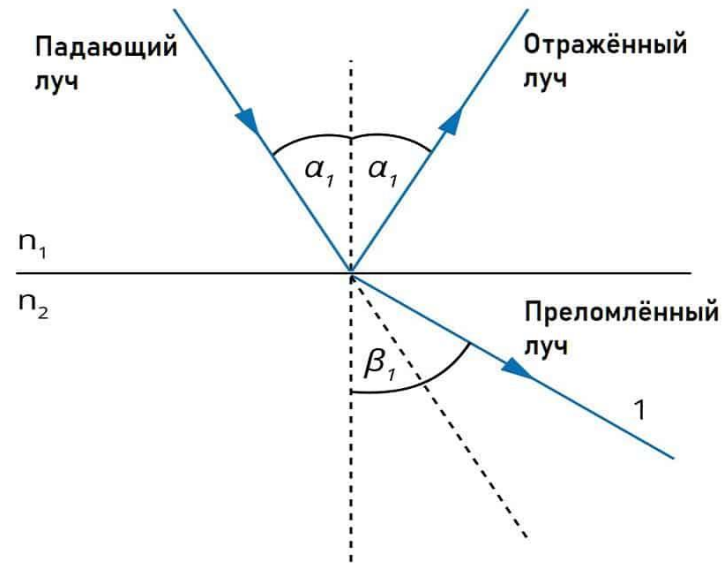


# Тема: Полное внутреннее отражение

**Полное внутреннее отражение** — это явление, при котором свет, падающий на границу двух сред из среды с большим показателем преломления под углом, превышающим предельный угол  $\alpha(\text{пр})$ , не преломляется, а полностью отражается, так что энергия падающего света отражается в первую среду.

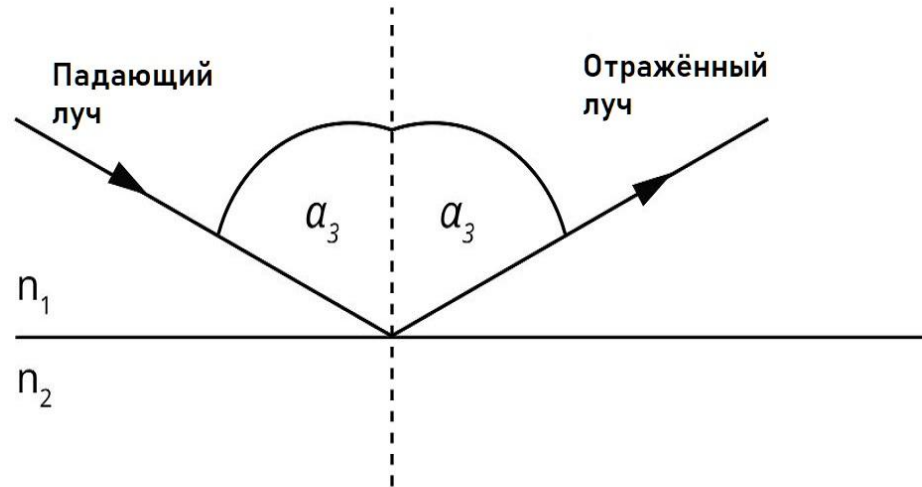


Предельный угол  $\alpha(\text{пр})$  (или критический угол) — максимальный угол падения света на границе двух сред, при котором происходит явление преломления.

Если продолжать увеличивать угол падения, то явление преломления не произойдет. Мы будем наблюдать только отражение.

Это называется полным внутренним отражением.

Это явление было описано в первой половине 19 века независимо друг от друга Жаком Бабинэ и Жаном-Даниэлем Колладоном.



Если  $n_1 > n_2$  и угол падения больше предельного угла  $\alpha(\text{пр})$ , то преломление отсутствует, т.е. происходит полное внутреннее отражение (см. рисунок)

## Вопрос: как вычислить этот предельный угол?

Это максимальный угол падения, при котором мы еще можем говорить о явлении преломления. Затем, пройдя через границу сред, луч «скользит вдоль границы», и угол преломления составляет  $90^\circ$  (рис. 2.).

Таким образом, закон преломления света принимает вид:  $\sin(\alpha_{\text{пр}}) / \sin(90^\circ) = n_2 / n_1$ .  
Преобразуя приведенную выше формулу, получаем:  $\sin(\alpha_{\text{пр}}) = \sin(90^\circ) * (n_2 / n_1) = n_2 / n_1$ .

Предельным углом для вычисления полного отражения является угол, обратный функции синуса и отношения показателей преломления оптически менее плотной и оптически более плотной среды, то есть  $\alpha(\text{пр}) = \arcsin(n_2 / n_1)$ .

Таким образом, если световая волна падает на границу двух сред, так что угол падения больше  $\arcsin(n_2 / n_1)$ , то это полное внутреннее отражение света.

## Но как именно можно определить, является ли среда оптически более плотной или менее плотной?

Закон преломления света можно использовать для описания изменения направления электромагнитных волн

при их прохождении через различные среды.

Прежде всего, необходимо дать некоторые определения.

В оптике показатель преломления  $n$  указывает на отношение длины волны  $\lambda$  или фазовой скорости  $c$  света

в вакууме к скорости света в материале или среде ( $c_{сп}$ ).

Это определяет оптически более плотные среды и оптически менее плотные среды.

Соответственно, показатель преломления без единиц измерения можно определить по следующей формуле:  $n = c / c_{сп} = \lambda / \lambda_{сп}$ .

Формула закона преломления света, как известно, определяется как отношение угла падения  $\alpha$  и угла преломленного света  $\beta$ .

Это должно быть равно отношению показателей преломления, то есть  $\sin \alpha / \sin \beta = n_2 / n_1$ .

В случае полного внутреннего отражения угол падения или предельный угол  $\alpha(пр)$  равен

отношению показателя преломления оптически более плотной среды к оптически менее плотной среде.

Это означает, что если  $n_1 > n_2$ , то при достаточно большом угле падения  $\alpha$ ,  $\beta$  уже не соответствует

действительному (реальному) углу:  $\sin \beta = \sin \alpha * n_1 / n_2 > 1$

## Полное внутреннее отражение в природе и

### технике

Фата-моргана, эффекты миража, например иллюзия мокрой дороги при летней жаре.

Здесь отражения возникают из-за полного отражения между слоями воздуха с разной температурой.

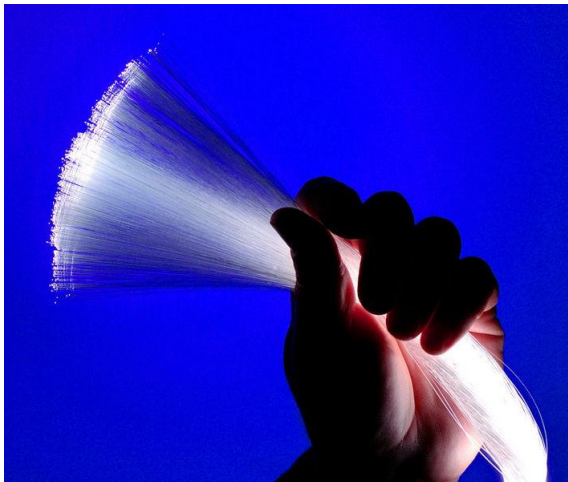
Яркий блеск многих природных кристаллов, а в особенности — огранённых драгоценных и полудрагоценных камней объясняется полным внутренним отражением, в результате которого каждый вошедший в кристалл луч образует большое количество достаточно ярких вышедших лучей, окрашенных в результате дисперсии.

Блеск алмазов, выделяющий их из прочих драгоценных камней, также определяется этим феноменом.

Из-за высокого коэффициента преломления ( $n \approx 2$ ) алмаза оказывается большим и число внутренних отражений, которые претерпевает луч света с меньшими потерями энергии, по сравнению со стеклом и другими материалами с меньшим показателем преломления.

## **В природе.**

Полное внутреннее отражение можно наблюдать, если смотреть из-под воды на поверхность: при определенных углах на границе раздела наблюдается не внешняя часть (то, что в воздухе), а видно зеркальное отражение объектов, которые находятся в воде.



## **В технике.**

Эффект полного внутреннего отражения используется в световодах. Осевая часть волокна создаётся из стекла с высоким показателем преломления и погружается в оптически менее плотную среду (пластиковая обложка волокна, специальная жидкость, воздух). Такие световоды используются для построения оптоволоконных кабелей