Явления интерференции и дифракции не оставляют сомнений в том, что распространяющийся свет обладает свойствами волн. Но каких волн — продольных или поперечных?

Длительное время основатели волновой оптики Юнг и Френель считали световые волны продольными, т. е. подобными звуковым волнам.

Однако постепенно накапливалось всё больше и больше экспериментальных фактов, которые никак не удавалось истолковать и согласно которым световые волны считали продольными.

Опыты с турмалином. Рассмотрим подробно один из таких экспериментов, очень простой и эффектный. Это опыт с кристаллами турмалина (прозрачными кристаллами зелёной окраски).

Кристалл турмалина принадлежит к числу так называемых одноосных кристаллов. Возьмём прямоугольную пластину турмалина, вырезанную таким образом, чтобы одна из её граней была параллельна оси кристалла. Если направить нормально на такую пластину пучок света от электрической лампы или солнца, то вращение пластины вокруг пучка никакого изменения интенсивности света, прошедшего через неё, не вызовет (рис. 7.63). Можно подумать, что свет только частично поглотился в турмалине и приобрёл зеленоватую окраску. Больше ничего, кажется, и не произошло. Но это не так. Если пучок света заставить пройти через второй точно такой же кристалл турмалина (рис. 7.64, а), параллельный первому, то при одинаково направленных осях кристаллов опять ничего интересного не происходит: просто световой пучок ещё более ослабляется за счёт поглощения во втором кристалле. Но если второй кристалл вращать, оставляя первый неподвижным (рис. 7.64, б), то обнаружится удивительное явление — гашение света. По мере увеличения угла между осями интенсивность света уменьшается. И когда оси перпендикулярны друг другу, свет не проходит совсем (рис. 7.64, в). Он целиком поглощается вторым кристаллом. Как это можно объяснить?

Поперечность световых волн. Из описанных выше опытов следуют два вывода: во-первых, световая волна, идущая от источника света, полностью симметрична относительно направления распространения (при вращении кристалла вокруг луча в первом опыте интенсивность практически не меняется); во-вторых, волна, вышедшая из первого кристалла, не обладает осевой симметрией (в зависимости от поворота второго кристалла относительно луча интенсивность прошедшего света изменяется).

Продольные волны обладают полной симметрией по отношению к направлению распространения (колебания происходят вдоль этого направления, и оно является осью симметрии волны). Поэтому объяснить опыт с вращением второй пластины, считая световую волну продольной, невозможно.

Полное объяснение опыта можно получить, сделав два предположения,

Первое предположение относится к самому свету.

Свет — поперечная волна.

В падающем от обычного источника пучке световых волн происходят колебания всевозможных направлений, перпендикулярных направлению распространения волн (рис. 7.65).

Согласно этому предположению световая волна обладает осевой симметрией, являясь в то же время поперечной.

Световой поток, в котором колебания векторов Е и В происходят по всем направлениям, перпендикулярным направлению распространения волн, называется естественным светом.

Это название оправданно, так как в обычных условиях источники света излучают такой поток. Данное предположение объясняет результат первого опыта. Вращение кристалла турмалина не меняет интенсивность прошедшего света, потому что падающая волна обладает осевой симметрией (несмотря на то, что она поперечная).

Второе предположение относится не к световой волне, а к кристаллу.

Кристалл турмалина обладает способностью пропускать световые волны с колебаниями, происходящими в одной определённой плоскости (плоскость Р на рисунке 7.66).

Свет, в котором колебания вектора Е происходят только в одной определённой плоскости, называется поляризованным или, точнее, плоскополяризованным светом.

Это предположение полностью объясняет результаты второго опыта. Из первого кристалла выходит плоскополяризованная волна. При окрещённых кристаллах (угол между их осями 90°) она не проходит сквозь второй кристалл. Если оси кристаллов составляют между собой некоторый угол, отличный от 90°, то проходят колебания, амплитуда которых равна проекции амплитуды волны, прошедшей через первый кристалл, на направление оси второго кристалла.

Итак, кристалл турмалина преобразует естественный свет в плоскополяризованный.

Поляроиды. Не только кристаллы турмалина способны поляризовать свет. Таким же свойством, например, обладают так называемые поляроиды. Поляроид представляет собой тонкую (0,1 мм) плёнку кристаллов герапатита, нанесённую на целлулоид или стеклянную пластинку. С поляроидом можно провести те же опыты, что и с кристаллом турмалина. Преимущество поляроидов в том, что можно получать большие поверхности, поляризующие свет. К недостаткам поляроидов относится фиолетовый оттенок, который они придают белому свету.