

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель председателя
Приемной комиссии,
проректор по учебной работе



M.V. Rumyantsev
М.В. Румянцев

ПРОГРАММА
вступительного испытания в аспирантуру
по направлению 03.06.01 Физика и астрономия
программа (профиль) 01.04.11 Физика магнитных явлений

Историческая справка. Магнитоупорядоченное состояние вещества. Основные экспериментальные и теоретические методы. Важнейшие применения. Проблемы физики магнитных явлений.

Перечень вопросов по темам:

1. Магнетизм вещества без дальнего магнитного порядка.

1.1. Диамагнетизм. Магнитная восприимчивость сверхпроводника. Парамагнетизм. Формула Ланжевена. Закон Кюри.

1.2. Квантовая теория парамагнетизма. Функция Бриллюэна.

2. Магнетизм вещества с дальним магнитным порядком. Ферромагнетизм.

2.1. Дальний магнитный порядок. Простейшая термодинамическая теория ферромагнетизма.

2.2. Природа обменного взаимодействия. Характеристика обменных взаимодействий. Прямой обмен, суперобмен, s - d (s - f) - обмен. Гейзенберговский обменный гамильтониан.

2.3. Магнитный порядок. Приближение молекулярного поля.

2.4. Феноменологический метод описания свойств ферромагнетиков. Типы магнитных энергий. Физическая сущность их происхождения. Обменная энергия.

2.5. Энергия магнитной кристаллографической анизотропии. Одноосный и кубический кристаллы.

2.6. Поведение одноосного ферромагнетика во внешнем магнитном поле.

2.7. Магнитоупругая энергия кубического кристалла. Магнитострикция.

2.8. Магнитостатическая энергия. Размагничивающие факторы.

2.9. Доменная структура ферромагнетика. Структура доменных границ. Толщина и энергия границ между доменами. Доменная структура одноосных ферромагнетиков. Модель Ландау-Лифшица. Доменная структура кубического кристалла.

2.10. Цилиндрические магнитные домены. Магнитная память.

2.11. Одно доменные частицы ферромагнетика. Суперпарамагнетизм. Наноматнетизм.

2.12. Процессы намагничивания ферромагнетика.

2.13. Магнитные фазовые переходы второго рода (теория Ландау). Магнитные фазовые переходы первого рода. Теория Бина-Родбела.

2.14. Магнитокалорический эффект. Метод адиабатического размагничивания. Получение сверхнизких температур.

3. Другие типы магнитоупорядоченных структур.

3.1. Антиферромагнетизм. Многоподрешеточные магнетики. Классификация магнитоупорядоченных структур. Элементарная магнитная ячейка. Понятие о магнитных подрешетках. Нейтронографический метод исследования магнитных структур.

3.2. Феноменологический метод описания магнитоупорядоченных структур.

3.3. Теория двухподрешеточного коллинеарного антиферромагнетика в приближении молекулярного поля. Поведение одноосного антиферромагнетика во внешнем магнитном поле.

3.4. Слабый ферромагнетизм. Антисимметричное обменное взаимодействие. Условие существования слабого антиферромагнетизма. Поведение слабого ферромагнетика в магнитном поле.

3.5. Ферримагнетики. Теория ферримагнетизма Нее ля. Парамагнитная область.

3.6. Теория ферримагнетизма Нееля. Типы температурных зависимостей спонтанной намагниченности. Поведение во внешнем магнитном поле.

3.7. Геликоидальные магнитные структуры. Простейшая теория геликоидальных структур в магнетиках с конкурирующими обменными взаимодействиями. Поведение в магнитном поле.

4. Динамические свойства магнетиков.

4.1. Уравнение движения намагниченности. Эффективное магнитное поле. Теория Ландау-Лифшица.

4.2. Ферромагнитный резонанс. Влияние анизотропии формы образца ферромагнетика. Влияние магнитной кристаллографической анизотропии. Феноменологический учет затухания колебаний намагниченности. Ширина линии ферромагнитного резонанса.

4.3. Нормальные колебания намагниченности ферромагнетика. Спиновые волны.

4.4. Магнитостатические колебания. Магнитоупругие колебания кубического ферромагнетика.

4.5. Спектр нормальных колебаний магнитного момента антиферромагнетика. Антиферромагнитный и ферримагнитный резонансы. Магнитный резонанс в слабом ферромагнетике.

4.6. Ядерный магнитный резонанс в ферромагнетиках и антиферромагнетиках. Связанные электронно-ядерные колебания.

4.7. Точное решение уравнения движения намагниченности. Магнитные солитоны

4.8. Нестабильные нелинейные эффекты при ферромагнитном

резонансе. Параметрический резонанс спиновых волн.

5. Магнитооптические эффекты.

5.1. Классификация магнитооптических эффектов. Феноменологическое описание магнитооптической связи. Экспериментальные методы наблюдения.

5.2. Магнитофотоника.

5.3. Оптически возбужденные магнитные состояния. Фотомагнетизм.

6. Транспортные свойства магнетиков.

6.1. Проводимость магнетиков. Роль магнитной подсистемы. Магнитосопротивление. Спинтроника.

Список рекомендованных источников.

1. Артамонов В. А. Группы и их приложения в физике, химии, кристаллографии / В. А. Артамонов, Ю. Л. Словохотов // М.: Издательский центр "Академия". - 2005. -512 с.

2. Ландау Л. Д. Статистическая физика. Часть 1 / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц // М.: ФИЗМАТЛИТ.-2010. -616 с.

3. Ландау Л. Д. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц // М.: ФИЗМАТЛИТ.-2004. -800 с.

4. Физика сегнетоэлектриков: современный взгляд / под ред. К. М. Рабе, Ч. Г. Ана, Ж. - М. Трискона; пер. с англ. // М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. -2011. -440 с.

5. С. В. Вонсовский. Магнетизм. М.:Наука,1971

6. Е. А. Туров. Физические свойства магнитоупорядоченный кристаллов. - М.: Изд. АН СССР, 1963

7. Г. С. Кринчик. Физика магнитных явлений. - М.:Изд.МГУ,1976

8. Е. В. Кузьмин, Г. А. Петраковский, Э. А. Завадский. Физика магнитоупорядоченных веществ. - Н.:Наука,1976

9. Е. А. Туров, А. В.Колчанов, В. В. Меньиненин, И. Ф. Мирсаев, В. В. Николаев. Симметрия и физические свойства антиферромагнетиков. - М.: Физматлит, 2001

10. А. И. Ахиезер, В. Г. Барьяхтар, С. В. Пелетминский. Спиновые волны. М.: Наука, 1967 П.С.Крупичка. Физика ферритов и родственных им магнитных окислов. - М.: Мир, 1976.

12. Дж. Смарт. Эффективное поле в теории магнетизма. М.: Мир, 1972

13. А.Г.Гуревич. Магнитный резонанс в ферритах и антиферромагнетиках. - М.: Наука, 1973

14. В.Г.Барьяхтар, В.Н.Криворучко, Д.А.Яблонский. Функции Грина в теории магнетизма. - Киев, 1984.

15. Ю. А. Изюмов, В. Е. Найш, Р. П. Озеров. Нейтронография

магнетиков. - М.: Наука, 1981 16.В.В.Еременко. Введение в оптическую спектроскопию магнетиков. – Киев.

Составитель программы:

Г. А. Петраковский, д-р физ.-мат. наук, профессор.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.