

Фрустрация взаимодействий в дипольно-гейзенберговском магнетике LiGdF_4

В. Н. Глазков^{1,2}, С. С. Сосин^{1,2}, А. Ф. Яфарова^{1,2}, Г. Ю. Андреев³,
Р. Г. Батулин³, С. Л. Кораблева³, О. А. Морозов³, И. В. Романова³

¹*Институт физических проблем им. П. Л. Капицы РАН, г. Москва, Россия*

²*Факультет физики, НИУ ВШЭ, г. Москва, Россия*

³*Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия*

При помощи спектроскопии магнитного резонанса и измерений намагниченности показано, что соединение LiGdF_4 является примером необычной фрустрации взаимодействий между магнитными ионами: характерные параметры диполь-дипольного и гейзенберговского обменного взаимодействий оказываются близкими по величине. Вклад одноионной анизотропии для магнитных ионов Gd^{3+} также оказывается сравним с характерной энергией спин-спиновых взаимодействий.

Анализ спектров магнитного резонанса в диамагнитно разбавленных образцах LiGdF_4 позволил выделить как линии поглощения, связанные с тонкой структурой спектра ЭПР изолированных магнитных ионов, так и линии поглощения от обменно связанных пар. В результате удалось точно установить соотношение между различными взаимодействиями. Компенсация взаимодействий оказывается наиболее полной при $\text{H} \parallel \text{c}$ — в этой ориентации приложенного магнитного поля температура Кюри–Вейса оказывается практически равной нулю и LiGdF_4 , оставаясь концентрированным магнетиком, ведёт себя как почти идеальный парамагнетик. [1]

Этот случайно сложившийся баланс взаимодействий, с почти полной компенсацией взаимодействий для некоторых ориентаций приложенного поля, приводит к усиленному магнетокалорическому эффекту в LiGdF_4 : концентрированная магнитная система оказывается в расчёте на спин столь же эффективна для адиабатического размагничивания как и разбавленный парамагнетик.

Работа поддержана грантом РФФ 22-12-00259 (рост образцов и ЭПР измерения) и в рамках Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета PRIORITY-2030 (измерения намагниченности и теплоёмкости).

Список литературы

[1] Сосин С. С. и др., *Письма в ЖЭТФ* **116**, 747 (2022).

Как величина и знак взаимодействия Дзялошинского– Мория влияет на магнитную структуру в гелимагнетиках $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$ и $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$

С. В. Григорьев¹, Н. М. Чубова², О. И. Утесов¹

¹*Петербургский институт ядерной физики, НИЦ «Курчатовский институт»,
Гатчина, Россия*

²*Национальный исследовательский центр
«Курчатовский институт», г. Москва, Россия*

Кубическая нецентросимметричная структура соединений B20 формирует спиральную структуру с волновым вектором $k_s = D/J$, уравновешенную конкуренцией двух взаимодействий: ферромагнитного обменного взаимодействия J и антисимметричного взаимодействия Дзялошинского-Мория (ДМ) D [1,2]. Знак магнитной хиральности определяется знаком ДМ взаимодействия D , который диктуется, с одной стороны, структурной хиральностью, а с другой стороны химическими элементами (Fe, Co). Твердые растворы гелимагнетиков соединений $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$ и $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$, демонстрируют переключение знака магнитной хиральности в зависимости от концентрации x . Переключение хиральности сопровождается преобразованием спиральной структуры в ферромагнитную при $x_c = 0.60$ для $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$ [3] и при $x_c = 0.65$ для $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$ [4].

Магнитная структура соединений для богатых железом соединений ($x < x_c$) описывается моделью Бака-Йенсена [1], в которой строго соблюдается иерархия взаимодействий — обменного (ферромагнитного), второго по величине ДМ взаимодействия и совсем малой кубической анизотропии и/или анизотропного обмена. При этом волновой вектор k_s слабо зависит от температуры, демонстрируя тем самым, что J и D от температуры практически не зависят.