

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»



«Утверждаю»

Проректор по учебной и методической
деятельности

Н.В. Кармазина

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
для поступления на обучение по образовательной программе высшего
образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в
аспирантуре

Группа научных специальностей
1.3 ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная специальность
1.3.12 Физика магнитных явлений

Разработчики программы:

1. Полулях С. Н. доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой экспериментальной физики Физико-технического института ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».
2. Бержанский В. Н., доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры экспериментальной физики Физико-технического института ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Пояснительная записка

Программа вступительных испытаний по специальной дисциплине «Физика магнитных явлений» разработана для абитуриентов, поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Форма вступительного испытания – экзамен (устно).

Целью вступительных испытаний является оценка уровня знаний, соответствующих результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры (специалитета) согласно требованиям ФГОС ВО.

Задачи экзамена:

- Выявить уровень знаний абитуриента в области физики магнитных явлений;
- Оценить степень понимания абитуриентом вопросов физики магнитных явлений;
- Определить способность абитуриента логически мыслить, связно излагать материал, принимать участие в дискуссии (отвечать на вопросы).

Экзамен оценивается по шкале 100 баллов.

Содержание программы

1. Общие понятия

Магнитное поле. Представление об эффективных магнитных зарядах. Магнитный дипольный момент. Векторы магнитной индукции, намагниченности, напряженности магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость.

Магнитный поток. Явление и закон электромагнитной индукции Фарадея.

Магнитные величины. Единицы измерения магнитных величин.

Квантовомеханическое описание магнитного момента в магнитном поле. Оператор спина.

Модель атома Бора в магнитном поле. Магнетон Бора. Гиромагнитное отношение для орбитального движения электрона.

Строение электронных оболочек свободных ионов. Магнитные свойства свободного иона.

Переходные $3d$ ионы в кристаллическом поле. Магнитные свойства ионов в кристаллах.

Диамагнетизм.

Парамагнетизм, закон Кюри.

Сверхпроводники и их магнитные свойства. Квантование магнитного потока. Эффект Джозефсона.

Фазовые переходы. Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые переходы в магнитоупорядоченных веществах.

2. Обменные взаимодействия. Магнитное упорядочение

Модель Гайтлера-Лондона для молекулы водорода. Обменные взаимодействия.

Феноменологическое описание обменных взаимодействий. Обмен Гейзенберга. Обмен Изинга.

Магнитное упорядочение. Ферромагнетизм. Температурная зависимость намагниченности ферромагнетика. Температура Кюри. Антиферромагнитное упорядочение. Слабый ферромагнетизм. Ферримагнитное упорядочение. Температура Нееля. Спиновые стекла.

Косвенные обменные взаимодействия. Сверхобменные взаимодействия в магнитных диэлектриках. Косвенный обмен через электроны проводимости (РККИ обмен).

Температурная зависимость намагниченности ферромагнетика. Температура компенсации магнитного момента.

Ферриты-гранаты. Ферриты-шпинели.

3. Эффекты и явления в магнитоупорядоченных веществах

Энергия магнитной анизотропии. Константы магнитной анизотропии. Одноосная анизотропия. Кубическая магнитная анизотропия. Оси легкого и трудного намагничивания. Диполь-дипольный и одноионный механизм магнитной анизотропии. Спин-орбитальное взаимодействие.

Магнитоупругие взаимодействия. Энергия магнитоупругих взаимодействий и магнитоупругие постоянные. Магнитострикция и константы магнитострикции.

Магнитооптические эффекты. Эффект Фарадея. Эффект Коттона-Мутона. Эффект Керра.

Гальваномагнитные эффекты. Эффект Холла. Магниторезистивные эффекты. Гальванотермомагнитные эффекты. Термомагнитные эффекты.

Ферромагнитный резонанс. Влияние формы образца и анизотропии на спектры ферромагнитного резонанса.

Спиновые волны. Магнитостатические типы прецессии. Спин-волновой резонанс. Магноны. Процессы релаксации. Нелинейные эффекты.

4. Процессы намагничивания

Магнитные домены. Доменная граница (Блоха, Нееля). Подвижность и эффективная масса доменной границы. Резонанс доменных границ.

Доменная структура. Полосовая и лабиринтная доменные структуры. Цилиндрические магнитные домены.

Размерные эффекты при намагничивании ферромагнетиков. Суперпарамагнетизм.

Кривая первоначального намагничивания ферромагнетика. Эффект Баркгаузена.

Магнитный гистерезис. Магнитное насыщение. Коэрцитивная сила. Магнитные потери на гистерезис. Восприимчивость смещения и восприимчивость вращения.

Намагничивание образцов конечных размеров. Размагничивающее и внутреннее магнитные поля. Анизотропия формы образца.

Магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы. Материалы с прямоугольной петлей гистерезиса. Магнитные материалы для СВЧ применений. Магнитные материалы для постоянных магнитов. Магнитные материалы для носителей информации. Магнитострикционные материалы.

Литература для подготовки

1. Савельев И.В. - Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебное пособие - Издательство "Лань" - 2019 - 500с. - ISBN: 978-5-8114-3989-8 - Текст электронный // ЭБС ЛАНЬ - URL: <https://e.lanbook.com/book/113945>
2. Сивухин Д.В. - Общий курс физики: Для вузов. В 5 т. Т.III. Электричество: учебное пособие - Издательство "Физматлит" - 2015 - 656с. - ISBN: 978-5-9221-1643-5 - Текст электронный // ЭБС ЛАНЬ - URL: <https://e.lanbook.com/book/72015>
3. Боровик, Е. С. Лекции по магнетизму [Электронный ресурс] / Е. С. Боровик, В. В. Еременко, А. С. Мильнер. - М.: Физматлит, 2005. - 512 с. - 978-5-9221-0577-9. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75475>
4. Боков В. А.: Физика магнетиков. Учебное пособие для вузов <https://1lib.eu/book/1307056/1ea41d?regionChanged=&redirect=27313980>
5. Физика, технологии и техника магнитных материалов (Учебное пособие) Под ред: В. О. Васьковского. Екатеринбург. Изд-во Уральского университета. 2010.
6. Трухан С. Н., Мартыянов О. Н.. Магнитные свойства вещества. Часть 1. Основы строения. – Новосибирск: Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН. – 2012. – 75 С.
7. Кринчик Г. С. Физика магнитных явлений. – Издательство МГУ - 1985. – 336 С.
8. Тикадзуми С. Физика Ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества. М.:Мир. – 1983.
9. Тикадзуми С. Физика Ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практическое применение. - М.:Мир. – 1987.