

§ 3. Явление полного отражения света

Рассмотрим явление прохождения света через плоскую границу раздела двух сред, когда показатель преломления n_1 первой среды больше соответствующего показателя n_2 второй среды. Для этого запишем закон Снелла в виде:

$$n_{12} \sin \varphi_1 = \sin \varphi_2, \quad (3.1)$$

где n_{12} – относительный показатель преломления. Заметим, что $n_{12} > 1$.

Внимание! При формальных вычислениях левая часть уравнения (3.1) может оказаться больше 1. Но, справа стоит синус, значение которого всегда ≤ 1 . Как разрешается это противоречие?

Если n_{12} не на много превышает единицу (например, равно 1,5), а угол падения φ_1 мал, почти все излучение проходит во вторую среду.

Увеличение угла φ_1 сопровождается увеличением угла φ_2 , как того требует формула (3.1), и ростом доли излучения, отраженного от границы раздела сред. При этом, естественно, падает доля излучения, проникающего во вторую среду. Эта тенденция усиливается по мере приближения угла φ_2 к 90° . Наконец, при

некотором угле φ_1 угол φ_2 достигает 90° , и всё падающее на границу раздела сред излучение будет отражаться обратно. Соответствующий угол падения φ_1 можно найти из условия

$$n_{12} \sin \varphi_1 = 1, \text{ или} \\ \varphi_1 = \arcsin \frac{1}{n_{12}} = \varphi_{\text{п.о.}} \quad (3.2)$$

В научной литературе этот угол получил специальное название — *предельный угол полного отражения*. При углах $\varphi_1 > \varphi_{\text{п.о.}}$ во вторую среду излучение также проникать не будет. Этим и снимается противоречие между физической и математической стороной описанного явления преломления света.

Контрольный вопрос

Обычно световоды делают в виде тонких стеклянных нитей, центральная часть которых — «сердцевина», состоит из вещества с малым коэффициентом **поглощения** и показателем преломления n_1 . Это вещество, как правило, очень чувствительно к химическим и механическим воздействиям. Снаружи «сердцевина» защищена «рубашкой» — прочным стеклом с показателем преломления n_2 , стойким к воздействию влаги и химических веществ. Какой из показателей преломления меньше n_1 или n_2 ? Поясните почему?

Ответ. Чтобы на пути от передатчика к приёмнику свет не вышел из «сердцевины», «рубашку» световода делают из стекла с таким показателем преломления n_2 , чтобы на границе «сердцевина» — «рубашка» происходило полное отражение. Это возможно при $n_2 < n_1$.