

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

УДК 531.19

С.В. СЁМКИН, В.П. СМАГИН

ПРИБЛИЖЕНИЕ БЕТЕ ДЛЯ ЧИСТОГО И РАЗБАВЛЕННОГО МАГНЕТИКА КАК УСРЕДНЕНИЕ ПО ЛОКАЛЬНЫМ ОБМЕННЫМ ПОЛЯМ

Предложена интерпретация приближения Бете, основанная на методе усреднения по локальным обменным полям с учетом корреляции соседних спинов. На основе этой интерпретации построен приближенный метод анализа изинговских магнетиков с немагнитным разбавлением. В рассмотренном приближении вычислены перколяционные пороги и зависимости температуры Кюри от концентрации магнитных атомов для решеток с различными координационными числами.

Ключевые слова: фазовые переходы, приближение Бете, модель Изинга, разбавленный магнетик.

Введение

В работе [1] авторами рассмотрено возможное обобщение метода Бете на случай разбавленного изинговского магнетика. В настоящей работе, являющейся продолжением [1], рассматривается другой вариант этого обобщения. Классическая интерпретация приближения Бете заключается в точном учете обменного взаимодействия некоторого атома решетки с его ближайшими соседями. Взаимодействие с остальными атомами решетки учитывается посредством введения эффективного поля, величина которого определяется из условия равенства средней намагниченности центрального атома и его соседа [2]. Кроме того, приближение Бете для модели Изинга можно интерпретировать как точное решение задачи на решетке Бете [3]. И, как показано в [1], приближение Бете может быть интерпретировано как ренормгрупповое преобразование фиксированного масштаба, примененное к определенным образом построенным кластерам. Различные интерпретации метода Бете, эквивалентные для чистого (без немагнитных примесей) магнетика, при обобщении их на случай разбавленного магнетика приводят к различным способам расчета намагниченности и критической температуры как функций концентрации магнитных атомов.

Поэтому в данной работе мы предлагаем еще одну возможную интерпретацию метода Бете, построенную с помощью усреднения по функциям распределения обменных полей. Вначале построим её для чистого изинговского магнетика, а затем обобщим на магнетик с немагнитными примесями. С помощью этого приближения вычислим концентрационные зависимости намагниченности, температуры Кюри и найдем приближенные значения порогов протекания для решеток с различными координационными числами.

1. Приближение Бете как усреднение по локальным обменным полям

В работе [4] предложен метод усреднения по полям взаимодействия, с помощью которого можно находить критические точки и макроскопические параметры в различных системах взаимодействующих частиц. Этот метод в применении к модели Изинга основывается на использовании полученной в [5] формулы

$$\langle \sigma_i \rangle = \langle \tanh \beta H_i \rangle, \quad (1)$$

где $\beta = 1/kT$, k – постоянная Больцмана, T – температура,

$$H_i = \sum_j J_{ij} \sigma_j + H_{\text{ex}},$$

сумма обменного $H_{\text{in}} = \sum_j J_{ij} \sigma_j$ и внешнего H_{ex} полей, а $\langle \dots \rangle$ – усреднение по ансамблю, которое,

в сущности, является усреднением по функции распределения полей H_i .

Обменные интегралы J_{ij} будем считать равными J для ближайших соседей и нулю для остальных пар атомов.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>