

Программа курса «Физика низкоразмерных систем».

1. Особенности физики низкоразмерных систем: отсутствие дальнего порядка в одно- и двумерных кристаллах с линейным спектром возбуждений, отсутствие бозе-конденсации в двумерном случае, неустойчивость одномерной системы взаимодействующих фермионов.
2. Одномерная модель Изинга. Свободная энергия и корреляционная функция. Элементарное возбуждение одномерной модели Изинга. Двумерная модель Изинга на квадратной решётке. Свободная энергия двумерной модели Изинга. Элементарное возбуждение двумерной модели Изинга.
3. Фазовый переход в двумерной модели Изинга. Поведение параметра порядка и теплоёмкости при фазовом переходе в двумерной модели Изинга. Двумерная модель Изинга с разными параметрами взаимодействия (без вывода). Изменение температуры упорядочения при переходе к квази-одномерному случаю.
4. Применение метода Монте-Карло к двумерной модели Изинга. Примеры изинговских систем: отображение задачи о газе на решётке на изинговский гамильтониан, примеры изинговских магнетиков в одно- и двумерном случае и экспериментальные результаты. «Спиновый лёд» как пример необычных свойств изинговского ферромагнетика в трёхмерном случае.
5. Переход Березинского-Костерлица-Таулеса. Вихри в XY-магнетике. Сверхтекучесть тонких плёнок гелия.
6. Пайерлсовская неустойчивость в одномерном металле. Аномалия Кона. Примеры квазиодномерных металлов, демонстрирующих пайерлсовский переход.
7. Низкоразмерный электронный газ. Двумерный и одномерный электронный газ в полупроводниковых структурах. Двумерный электронный газ над поверхностью гелия. Состояние вигнеровского кристалла в двумерном электронном газе.
8. Низкоразмерный электронный газ в графене и нанотрубках. Спектр электронов в графене.
9. Двумерный электронный газ в магнитном поле. Целочисленный квантовый эффект Холла.
10. Цепочка спинов $S=1/2$ в XXZ модели. Основное состояние и спектр возбуждений для цепочки с изинговским гамильтонианом.
11. Цепочка спинов $S=1/2$ в XY модели. Основное состояние и спектр возбуждений для цепочки с XY-гамильтонианом. Фермионное представление возбуждений в спиновой цепочке.
12. Гейзенберговская цепочка спинов $S=1/2$. Построение волновой функции основного состояния (анзац Бете), энергия основного состояния и спектр возбуждений (без строгого вывода).
13. Гейзенберговская цепочка спинов $S=1/2$ в магнитном поле, кривые восприимчивости и намагничивания. Примеры экспериментальных исследований гейзенберговских цепочек спинов $S=1/2$.
14. Цепочки спинов $S=1/2$ с различными геометриями обменных связей. Димеризованная цепочка и спин-пайерлсовский переход. Цепочка с взаимодействием соседей, следующих за ближайшими.
15. Цепочка спинов $S=1$. Гипотеза Халдейна и её экспериментальная проверка. Роль анизотропных взаимодействий в низкоразмерных системах. Дефекты в низкоразмерных магнетиках.