

Оптика

Законы преломления и отражения света. Полное отражение.

Оптика - (от др.-греч. *ὀπτική* – взгляд) – учение о свете – изучает физические явления, связанные с излучением и распространением света, а также его взаимодействием с веществом.

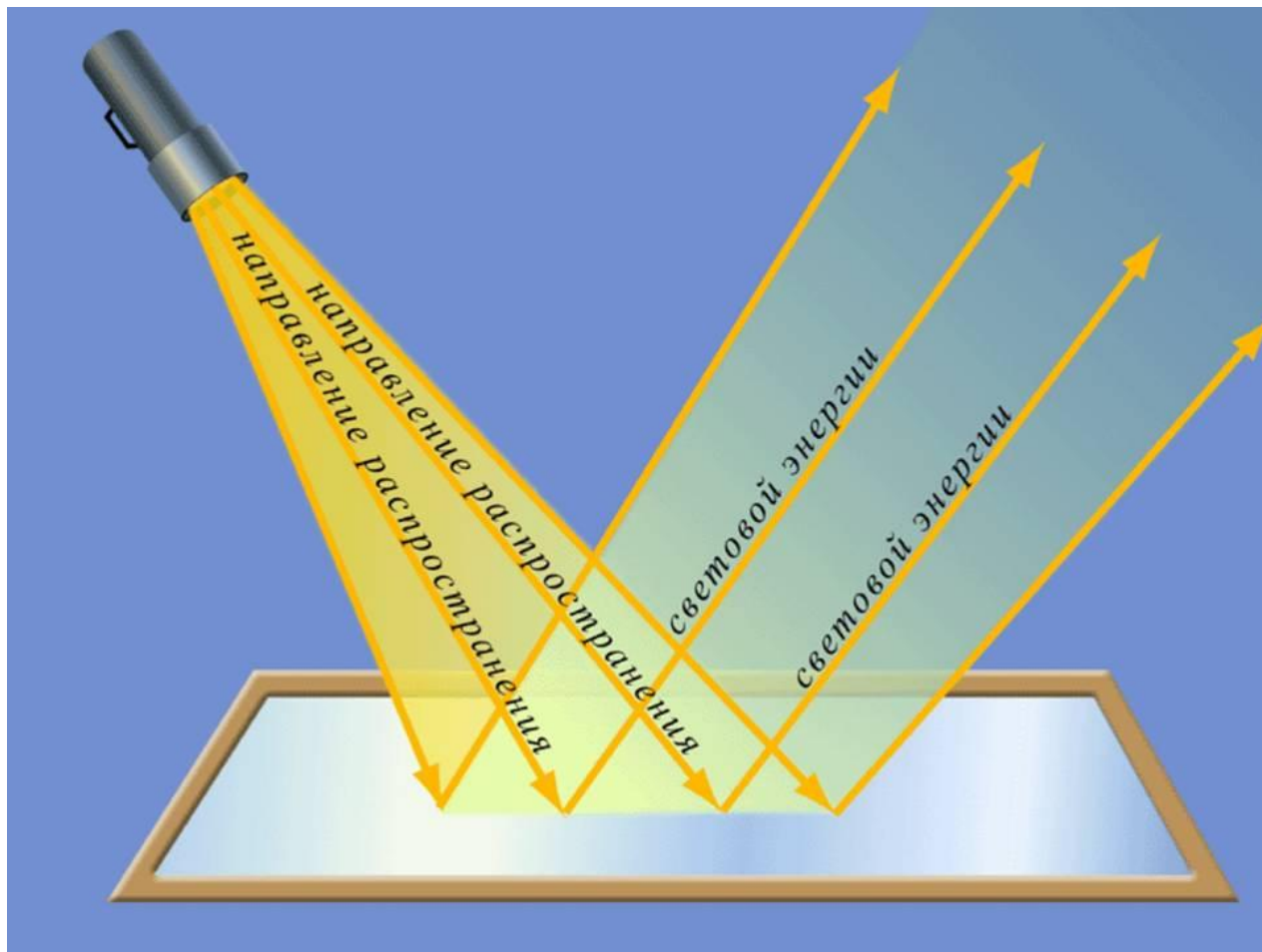
Геометрическая оптика

Раздел оптики, изучающий распространение световой энергии в прозрачных средах на основе представления о световых лучах.

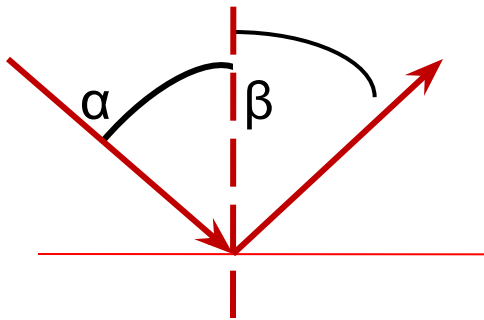
Световой луч

Световой луч – воображаемая геометрическая линия,
1) вдоль которой распространяется свет (световая энергия);
2) проведенная перпендикулярно к волновому фронту (т.е. поверхности одинаковой фазы колебаний) и указывающая направление распространения волнового возмущения.

Луч света падает на зеркало и меняет и меняет свое направление.



Угол падения – угол между перпендикуляром, проведенным к поверхности зеркала в точке падения луча, и падающим лучом.



α – угол падения

β – угол отражения

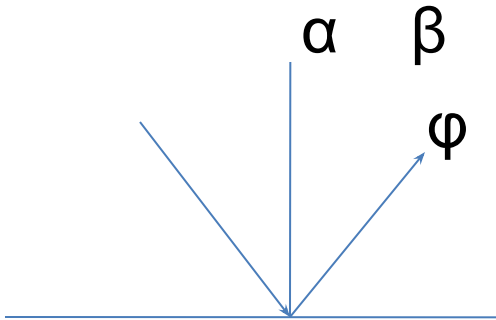
Угол отражения – угол между перпендикуляром, проведенным к поверхности зеркала в точке падения луча, и отраженным лучом

Вопрос

Угол падения луча света на зеркальную поверхность равен 20° . Каков угол между отраженным лучом и зеркальной поверхностью?

Решение

$$\varphi = 90^{\circ} - 20^{\circ} = 70^{\circ}$$



ЗАКОН ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА

Лучи, падающий и отраженный, лежат в одной плоскости с перпендикуляром к границе раздела двух сред в точке падения луча.

Угол падения равен углу отражения.

$$\alpha = \beta$$

Законы геометрической оптики

- 1. Закон прямолинейного распространения света:** свет в однородной изотропной среде распространяется прямолинейно.
- 2. Закон обратимости световых пучков:** при распространении в обратном направлении свет проходит тот же путь и возвращается к источнику.
- 3. Закон независимости световых пучков:** распространение всякого светового пучка в среде не зависит от того, есть ли в ней другие пучки.
- 4. Закон отражения на плоской границе двух сред:**
 - а) отраженный луч лежит в одной плоскости с падающим лучом и нормалью, восстановленной из точки падения;
 - б) угол падения равен углу отражения.
$$\alpha = \gamma$$
- 5. Закон преломления на плоской границе двух прозрачных сред:**
 - а) преломленный луч лежит в одной плоскости с падающим лучом и нормалью, восстановленной из точки падения;
 - б) отношение синуса угла падения к синусу угла преломления не зависит от угла падения и есть величина постоянная для данных двух сред.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n = n_{21} \quad \text{- закон преломления света}$$

n_{21} – относительный показатель преломления второй среды (2) по отношению к первой (1);

n_{12} – наоборот, 1 по отношению ко 2.

Показатель преломления какой-либо среды относительно вакуума называется **абсолютным показателем преломления этой среды**.

Тем самым показатель преломления вакуума принят за единицу.
Показатель преломления воздуха .

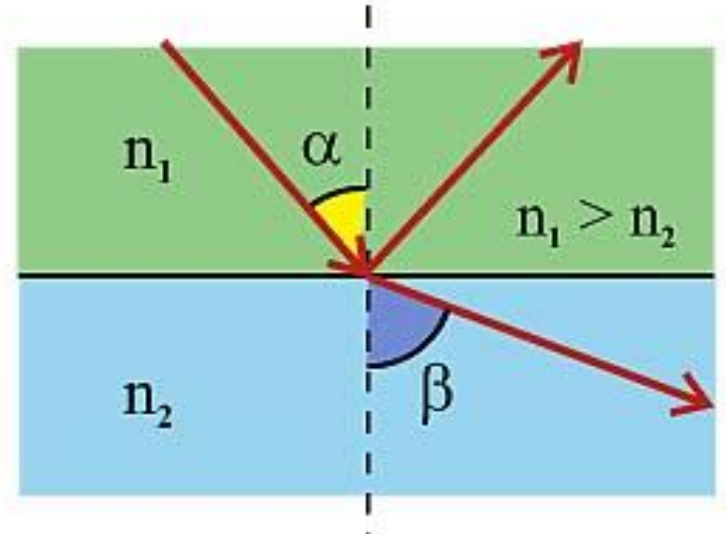
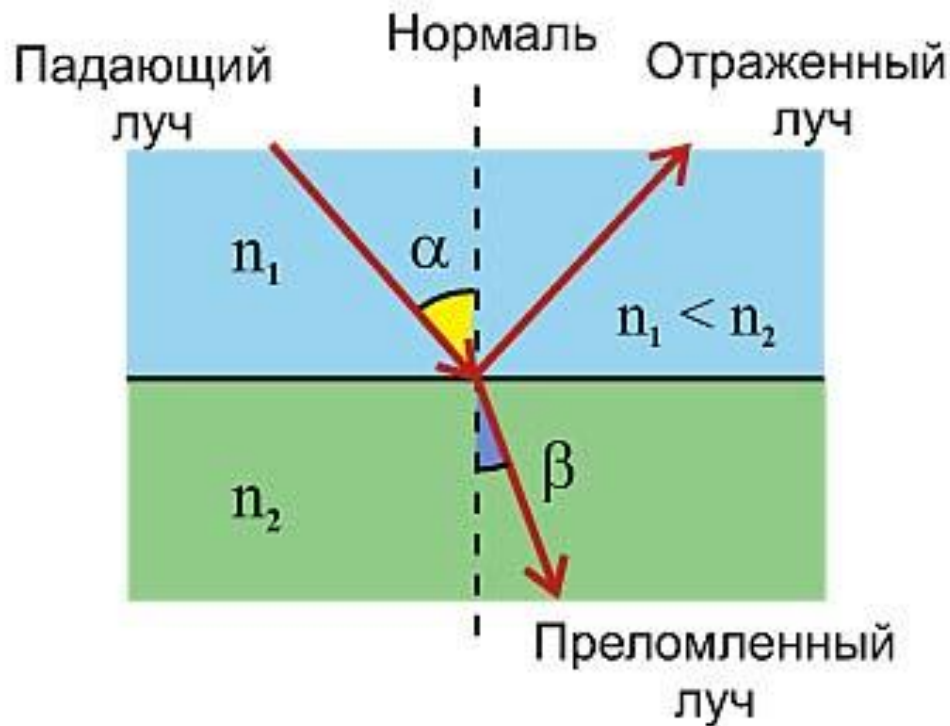
$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad \longrightarrow \quad n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

1) Если свет идет из менее оптически плотной среды в более плотную, например, из воздуха в среду ($n_1 < n_2$), то $\sin \alpha > \sin \beta$.

2) Если свет идет из более оптически плотной среды в менее плотную, например, из среды в воздух ($n_1 > n_2$), то $\sin \alpha < \sin \beta$.

Т.е. может существовать такой предельный угол падения α_B , при котором угол преломления станет равен $\beta = 90^\circ$.



Причина преломления света

Преломление света объясняется изменением скорости света при его переходе из одной среды в другую.

Таблица. Скорость света в различных средах

<i>Среда</i>	<i>v, км/с</i>	<i>Среда</i>	<i>v, км/с</i>
Воздух	299 704	Кедровое масло	197 174
Лед	228 782	Кварц	194 613
Вода	225 341	Рубин	170 386
Стекло	199 803	Алмаз	123 845

Скорость света в вакууме $c = 299\,792$ км/с

Показатель преломления

Вещество	<i>n</i>	Вещество	<i>n</i>
Воздух	1,00029	Каменная соль	1,54
Лед	1,31	Кварц	1,54
Вода	1,33	Рубин	1,76
Стекло	1,50	Алмаз	2,42

Оптическая плотность среды - характеризуется различной скоростью распространения света.

Скорость распространения света больше в оптически менее плотной среде.

Полное внутреннее отражение (1815)

При углах падения больших α_B преломленный луч перестает существовать, остается только отраженный луч.

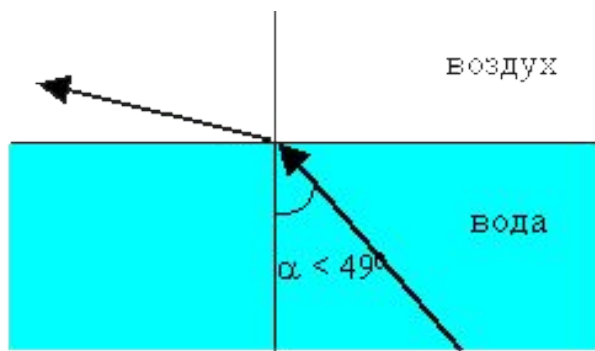
Угол α_B , при котором это происходит, называют **углом полного внутреннего отражения (или Брюстера)**, а само явление – **полным внутренним отражением**.

Это явление широко используется во всякого рода призмах, а также в световодах (стеклянных волокнах), которые специально делают 2-х слойными – покрывают снаружи материалом с меньшим показателем преломления.

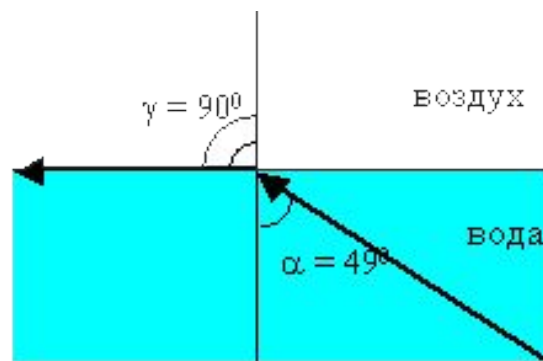


Сэр Дэвид Брюстер
1781-1868

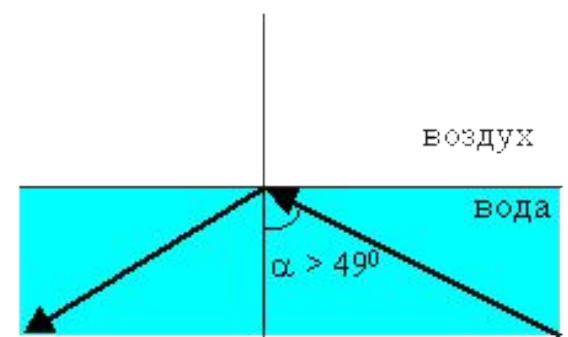
Для стекла предельный угол полного отражения равен 42° ,
для воды 49° , для алмаза 24° .



Луч преломляется в воздух



Луч идёт вдоль границы раздела

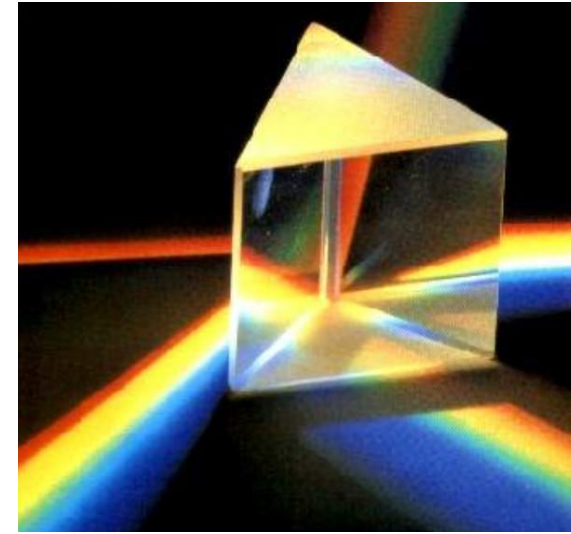
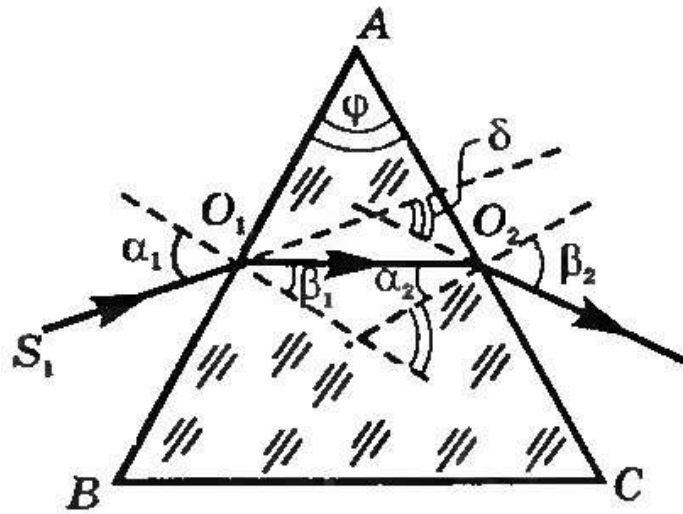


Свет отражается обратно в воду, преломлённый пучок исчезает. Это и есть полное отражение

Преломление в призме

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = n$$

$$\frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2} = \frac{1}{n}$$



Преломляющий угол призмы: $\varphi = \alpha_2 + \beta_1$

Угол отклонения луча призмы от первоначального направления:

$$\delta = \alpha_1 + \beta_2 - \varphi = (\alpha_1 - \beta_1) + (\beta_2 - \alpha_2)$$

В результате двух-кратного преломления луч оба раза отклоняется в одну сторону – к основанию призмы.

Если оптическая плотность вещества призмы меньше, чем окружающей среды, то луч света после прохождения через призму отклонится к ее вершине.

