

Табл. 1. — Классификация некоторых спонтанных магнитных фаз при $H=0$

| Фазы | Параметры обмена J и анизотропии D | Параметры упорядочения m, q |
|--|---|--|
| Парамагнитная | $J=0, D=0$ | $m=0, q=0$ |
| Регулярные фазы: Ферромагнитная | $J_i \geq 0 \begin{cases} D > 0 \\ D < 0 \end{cases}$ | $m_{\parallel} \neq 0, m_{\perp} = 0$ (ОЛН) $m_{\perp} \neq 0, m_{\parallel} = 0$ (ПЛН) |
| Антиферромагнитная | $J_1 < 0, J_2 > 0 \begin{cases} D > 0 \\ D < 0 \end{cases}$ | $m_{\parallel}^A = -m_{\parallel}^B, m=0, l_{\parallel} \neq 0$ (ОЛН) $m_{\perp}^A = -m_{\perp}^B, m=0, l_{\perp} \neq 0$ (ПЛН) |
| Ферримагнитная | $J_1 < 0, D_2 > 0, D \neq 0, S_A \neq S_B$ | $m_A \uparrow \downarrow m_B, m_A \neq m_B , m \neq 0$ |
| Слабоферромагнитная | $J_1 < 0, J_2 > 0, J_{DM} > 0 \begin{cases} D > 0 \\ D < 0 \end{cases}$ | $m_{\parallel}^A = -m_{\parallel}^B, m_{\parallel} = 0, l_{\parallel} \neq 0$ $m_{\perp}^A = m_{\perp}^B, m_{\perp} \neq 0, l_{\perp} \neq 0$ |
| Гелимагнитная | $J_1 > 0, J_2 < 0, D \neq 0$ | |
| Нерегулярные фазы, или спиновые стёкла СС: | 1) $J_i \leq 0$ или случайная знакопеременность 2) случайная ориентация осей анизотропии $ D \gg J $ | |
| Асперомагнитное СС | неравновероятное распределение $\langle m_i \rangle$ | $m \neq 0, q_{\perp} \neq 0, q_{\parallel} = 0$ |
| Сперомагнитное (идеальное) СС | равновероятное распределение $\langle m_i \rangle$ | $m=0, q_{\perp} \neq 0, q_{\parallel} \neq 0$ |
| Сперимагнитное СС | многокомпонентный магнетик | $m_A \neq 0, q_A = 0$ $m_B = 0, q_B \neq 0$ |
| Миктомагнитное (кластерное) СС | высокая концентрация магнитной примеси | $m=0, q \neq 0, \langle \overline{m_i} \rangle \neq 0$ |

Условные обозначения: J_i — обменный интеграл между данным магнитным моментом и магнитными моментами в i -й координационной сфере, J_{DM} — константа взаимодействия Дзялошинского — Мория, D — константа одноосной анизотропии, ОЛН — ось лёгкого намагничивания, ПЛН — плоскость лёгкого намагничивания, m — уд. спонтанная намагниченность, q — параметр порядка Эдвардса — Андерсона.

при любой темп-ре T (если $H=0$). Кроме того, в идеальном парамагнетике, если пренебречь взаимодействием между магн. моментами, при всех значениях H и T отсутствует также и к.-л. ближний магн. порядок (см. *Парамагнетизм*). Любая магнитоупорядоченная фаза при достаточно высоких темп-рах и (или) малых концентрациях магн. ионов переходит в состояние, близкое к ПМ-фазе.

Традиционными и наиб. изученными упорядоченными магн. фазами являются ферро-, антиферро-, ферри (ФИМ)- и гелимагнитная (ГИМ) фазы (см. *Магнитная атомная структура*). Характер магн. упорядочения в них определяется конкуренцией обменного взаимодействия J_{ij} , магнитной анизотропии D_i (как правило, одноосной) и зеемановского взаимодействия локальных магн. моментов с внеш. магн. полем H . В нек-рых магнетиках слабые релятивистские взаимодействия в АФМ-фазе приводят к т. н. взаимодействию Дзялошинского — Мория J_{DM} и возникает слабоферромагнитная (СФМ) фаза (см. *Слабый ферромагнетизм*). В магнетиках со сложной кристаллографич. структурой (напр., ферритах-гранатах, ортоферритах, см. *Ферриты*) возможно наличие трёх и более магн. подрешёток и, соответственно, значит. число разл. магн. фаз, как правило, неколлинеарных («угловых»). В низкоразмерных магнетиках (квазиодномерных, планарных, слоистых) обменное взаимодействие характеризуется сильной анизотропией по кристаллографич. направлениям и дальний магн. порядок не всегда существует. Такие магнетики описываются, напр., т. н. топологич.

упорядочением Костерлитца—Таулеса [13] или только ближним магн. порядком.

Весьма сложные магнитоупорядоченные, но нерегулярные магн. фазы возникают в кристаллич. или аморфных веществах при случайной ориентации осей анизотропии и (или) при случайных переменах знака параметра обменного взаимодействия J_{ij} . Эта ситуация реализуется, напр., благодаря действующему РКИ-обменному взаимодействию или диполь-дипольному взаимодействию в структурно неупорядоченных или аморфных образцах. Подобные фазы носят общее наименование спиновых стёкол и характеризуются т. н. *фрустрацией* магн. моментов, т. е. невозможностью одноврем. минимизации энергий всех обменных связей, и вследствие этого хаотич. «замороженностью» моментов в узлах решётки. Эти фазы не являются термодинамически равновесными, они метастабильны. В одной из моделей спиновых стёкол в качестве параметра упорядочения рассматривается параметр Эдвардса — Андерсона $q = \langle \overline{m_i^2} \rangle$ [иногда отдельно рассматриваются параметры q_{\parallel} (продольный) и q_{\perp} (поперечный) по отношению к к.-л. выделенной оси]; черта в выражении для q означает усреднение с соответствующим статистич. весом по всем случайным магн. конфигурациям.

Схематич. классификация нек-рых магн. фаз (как регулярных, так и нерегулярных) приведена в табл. 1. Общие свойства и классификация М. ф. п. Анализ М. ф. п. проводится обычно с помощью магн. фазовых