

ко Л. Ф., Электродитические осажденные магнитные пленки, Минск, 1972; Памятник Л. С., Фукс М. Я., Косевич В. М., Механизм образования и субструктура конденсированных пленок, М., 1972; Сухвалов С. В., Структура и свойства магнитных пленок железо-никель-кобальтовых сплавов, Минск, 1974; Лесник А. Г., Наведенная магнитная анизотропия, К., 1976; Мочалов В. Д., Магнитная микроэлектроника, М., 1977; Балбашов А. М., Червоныенко А. Я., Магнитные материалы для микроэлектроники, М., 1979; Иванов Р. Д., Магнитные металлургические пленки в микроэлектронике, М., 1980; Малоземов А., Слоузуски Дж., Доменные стенки в материалах с цилиндрическими магнитными доменами, пер. с англ., М., 1982; Элементы и устройства на цилиндрических магнитных доменах, Справочник, М., 1987. А. Г. Шишков.

МАГНИТНАЯ ПОДРЕШЕТКА — совокупность кристаллографически эквивалентных атомов кристалла, атомные магн. моменты к-рых равны и параллельны; понятие «М. п.» используется при описании магнитной атомной структуры магнитоупорядоченных кристаллов (МУ-кристаллов) в модели локализов. магн. моментов. Рассчитывая на единицу объема сумма магн. моментов атомов, входящих в данную М. п., наз. н а м а г н и ч е н о с т ь ю п о д р е ш е т к и. Термин «М. п.» возник, когда число М. п. у известных кристаллов не превышало двух, т. е. когда среди магн. структур кристаллов были известны лишь простейшие их типы: ферромагнитная (ФМ-структура, одна подрешетка) и коллинеарная антиферромагнитная (АФМ-структура, две подрешетки). Позднее к ним добавилась неелевская коллинеарная ферримагн. структура (ФИМ-структура, в простейшем случае — две подрешетки). В дальнейшем были обнаружены магнетик с более сложными, неколлинеарными магн. структурами и, соответственно, с большим числом подрешеток (три, четыре и более). Описание свойств винтовых несообразных магнитных структур формально требует бесконечного числа М. п., поэтому к таким структурам понятие «М. п.» не применяют.

Прямые эксперим. доказательства существования М. п. были получены методами магнитной нейтрографии. Магн. нейтрограммы многих МУ-магнетиков указывают на существование в них небольшого числа М. п. Концепция М. п. широко используется в физике МУ-кристаллов: при интерпретации их нейтрограмм; в феноменологич. теории МУ-магнетиков; при описании полевой и температурной зависимости магн. восприимчивости МУ-кристаллов; ВЧ-свойств МУ-кристаллов; явлений ферро- и антиферромагн. резонанса; магнитоупругого взаимодействия и т. д.

Строго говоря, М. п. — понятие модельное. Иллюстрацией этого может служить следующий пример. Предположим, что АФМ-структура кристалла такова, что в магнитной ячейке имеются атомные моменты четырех направлений, так что число М. п. здесь равно 4 (рис.). Но если угол α мал, то приближенно можно считать, что магн. структура характеризуется лишь двумя М. п. с антипараллельной ориентацией их намагниченностей (за их антипараллельность ответственно сильное обменное взаимодействие отрицат. знака), а расщепление каждой из них, в свою очередь, на две обзано гораздо более слабым (релятивистским) взаимодействиям. Тогда для описания большинства свойств такого антиферромагнетика достаточно пренебречь слабой неколлинеарностью и пользоваться двухподрешеточной моделью. Лишь для объяснения нек-рых эксперим. данных требуется рассмотрение истинной магн. структуры и использование 4-подрешеточной модели.

Т. о., часто число вводимых М. п. связано с глубиной (детальностью) теоретич. рассмотренной магн. структуры МУ-кристаллов и их свойств. Иногда, даже зная из эксперим. данных о наличии большого числа М. п., сознательно применяют огрубленное описание и для простоты пользуются меньшим числом М. п. (чаще всего это соответствует обменному приближению). Есте-

ственно, число М. п. не может превышать числа магн. атомов в магн. ячейке.

В феноменологич. теории МУ-кристаллов понятие М. п. обретает новые черты. Суммарная намагниченность каждой подрешетки считается непрерывно распределенной в пространстве с плотностью $M_i(r) = \text{const}$, так что МУ-кристалл рассматривают как совокупность взаимодействующих сплошных сред с намагниченностями $M_i(r)$ для каждой из них. Термодинамический потенциал Φ кристалла записывается с учетом энергии взаимодействия намагниченностей подрешеток и инвариантен к группе симметрии парамагн. фазы кристалла. В число входящих в Φ членов есть члены, соответствующие взаимодействию намагниченности подрешетки с самой собой, а не только с намагниченностями других М. п. Такой подход позволяет исследовать, напр., динамич. свойства МУ-кристаллов, в частности собств. частоты колебаний намагниченностей М. п. (спектр *спиновых волн*), если допустить слабую неоднородность М. п. (небольшие отклонения локальной намагниченности от ср. значения) и характеризовать МУ-кристалл не только намагниченностями $M_i(r)$, но и их градиентами. При актуальных для эксперимента ДВ-колебаниях можно считать неоднородности $M_i(r)$ малыми и использовать разложение по малым отклонениям от равновесного распределения намагниченностей М. п.

При использовании любой модели М. п. (точной или огрубленной) в решении подобных динамич. задач должно выполняться следующее правило: число ветвей колебат. спектра равно числу М. п. (числу прецессирующих векторов намагниченности), одна из ветвей является бесщелевой (тождественно нулевой), а остальные имеют щели (являются оптических) — при учете достаточного количества взаимодействий; при пренебрежении же какими-то взаимодействиями бесщелевыми могут стать и другие ветви.

Лит.: Туров Е. А., Физические свойства магнитоупорядоченных кристаллов, М., 1963; Смарт Дж., Эффективное поле в теории магнетизма, пер. с англ., М., 1968.

В. Е. Лайш.

МАГНИТНАЯ ПОСТОЯННАЯ (магнитная проницаемость вакуума) — коэф. пропорциональности μ_0 , появляющийся в ряде ф-л электромагнетизма при записи их в Международной системе единиц (СИ). Так, индукция B магн. поля (магнитная индукция) и его напряженность H связаны в вакууме соотношением $B = \mu_0 H$, а в к.-л. веществе $B = \mu_0 \mu H$, где μ — относительная магнитная проницаемость вещества и $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн·м⁻¹ = 1,25663706144 · 10⁻⁶ Гн·м⁻¹.

МАГНИТНАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ — величина, характеризующая реакцию среды на воздействие внеш. магн. поля напряженностью H . М. п. количественно определяется отношением $\mu = B/H$, где B — магн. индукция. С точки зрения электродинамики, М. п. аналогична диэлектрической проницаемости ϵ и симметрично с ней входит в т. н. материальные у-рния, дополняющие систему Максвелла уравнений, определяя, в частности, показатель преломления среды $n = \sqrt{\epsilon\mu}$.

М. п. связана с магнитной восприимчивостью χ соотношением

$$\mu = 1 + 4\pi\chi \quad (1)$$

(в Гаусса системе единиц), из к-рого следует, что $\mu > 1$ для парамагнетиков, $\mu < 1$ для диамагнетиков и $\mu = 1$ в вакууме (в системе СИ для вакуума $\mu = \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Гн/м). В анизотропной среде М. п. анизотропна, μ является тензором. В общем случае переменного и неоднородного внеш. поля М. п. комплексна

$$\mu = \mu' + i\mu'' \quad (2)$$

причем μ' и μ'' есть ф-ции частоты ω и волнового вектора q ; $\mu = \mu(q, \omega)$ наз. динамической неоднородной М. п., $\mu(0, 0)$ — статической однородной М. п. Мнимая часть μ'' описывает поглощение (т. е. потерю) эл.-магн. энергии в веществе, μ' и μ'' связаны