

НОВЫЙ ТИП МАГНИТНЫХ ДОМЕНОВ В МНОГОПОДРЕШЕТОЧНЫХ АНТИФЕРРОМАГНЕТИКАХ

И.Е. Дзялошинский

На примере UO_2 указано на новый тип доменных границ, разделяющих фазы, ориентации спинов в которых не могут быть совмещены непрерывным поворотом. Эти границы всегда имеют микроскопическую (атомную) толщину.

Как хорошо известно, блоховские границы между доменами имеют макроскопическую толщину. Внутри стенки намагниченность непрерывно поворачивается от ориентации в толще одного домена к ориентации в другом домене. Это всегда имеет место в ферромагнетиках и двух- и трех- подрешеточных антиферромагнетиках, в которых все находящиеся в равновесии фазы могут быть переведены одна в другую непрерывным поворотом.

Ситуация меняется в антиферромагнетиках с 4 или более подрешетками, когда в принципе могут находиться в равновесии фазы, не переводимые друг в друга поворотами. Мы рассмотрим антиферромагнитный UO_2 , магнитная структура которого была недавно окончательно установлена Фабером и Лендером [1]. Теоретически эта структура была описана в наших предыдущих работах (см. [2] и особенно [3]).

В парамагнитной фазе UO_2 — кубический гранецетрированный кристалл (группа $Fm\bar{3}m - O_h^5$). В антиферромагнитной фазе он имеет 4-подрешеточную структуру, составленную из четырех кубических решеток, образованных соответственно ионами в узлах и в центрах граней — $000, 0\ 1/2\ 1/2, 1/2\ 0\ 1/2, 1/2\ 1/2\ 0$, которые имеют равные по длине, но неколлинеарные спины — s_1, s_2, s_3, s_4 соответственно. Математически такая структура описывается тремя "векторами антиферромагнетизма":

$$l_1 = s_1 + s_2 - s_3 - s_4, \quad l_2 = s_1 - s_2 + s_3 - s_4,$$

$$l_3 = s_1 - s_2 - s_3 + s_4$$

и спонтанным моментом

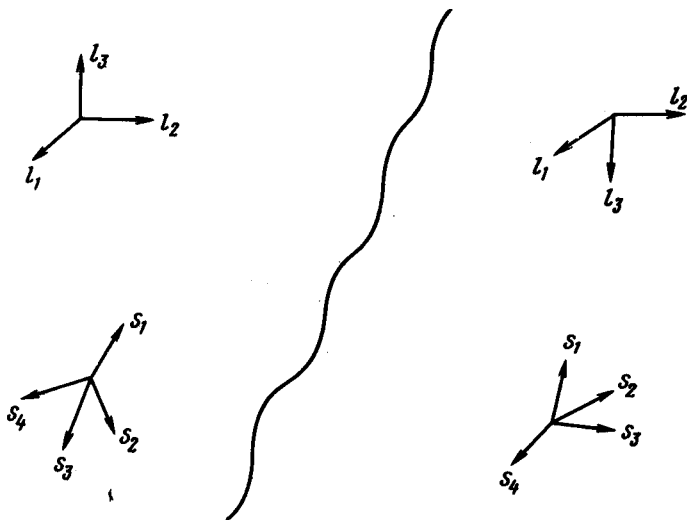
$$m = s_1 + s_2 + s_3 + s_4.$$

В антиферромагнитном состоянии UO_2 разумеется $m = 0$, а

$$l_1 = l_2 = l_3, \quad l_1 \perp l_2 \perp l_3.$$

При этом спины подрешеток направлены по четырем различным пространственным диагоналям куба:

$$s_1 \sim [111], \quad s_2 \sim [1\bar{1}\bar{1}], \quad s_3 \sim [\bar{1}1\bar{1}], \quad s_4 \sim [\bar{1}\bar{1}1].$$



Наряду со структурой, описываемой "репером" l_1, l_2, l_3 , существует и имеет ту же энергию структура, задаваемая репером

$$l_1, l_2, -l_3, \text{ где}$$

$$s_1 \sim [11\bar{1}], s_2 \sim [1\bar{1}1], s_3 \sim [\bar{1}11], s_4 \sim [\bar{1}\bar{1}\bar{1}].$$

Эти две фазы не получаются одна из другой непрерывным поворотом. Поэтому разделяющая их доменная граница не может быть блоховской (см. рисунок). Она имеет микроскопическую толщину и поверхностную энергию $\sigma \sim T_N/d^2$, T_N – температура Нееля, d – межатомное расстояние,

Отметим, что благодаря своей атомной толщине такая граница будет хорошо закрепляться (пиннинг) на любом дефекте атомного размера, особенно на локальных смещениях атомов кислорода (подробнее см. [1,3]).

Институт теоретической физики
им. Л.Д.Ландау
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
4 апреля 1977 г.

Литература

- [1] J.Faber, G.H.Lander. Phys. Rev., B14, 1151, 1976; J.Faber, G.H.Lander, B.R.Cooper. Phys. Rev. Lett., 35, 1770, 1975.
 - [2] И.Е.Дзялошинский, В.И.Манько, ЖЭТФ, 46, 1352, 1964; С.А.Бразовский, И.Е.Дзялошинский, Б.Г.Кухаренко. ЖЭТФ, 70, 2257, 1976.
 - [3] I.E.Dzyaloshinsky. Communications on Physics, in press.
-