

ции падающей волны. Различают линейное и эллиптическое Д. л. в зависимости от свойств и симметрии кристаллов.

В прозрачных немагн. кристаллах без дисперсии пространственной происходит линейное Д. л. — возникают две линейно поляризов. волны, векторы индукции  $k$ -рых  $D_1$  и  $D_2$  взаимно ортогональны и соответственно ортогональны векторам магн. поля  $H_1$  и  $H_2$ . Д. л. в кристаллах можно описать, приведя тензор диэлектрической проницаемости  $\hat{\epsilon}$  к главным осям и задав значения:  $n_1 = \sqrt{\epsilon_{11}}$ ,  $n_2 = \sqrt{\epsilon_{22}}$ ,  $n_3 = \sqrt{\epsilon_{33}}$  — «главные показатели преломления»; величину Д. л. обычно описывают макс. разностью  $|\Delta n|$  этих показателей преломления. При прохождении света через границу двух анизотропных сред происходит более сложное преобразование двух падающих волн в две преломленные.

В прозрачных магн. кристаллах без пространств. дисперсии также имеет место линейное Д. л., однако векторы индукций (электрической  $D$  и магнитной  $B$ ) в двух волнах не ортогональны ( $D_1 \cdot D_2 \neq 0$  и  $B_1 \cdot B_2 \neq 0$ ). Д. л. в этом случае является следствием того, что электрич. и магн. проницаемости  $\epsilon$  и  $\mu$  описываются разл. тензорами; в гипотетич. среде, где  $\mu = \gamma \epsilon$  ( $\gamma$  — скаляр), Д. л. отсутствовало бы (но скорости волн зависели бы от направления).

В прозрачных немагн. кристаллах с пространств. дисперсией первого порядка — *гиротропией* — падающая волна распадается на две волны (идущие по разным направлениям с разными скоростями), поляризованные эллиптически, причём соответственные оси эллипсов  $D_1$  и  $D_2$  ортогональны, а направления обхода этих эллипсов противоположны — происходит эллиптическое Д. л. В нек-рой области частот возможно появление даже большего числа волн — 3 или 4.

В кристаллах, обладающих поглощением, картина Д. л. более сложна. Как известно, волны в поглощающих средах неоднородны; векторы  $E$ ,  $D$  и  $H$ ,  $B$  в общем случае поляризованы эллиптически, причём эллипсы различны и ориентированы по-разному. Поэтому в общем случае имеет место эллиптическое Д. л.; эллипсы векторов двух волн  $D_1$  и  $D_2$  подобны, ортогональны и имеют одно направление обхода, но разные размеры вследствие анизотропии поглощения (см. *Дизроизм*). То же имеет место для векторов  $B_1$  и  $B_2$ , но эллипсы их отличаются от первых формой и ориентацией (ориентации совпадают лишь при круговой поляризации).

В зависимости от свойств симметрии анизотропной среды в ней имеется несколько избранных направлений, в к-рых Д. л. отсутствует; эти направления наз. оптич. осями. Могут быть оси и зотропные, вдоль к-рых волны любой поляризации распространяются с одинаковой скоростью, и оси круговые, вдоль к-рых без Д. л. может распространяться лишь волна определ. знака круговой поляризации. Прозрачные кристаллы низших сингоний обычно имеют две изотропные оси, при симметрии выше  $222 D_2$  (см. *Симметрия кристаллов*) они сливаются в одну. При наличии поглощения кристаллы низших сингоний имеют одну изотропную ось (в частном случае ромбич. сингонии — две) и (или) несколько круговых.

Д. л. может наблюдаться не только в естественно-анизотропной среде, но и в среде с искусств. анизотропией, вызванной асимметричными деформациями, внутр. натяжениями (см. *Фотоупругость*), приложением акустич. поля (см. *Акустооптика*), приложением электрических (см. *Керра эффект*) или магнитных (см. *Коттона — Мутона эффект*) полей, анизотропным нагревом. В жидкостях возможно создание Д. л. в потоке, если молекулы жидкости или растворённого вещества обладают несферич. формой и анизотропной поляризуемостью.

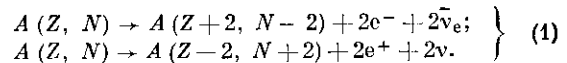
Явление, аналогичное Д. л., наблюдается и в др. диапазонах эл.-магн. волн, напр. в диапазоне СВЧ в плазме, находящейся в магн. поле (а следовательно, анизотропной); см. *Волны в плазме*.

Лит.: Федоров Ф. И., Оптика анизотропных сред, Минск, 1938; Кизель В. А., Отражение света, М., 1973, гл. 1, 2; Федоров Ф. И., Филиппов В. В., Отражение и преломление света прозрачными кристаллами, Минск, 1976; Дорожкин Л. М. и др., Измерение показателей преломления монокристаллов методом равных отклонений, «Краткие сообщения по физике», 1977, № 3, с. 8; Starnes J., Sherman G., Reflection and refraction of an arbitrary wave at a plane interface separating two uniaxial crystals, «J. Opt. Soc. Amer.», 1977, v. 67, p. 683; Halevi P., Mendozá Hernández A., Temporal and spatial behavior of the Poynting vector in dissipative media: refraction from vacuum into a medium, «J. Opt. Soc. Amer.», 1981, v. 71, p. 1238.

В. А. Кизель.

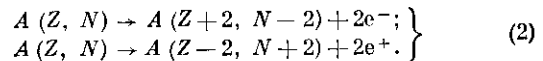
**ДВОЙНОЕ СПЕКТРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ** — то же, что *Мандельстама представление*.

**ДВОЙНОЙ БЕТА-РАСПАД** — особый вид бета-распада ядер, при к-ром ядро испускает два электрона или позитрона, превращаясь в ядро-изобару с зарядом  $Z \pm 2$  ( $Z$  — заряд родительского ядра). В случае сохранения лептонного числа Д. б.-р. сопровождается испусканием двух электронных антинейтрино  $\bar{\nu}_e$  или нейтрино  $\nu_e$  ( $2\nu$ ):

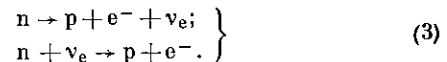


( $N$  — количество нейтронов,  $A$  — массовое число).

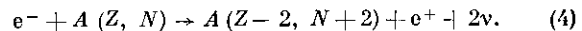
Если лептонное число не сохраняется, нейтрино может быть истинно нейтральной частицей, т. е. совпадать со своей античастицей. Такое *нейтрино* называют майорановским. В этом случае возможен безнейтринный ( $0\nu$ ) Д. б.-р.:



При этом нейтрино, испускаемое в одном из элементарных актов одиночного  $\beta$ -распада поглощается во втором, напр.:



Д. б.-р. возможен, когда цепочка одиночных  $\beta$ -распадов  $A(Z, N) \rightarrow A(Z \pm 1, N \mp 1) \rightarrow A(Z \pm 2, N \mp 2)$  запрещена или имеет малую вероятность. Такая ситуация возникает, если промежуточное ядро  $A(Z \pm 1, N \mp 1)$  имеет слишком большую массу  $M$  или полный угловой момент  $I$ , сильно отличающийся от моментов начального или конечного ядер. В 1-м случае при  $M(Z, N) < M(Z \pm 1, N \mp 1) + m_e + m_\nu$  ( $m_e$ ,  $m_\nu$  — массы электрона и электронного нейтрино) переход запрещён законом сохранения энергии. Энергетич. запрет реализуется, напр., для переходов  $^{128}\text{Te} \rightarrow ^{126}\text{Xe}$ ;  $^{130}\text{Te} \rightarrow ^{128}\text{Xe}$ ; велика степень запрета переходов  $^{48}\text{Ca} \rightarrow ^{46}\text{Sc}$ ,  $^{48}\text{Sc} \rightarrow ^{46}\text{Ti}$ . К Д. б.-р. относят также процессы, связанные с процессами (1) и (2) *перекрёстной симметрией*, напр. электронный захват с испусканием позитрона:



Д. б.-р. имеет малую вероятность: периоды полураспада  $T_{1/2} \sim 10^{20} - 10^{22}$  лет.

**Освенные механизмы Д. б.-р.** Двухнейтринный Д. б.-р. ( $2\nu$ ) может рассматриваться как процесс, при к-ром два нуклона ядра одновременно претерпевают обычный бета-распад. Возможен также однонуклонный процесс, обусловленный существованием в ядрах небольшой примеси нуклонных изобар со спином  $I = 3/2$ , изоспином  $T = 3/2$  и массой  $M = 1236$  мэВ ( $\Delta$ -изобара, см. *Резонансы*); в этом случае возможны процессы:

