

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В МАГНЕТИКАХ С ТЕНЗОРНЫМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДАТЧИКИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

И.П. Шаповалов, П.А. Сайко

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова

В магнитных кристаллах со значением атомных спинов $S = 1$ возможны два типа тензорных взаимодействий: взаимодействие спинов с кристаллическим полем и биквадратное обменное взаимодействие (БОВ). В случае, когда константы кристаллического поля - D и БОВ – K_0 достаточно велики, а внешнее магнитное поле h направлено вдоль кристаллографической оси (ось z), возможны две одноподрешеточные фазы, обладающие аксиальной симметрией. Первая из них – обычная ферромагнитная фаза (ФМФ) с осью ферромагнитного упорядочения, направленной вдоль оси z . Вторая – квадрупольная фаза (КФ), в которой при нулевой температуре ($T=0$) даже в присутствии магнитного поля h намагниченность в системе равна нулю: $M^Z=0$ [1].

При отличных от нуля температурах намагниченность M^Z определяется системой двух трансцендентных уравнений [2]. Решения этой системы различны для различных фаз, а увеличение внешнего магнитного поля индуцирует фазовый переход (ФП) из КФ в ФМФ. Этот переход происходит как ФП первого рода и сопровождается скачком намагниченности [3]. При низких температурах критическое значение магнитного поля h^* , при котором происходит ФП, практически не зависит от температуры. Таким образом, фиксируя скачок намагниченности M^Z , можно судить о достижении магнитным полем критического значения.

В настоящей работе исследуются одноосные магнетики с кристаллическим полем типа «легкая плоскость» и анизотропным БОВ при $S=1$. Предлагается их использование для создания низкотемпературных датчиков магнитного поля.

В работе построена фазовая T - h диаграмма, на которой обозначена линия ФП первого рода между КФ и ФМФ. При определенной температуре T^C линия ФП первого рода оканчивается тройной точкой для ФМФ, КФ и парамагнитной фазы (ПМФ). Таким образом, при температурах $T > T^C$ использование кристалла в качестве датчика магнитного поля невозможно.

В КФ при фиксированном значении магнитного поля h с ростом температуры намагниченность M^Z увеличивается, а в ПМФ – уменьшается. Поэтому температуре перехода между КФ и ПМФ соответствует максимальное значение функции $M^Z(T)$. В ФМФ при фиксированном значении h с ростом температуры квадрупольная составляющая параметра порядка λ уменьшается, проходя через ноль, а в ПМФ увеличивается, стремясь к нулю. Следовательно, температуре перехода между ФМФ и ПМФ соответствует минимальное значение функции $\lambda(T)$.

Построены кривые, которые иллюстрируют зависимость температуры T^C от параметров гамильтониана.

1. В.М. Матвеев, ЖЭТФ **65**, 1626 (1973).
2. Ф.П. Онуфриева, ЖЭТФ **89**, 2270 (1985)
3. И.П. Шаповалов, УФЖ **55**, 307 (2010).