

4. Оптика

Оптика занимается изучением электромагнитного излучения оптического (светового диапазона) явлений, возникающих при его распространении в пространстве и взаимодействии с веществом.

Оптическое (световое) излучение ($10 \text{ нм} < \lambda < 1 \text{ мм}$):

1. Инфракрасное (ИК) излучение ($780 \text{ нм} < \lambda < 1 \text{ мм}$)
2. Видимый свет ($380 \text{ нм} < \lambda < 780 \text{ нм}$)
3. Ультрафиолетовое (УФ) излучение ($10 \text{ нм} < \lambda < 380 \text{ нм}$)

4.1 Геометрическая оптика

Геометрическая оптика - раздел оптики, в котором законы распространения света рассматриваются на основе представлений о световых лучах.

Световой луч - линии, нормальные к волновым поверхностям, вдоль которых распространяется поток световой энергии.

Геометрическая оптика – предельный случай волновой оптики при стремлении длины волны к нулю ($\lambda=0$).

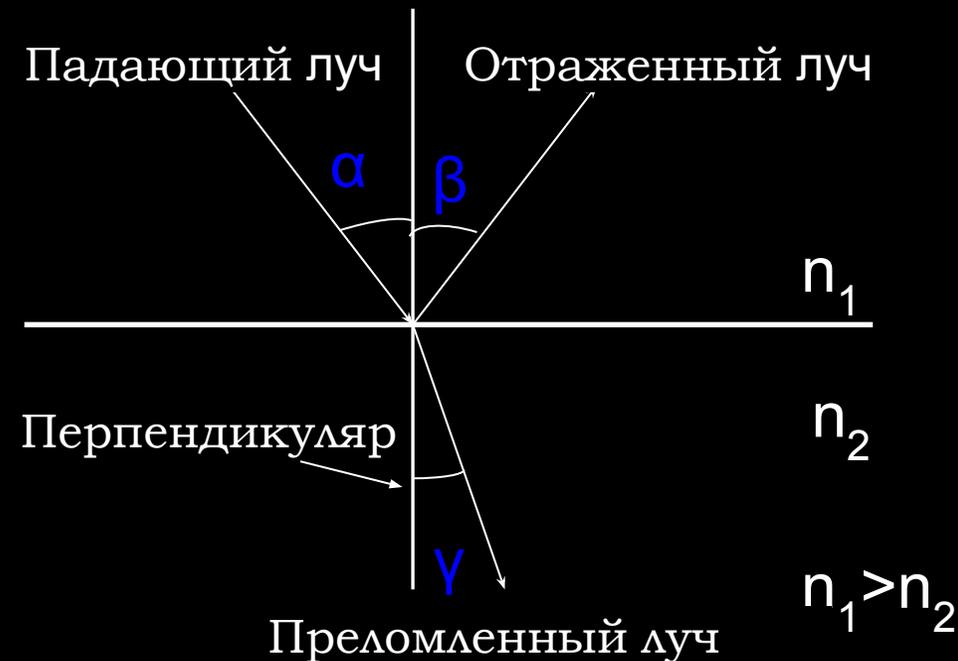
В геометрической оптике принимается, что свет распространяется в однородной среде прямолинейно. (См. опыт)

4.1.1 Преломление и отражение света

Преломление света – изменение распространения света при прохождении из одной среды в другую.

Пусть луч падает на границу раздела двух сред.

Если свет падает на границу раздела двух сред, то падающий луч разделяется на два луча: отраженный и преломленный.



Тогда:

Углом падения (α) называется угол между направлением падающего луча и перпендикуляром к границе раздела сред, восстановленным в точке падения.

Угол между этим перпендикуляром и направлением отраженного луча называется **углом отражения (β)**.

Угол между этим перпендикуляром и направлением преломленного луча называется **углом преломления (γ)**. См. (опыт)



4.1.2 Виды отражения света

В зависимости от свойств границы раздела различают два вида отражения света.

Если поверхность раздела имеет неровности, размеры которых значительно меньше длины волны света, то происходит правильное (или зеркальное) отражение. В этом случае падающие параллельные лучи света после отражения остаются параллельными. См. (опыт)

Если неровности имеют размеры сравнимые с длиной волны света, то происходит диффузное отражение. В этом случае параллельные лучи света после отражения перестают быть параллельными.

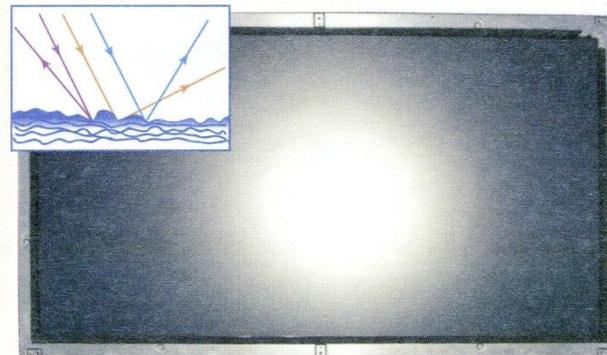
⑤

ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТРАЖЕНИЕ



⑥

ДИФФУЗНОЕ ОТРАЖЕНИЕ



4.1.3 Абсолютный и относительный показатели преломления

Показатель преломления среды относительно вакуума называют абсолютным показателем преломления среды n . Величина n зависит от длины волны.

$$n = \frac{c}{V} = \frac{c}{\lambda \cdot \nu}$$

где c – скорость света в вакууме, V – фазовая скорость световой волны, λ – длина волны, ν – частота волны.

Величина n_{21} называется относительным показателем преломления второй среды относительно первой, который равен отношению абсолютных показателей преломления каждой из сред относительно вакуума.

Или величина n_{21} называется относительным показателем преломления двух сред и равна отношению фазовых скоростей световых волн в средах.

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

4.1.4 Основные законы геометрической оптики

1. *Закон прямолинейного распространения света.* Свет распространяется прямолинейно.
2. *Закон независимости световых пучков.* Энергия в каждом пучке распространяется независимо от других пучков; освещенность поверхности, на которую падает несколько пучков, равна сумме освещенностей, создаваемых каждым пучком в отдельности.
3. *Закон отражения света.* **Угол падения α равен углу отражения β .** Причем, луч падающий, отраженный луч и перпендикуляр к границе раздела сред, восстановленный в точке падения лежат в одной плоскости.

4. Закон преломления света.

Отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления γ есть величина постоянная для данной длины волны, и равная отношению скоростей света в этих средах.

Причем, луч падающий, преломленный луч и перпендикуляр к границе раздела сред, восстановленный в точке падения лежат в одной плоскости.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{21} = \frac{V_1}{V_2}$$

4.1.5 Явление полного отражения

Если свет распространяется из среды с большим n_1 (оптически более плотной) в среду с меньшим n_2 (оптически менее плотную) абсолютным показателем преломления, то из закона преломления имеем:

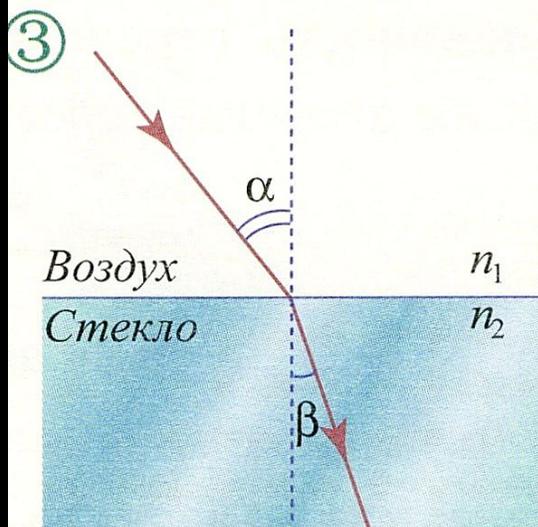
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} < 1$$

т.е. преломленный луч в этом случае удаляется от нормали и угол преломления γ больше угла падения α .

ЗАКОН ПРЕЛОМЛЕНИЯ

ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТОВОГО ЛУЧА

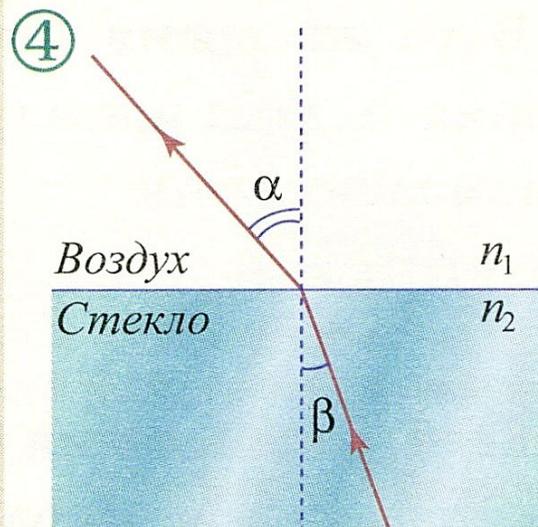
Переход воздух–стекло



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

Преломленный луч приближается к перпендикуляру к границе раздела

Переход стекло–воздух



$$\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{n_1}{n_2}$$

Луч, выходящий в менее оптически плотную среду, удаляется от перпендикуляра

С увеличением угла падения увеличивается и угол преломления до тех пор, пока при некотором угле падения $a = a_0$ угол преломления окажется равным 90° .

Угол a_0 называется предельным углом.

При углах $a \geq a_0$ весь падающий свет полностью отражается

Возникает явление полного внутреннего отражения.

Предельный угол a_0 определяется из соотношения:

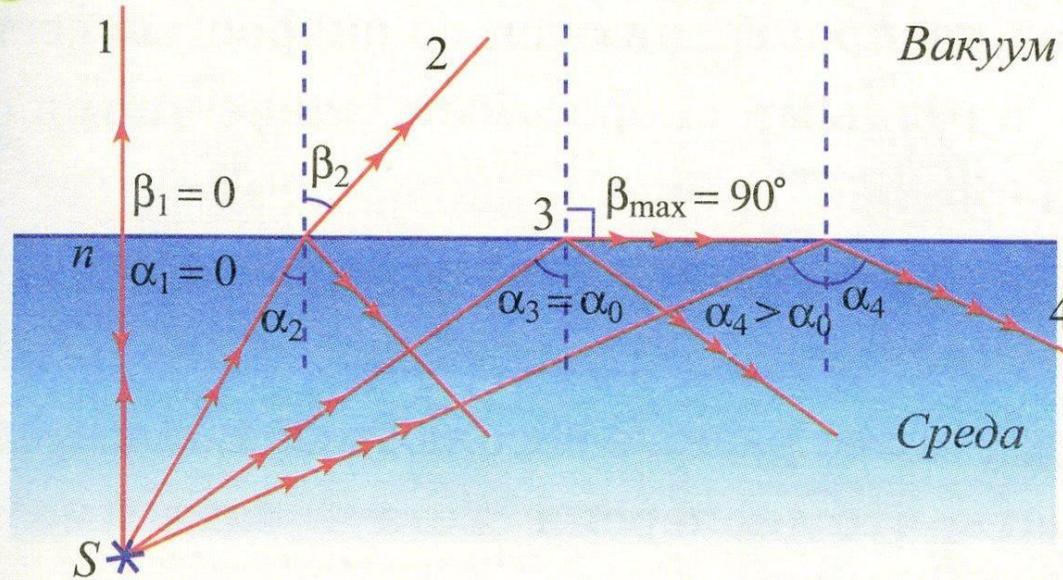
$$\frac{\sin \alpha_0}{\sin 90} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \alpha_0 = \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\sin 90 = 1$$

ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ

Уменьшение интенсивности преломленного луча
с увеличением угла падения света

①



При угле падения $\alpha > \alpha_0$ (угла полного внутреннего отражения) свет не выходит из воды

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$$

$$\frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n}$$