

4 Полное внутреннее отражение

Пусть точечный источник света находится в воде, над поверхностью которой находится воздух (рис. 1).

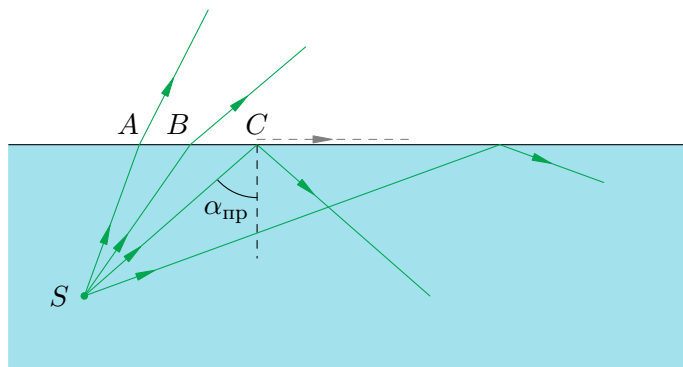


Рис. 1. Полное внутреннее отражение

Источник S испускает лучи во все стороны (на рисунке показаны некоторые из них). Луч SA , падающий на поверхность воды под сравнительно малым углом¹, как и следовало ожидать, преломляется, выходя в воздух². Угол падения луча SB больше; этот луч также выходит в воздух, но после преломления (в воздухе) луч идет ближе к поверхности воды.

С увеличением угла падения преломленный луч идет все ближе к поверхности воды, и наступает такой момент, когда угол преломления становится равным 90° : этому случаю соответствует луч SC , который после преломления должен был бы пойти параллельно поверхности воды (серый штриховой луч). В действительности падающий луч SC отражается обратно в воду. При дальнейшем увеличении угла падения луч уже не выходит из воды.

Рассмотренное явление называют *полным внутренним отражением*. Угол падения, которому соответствует угол преломления 90° , называется *предельным углом полного внутреннего отражения* (обозначается $\alpha_{\text{пр}}$; см. рис. 1). При углах падения, равных или превышающих $\alpha_{\text{пр}}$, оптически более плотная среда не выпускает наружу лучи света. (Угол $\alpha_{\text{пр}}$ вычисляют из закона преломления, рассматривая случай хода луча из более плотной среды в менее плотную с углом преломления 90° : $n_1 \sin \alpha_{\text{пр}} = n_2 \sin 90^\circ$, где n_1 — показатель преломления более плотной среды, n_2 — показатель преломления менее плотной среды.)

Задача. Найти показатель преломления рубина, если предельный угол полного отражения для рубина равен 34° .

Решение. Если нет специальных оговорок, то оптически менее плотной средой является воздух (или вакуум) с показателем преломления, равным единице. В таком случае рассмотрение хода луча с углом падения, равным $\alpha_{\text{пр}}$, позволяет записать закон преломления так: $n_{\text{р}} \sin \alpha_{\text{пр}} = n_{\text{в}} \sin 90^\circ$, где $n_{\text{р}}$ и $n_{\text{в}}$ — показатели преломления рубина и воздуха соответственно.

Отсюда искомый показатель преломления равен:

$$n_{\text{р}} = \frac{n_{\text{в}} \sin 90^\circ}{\sin \alpha_{\text{пр}}} = \frac{1 \cdot \sin 90^\circ}{\sin 34^\circ} \approx 1,79.$$

¹Угол падения отсчитывается от перпендикуляра к границе раздела сред в точке падения!

²Лучи SA и SB также частично отражаются назад в воду (на рисунке не показано).