

**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**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель образовательной  
программы Д.М. Келметов Х.Х.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Директор института  
Р. Нушиев Б.И.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания по научной специальности  
для поступающих на программу подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуру**

**ОБЛАСТЬ НАУКИ**

**1. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

**ГРУППА НАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

**1.3. ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**НАУЧНЫЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

**1.3.8. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ**

**1.3.14. ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА**

Очная форма обучения

Нальчик 2023

# 1. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## 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. 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.

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.

## 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 абсолютно черного тела. Спектральная плотность излучения. Формула Планка.

Теплоемкость твердых тел. Теории Эйнштейна и Дебая.

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

Жидкости. Поверхностные энергии и натяжения. Давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа. Смачиваемость и капиллярные явления, адгезия. Адсорбция компонентов, формула Гиббса.

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 Н-теореме. Плазменное состояние вещества. Кинетическое уравнение Власова. Понятие о самосогласованном поле.

## 1.3. Электродинамика и оптика

Электростатические поля. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Потенциал электрического 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. Уравнения Максвелла в среде.

Диэлектрическая проницаемость. Пространственная и временная дисперсии диэлектрической проницаемости. Проводники, сверхпроводники, диэлектрики и магнетики и их физические свойства.

Преобразование Лоренца. Законы преобразования плотностей зарядов и токов, полей и потенциалов. 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. 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.

Излучение осцилляторов. Естественная ширина спектральной линии. Ударное (столкновительное) и доплеровское уширение линий. Квазистационарное приближение в макроскопической электродинамике и границы его применимости. Скин-эффект.

Нелинейные оптические явления. Генерация гармоник, самофокусировка света.

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

Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка.

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 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.

Влияние магнитного поля на излучение. Эффекты Зеемана и Пашена-Бака. Эффект Штарка. Уравнение Дирака. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода.

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

Многочастичный 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.

Электромагнитные переходы в атомах и молекулах. Правила отбора. Спектры излучений.

Основы физики молекул. Адиабатическое приближение. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи. Спектры двухатомных молекул. Излучение света атомами и молекулами. Двухуровневая система. Спонтанные и вынужденные переходы. Усиление света, лазеры.

Движение частиц в периодическом поле, зонная структура энергетических спектров.

#### **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.

Модели атомных ядер. Модель Ферми-газа, оболочечная модель, модель жидкой капли. 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.

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.

Сильное и слабое взаимодействия. Кварковая структура адронов. Цветовой заряд кварков. Глюоны. 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.

## 1.6 Специальные дисциплины. Вопросы

Основные сведения о твердых телах. Кристаллические и аморфные тела.

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

Дефекты структуры в твердых телах. Точечные дефекты - вакансии, междуузельные атомы и атомы замещения. Дислокации. Границы зерен.

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

Физика тонких пленок и наноматериалы. Методы получения тонких пленок: термическое напыление, катодное напыление, электрополировка и шлифование.

Фазы и агрегатные состояния. Образование новой фазы. Гомогенное образование фазы. Гетерогенное образование фазы.

Работа выхода электрона и методы ее изучения. Фотоэлектрический метод и метод задерживающих материалов.

Условия равновесия фаз жидкость-пар, кристалл-пар. Формула Клапейрона-Клаузиуса.

Солнечная система. Кометы, метеориты, метеоры. Новейшие данные о природе солнечной системы.

## 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. Общезначительный Практикум. М.: ВШ, 1991.
4. Калашников Н.П., Смондырев М.А. Основы физики. Упражнения и задачи: Учеб. Пособие для вузов.- М.: Дрофа, 2004.
5. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1987.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1990.
7. Трофимова Т.И. Курс физики.- М.: ВШ, 2007.
8. Бондарев Б.В. и др. Курс общей физики: В 3-х кн: Кн.3: Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. Учебное пособие. - М.:ВШ. 2003.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1973.
10. Матвеев А.Н. Оптика. М.: Высшая школа. 1985.
11. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: 1976.

12. Калашников С.Г. Электричество. М.: Наука, 1985.
13. Шпольский Э.В. Атомная физика, т. 1,2. М.: Просвещение, 1984.
14. Матвеев А.Н. Атомная физика. М.: Высшая школа. 1989.
15. Савельев И.В. Курс общей физики т.3. М.: Наука, 2006.
16. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика, М., Наука, 1989.
17. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Т.1, 2. М.: Энергоатом-издат, 1993.
18. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Мокеев В.И. Ядерная физика, ч.1,2. М., Изд-во МГУ, 1999.
19. Субатомная физика. Вопросы, задачи, факты. Учебное пособие. Под ред. Ишханова Б.С. М.: МГУ, 1994.
20. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Ч.2. М.: Наука, 1989.
21. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твёрдого тела. М.: ВШ, 1985.
22. Алчагиров Б.Б., Хоконов Х.Б. Эмиссионные свойства металлов и сплавов. Нальчик, 1984.
23. Шкловский И.С. Звёзды, их рождение, жизнь и смерть. М.: Наука, 1975, 1984.