

Приложение 2
УТВЕРЖДЕНО
Приказом по ФИЦ КазНЦ РАН
от 06.08.2018 № 33-А

Рекомендовано к утверждению Ученым советом КФТИ им. Е.К. Завойского – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН 27.06.2018, протокол № 21

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

по дисциплине

«Физика магнитных явлений»

Уровень высшего образования
Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Направленность подготовки:

01.04.11 – Физика магнитных явлений, физико-математические науки

Квалификация выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

1. Введение

Кандидатский экзамен по дисциплине «Физика магнитных явлений» является формой промежуточной аттестации аспирантов, обучающихся по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, направленность подготовки Физика магнитных явлений.

В ходе экзамена оценивается степень овладения аспирантами следующих компетенций

1.1 Универсальные компетенции:

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

1.2 Общепрофессиональные компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

1.3 Профессиональные компетенции:

- способность проводить самостоятельные исследования в области физики магнитных явлений, владеть современными методами физического эксперимента, а также способностью анализировать экспериментальные данные с целью исследования природы взаимовлияния сверхпроводимости и магнетизма, физических явлений в парамагнетиках, ферромагнетиках, в соединениях с магнитными фазовыми переходами, особенностей магнетизма в сильнокоррелированных электронных системах и нанобъектах (ПК-1);
- способность планировать и организовать физические исследования, применять на практике полученные знания и навыки для написания научных статей, составления и оформления научно-технической документации (ПК-2);
- способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области физики магнитных явлений (ПК-3).

Настоящая программа разработана на основе программы, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации (Приказ Минобрнауки РФ от 08.10.2007 № 274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов»).

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: физика магнитных явлений, магнитооптика, микромагнетизм, магнитные материалы.

Кандидатский экзамен по оптике проводится в устной форме по вопросам программы, на экзамене предлагается три вопроса (без билетов). После устного ответа могут заданы дополнительные и уточняющие вопросы, не выходящие за пределы программы кандидатского экзамена.

2. Программа кандидатского экзамена

2.1. Общие понятия

Магнетизм. Магнитное поле. Магнитный момент. Векторы магнитной индукции, намагниченности, напряженности магнитного поля. Магнитный поток. Магнитный диполь. Теоремы о циркуляции векторов напряженности магнитного поля, вектора магнитной индукции и намагниченности. Магнетики: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Закон Кюри. Температура Вейсса.

2.2. Магнитные структуры и типы магнетиков

Магнитная структура. Магнитная подрешетка. Ферромагнитная структура. Антиферромагнитная структура. Слабый ферромагнетизм. Ферримагнитная структура. Спиральная магнитная структура. Магнитная нейтронография.

Неколлинеарные, фрустрированные магнетики. Типы магнитных структур. Неупорядоченные магнитные структуры. Спиновое стекло.

2.3. Магнитные взаимодействия

Прямое и косвенные изотропные симметричные обменные взаимодействия. Анизотропные симметричные и антисимметричные (Дзялошинского-Мория) обменные взаимодействия. Квазиодномерная цепочка спинов, двумерная спиновая структура, модель Изинга. Эффективный спиновый гамильтониан в теории низкоразмерных магнетиков. Сверхтонкое взаимодействие. Магнитное диполь-дипольное взаимодействие.

2.4. Магнитная анизотропия

Энергия магнитной анизотропии. Константы магнитной анизотропии. Эффективное магнитное поле анизотропии. Оси магнитной анизотропии. Плоскости легкого и трудного намагничивания. Магнитная анизотропии типа “легкая ось”, “легкая плоскость”.

2.5. Магнитоупругие явления

Магнитострикция. Магнитоупругая энергия. Магнитоупругие постоянные. Константы магнитострикции. Магнитоупругие волны. Магнитоупругое затухание.

2.6. Кинетические явления

Гальваномагнитные эффекты. Квантовый и эффекты Холла. Магниторезистивные эффекты. Гигантское магнитосопротивление. Гальванотермомагнитные эффекты. Термомагнитные эффекты.

2.7. Домены и доменные границы

Магнитный домен. Доменная граница (Блоха, Нееля). Доменная структура. Полосовая и лабиринтная доменные структуры. Цилиндрический магнитный домен. Решетка ЦМД.

2.8. Процессы намагничивания, перемагничивания и размагничивания

Внешнее магнитное поле. Намагничивание. Гистерезис намагничивания. Эффект Баркгаузена. Магнитное насыщение. Гистерезис ферромагнетиков, антиферромагнетиков, суперпарамагнетиков. Остаточная намагниченность и коэрцитивная сила. Подвижность и эффективная масса доменной границы. Перемагничивание. Коэрцитивная сила. Петля магнитного гистерезиса. Магнитные восприимчивость и проницаемость. Размагничивание переменным полем, нагревом. Размагничивающее и внутреннее магнитное поле.

2.9. Магнитные фазовые переходы и критические явления

Фазовый переход. Переходы первого и второго рода. Диаграмма состояний. Критическая температура. Температура Кюри. Температура Нееля. Топологические фазовые переходы. Динамика фазовых переходов.

2.10. Спиновые волны

Ферромагнитный резонанс. Магнитоэластические моды. Спиновые волны. Спин-волновой резонанс. Ядерный магнитный резонанс, электронный парамагнитный резонанс.

2.11. Магнитооптика

Магнитооптические эффекты: эффект Фарадея, эффект Коттона-Мутона, Эффект Керра. Фотомагнитные эффекты. Гиромагнитная среда.

2.12. Характеристики магнитных материалов

Магнито-мягкий материал. Магнито-твердый материал. Магнитный материал с прямоугольной петлей гистерезиса. Сверхвысокочастотный магнитный материал. Магнитный материал для постоянных магнитов. Магнитный материал для носителей записи. Материал с цилиндрическими магнитными доменами. Магнитострикционный материал. Материал для термомагнитной записи информации. Текстурированный магнитный материал.

Феррит-гранат. Феррит-шпинель. Ортоферрит. Гексаферрит. Пермаллой. Магнитные потери на вихревые токи. Время и скорость перемагничивания.

3. Рекомендуемая литература

1. Васильев А.Н., Волкова О.С., Зверева Е.А., Маркина М.М. Низкоразмерный магнетизм, ФИЗМАТЛИТ, 2017.
2. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971.
3. Голдин Б.А., Котов Л.Н., Зарембо Л.К., Карпачев С.Н.. Спин-фононные взаимодействия в кристаллах (ферритах). Л-д: Наука, 1991.
4. Крупичка С. Физика ферритов и родственных им магнитных окислов. М.: Мир, 1976.
5. Малоземов А., Слоузуски Дж. Доменные стенки в материалах с цилиндрическими магнитными доменами. М.:Мир, 1982.
6. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества. М.:Мир, 1983.
7. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практическое применение. М.:Мир, 1987.
8. Хандрих К., Коте С. Аморфные ферро- и ферримагнетики. М.: Мир, 1982.

4. Критерии оценки

Отлично	<ul style="list-style-type: none"> – Все вопросы раскрыты полностью; – Обучающийся владеет основными теориями и глубоко понимает их содержание; – Имеет ясное представление связи теории и практики в рамках излагаемого материала; – Уверенно владеет необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами; – Ясно и четко дает основные определения. Владеет терминологическим и понятийным аппаратом; – Развернуто отвечает на дополнительные вопросы.
Хорошо	<ul style="list-style-type: none"> – Вопросы раскрыты по существу; – Обучающийся в целом владеет основными теориями и понимает их содержание; – Имеет общее представление о связи теории и практики в рамках излагаемого материала; – Владеет в целом необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами; – В достаточной мере владеет понятийным и терминологическим аппаратом; – Имеет затруднения при ответе на дополнительные вопросы.
Удовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> – Вопросы раскрыты, но не полностью; – Слабое понимание связи теории и практики; – Обучающийся может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, но имеет затруднения при решении некоторых задач; – Обучающийся не демонстрирует уверенного владения понятийным и терминологическим аппаратом; – Дополнительные вопросы вызывают затруднение.
Неудовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> – Большая часть вопросов не раскрыта; – Обучающийся не может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, не может применить теорию при решении конкретных задач; – Нет ответов на дополнительные вопросы.