



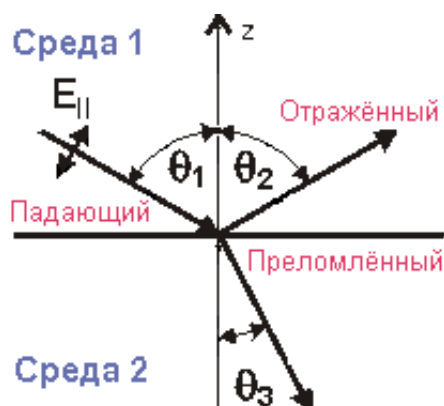
ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА (ФОРМУЛЫ ФРЕНЕЛЯ)



Рассмотрим луч света, падающий на границу раздела двух сред: стекла с коэффициентом преломления $n=1,5$ и воздуха с коэффициентом преломления $n=1$. Часть света будет отражаться от границы раздела сред, а часть света будет проходить через границу, испытывая преломление. Суммарная энергия отраженного и преломленного луча в точности равна энергии падающего луча, но соотношение интенсивностей этих лучей будет зависеть от разницы показателей преломления сред, угла падения и поляризации падающего луча. Приведённые ниже анимации демонстрируют четыре возможных способа прохождения луча через границу двух сред:

	Стекло -> Воздух	Воздух -> Стекло
Параллельная поляризация		
Перпендикулярная поляризация		

Поляризация называется параллельной, если вектор электрического поля E лежит в плоскости падающего луча и нормали к границе раздела сред (см. рисунок ниже). В противном случае поляризация называется перпендикулярной.



Согласно формуле Френеля угол падения луча θ_1 , угол отражения θ_2 и угол преломления θ_3 связаны следующими уравнениями:

$$\theta_1 = \theta_2$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_3$$

Отражательная способность границы раздела сред для лучей с параллельной и перпендикулярной поляризацией R_{\parallel} и R_{\perp} , а также пропускательная способность границы сред T_{\parallel} и T_{\perp} описывается выражениями:

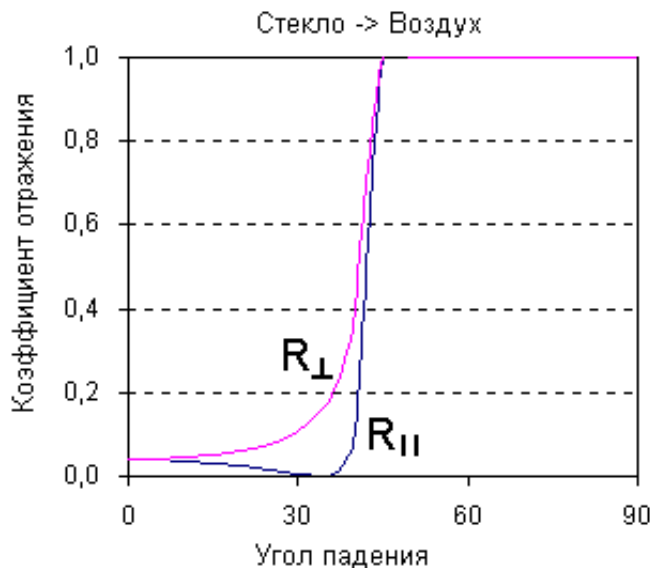
$$R_{\parallel} = \frac{\tan^2(\theta_1 - \theta_3)}{\tan^2(\theta_1 + \theta_3)}; \quad T_{\parallel} = \frac{\sin 2\theta_1 \sin 2\theta_3}{\sin^2(\theta_1 + \theta_3) \cos^2(\theta_1 - \theta_3)}$$

$$R_{\perp} = \frac{\sin^2(\theta_1 - \theta_3)}{\sin^2(\theta_1 + \theta_3)}; \quad T_{\perp} = \frac{\sin 2\theta_1 \sin 2\theta_3}{\sin^2(\theta_1 + \theta_2)}$$

Для луча, падающего нормально к границе раздела, исчезает различие между перпендикулярной и параллельной компонентами, т.е.

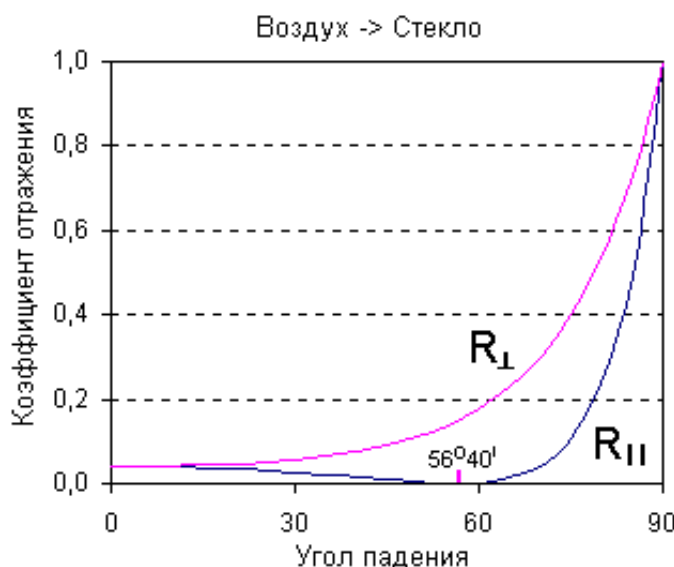
$$R_{||,\perp} = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2; \quad T_{||,\perp} = \frac{4n_2n_1}{(n_2 + n_1)^2}$$

На рисунках ниже показан график зависимости отражательной и пропускательной способности границы раздела сред R и T от угла падения:



Мы можем видеть из приведённых здесь графиков и анимаций, что для луча, распространяющегося из стекла в воздух, существует угол полного внутреннего отражения θ_{TIR} . Это означает, что при углах падения больших θ_{TIR} (42° для границы между стеклом и воздухом) луч не будет проходить через границу сред и будет полностью отражаться внутри среды падения. Этот эффект используется в частности для передачи света по волоконным световодам на большие расстояния с очень малым коэффициентом затухания.

$$\theta_{TIR} = \arcsin(n_2/n_1), \quad n_1 > n_2$$



Из графиков также видно, что для света, распространяющегося из воздуха в стекло, имеется угол θ_{BR} , при котором составляющая с параллельной поляризацией не будет отражаться от границы раздела сред, в то время как интенсивность отражённого света с перпендикулярной поляризацией отлична от нуля. Этот угол называется углом Брюстера. Величина угла Брюстера для границы раздела воздух-стекло составляет величину, равную примерно $56^\circ 40'$. Этот эффект используется в лазерах, а также для создания оптических поляризаторов.

$$\theta_{BR} = \arctg(n_2/n_1), \quad n_1 < n_2$$

Литература:

1. В.И.Бусурин, Ю.Р.Носов "Волоконно-оптические датчики: физические основы, вопросы расчёта и применения", Энергоатомиздат, 1990
2. Д.В.Сивухин, "Общий курс физики. Оптики", Наука, 1980
3. Н.М.Годжаев, "Оптика", Высш. школа, 1977

осуществляем ремонт залитого ipad по низким ценам [Здесь gezatone hs2307i по выгодной цене!](#)
 gezatone-kupit.ru итальянская детская мебель [по ссылке](#) mosdommebel.ru

