

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет**  
**им. Х.М. БЕРБЕКОВА» (КБГУ)**

**ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы  Савинцев А.П.



**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру**  
**по направлению подготовки 03.04.02 Физика**

**Магистерская программа:**  
**«Физика конденсированного состояния вещества»**

Очная форма обучения

Нальчик, 2024

## Содержание

1. Общие положения, регламентирующие порядок проведения вступительных испытаний в магистратуру по направлению 03.04.02 – «Физика» магистерской программы «Физика конденсированного состояния вещества», необходимые для освоения программы магистров.....3
2. Критерии оценки ответов при проведении вступительных испытаний в магистратуру. Формы проведения вступительных испытаний. Методические рекомендации к проведению вступительных испытаний.....4
3. Структура вступительного экзамена по направлению. Литература.....5

**1. Общие положения, регламентирующие порядок проведения вступительных испытаний в магистратуру по направлению 03.04.02 – «Физика» магистерской программы «Физика конденсированного состояния вещества», требования к уровню подготовки бакалавров, необходимые для освоения программы магистров**

При составлении программы вступительных испытаний в магистратуру по направлению 03.04.02 – «Физика» магистерской программы «Физика конденсированного состояния вещества» учитывались требования ГОС ВО к уровню подготовки бакалавров, необходимому для освоения программы магистров.

«Бакалавр физики» должен быть сформировавшимся специалистом, иметь навыки к научно-исследовательской работе, уметь использовать разнообразные научные и методические приемы, владеть методами и средствами исследования, а также иметь уровень подготовки, соответствующий требованиям ГОС ВО и необходимый для освоения программы магистров.

Бакалавр должен знать основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения научных, научно-методических, организационно-управленческих задач; знать основные направления, новейшие результаты и перспективы развития математической науки.

Бакалавр должен свободно владеть необходимым запасом математических терминов и владеть полным набором математических понятий.

Бакалавр должен уметь:

- для заданной задачи осуществить ее постановку на языке математики;
- владеть математическими методами и приемами для успешного решения этой задачи;
- анализировать собственную деятельность с целью ее совершенствования;
- повышать профессиональную квалификацию;
- быть готовым для научно-исследовательских работ.

Целью вступительных испытаний в магистратуру является определение уровня качества подготовки бакалавров, пригодность и соответствие знаний и умений требованиям ГОС, необходимым для обучения в магистратуре.

Для объективного установления этого в программу вступительных испытаний в

магистратуру включаются вопросы по всем дисциплинам федерального компонента ГОС ВО учебного плана подготовки и отдельная программа бакалавров по направлению 03.04.02 – «Физика».

Вступительные испытания в магистратуру должны позволить оценить:

- уровень овладения основными понятиями всех физических дисциплин, входящих в программу подготовки бакалавра физики;
- уровень готовности бакалавра к научно-исследовательской работе;
- уровень овладения основными методами исследовательской работы;
- знание объективных тенденций развития физических наук.

По итогам вступительных испытаний в магистратуру, с учетом выявленных знаний и умений по вопросам, включенным в билет (состоящий из трех вопросов), приемная комиссия выставляет единую оценку на основе коллективного обсуждения.

## **2. Критерии оценки ответов при проведении вступительных испытаний в магистратуру. Формы проведения вступительных испытаний. Методические рекомендации к проведению вступительных испытаний**

Ответ на вступительных испытаниях в магистратуру оценивается на закрытом заседании приемной комиссии простым большинством голосов членов комиссии. Результаты вступительных испытаний в магистратуру определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### ***Оценка «Отлично»:***

***от 91 до 100 баллов*** – ставится за ответ, в котором раскрываются все вопросы, включенные в программу, логически правильно построен ответ, все теоремы с полными доказательствами, все понятия изложены с различных методических подходов. Испытуемый свободно отвечает на дополнительные вопросы. На экзамене абитуриент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

### ***Оценка «Хорошо»:***

***от 81 до 90 баллов*** – ставится за ответ, в котором изложены все понятия, включенные в программу, логически правильно построен ответ, приводятся формулировки теорем и выводы формул, входящих в билетный вопрос, но в доказательствах и выводах есть небольшие ошибки. Испытуемый не отвечает на треть дополнительных вопросов.

### ***Оценка «Удовлетворительно»:***

***от 61 до 80 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

### ***Оценка «Неудовлетворительно»***

***от 36 до 60 баллов*** – ставится за ответ, в котором излагаются все понятия по программе, приводятся формулировки теорем без доказательств, формулы без вывода. Испытуемый отвечает менее половины дополнительных вопросов по курсу.

Вступительное испытание проводится в письменной форме. Комиссия также может устными вопросами уточнять ответы испытуемого для выставления объективной оценки.

Основными методическими рекомендациями к проведению вступительных испытаний являются:

- определение соответствия бакалавра требованиям ГОС ВО и уровень его подготовки;
- принятие решения о зачислении в магистратуру по магистерской программе «Физика конденсированного состояния вещества» по результатам вступительных испытаний.

## **3. Структура вступительного экзамена по направлению. Литература**

### **1.1. Механика**

Кинематика материальной точки. Линейные и угловые скорости и ускорения. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Уравнения движения. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения в механике. Движение в центрально-симметричном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.

Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения. Динамика абсолютно твердого тела. Тензор инерции. Уравнения Эйлера. Движение относительно неинерциальных систем отсчета. Уравнения движения. Силы инерции. Вариационный принцип Гамильтона. Законы сохранения и свойства симметрии пространства и времени.

Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания. Затухающие колебания. Показатель затухания.

Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Уравнения Гамильтона - Якоби.

Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга и сдвига. Коэффициент Пуассона.

Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Формула Пуазеля.

Волны в сплошной среде. Уравнение волны. Акустические волны. Ультразвук. Эффект Доплера.

## Литература

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: Высшая школа, 1986.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. М.: Наука, 1989.
3. Матвеев А.Н. Общефиз. Практикум. М.: ВШ, 1991.
4. Калашников Н.П., Смондырев М.А. Основы физики. Упражнения и задачи: Учеб. Пособие для вузов.- М.: Дрофа, 2004.

### 1.2. Молекулярная физика. Термодинамика и статистическая физика

Термодинамический и статистический подход к описанию молекулярных явлений. Температура. Постоянная Больцмана.

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа.

Циклические процессы. Цикл Карно и его КПД. Второе начало термодинамики. Энтропия термодинамической системы. Термодинамическая вероятность и энтропия. Термодинамические потенциалы. Общие условия равновесия фаз.

Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма и свободная энергия системы. Статистика Бозе-Эйнштейна и статистика Ферми-Дирака. Равновесное излучение. Спектральная плотность излучения. Формула Планка.

Теплоемкость твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна,

Теория флуктуации. Флуктуация плотности. Броуновское движение. Формулы Эйнштейна для дисперсии импульса и смещения броуновской частицы.

Жидкости. Поверхностные явления. Давление под искривленной поверхностью. Смачиваемость и капиллярные явления, адгезия и адсорбция.

Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Дефекты в кристаллах. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия равновесия и устойчивости фаз.

Явления переноса. Диффузия, закон Фика; внутреннее трение, закон Ньютона-Стокса; теплопроводность, закон Фурье.

Кинетическое уравнение Больцмана. Понятие об H-теореме. Плазменное состояние вещества. Кинетическое уравнение Власова. Понятие о самосогласованном поле.

### Литература

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1987.
2. Касандрова О. Н., Матвеев А. Н. , Попов В. В. Методика решения задач по мол. физ. М.: МГУ, 1982.
3. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1983.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1990.
5. Бондарев Б.В. и др. Курс общей физики: В 3-х кн: Кн.3: Термодинамика.

Статистическая физика. строение вещества. Учебное пособие. - М.: ВШ. 2003.

### 1.3. Электродинамика и оптика

Электростатические поля. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Потенциал и его разложение по мультиполям. Магнитостатические поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля.

Уравнения Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении. Радиационное трение. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения и граничные условия.

Пространственная и временная дисперсии диэлектрической проницаемости. Физический смысл её действительной и мнимой частей. Проводники, сверхпроводники, диэлектрики и магнетики и их физические свойства.

Преобразование Лоренца. Законы преобразования плотностей зарядов и токов, полей и потенциалов при преобразованиях Лоренца. Преобразование частоты и волнового вектора электромагнитной волны при преобразованиях Лоренца. Эффект Доплера.

Основы электромагнитной теории света. Энергия и импульс световых волн. Опыты Лебедева по измерению светового давления.

Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры. Диэлектрические зеркала и интерференционные фильтры. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы. Роль дифракции при формировании оптических изображений.

Дисперсия и поглощение света. Фазовая и групповая скорости света. Отражение и преломление света. Молекулярное рассеяние света. Формула Рэлея. Спектральный состав рассеянного света. Рассеяние в мутных средах.

Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Естественная ширина спектральной линии. Ударное (столкновительное) и доплеровское уширение линий. Квазистационарное приближение в макроскопической электродинамике и



границы его применимости. Скин-эффект.

Квантовая теория излучения. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка.

Излучение света атомами и молекулами. Двухуровневая система. Спонтанные и вынужденные переходы. Усиление света, лазеры.

Нелинейные оптические явления. Генерация гармоник, самофокусировка света.

### **Литература**

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1973.
2. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Наука, 1976.
3. Матвеев А.Н. Оптика. М.: Высшая школа. 1985.
4. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: 1976.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1982.
6. Калашников С.Г. Электричество. М.: Наука, 1985.
7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.: Наука, 1988.

### **1.4. Атомная физика и квантовая теория**

Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Атомные спектры излучения. Атом водорода. Постулаты Бора. Опыты по дифракции электронов и атомов. Волновые и корпускулярные свойства материи. Гипотеза де-Бройля.

Основные постулаты квантовой механики. Операторы координаты и импульса. Гамильтониан. Чистые и смешанные состояния квантовомеханической системы. Волновая функция и ее свойства. Плотность вероятности и матрица плотности. Принцип неопределенности.

Описание эволюции квантовомеханических систем. Уравнения Гейзенберга и Шредингера. Стационарные состояния. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции стационарных состояний. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни

энергии. Орбитальный механический и магнитный моменты. Сложение моментов. Спектры атомов щелочных металлов.

Стационарная теория возмущений в отсутствие и при наличии вырождения. Эффекты Зеемана и Пашена-Бака. Эффект Штарка. Уравнение Дирака. Квазирелятивистское приближение. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода.

Системы тождественных частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

Многоэлектронный атом. Приближение самосогласованного поля. Электронная конфигурация атома. Терм. Тонкая структура терма. Приближение LS и JJ-связей. Правила Хунда.

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Периоды и группы. Переходные элементы.

Нестационарная теория возмущений. Вероятность перехода в квантовой системе. Электромагнитные переходы в атомах и молекулах. Правила отбора.

Теория упругого рассеяния. Борновское приближение. Частичное разложение амплитуды рассеяния.

Основы физики молекул. Адиабатическое приближение. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи. Спектры двухатомных молекул. Движение частиц в периодическом поле, зонная структура энергетических спектров.

### **Литература**

1. Шпольский Э.В. Атомная физика, т. 1,2. М.: Просвещение, 1984.
2. Иродов И. Е. Сб. задач по атомной и ядерной физике. М.: Атомиздат, 1984.
3. Матвеев А.Н. Атомная физика. М.: Высшая школа. 1989.
4. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. М.: Наука, 1983.
5. Савельев И.В. Курс общей физики т.3. М.: Наука, 2006.
6. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. М.: Наука, 2005.
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика, М., Наука, 1989.

## 1.5. Физика атомного ядра и частиц

Основные характеристики атомных ядер. Протоны и нейтроны. Масса и энергия связи ядра. Квантовые характеристики ядерных состояний. Спин ядра.

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада,  $\alpha$  - распад,  $\beta$  - распад и  $\gamma$ -излучение ядер. Эффект Мессбауэра. Деление и синтез ядер. Цепная реакция, деления и термоядерная реакция. Ядерная энергия. Реакторы.

Модели атомных ядер. Модель Ферми-газа, оболочечная модель, модель жидкой капли и обобщенная модель ядра. Механизмы ядерных реакций. Сечения реакций. Каналы реакций.

Ядерные силы и их свойства. Частицы и взаимодействия. Взаимодействие как обмен квантами калибровочного поля (калибровочными бозонами). Фундаментальные частицы - лептоны и кварки. Античастицы.

Электромагнитное взаимодействие. Сильное взаимодействие. Кварковая структура адронов. Цветовой заряд кварков. Глюоны. Слабое взаимодействие и процессы, им обусловленные. Слабые распады кварков и лептонов. Нейтрино и антинейтрино. Взаимодействие нейтрино с веществом.

Симметрии и законы сохранения. Объединение взаимодействий. Нуклеосинтез во Вселенной. Ядерные реакции в звездах. Взаимодействие частиц и излучений с веществом. Принципы и методы ускорения заряженных частиц. Методы детектирования частиц.

### Литература

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Т.1, 2. М.: Энергоатом-издат, 1993.
2. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Мокеев В.И. Ядерная физика, ч.1,2. М., Изд-во МГУ, 1999.
3. Субатомная физика. Вопросы, задачи, факты. Учебное пособие. Под ред. Ишханова Б.С. М.: МГУ, 1994.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Ч.2. М.: Наука, 1989.
5. Тегаев Р.И., Хоконов А.Х. Задачи по ядерной физике для самостоятельной работы

студентов. Нальчик: КБГУ, 2003.

### **1.6. Физика конденсированного состояния вещества**

Основные сведения о твердых телах. Кристаллические и аморфные тела, твердые тела в науке, технике и технологии.

Элементы кристаллографии. Элементарные ячейки. Индекса Миллера. Ячейки Вигнера-Зейтца.

Дефекты структуры в твердых телах. Точечные дефекты - вакансии, межузельные атомы и атомы замещения. Дислокации.

Типы связей в твердых телах. Молекулярная связь. Ионная связь. Ковалентная связь.

Колебания решетки. Акустические и оптические волны. Дисперсионные соотношения.

Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая.

Электрон в периодическом поле. Функции Блоха. Энергетический спектр электрона в кристалле. Зонная схема энергии.

Сверхпроводимость. Сверхпроводящие материалы. Высокотемпературная сверхпроводимость.

Аморфные твердые тела. Строение аморфных твердых тел. Свойства аморфных металлов.

Особенности строения жидкого состояния вещества. Классификация жидкостей и межмолекулярных взаимодействий. Тепловые движения частиц в жидкостях и твердых телах.

Понятие о статистической теории жидкостей. Метод коррелятивных функций. Функции радиального распределения.

Жидкие металлы. Строение металлических расплавов. Специфика металлических жидкостей.

Дифракционные методы исследования строения жидких металлов. Электронная структура жидких металлов.

Жидкие бинарные сплавы. Фазовые диаграммы бинарных систем.

Методы получения тонких пленок - термическое напыление, катодное напыление, электрополировка и шлифование.

Методы определения степени дисперсности вещества. Функция распределения частиц по размерам. Дисперсионный анализ. Гистограммы размеров частиц.

Фазы и агрегатные состояния. Гомогенное образование фазы. Гетерогенное образование фазы. Случай плоской границы.

Общие уравнения равновесия фаз и межфазных границ. Уравнения капиллярности.

Оптические свойства тонких пленок. Отражение и пропускание поляризованного света слоистыми структурами. Методы измерения оптических постоянных и толщины тонких пленок.

Размерные эффекты физико-химических свойств вещества. Классические и квантовые размерные эффекты. Размерный эффект температуры фазового перехода.

### Литература

- Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твёрдого тела. М.: ВШ, 1985.
- Крокстон К. Физика жидкого состояния. М.: Наука, 1978 г.
- Комник Ю.Ф. Физика металлических плёнок. М.: Атомиздат, 1979 г.
- Хриган А.Х. Физика атмосферы. 2-ое издание, Л.: Гидрометеоиздат, 1978.
- Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы, Л.: 1984.
- Мак-Картни Э. Оптика атмосферы. М.: Мир., 1979.
- Чалмерс Дж.А. Атмосферное электричество. Л.: Гидрометеоиздат, 1974.
- Дорман И.В. Космические лучи. М.: Наука, 1981.
- Хаякова С. Физика космических лучей. М.: Т. 1, 2, 1974.
- Ляпидевский В.К. Методы регистрации элементарных частиц. М.: 1985.
- Пиблс Ф.Дж.Э. Структура Вселенной в больших масштабах. М.: Мир, 1983.