

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру

Область науки – Естественные науки

Группа специальностей – 1.3 Физические науки

Научная специальность –

1.3.8. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Сыктывкар 2026

Блок 1

I. МЕХАНИКА [1] Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа. Принцип относительности Галилея. Энергия. Импульс. Момент импульса. Законы сохранения. Интегрирование уравнений движения в одномерном случае. Движение в центральном поле. Малые колебания. Свободные и вынужденные колебания. Затухающие колебания. Параметрический резонанс. Малые колебания систем со многими степенями свободы.

II. РЕЛЯТИВИСТСКАЯ МЕХАНИКА. [2] Принцип относительности Эйнштейна-Пуанкаре. Пространство и время в специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Релятивистская динамика. Энергия и масса в теории относительности.

III. ОПТИКА [3] Геометрическая оптика. Принцип Ферма. Линзы. Аберрации. Разрешающая способность оптических приборов. Интерференция и дифракция. Дифракционная решетка и ее разрешающая способность. Распространение света в веществе. Показатель преломления. Дисперсия. Поглощение. Поляризация. Двойное лучепреломление. Оптическая активность.

IV. ТЕРМОДИНАМИКА И СТАТИСТИКА. [4]. Термодинамические величины. Адиабатические процессы. Термодинамические потенциалы. Законы термодинамики. Основные принципы статистики. Функция распределения. Теорема Лиувилля. Статистика и закон возрастания энтропии. Кинетическая теория газов. Уравнение состояния идеального газа.

V. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ [5]. Электростатика. Теорема Гаусса. Потенциал электростатического поля. Энергия электрического поля. Теорема Ирншоу. Диэлектрики. Диэлектрическая проницаемость. Вектор поляризации. Сегнетоэлектричество. Магнитостатика. Магнитное поле тока. Сила Лоренца. Магнитные свойства вещества. Диамагнетизм и парамагнетизм. Ферромагнетизм.

VI. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА. [7]. Законы электромагнитной индукции. Уравнения Максвелла. Потенциалы движущегося заряда. Уравнение Даламбера. Уравнения Пуассона и Лапласа. Электромагнитные волны. Энергия и импульс электромагнитного поля. Движение зарядов в электрическом и магнитном полях.

VII. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА. [8] Амплитуды вероятности. Операторы. Уравнения Шредингера. Атом водорода. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Периодическая система элементов. Основы квантовой электроники. Электроны в кристаллах. Квазичастицы.

Блок 2

I. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ. [9]. Операции симметрии. Точечные группы симметрии. Решетки Бравэ. Индексы Миллера. Обратная решетка.

II. КРИСТАЛЛОФИЗИКА. [10]. Деформация кристаллической среды. Механические напряжения в кристаллах. Механические свойства кристаллов. Намагничивание и поляризация кристаллов.

III. ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА. [11]. Уровни электрона в периодическом потенциальном поле. Теорема Блоха. Граничные условия. Зависимость энергии электрона от волнового вектора. Электронная структура металлов, диэлектриков и полупроводников. Температурная зависимость концентрации носителей тока в полупроводниках. Эффект Холла. Оптические свойства полупроводников. Спектральная зависимость коэффициента поглощения света. Механизмы поглощения света. Собственная и примесная фотопроводимость. Спектральная

зависимость фотопроводимости. Релаксация фотопроводимости.

IV. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ. [12,13] Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Метод Дебая- Шерера. Метод Лауэ. Метод вращения. Методы уменьшения фона. Рентгенографические методы. Интенсивности дифракционных отражений.

V. ФИЗИКА РЕАЛЬНЫХ КРИСТАЛЛОВ. [11]. Точечные дефекты. Дислокации. Дефекты упаковки. Силы взаимодействия между дефектами. Перемещение дислокации. Образование дислокации. Поверхностные несовершенства.

VI. ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА. [14]. Основные фотометрические величины. Погрешности оптических систем и разрешающая способность приборов (Нормальная ширина щели, аппаратная функция). Фотоэлементы, фотоэлектронные умножители (принципы работы и основные характеристики)

VII. Основы неравновесной термодинамики. [15]. Нелинейные и диссипативные системы. Неравновесное стационарное состояние. Предельные циклы. Бистабильные системы. Волны в бистабильных системах.

VII. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ [16]. Взаимодействие излучения с веществом. Вероятности переходов. Тормозное и эмиссионное рентгеновское излучение. Форма и ширина линий. Поглощение рентгеновского излучения. Резонансные особенности в спектрах поглощения рентгеновского излучения. Абсолютные измерения. Сечения поглощения.

IX. Оптические спектры [20]. Атомные спектры. Сверхтонкая структура спектральных линий. Атом во внешнем поле. Эффект Штарка, Зеемана. Радиационные переходы. Силы осцилляторов. Правила отбора.

X. Резонансные методы в физических исследованиях [21] Электрический дипольный переход. Четность и вероятность переходов. Законы сохранения в процессах с участием фотонов. Эффект Мессбауэра. Температурный сдвиг. Эффект Рамана и Манделъштамма - Брюллиэна.

XI. Магнитные свойства твердых тел [17]. Ферромагнетизм. Ферримагнетизм. Внутренняя энергия магнетика. Доменная структура магнетика. Процессы намагничивания магнетика в постоянных магнитных полях. ФМР. Уравнение Ландау-Лифшица для движения вектора намагниченности. Динамическая восприимчивость магнетика с учетом ФМР и движения доменных стенок. Спиновые волны в ферромагнетике. Магноны.

XII. Физическая акустика твердых тел [23]. Упругие свойства твердых тел. Волновое уравнение для безграничного твердого тела. Затухание и скорость ультразвука в твердых телах. Отражение, преломление и трансформация ультразвуковых твердых тел на границах твердых тел. Поверхностные волны Рэлея. Волны Лява. Связь между модулями упругости и скоростями распространения ультразвука в кристаллах.

XIII. Магнитоупругие взаимодействия в ферромагнетиках [24]. Магнитоупругие волны в кристаллах. Феноменологическая теория магнитоупругих волн в кубических ферромагнетиках. Линейный и нелинейный магнитоакустический резонанс (МАР). Условия наблюдения МАР. Неоднородность внутреннего магнитного поля. Спин-решеточная релаксация. Магнитоупругие колебания ограниченных тел. Параметрическое возбуждение магнитоупругих волн. Взаимодействие упругих волн со стенками магнитных доменов.

XIV. Радиоспектроскопия твердых тел. [21] Общая характеристика радиоспектроскопии (РС). Типы взаимодействий электромагнитного излучения (ВЧ и СВЧ диапазоны) с веществом (

ЯМР, ЯКР, ФМР, ЭПР). Измеряемые величины в РС. Экспериментальные методы исследования спектров и измерения спектральных параметров (на примере одного типа резонансного взаимодействия с веществом. Непрерывный и импульсный методы. Измерение времен релаксации. Блок- схема непрерывного и импульсного радиоспектрометра. Принципы Фурье- спектроскопии. Основные приложения РС.

Основная литература

1. Ландау Л.Д. Теоретическая физика в 10 т. : учебное пособие. Т.3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1974.— 752 с.
2. Павлов П.В. Физика твердого тела : Учебник для вузов / П.В. Павлов, А Ф. Хохлов. - М. : Высшая школа, 1985.

Дополнительная литература:

1. Асканов Л.А., Инструментальные методы рентгеноструктурного анализа. М.: МГУ, 1983, 288 с.
2. Афанасьев А.М., Александров П.А., Иванов Р.М., Рентгеновская структурная диагностика в исследованиях приповерхностных слоев монокристаллов, М.: Наука, 1986, 96 с.
3. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела, тт. I и II. М., Мир, 1979.
4. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М: Мир, 1974.
5. Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы : Учебное пособие для вузов / И.Е. Иродов. Рек. МОиПО РФ. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 320 с.
6. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1978.
7. Ландау Л.Д. Электродинамика сплошных сред / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М. : Наука, 1982. – 623 с. – (Теоретическая физика. Т. 8).
8. Миронова Г.А. Конденсированное состояние вещества. Т.1, М. : Физический факультет МГУ, 2004. 532 с. ISBN 5-8279-0050-8.
9. Миронова Г.А. Конденсированное состояние вещества. Т.2, М. : Физический факультет МГУ, 2006. 840 с. ISBN 5-8279-0050-8 9978-5-8279-0064-1.
10. Орешкин П.Т., Физика полупроводников и диэлектриков, М.: Высшая школа, 1977, 448с.
11. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2000.
12. Труэлл Р., Эльбаум Ч., Чик Б. Ультразвуковые методы в физике твердого тела. М., 1972. 425 с.
13. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М., Мир, 1969.
14. Шаскольская М.П., Кристаллография, М.: Высш. шк., 1978, 302 с.