При прохождении света из оптически менее плотной среды в более плотную, например из воздуха в стекло или воду, vx > v2, и, следовательно, согласно закону преломления (см. формулу (7.4)) показатель преломления п > 1. Поэтому а > Р (рис. 7.15) — угол падения больше угла преломления.

При прохождении света из оптически менее плотной среды в оптически более плотную луч приближается к нормали к границе раздела сред.

Если же направить луч света в обратном направлении — из оптически более плотной среды в оптически менее плотную (например в воздух) вдоль ранее преломлённого луча (рис. 7.16), то закон преломления можно записать так:

Преломлённый луч по выходе из оптически более плотной среды будет направлен по линии ранее падавшего луча, поэтому а < р, в этом случае угол падения меньше угла преломления и преломлённый луч отклоняется от нормали.

По мере увеличения угла а угол преломления (3 также увеличивается, оставаясь всё время больше угла а. Наконец, при некотором угле падения а значение угла преломления (3 приблизится к 90°, и преломлённый луч будет направлен практически вдоль границы раздела двух сред (рис. 7.17). Наибольшему возможному углу преломления (3 = 90° соответствует угол падения а0 (луч 1—1).

При а > а0 преломление света невозможно, луч должен полностью отразиться (луч 2—2).

Отражение света, падающего из оптически более плотной среды на границу с оптически менее плотной средой под углом падения, большим некоторого критического угла Oq, называется полным отражением света или полным внутренним отражением.

Для наблюдения полного отражения света можно использовать стеклянный полуцилиндр с матовой задней поверхностью. Полуцилиндр закрепляют на диске так, чтобы середина плоской поверхности полуцилиндра совпадала с центром диска (рис. 7.18). Узкий пучок света от осветителя направляют снизу на боковую поверхность полуцилиндра перпендикулярно его поверхности. На этой поверхности луч не преломляется. На плоской поверхности луч частично преломляется и частично отражается. Отражение происходит в соответствии с законом отражения, а преломление — в соответствии с законом преломления (см. формулу (7.4)).

Если увеличивать угол падения, то можно заметить, что яркость (и, следовательно, энергия) отражённого пучка усиливается, в то время как яркость (энергия) преломлённого пучка падает. Особенно быстро убывает энергия преломлённого пучка, когда угол преломления приближается к 90°. Наконец, когда угол падения становится таким, что преломлённый пучок идёт вдоль границы раздела двух сред (см. рис. 7.17), доля отражённой энергии составляет почти 100 %. Повернём осветитель, увеличив угол падения до а. Мы увидим, что преломлённый пучок исчез, и весь свет отражается от границы раздела двух сред, т. е. происходит полное отражение света.

Угол падения а0, соответствующий углу преломления 90°, называют предельным углом полного отражения.

Из этого равенства и может быть найдено значение предельного угла полного отражения а0. Для воды (п = 1,33) оно равно 48°35', для стекла (п = 1,5) принимает значение 41°51', а для алмаза (п = 2,42) составляет 24°40'. Во всех случаях второй средой является воздух.

Явление полного отражения света используют в так называемой волоконной оптике для передачи света и изображения по пучкам прозрачных гибких волокон — световодов. Световод представляет собой стеклянное волокно цилиндрической формы, покрытое оболочкой из прозрачного материала с меньшим, чем у волокна, показателем преломления.

За счёт многократного полного отражения свет может быть направлен по любому (прямому или изогнутому) пути (рис. 7.19). Волокна собираются в жгуты. При этом по каждому из волокон передаётся какой-нибудь элемент изображения (рис. 7.20). Жгуты из волокон используются, например, в медицине для исследования внутренних органов.

Объём передаваемой информации пропорционален частоте несущей волны. Частота же световых волн в 105—106 раз больше частоты радиоволн. Таким образом, с помощью световых волн можно передавать большой объём информации.

В последнее время волоконная оптика широко используется для быстрой передачи компьютерных сигналов. При этом передаются сигналы в световом диапазоне, что даёт ряд преимуществ, например, малые потери энергии.

Явление полного отражения используется в поворотных и оборачивающих призмах (рис. 7.21). Предельный угол преломления на границе стекло—воздух равен 42°.

Рассмотрим ход лучей сквозь поворотную и одновременно оборачивающую линзу, основанием которой является равнобедренный прямоугольный треугольник, изображённую на рисунке 7.21, б. Проходя через широкую грань, лучи не изменяют своего направления, так как угол падения равен нулю. На узкой грани АВ лучи полностью отражаются, так как угол падения равен 45° и, следовательно, больше предельного угла полного отражения для стекла, равного 42°. После полного отражения от левой грани лучи падают на правую грань, снова полностью отражаются и выходят из призмы по направлению, перпендикулярному широкой грани. Таким образом, направление пучка света изменяется на 180°. Такой ход лучей используется, например, в призматических биноклях.

Призмы широко используются в оптических приборах. Одно из преимуществ призм перед зеркалами заключается в том, что в призмах, в отличие от зеркал, отражается почти 100 % энергии светового луча и изображение получается ярким.