

$$\begin{aligned}
R(m, m', p_x) &= \cos(mp_x) \sin(m'p_x) + \cos(mp_x) \cos(m'p_x) - \sin(mp_x) \sin(m'p_x), \\
M(m, m', p_x) &= \sin(mp_x) \sin(m'p_x) + \sin(mp_x) \cos(m'p_x) + \cos(mp_x) \sin(m'p_x) \\
T(E, m, m', p_x) &= [\cos(mp_x) \cos(m'p_x) - Em \sin(mp_x) \cos(m'p_x)] \\
F(E, m, m', p_x) &= [\sin(m'p_x) + Em \cos(m'p_x)] * \\
&* [\sin(mp_x) + 2Em \cos(mp_x) - E^2 m^2 \sin(mp_x)]
\end{aligned}$$

где $A_{m's}$ и $A_{m's}$ – коэффициенты разложения энергии электронов в ряд Фурье, f – функция распределения Ферми-Дирака, T – абсолютная температура.

В результате проведенного исследования предложена методика теоретического расчета коэффициента дифференциальной термоэдс двухслойных графеновых лент в присутствии электрического поля в приближении времени релаксации. Получены аналитически и проанализированы численно зависимости дифференциальной термоэдс от напряженности внешнего электрического поля для двухслойных лент различной ширины, при различных значениях электростатического потенциала между слоями графена, при различной температуре. Обнаружен нелинейный и немонотонный характер зависимости дифференциальной термоэдс от напряженности поля. При увеличении ширины двухслойных графеновых лент дифференциальная термоэдс возрастает.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 19-42-343001).

Список публикаций:

- [1] Yanushkina N.N., Belonenko M.B., Lebedev N.G. // Phys. Scr. 2011. Vol. 83. P. 015603.
[2] Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века. Москва: Техносфера, 2003. 336 с.
[3] Белоненко М.Б., Лебедев Н.Г., Демушкина Е.В. // ФТТ. 2008. Т. 50. Вып. 2. С. 367.
[4] Шмелев Г.М., Булыгин А.С., Маглеванный И.И. // ФТТ. 1999. Т. 41. Вып. 7. С. 1314.
[5] Гочжун Ц. Наноструктуры и наноматериалы, синтез, свойства и применение. Москва: Научный мир, 2012. 520 с.

Исследование деформации растяжения магнитной солитонной решетки при помощи просвечивающей электронной микроскопии Лоренца

Терещенко Алексей Анатольевич¹

G. W. Paterson³, S. Nakayama⁴, Y. Kousaka⁴, J. Kishine^{5,7}, S. McVitie³, A. С. Овчинников^{1,2}, И. В. Проскурин^{6,1}, Y. Togawa⁴
¹Уральский федеральный университет, ²Институт физики металлов, ³University of Glasgow,
⁴Osaka Prefecture University, ⁵The Open University of Japan, ⁶University of Manitoba, ⁷Institute
for Molecular Science,

Овчинников Александр Сергеевич
alexey.tereshchenko@urfu.ru

Физические свойства одноосных киральных гелимагнетиков, спиральный магнитный порядок в которых обусловлен антисимметричным взаимодействием Дзялошинского-Мория – одна из активно изучаемых областей современной теории магнетизма. Одной из причин повышенного интереса к геликоидальным системам и их потенциального применения в спиновой электронике является способность управления магнитной киральностью внешними воздействиями. Так, например, совместное действие внешнего магнитного поля и механических напряжений способно приводить к значительной перестройке основного состояния магнитной солитонной решетки [1]. К сожалению, этот эффект остается малоизученным, хотя и представляет несомненный практический интерес.

Мы рассматриваем случай киральной солитонной решетки, подвергнутой одноосной упругой деформации, приложенной перпендикулярно киральной оси, и получаем путем аналитического расчета фазовую диаграмму магнитных состояний, стабильных в присутствии внешнего магнитного поля. Анизотропия, индуцированная упругой деформацией, приводит к существованию трех различных нетривиальных спиновых текстур, вид которых определяется типом деформации, и мы показываем, как эти магнитные состояния могут быть идентифицированы по их профилям сигналов, полученным при помощи просвечивающей электронной микроскопии Лоренца (ТЕМ). В работе представлены экспериментальные ТЕМ измерения контраста Френеля на деформированном образце одноосного кирального гелимагнетика CrNb₃S₆ [2], которые хорошо согласуются с рассчитанным контрастом.

Наши результаты демонстрируют дополнительную степень свободы (упругая деформация образца), которая может быть использована, как «настройка» магнитных свойств гелимагнетиков для фундаментальных исследований и применений в области спинтроники и появляющейся области стрейтронки.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-32-00769 мол_а и Фонда содействия развитию теоретической физики и математики BASIS 17-11-107.

Список публикаций:

[1] <http://arxiv.org/abs/1911.09634>

[2] Togawa Y. // PRL. 2012. Т. 108. № 10. С. 107202.

Проявление фрустраций основного состояния в двумерной разбавленной модели Изинга в магнитокалорическом эффекте

Шадрин Антон Викторович

Улитко Василий Анатольевич, Панов Юрий Демьянович

Уральский федеральный университет

Панов Юрий Демьянович

fynjygame@rambler.ru

Разбавленная модель Изинга [1] является одной из основных в теории разупорядоченных магнитных систем. Мы рассматриваем магнитокалорический эффект (МКЭ) для двумерной модели Изинга с фиксированной концентрацией n немагнитных подвижных заряженных примесей в пределе сильных межузельных зарядовых корреляций. Актуальность данного исследования обусловлена развитием технологии магнитного охлаждения.

Мы используем псевдоспиновый формализм, где для данного узла решетки двум магнитным состояниям с проекциями спина $s_z = \pm 1/2$ соответствуют состояния псевдоспина $S = 1$ с проекциями $S_z = \pm 1$, примеси соответствует состоянию с $S_z = 0$. Гамильтониан системы имеет вид:

$$H = -\tilde{J} \sum_{\langle ij \rangle} S_{zi} S_{zj} + V \sum_{\langle ij \rangle} P_{0i} P_{0j} - h \sum_i S_{zi}, \quad (1)$$

где S_{zi} - z -проекция оператора псевдоспина на узле, $P_{0i} = 1 - S_{zi}^2$ - оператор проекции на состояние $S_z = 0$, $\tilde{J} = J s^2$, J - обменный интеграл, $s = 1/2$, V - параметр межузельных зарядовых корреляций, а $\langle ij \rangle$ означает суммирование по ближайшим соседям. Суммы пробегают все узлы квадратной решетки.

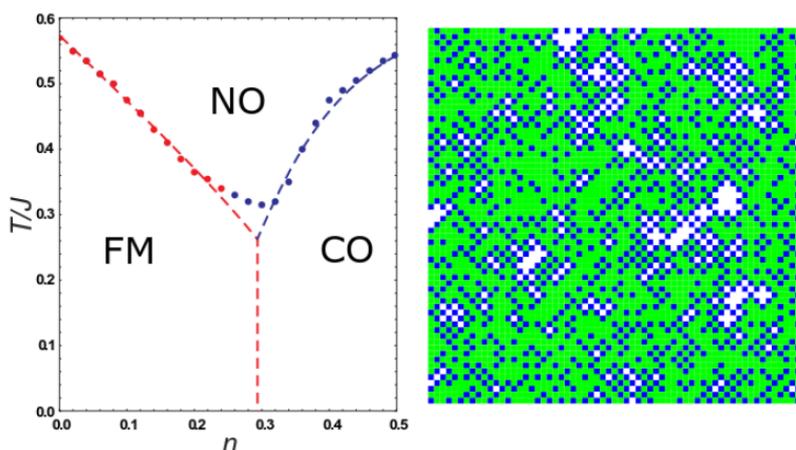


рис.1. Фазовая диаграмма двумерной разбавленной модели Изинга (левая панель) и снимок решетки 64×64 в основном состоянии для концентрации немагнитных примесей $n = 0.3$ (правая панель) в пределе сильных межузельных зарядовых корреляций: $V/\tilde{J} = 4$. FM - ферромагнитное упорядочение, CO - зарядовое упорядочение примесей, NO - высокотемпературная неупорядоченная фаза. Синий цвет соответствует зарядовым примесям, белый и зелёный - противоположным проекциям спина.

Мы исследовали зависимости термодинамических величин системы с гамильтонианом (1) от температуры, магнитного поля и концентрации примесей с помощью классического метода Монте-Карло (алгоритм Метрополиса) и вычислили параметры МКЭ для различных величин V/\tilde{J} [2]. Обсуждается возможность детектирования фрустраций, связанных с появлением изолированных магнитных кластеров в