

ГИРОТРОПИЯ оптическая (от греч. *gyrōō* — кружусь, вращаюсь и *trōpos* — поворот, направление) — совокупность оптич. свойств среды, имеющей по крайней мере одно направление, не эквивалентное обратному, связанных с проявлением эффектов пространств. дисперсии первого порядка; важнейшие из них — эллиптич. *двойное лучепреломление* и эллиптич. *дихроизм* (частный случай — *вращение плоскости поляризации*, откуда и название). Явление Г. было обнаружено Д. Ф. Араго (D. F. Arago) в 1811 в экспериментах с кристаллич. пластинами кварца, вырезанными перпендикулярно оптич. оси.

Ур-ния связи для гиротропной среды имеют вид:

$$D = \epsilon E + \gamma \nabla \times E, \quad (1)$$

где ϵ — тензор диэлектрич. проницаемости, E — напряжённость электр. поля световой волны, D — индукция, γ — тензор гирации 3-го ранга, а $\nabla \times$ означает тензорное умножение. Для прозрачных немагн. сред и плоских монохроматич. волн ур-ние (1) можно записать в виде:

$$D = \epsilon E + [g \nabla, E] = \epsilon E + i [gk, E], \quad (2)$$

где g — псевдотензор гирации 2-го ранга, k — волновой вектор.

Такой вид ур-ний означает, что ответ среды — индукция D — на внеш. возмущение — поле E — зависит не только от поля в рассматриваемой точке, но и от поля в нек-рой окрестности радиуса a , т. е. учитывается не локальность связей между векторами поля (см. *Дисперсия пространственная*).

Для возникновения Г. необходимо: 1) заметное изменение фазы световой волны на характеристич. расстоянии a молекулярного взаимодействия, создающего пространств. дисперсию (параметром a могут быть: размеры молекул, межмолекулярные расстояния, постоянная кристаллич. решётки, длина свободного пробега электронов, экситонов и т. д.); 2) наличие в рассматриваемом объекте определ. диссимметрии (хиральности) — прежде всего отсутствие центра симметрии. Г. может быть как естественной, так и индуцированной, наведённой к.-л. полями (электрич., магн.) или деформацией; в сильных световых (лазерных) полях возможна *недлинная оптическая активность*.

Если Г. обусловлена внутримолекулярными взаимодействиями и локализованными в молекуле возбуждениями, то параметр a отождествляется с размерами молекулы и внутримолекулярными расстояниями. В этом случае говорят о «молекулярной» Г., связанной с *оптической активностью* молекул.

Если причиной гиротропных свойств кристалла являются межмолекулярные взаимодействия и делокализ. возбуждения или движение свободных носителей, параметром a соответственно служат межмолекулярные расстояния, радиус молекулярного действия, размеры элементарной ячейки и т. д. В этом случае говорят о «кристаллической» Г.

В случае молекулярной Г. диссимметрична внутр. структура самой молекулы, а при кристаллич. Г. диссимметрична структура кристалла (хотя молекулы в свободном состоянии могут быть и симметричными). В кристалле могут существовать одновременно оба вида Г. Т. о.; Г. могут обладать и вещества, состоящие из оптич. неактивных молекул, а с другой стороны, вещество, состоящее из оптич. активных молекул (т. н. рацемат), может и не вращать плоскость поляризации (см. *Оптич. активные вещества*).

Тензор γ , как всякий тензор 3-го ранга, можно представить в виде суммы неприводимых тензоров — псевдоскаляра, вектора и псевдотензора. В изотропных средах (напр., газе, жидкости, растворе) Г. описывается псевдоскаляром. В этом случае Г. среды определяется Г. самих объектов, из к-рых среда состоит (напр., молекул, ионных группировок, комплексов). Такие объекты наз. оптич. активными.

Векторная компонента проявляется в кристаллах планальных классов средних сингоний только в эллиптич. поляризации вектора E . Псевдотензорная компонента описывает «кристаллические», или «структурные», эффекты, связанные с анизотропией расположения молекул (или иных центров) в кристалле. «Кристаллической» Г. могут обладать не только энантиоморфные (хиральные) кристаллы, но и кристаллы иных нецентросимметричных классов.

Световой луч, падающий на прозрачную гиротропную среду, испытывает в ней эллиптич. двойное лучепреломление: с разной скоростью и по разным направлениям в ней распространяются две волны, поляризованные эллиптически, причём эллипсы поляризации этих волн несколько различны по размерам и форме, а направления обхода их противоположны. Оси эллипсов взаимно перпендикулярны, однако векторы индукции в них не точно ортогональны. В общем случае двусосного кристалла при падении на него линейно поляризованного света в нём имеет место эллиптич. дупреломление.

В одноосных кристаллах линейно поляризованный луч, идущий вдоль оптич. оси, испытывает вращение плоскости поляризации вследствие разницы скоростей волн с правой и левой поляризации. В др. направлениях имеет место эллиптич. дупреломление, как и в двусосных кристаллах. При распространении линейно поляризованной волны в оптич. изотропной гиротропной среде в любом направлении в ней распространяются две волны с круговой поляризацией — правой и левой, имеющие различные скорости и соответственно различные показатели преломления. Поэтому плоскость поляризации линейно поляризованной волны по мере распространения в этой среде будет поворачиваться.

При приближении частоты проходящего через среду света к области резонансов (где поглощение ещё пренебрежимо мало, а показатель преломления значительно возрастает) ур-ния (1) и (2), строго говоря, уже не вполне применимы. Как показывает расчёт, в области частот, меньших резонансной, но близких к ней может существовать кроме обыкновенной и необыкновенной добавочная третья волна, имеющая другой коэф. преломления по сравнению с основной, а следовательно, и другую длину [1].

Для поглощающих сред явления более сложны; точная теория здесь не построена. Тензор ϵ , как известно, становится комплексным и неэрмитовым и содержит симметричные и антисимметричные части; то же относится и к тензорам γ и g . Физич. смысл этих частей показан в табл. (здесь показаны и эффекты, возникающие во внеш. магн. поле и в магнитоэлектрич. средах). Если при прямом и обратном прохождении через вещество эффект не меняет знака, он наз. обратимым; в противном случае он наз. невязанным. В табл. указаны свойства тензоров ϵ и γ при обращении координат P и обращении времени T ; знаки «+» и «-» говорят о сохранении или изменении знака при преобразованиях. Из табл. видно, что все невязанные эффекты связаны с изменением знака при обращении времени. При наличии поглощения в гиротропных средах возникает эллиптич. или круговой *дихроизм*. Получаемые при этом ур-ния для распространения волн оказываются весьма сложными и затруднительными для практич. применения, в особенности для произвольных направлений. Для частного случая распространения света в одноосном поглощающем кристалле вдоль оптич. оси амплитуды волн с правой и левой круговыми поляризациями вследствие кругового дихроизма будут различны, а эллипсы поляризации расположены не перпендикулярно. Поэтому результирующее колебание поляризовано эллиптически, причём по мере распространения волн оси эллипса поляризации поворачиваются. Эти эффекты значительно ярче выражены, чем рассмотренные выше для прозрачных двусосных кристаллов.