколько раз длина световой волны в вакууме λ_0 больше, чем длина световой волны λ в веществе).

При переходе световой волны из одного вещества в другое, частота световой волны остаётся неизменной ($\nu = const$), а длина волны изменяется по закону

$$n_{21} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2},$$

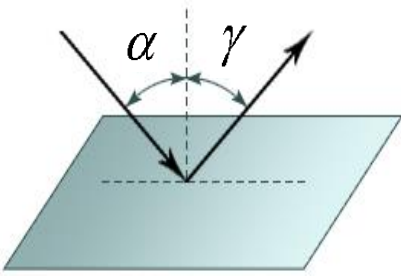
где n_{21} - относительный показатель преломления двух сред,

λ_1 - длина световой волны в первой среде, λ_2 - длина световой волны во второй среде.



Вообще говоря, понятие светового луча возникло из оптических наблюдений распространения света в однородной изотропной среде вдоль прямой линии. Этот закон теряет силу, если мы переходим к очень малым отверстиям. В данном случае начинает проявляться волновая природа света и отклонение от прямолинейного распространения составляет сущность дифракции.

Законы отражения света

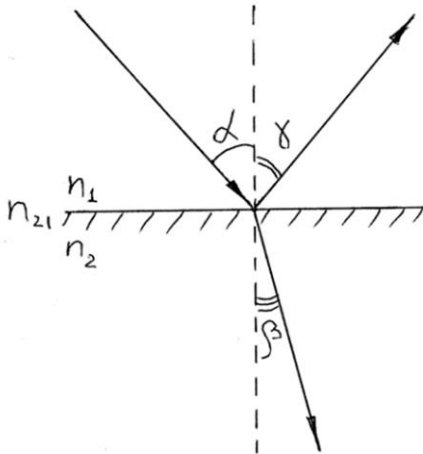


- луч падающий, луч отражённый и перпендикуляр, восстановленный к границе раздела двух сред в точке падения света, лежат в одной плоскости;

- угол падения α (альфа) равен углу отражения γ (гамма):

$$\alpha = \gamma$$

Законы преломления света



- луч падающий, луч преломленный и перпендикуляр, восстановленный к границе раздела двух сред в точке падения света, лежат в одной плоскости;

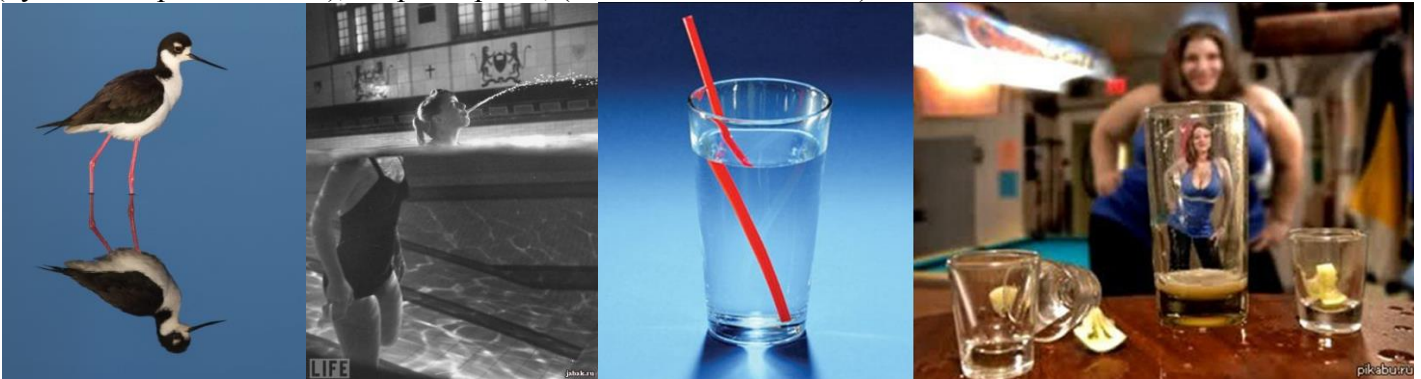
- отношение синуса угла падения α (альфа) к синусу угла преломления β (бэта) есть величина постоянная для двух данных сред (**закон Снеллиуса**):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21},$$

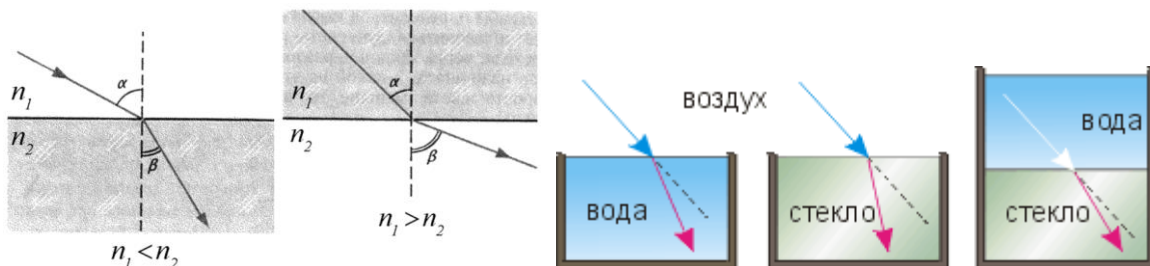
где $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ - относительный показатель преломления двух

сред, безразмерная, (величина табличная);

n_1 и n_2 - абсолютные показатели преломления первой среды (откуда свет падает) и второй среды (куда свет преломляется), безразмерные, (величины табличные).



При переходе света из вещества с большим показателем преломления n , в вещество с меньшим показателем преломления n (например, из воздуха ($n = 1$) в воду ($n = 1,33$) или стекло ($n = 1,5$)) угол преломления β всегда меньше угла падения α .



Угол падения α (альфа), угол отражения γ (гамма) и угол преломления β (бэта) отсчитываются от перпендикуляра, восстановленного в точке падения света к границе раздела двух сред.

Явление полного внутреннего отражения света

(наблюдается при выходе света из среды с большим показателем преломления n_2 в среду с меньшим показателем преломления n_1 (например, из стекла или воды в воздух))

В этом случае существует, так называемый, **угол полного внутреннего отражения** α_{np} , при котором свет уже не выходит за границу раздела двух сред:

$$\sin \alpha_{np} = \frac{1}{n_{21}} = \frac{n_1}{n_2},$$

где $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ - относительный показатель преломления двух сред,

n_1 и n_2 - абсолютные показатели преломления первой и второй среды.

Угол полного внутреннего отражения α_{np} - это минимальный угол падения света, начиная с которого возникает явление полного внутреннего отражения

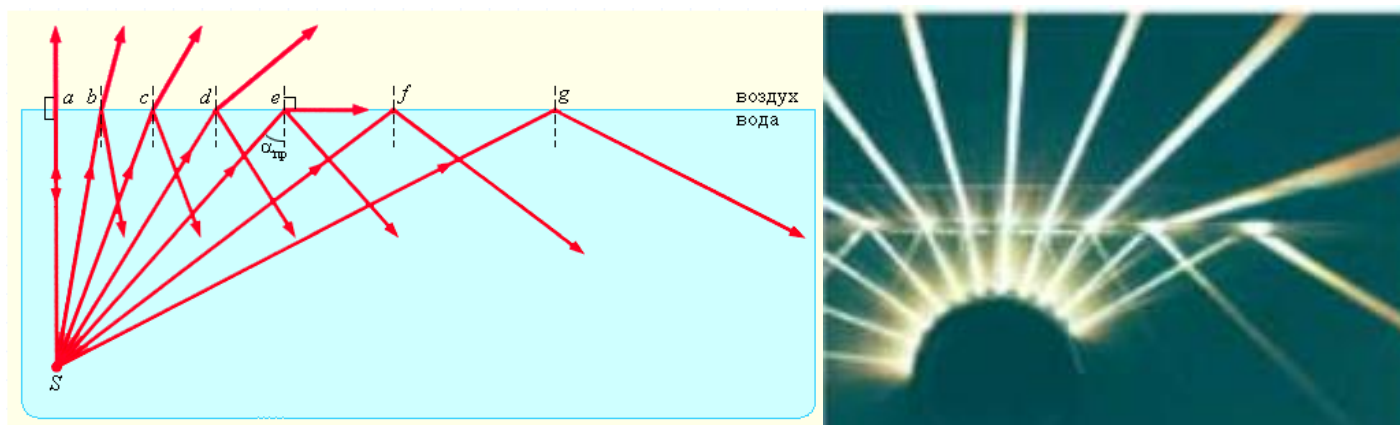


Рис. 1

Из рис. 1 видно, что с увеличением угла падения α увеличивается угол преломления β до тех пор, пока при некотором угле падения α_{np} угол преломления оказывается равным $\pi/2$.

При углах падения $\alpha > \alpha_{np}$ весь падающий на границу раздела свет полностью отражается (см. рис. 1). Таким образом, при углах падения от α_{np} до $\pi/2$ луч полностью отражается в первую среду, причем интенсивности отражённого и падающего лучей одинаковы.

Явление полного внутреннего отражения используется в призмах полного отражения, которые позволяют повернуть луч на 90° или на 180° , а так же перевернуть изображение.

Такие призмы применяются в оптических приборах (например, в биноклях, перископах и т.п.).

Явление полного отражения используется также в световодах, представляющие собой тонкие нити (волокна) из оптически прозрачного материала.

По причине полного отражения от боковой поверхности световода свет распространяется только вдоль волокна. С помощью световодов можно как угодно искривлять путь светового пучка. Световоды используются для передачи информации в ЭВМ, медицине (для диагностики внутренних органов) и др.

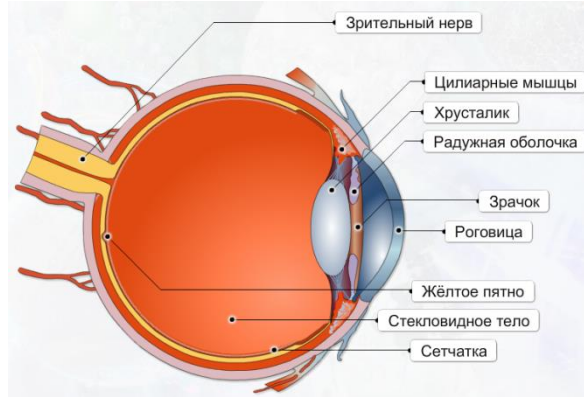
Закон независимости световых лучей

Световые лучи при пересечении не влияют друг на друга.

Положения геометрической оптики можно применять тогда, когда эффекты, вызываемые волновой природой света (интерференция, дифракция и поляризация), несущественны.

Глаз как оптическая система

Глаз, как оптическую систему, можно отождествить с собирающей линзой, фокусное расстояние которой может изменяться за счёт аккомодации глаза.



Аккомодацией глаза называется его способность благодаря изменению радиусов кривизны хрусталика совмещать изображение предмета с сетчаткой глаза при изменении расстояния от глаза до наблюдаемого предмета.

Расстоянием наилучшего зрения называют наименьшее расстояние от предмета до глаза, при котором нормальный глаз без напряжения может рассматривать детали предмета.

(для нормального глаза **расстоянием наилучшего зрения** равно приблизительно 25 см).

Ближней точкой аккомодации глаза называют точку,

удалённую от глаза на расстояние наилучшего зрения.

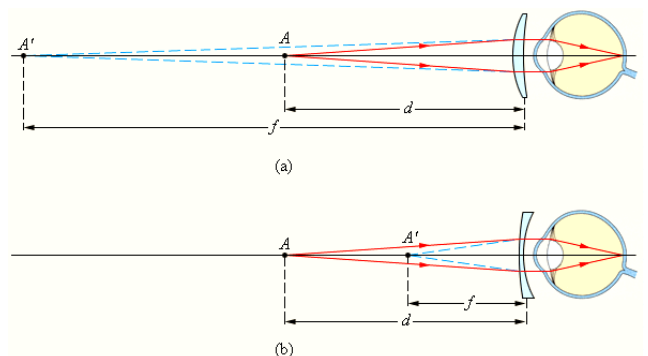
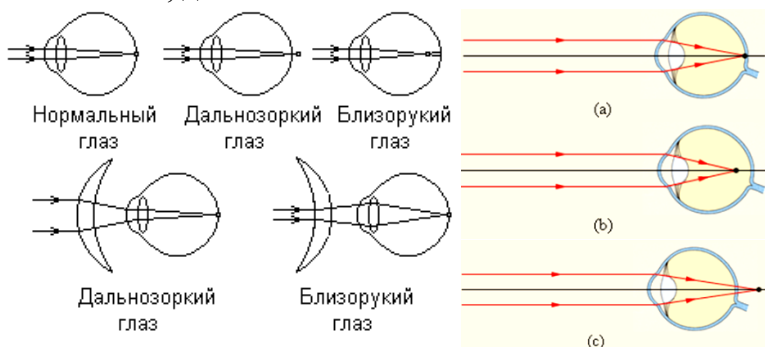
Дальняя точка аккомодации глаза расположена на бесконечности.

Глаз видит две светящиеся точки отдельно друг от друга только в том случае, когда изображения от них попадают на две отдельные светочувствительные клетки сетчатки.

Разрешающая способность глаза характеризуется минимальным углом зрения, под которым при хорошем освещении две точки предмета видны отдельно. Этот угол для нормального глаза равен одной угловой минуте.

Дефекты зрения

Основные дефекты зрения: ослабление зрения с возрастом, дальнозоркость, близорукость, астигматизм, дальтонизм.



Близорукий глаз либо удлинен, либо имеет меньший радиус роговицы по сравнению с нормальным. В нем пучок параллельных лучей преломляется сильнее, чем в нормальном глазу, и сходится в точке перед сетчаткой.

Для увеличения преломляющей способности дальнозоркого глаза используют очки с собирающими вогнуто-выпуклыми линзами с положительной оптической силой $D_0 > 0$.

В результате пучок лучей, параллельный главной оптической оси, сходится на одной точке сетчатки, как и для нормального глаза.

Для коррекции близорукости используют очки с рассеивающими выпукло-вогнутыми линзами с отрицательной оптической силой $D_0 < 0$.

В результате уменьшенного преломления пучок лучей, параллельный главной оптической оси, начинает сходиться в более удаленной точке – на сетчатке.