

Критическое поведение двумерного спирального XY магнетика

А. О. Сорокин, А. В. Сыромятников

Петербургский институт ядерной физики, Гатчина, Россия
эл. почта: aosorokin@gmail.com; syromyat@thd.npi.spb.ru

На протяжении последних 30 лет фрустрированные двумерные магнитные системы являлись предметом интенсивных исследований и дискуссий. Особый интерес к этим системам возник в связи с изучением массивов из сверхпроводящих джозефсоновских контактов в поперечном магнитном поле, являющихся основой для будущих сверхпроводниковых компьютеров, и описываемых полностью фрустрированной XY моделью на простой квадратной решетке [1]. Особенностью этой модели является одновременное вырождение основного состояния относительно и непрерывной $SO(2)$, и дискретной Z_2 групп симметрии, соответствующие переходам Березинского-Костерлица-Таулесса (БКТ) и модели Изинга.

Основной вопрос, интересный с точки зрения критических явлений, состоит в том, происходят ли данные переходы при одной температуре или при разных, и в какой последовательности, а также не возникает ли критического поведения нового типа, отличного от предсказаний теорий БКТ и Онзагера [2]. Коршунов [3] привел аргументы в пользу того, что в подобных моделях температура перехода БКТ должна быть ниже температуры перехода по изинговскому параметру порядка. Для полностью фрустрированной модели на квадратной решетке и для других моделей из этого класса наблюдается именно такая ситуация.

Несколько особняком стоит вопрос исследования спиральных магнетиков. Хотя они принадлежат тому же классу $Z_2 \otimes SO(2)$, их моделирование имеет свою специфику, связанную с проблемами определения параметров порядка и температур переходов, возникающими из-за несоизмеримости и температурной зависимости шага спирали. Изучение этой модели давало результаты, противоречащие результатам других моделей [4, 5].

Мы провели анализ этой модели методом Монте-Карло [6]. Мы рассмотрели антиферромагнетик на квадратной решетке с ферромагнитным обменом спинов с ближайшими соседями вдоль одного направления решетки и с двумя конкурирующими антиферромагнитными обменами J_1 и J_2 вдоль другого направления.

При соотношении обменов $J_2/J_1 > 0.25$ возникает спиральный порядок основного состояния, который разрушается двумя последовательными переходами БКТ и Изинга при температурах $T_{\text{БКТ}} < T_{\text{Изинг}}$. Каждый переход описывается стандартными критическими показателями.

Литература

1. S. Teitel, C. Jayaprakash, Phys. Rev. Lett. 51, 1999 (1983); Phys. Rev. B 27, 598 (1983).
2. P. Olsson, Phys. Rev. Lett. 75, 2758 (1995); Phys. Rev. B 55, 3585 (1997).
3. S. E. Korshunov, Phys. Rev. Lett. 88, 167007 (2002); УФН 176, 233 (2006).
4. T. Garel, S. Doniach, J. Phys. C: Solid State Phys. 13, L887 (1980).
5. F. Cinti, A. Cuccoli, A. Rettori, Phys. Rev. B 83, 174415 (2011).
6. A. O. Sorokin, A. V. Syromyatnikov, направленно в Phys. Rev. B.