

распадах или при аннигиляции гипотетич. тяжёлых метастабильных частиц (напр., *гравитино*, *фотино*), предсказываемых нек-рыми моделями *великого объединения* и *супергравитации* и др. Последний механизм может служить основой проверки по космологич. следствиям таких предсказаний этих моделей, к-рые не могут быть непосредственно проверены в совр. лабораторных условиях (напр., масс гипотетич. суперсимметричных частиц; см. *Суперсимметрия*), но могут отражаться в астрофизич. данных, напр. о распространённости лёгких элементов во Вселенной.

Лит.: Чемберлен О. и др., Наблюдение антипротонов, пер. с англ., «УФН», 1956, т. 58, с. 685; Фейдман Р., Взаимодействие фотонов с адронами, пер. с англ., М., 1975; Окунь Л. Б., Лептоны и кварки, М., 1981; Chachetkin V. M., Khlorov M. Yu., Sapozhnikov M. G., Antiproton interaction with light elements as a test of GUT cosmology, «Rev. Nuovo Cim.», 1982, v. 5, № 10. **АНТИПРОТОННЫЙ АТОМ** — см. в ст. *Адронные атомы*.

АНТИРЕЗОНАНС магнитный — совокупность явлений, обусловленных обращением в нуль при определ. частоте ω_d (частоте А.) действительной части (μ') магн. проницаемости $\mu(\omega)$ магнетика: $\mu(\omega) = \mu'(\omega) + i\mu''(\omega)$. Наиболее интересное проявление А. — существенное (во много раз) возрастание толщины скин-слоя $\delta = c\sqrt{2\sigma\omega(\mu'' + \sqrt{(\mu')^2 + (\mu'')^2})}$ магн. металла (см. *Скин-эффект*), т. е. глубины проникновения в него эл.-магн. волны (σ — уд. электропроводность). В результате металл на частоте А. обладает селективной прозрачностью (эффект был предсказан в 1959 [1], обнаружен в 1969 [3]). Частота А. $\omega_d = \gamma B$, где γ — гиромагн. отношение, B — магн. индукция ($B = H + 4\pi M$; H — напряжённость магн. поля, M — намагниченность единицы объёма). Для наблюдения А. необходимо, чтобы различие между ω_d и частотой ферромагнитного (или пара-, антиферромагнитного) резонанса ω_R значительно превышало лирипу линии резонанса $\Delta\omega_R$. Т. к. $\gamma H \leq \omega_R \leq \gamma \sqrt{HB}$, то требуется, чтобы $\Delta\omega_R \leq 4\pi M$. Благодаря этому условию, наиболее удобными объектами для наблюдения и исследования А. оказываются ферромагнетики при II порядке нескольких кЭ. А. служит для исследования релаксационных процессов [зависимости $\mu''(\omega)$ у ферромагн. металлов].

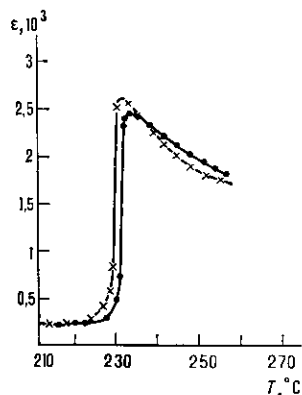
Коэф. прохождения P (по интенсивности) эл.-магн. волны частоты $\omega \approx \omega_d$ через пластину ферромагн. металла толщиной d (см. [2]):

$$P = \frac{c^2}{4\pi\sigma d^2} \cdot \frac{2x^2}{\sin^2 x + \sinh^2 x}; \quad x = \left(\frac{\sigma d^2}{\beta c^2} \cdot \frac{B}{M} |\omega - \omega_d| \right)^{1/2}$$

β — множитель порядка 1, зависящий от поляризации падающей на пластину эл.-магн. волны.

Лит.: 1) Каганов М. И., Селективная прозрачность ферромагнитных плёнок, «ФММ», 1959, т. 7, с. 288; 2) его же, тоже, «Письма в ЖЭТФ», 1969, т. 10, с. 336; 3) Гейрих В., Мещеряков В., Прхождение электромагнитной волны через ферромагнитный металл в области антирезонанса, там же, 1969, т. 9, с. 618.

АНТИСЕГНЕТОЭЛЕКТРИКИ — термин, обозначающий обычно диэлектрики, не являющиеся сегнетоэлектриками, но обладающие определ. специфич. электр. свойств. Осн. признак А. — наличие структурного фазового перехода, сопровождающегося значит. аномальной диэлектрич. проницаемостью (рис.). Темп-ра перехода обычно сильно зависит от электр. поля, так что переход может осуществляться при наложении поля, а не за счёт изменения темп-ры кристалла. Т. к. переход в А., как правило, является переходом 1-го рода, то наблюдается скачкообразное



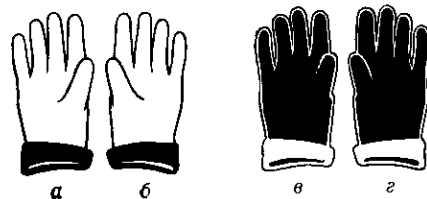
изменение поляризации P при изменении поля E , а в целом зависимость $P(E)$ имеет вид т. н. двойной петли гистерезиса (см. *Гистерезис сегнетоэлектрический*).

Типичными А. являются $PbZrO_3$, $NH_4H_2PO_4$, $NaNbO_3$, WO_3 .

Лит.: Кенциг В., Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики, пер. с англ., М., 1960; Соин А. С., Структуров Б. А., Введение в сегнетоэлектричество, М., 1970; Современная кристаллография, под ред. Б. К. Вайштейна, т. 4, М., 1981, с. 202—05. **А. П. Леванюк.**

АНТИСИММЕТРИЯ — симметрия объектов не только по геом. координатам в пространстве, но и по добавочной дискретной негеом. переменной, к-рая может принимать лишь 2 противоположных значения: ± 1 . В 3-мерном пространстве при наличии А. объект описывается координатами его точек x_1, x_2 и x_3 и дополнит. переменной $x_4 = \pm 1$, к-рую удобно интерпретировать условно как «цвет» точки — чёрной или белой; если белым (чёрным) точкам одного объекта соответствуют чёрные (белые) точки геометрически равного ему другого объекта, то объекты антисимметричны. Физ. величинами, которые можно описывать переменной x_4 , являются знак заряда, направление спина и т. п. А. впервые введена Г. Хеешем (H. Heesch) (1929), её полная теория развита А. В. Шубниковым (1951).

Операция изменения переменной x_4 , при к-рой объект меняет знак («цвет»), но остаётся неподвижным, тождественным самому себе в пространстве, наз. операцией антиотождествления и обозначается $1'$ (1 — операция обычного отождествления, так что $1'^2 = 1$). В А. имеются 4 вида равенства между геометрически равными объектами: отождествление, зеркальное равенство, антиотождествление, зеркальное антиравенство (рис.). Зеркальное отражение m меняет хиральность объекта,



Типы равенства в антисимметрии: а — а, б — б, ... — отождествление; а — б, в — г — зеркальное равенство; а — в, б — г — антиотождествление; а — г, б — в — зеркальное антиравенство.

превращая его из правого в левый и наоборот; операции антиотождествления $1'$ соответствует изменение «цвета», а отражение с переменной «цвета» — операция $m1' = m'$ — меняет одновременно и хиральность и «цвет» объекта. Из любой операции симметрии g_i в трёхмерном пространстве можно построить «антиоперацию» $g'_i = g_i 1'$.

Аналогично обычным элементам симметрии можно ввести элементы А., каждый из к-рых одноврем. с геом. преобразованием осуществляет изменение знака 4-й переменной. Группы А. содержат как операции обычной симметрии, так и операцию А. Операции обычной симметрии образуют подгруппу индекса 2 в любой группе А.: $G' = G + 1'G$.

Существует 58 «чёрно-белых» точечных групп А. кристаллов $G_0^{3,1}$ и 32 «серые» (нейтральные) группы А., а также 32 «одноцветные» группы, совпадающие с обычными кристаллографич. точечными группами. В физ. интерпретации группы А. являются точечными группами *магнитной симметрии* кристаллов.

Пространственные трижды периодич. группы А. $G_3^{3,1} = \Pi$ (т. н. шубниковские группы) являются асимметричным расширением обычных фёдоровских пространств. Группы $G_3^3 = \Phi$, описывающих атомную структуру кристаллов. Групп $G_3^{3,1}$ всего 1651. Из них 1421 (крме «серых») применяются, в частности, для описания расположения спинов атомов в кристаллах, обладающих магн. свойствами. А. является одним из обобщений