

Рабочая программы дисциплины

Магнитные системы пониженной размерности

Спецкурс кафедры физики низких температур и сверхпроводимости, по выбору, для 220м группы, 3й семестр, 72 часа, зачет.

Лектор.

К.ф.-м.н., доцент Маркина Мария Михайловна, кафедра физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета МГУ, markina@mig.phys.msu.ru, +7-495-9393825

Аннотация дисциплины.

Курс «Магнитные системы пониженной размерности» представляет собой последовательное изложение физических свойств металлооксидных соединений, в которых магнитная подсистема имеет пониженную размерность или фрустрирована. Эти соединения в настоящее время активно исследуются благодаря широкому спектру реализующихся в них квантовых основных состояний. В зависимости от размерности и строения магнитной подсистемы в этих соединениях имеют место такие явления как волна зарядовой плотности, сверхпроводимость, колоссальное магнитосопротивление, немагнитное основное состояние, состояния спиновой жидкости и спинового льда. В рамках курса студенты знакомятся с моделями и методами описания свойств магнитных металлооксидных материалов. Основной акцент делается на изложение моделей и методов неклассического магнетизма, используемых для анализа свойств низкоразмерных и фрустрированных магнетиков.

План курса.

Раздел 1. Магнитные металлооксидные соединения

1.1. Особенности структуры металлооксидных соединений.

Особенности структуры металлооксидных соединений. Химическая связь в кристалле. Атомная и молекулярная орбитали. Строение и свойства бинарных оксидов переходных металлов. Эффекты кристаллического поля в металлооксидах. Расщепление орбиталей 3d ионов в полях различной симметрии

1.2. Суперобменное взаимодействие в металлооксидах

Суперобменное взаимодействие в металлооксидах. Особенности магнитного взаимодействия в соединениях со структурой перовскита, шпинели рутила, и граната. Двойной обмен в манганитах лантана. Явление колоссального магнетосопротивления. Формирование основного состояния в твердых телах. Зарядовое упорядочение

1.3. Орбитальное упорядочение в металлооксидах.

Магнетизм и эффект Яна-Теллера. Модель Хаббарда. Орбитальное упорядочение в перовскитах. Формирование основного немагнитного состояния в пироксенах

Раздел 2. Формирование магнитоупорядоченного основного состояния

2.1. Магнетизм в твердых телах.

Носители магнетизма в твердых телах. Оболочка многоэлектронного атома. 3d и 4f элементы. Ядерный магнетизм. Взаимодействие электронов на оболочке иона и электронов проводимости. Некооперативный и кооперативный магнетизм. Иерархия обменных взаимодействий. Концепция локализованного магнетизма

2.2. Магнитоупорядоченное состояние

Упорядочение магнитной подсистемы. Термодинамические свойства ферро- и антиферромагнетиков. Ферримагнетизм и обращение намагниченности. Эффекты ближнего и дальнего порядка

Раздел 3. Низкоразмерный магнетизм

3.1. Квантовые модели Изинга и Гейзенберга

Кооперативные возбуждения. Квантовые модели Изинга и Гейзенберга. Размерность магнитной подсистемы. Точные решения задачи Изинга в одномерном и двумерном случаях. Поведение термодинамических свойств магнитных систем с пониженной размерностью.

3.2. Магнитные структуры пониженной размерности

Изолированный магнитный ион. Магнитный димер. Понятие спиновой щели. Спин-синглетное основное состояние. Уравнение Блинн-Бауэрс и формула Шоттки. Магнитные кластеры. Фрустрация обменного взаимодействия. Квазиодномерная цепочка спинов с целочисленным и полуцелочисленным спином. Модель Халдейна. Расчет Боннер-Фишера. Цепочки с альтернированным обменом. Зигзаговые цепочки. Формирование спиральной магнитной структуры. Спиновые лестницы. Двумерные магнитные системы. Сетка ортогональных димеров. Модель Шастри-Сазерленда. Плакетные системы. Расположение магнитных моментов в виде решеток «кагоме» и пчелиных сот. Спиновая жидкость. Спиновый лед

3.3. Пути формирования основного состояния

Различные механизмы формирования основного состояния в металлооксидах. Спин-Пайерлсовский переход в германате меди. Зарядовое упорядочение в ванадате натрия. Формирование спиральных магнитных структур в серебряном делафоссите.

Литература:

- **Природа магнетизма**, М. Каганов, В. Цуккерник, «УРСС», М., 2008
- **Магнетохимия**, Р. Карлин, «Мир», М., 1989.
- **Современная магнетохимия**, Ю.В. Ракитин, В.Т. Калинин, «Наука», С.-Пб, 1994.
- **Теория твердого тела**, У. Харрисон, «Мир», М., 1972.
- **Принципы теории твердого тела**, Дж. Займан, «Мир», М., 1974.
- **Термодинамика, т.1**, И. Квасников, «УРСС», М., 2002
- **Магнетизм**, С. Вонсовский, «Наука», М., 1971
- **Физика редкоземельных соединений**, К. Тейлор, М. Дарби, «Мир», М., 1974.

- **Лекции по низкоразмерному магнетизму (часть 1)**, А.Н. Васильев, О.С. Волкова, М.М. Маркина. «Ваш формат», М., 2016