

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА**



«Утверждаю»

Проф. Урусова Б.И.

Протокол № 13 от 08.09.2019 г.

Заседания кафедры физики

**ПРОГРАММА**

вступительных испытаний для поступления в аспирантуру по  
**направлению подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия.**

**Направленность программы: Физика конденсированного состояния.**

**Квалификация (степень): Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

**Карачаевск -2019г.**

Программа вступительного экзамена по специальности

03.06.01 – Физика и астрономия.

Составитель: доктор физико-математических наук, профессор Урусова Б.И.,

Настоящая программа составлена в соответствии с паспортом специальности 03.06.01 – Физика и астрономия и содержит общие вопросы, отражающие содержание и область исследования специальности.

Программа одобрена на заседании кафедры физики 15.05.2019 г., протокол №7

Зав.кафедрой



проф. Урусова Б.И.

## **1. Требования к поступающим в аспирантуру.**

Для сдачи вступительного экзамена в аспирантуру по специальности экзаменуемые должны:

- знать материал, предусмотренный общей и специальной частью программы;
- уметь кратко изложить содержание работы, представленной в качестве реферата;
- владеть кругом вопросов, связанных с узкой областью, к которой относится представленный реферат.

## **2. Разделы физики, представленные в вопросах вступительного экзамена в аспирантуру по направлению – физика и астрономия.**

### **Раздел 1. Общая физика**

1. Основные понятия и определения кинематики и динамики материальной точки. Законы сохранения импульса и момента импульса в механике.
2. Понятие потенциального поля. Потенциальные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.
3. Основные понятия и законы динамики твёрдого тела. Описание движения твердого тела вокруг неподвижной оси.
4. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса для электрического поля. Потенциал электрического поля. Условия потенциальности поля. Проводники в электрическом поле. Электроёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля.
5. Постоянный электрический ток. Законы Ома, Джоуля – Ленца, Кирхгофа. Закон Био – Савара – Лапласа. Силы Ампера и Лоренца. Поток и циркуляция вектора магнитной индукции.
6. Закон электромагнитной индукции. Ток смещения. Система уравнений Максвелла.
7. Распределение Максвелла-Больцмана. Барометрическая формула.
8. Теплоёмкость. Теории теплоёмкости идеального газа и твёрдого тела.
9. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы. Энтропия. Основные законы термодинамики.
10. Реальный газ. Изотермы реального газа. Газ Ван – дер – Вальса. Эффект Джоуля - Томсона.

11. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Равновесие фаз.
12. Процессы переноса: вязкость, диффузия, теплопроводность.
13. Электромагнитные волны и их характеристики. Принцип суперпозиции волн. Плотность энергии и интенсивность электромагнитной волны. Давление света. Волновое уравнение. Плоская и сферическая монохроматические световые волны. Энергия и интенсивность электромагнитной волны.
14. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Способы получения поляризованного света. Интерференция волн. Методы наблюдения интерференции света. Интерференция в тонких плёнках.
15. Дифракция волн. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракция на периодических структурах.
16. Физические свойства атомных ядер и элементарных частиц. Основные ядерные модели. Законы и виды ядерного распада. Ядерные реакции. Цепные реакции деления. Реакции синтеза ядер. Источники энергии и эволюция звёзд. Космические лучи.

## **Раздел 2. Физика конденсированного состояния**

17. Типы и симметрия твердых тел. Кристаллические структуры. Симметрия кристаллов. Свойства обратной решетки. Зона Бриллюэна. Теорема Блоха.
18. Зонная структура и типы связи. Квазичастицы. Электронная теплоемкость.
19. Поверхность Ферми. Диамагнитный и циклотронный резонанс. Открытые орбиты. Квантование орбит. Эффект де Гааза-ван Альфена.
20. Понятие об электронной конфигурации. Физическое объяснение периодического закона.
21. Характеристическое рентгеновское излучение.
22. Колебания решетки. Теория упругости. Звук в твердых телах. Акустические и оптические ветви. Модель Дебая. Удельная теплоемкость решетки. Квантование фононов. Ангстремизм и тепловое расширение. Фактор Дебая- Уоллера.
23. Процессы распада и слияния фононов. Рассеяние фононов на примесях. Кинетическое уравнение для фононов в диэлектрике. Теплопроводность. Электрон-фононное взаимодействие и проблема полярона.
24. Магнетизм. Обменное взаимодействие. Магнитные свойства изолированного атома. Гамильтониан Гейзенберга. Модель Хаббарда. Природа магнетизма металлов.

- 25.Магнитный порядок. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Метод среднего поля для ферромагнетика. Доменная структура. Гистерезис ферромагнетиков. Спиновые волны (магноны).

### **Раздел 3. Теоретическая физика. Астрономия**

- 26.Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа.
- 27.Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.
- 28.Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение, приведенная масса, движение в центральном поле.
- 29.Распад частиц, упругие столкновения. Сечение рассеяния частиц, формула Резерфорда.
- 30.Малые колебания. Свободные и вынужденные одномерные колебания, параметрический резонанс.
- 31.Колебания систем со многими степенями свободы, полярные координаты. Колебания при наличии трения.
- 32.Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент количества движения твердых тел. Эйлеровы углы и уравнение Эйлера.
- 33.Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение. Гамильтона-Якоби, разделение переменных.
- 34.Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время. Преобразование Лоренца. Преобразование скорости. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость.
- 35.Релятивистская механика. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Распад частиц. Упругие столкновения частиц.
- 36.Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности.
- 37.Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор. Плотность потока. Квазиклассическая волновая функция. Прохождение через барьер.
- 38.Основные принципы статистики. Функция распределения и матрица плотности. Статистическая независимость. Теорема Лиувилля. Роль энергии. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц.

39. Термодинамические величины. Температура. Работа и количество тепла. Термодинамические потенциалы. Термодинамические неравенства. Принцип Ле-Шателье. Теорема Нернста.
40. Системы с переменным числом частиц. Свободная энергия в распределении Гиббса. Вывод термодинамических соотношений.

### **Основная литература**

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики в 5 томах. ФМЛ, 2001.
2. Савельев И.В. Курс общей физики в 3-х томах. Лань, 2001.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Курс теоретической физики. М., ФМЛ, 2001.
4. Давыдов А. С. Квантовая механика. М.: Наука, 1973.
5. Шифф Л. Квантовая механика. М. ИЛ. 1957.
6. Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П., Квантовая электродинамика. М.: ФМЛ, 2001.
7. Ициксон К., Зюбер Ж.-Б., Квантовая теория поля. В 2-х томах. М.: Мир, 1984.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Ч.1. М.: ФМЛ, 2001.
9. Румер Ю.Б. , Рывкин С.М., Термодинамика, статистическая физика и кинетика. М.: Наука, 1971.
10. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1978.
11. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела, тт. I и II. М., Мир, 1979.
12. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М., Мир, 1969.
13. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М: Мир, 1974.
14. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2000.
15. Вонсовский С.В. Магнетизм. М., Наука, 1971.
16. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М., Наука, 1979 г.
17. В.В.Шмидт «Введение в физику сверхпроводимости». МЦ НМО, Москва, 2000

## **Дополнительная литература**

18. Хирт Дж., Лоте И. Теория дислокаций, М. Атомиздат, 1972.
19. Фридель Ж. Дислокации, М. Мир, 1967.
20. Шаскольская М.П. Кристаллография, М. Высшая школа, 1984.
21. Келли А., Гровс Г. Кристаллография и дефекты в кристаллах. М. Мир, 1974.
22. Смирнов А.А. Молекулярно-кинетическая теория металлов, М., Наука, 1966.
23. Горелик С.С. Рекристаллизация металлов и сплавов, М. Металлургия, 1978.
24. Штремель М.А. Прочность сплавов. Ч.1. Дефекты решетки. М., Металлургия, 1982.
25. Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах, М., Металлургия, 1978.
26. Хачатурян А.Г. Теория фазовых превращений и структура твердых растворов, М., Наука, 1974.
27. Валиев Р.З., Кайбышев Л.А. Границы зерен и свойства металлов. М.: Металлургия, 1987.
28. Зиненко В.И., Сорокин Б.П., Турчин П.П. Основы физики твердого тела. М.: Изд-во физ-мат. лит., 2001, 336 с.
29. Евтихийев Н.Н. Электрические измерения неэлектрических величин. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
30. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. - М.: Наука, 1969.
31. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений. — Л.: Энергоатомиздат, 1991.
32. Таблицы физических величин. Под ред. И.К. Кикоина. - М.: Атомиздат, 1976.
33. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. - М.: Высшая школа, 1973.
34. Тихонов А.Н., Гончарский А.В., Степанов В.В., Ягола А.Г. Численные методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1990.
35. Тихонов А.Н., Леонов А.С., Ягола А.Г. Нелинейные некорректные задачи. М.: Наука, 1995.
36. Филимонов В.Ю., Векман А.В. Краткий курс высшей математики для изучающих физику: Учебное пособие - г. Барнаул": АлтГТУ.-2009, 136 с

### **3. Вопросы для вступительного экзамена:**

1. Предмет и задачи физики конденсированного состояния. Основные разделы и направления. Практическая и научная значимость.
2. Кинематика материальной точки.
3. Динамика материальной точки. Динамика системы материальных точек.
4. Законы сохранения.
5. Твердое тело как система материальных точек. Абсолютно твердое тело.
6. Поступательное и вращательное движение абсолютно твердого тела. Понятие о степенях свободы и связях.
7. Вращение относительно неподвижной оси, момент силы относительно оси.
8. Пара сил, момент пары. Момент инерции и момент импульса твердого тела. Теорема Штейнера. Уравнение моментов.
9. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Закон сохранения момента импульса твердого тела и его следствия.
10. Понятие о вращении твердого тела вокруг неподвижной точки. Свободные оси вращения. Гироскоп.
11. Условия равновесия твердого тела. Виды равновесия. Центр тяжести.
12. Жидкое трение. Движение тел в вязкой среде. Формула Стокса. Законы сухого трения.
13. Трение покоя и трение скольжения. Значение сил трения покоя при качении тел. Трение качения.
14. Основы молекулярно-кинетической теории газов. Аморфные и кристаллические тела.
15. Дальний порядок в кристаллах. Дефекты в кристаллах. Механические свойства кристаллов.



16. Тепловые свойства кристаллов, тепловое расширение. Плавление и кристаллизация.
17. Диаграмма равновесия твердой, жидкой и газовой фаз. Тройная точка.
18. Теплоемкость кристаллов. Закон Дюлонга и Пти. Затруднение классической физики в объяснении температурной зависимости теплоемкости твердых тел.
19. Электрическое поле в диэлектриках. Энергия электростатического поля. Квазистационарные токи.
20. Постоянный ток.
21. Электромагнитные волны. Электромагнитное поле.
22. Электропроводность твердых тел. Электрический ток в электролитах.
23. Геометрическая оптика. Релятивистские эффекты в оптике. Квантовые свойства излучения.
24. Рентгеновское излучение. Применение рентгеновских лучей.
25. Квантовые явления в твердых телах.
26. Физика атомного ядра.
27. Характеристики элементарных частиц.

#### **4. Темы рефератов**

1. Одноэлектронные спектры.
2. Экситоны.
3. Электроны в атомах.
4. Дуализм волна-частица.
5. Движение атомов.
6. Структуры в твердом теле.
7. Симметрия в твердом теле.
8. Порядок в твердом теле.
9. Теплота в твердом теле.
10. Оптические спектры твердых тел.
11. Количественный спектральный анализ.
12. Качественный спектральный анализ.
13. Проводники, полупроводники и диэлектрики.
14. Лазеры.
15. Электроны в твердых телах.
16. Спин и принцип Паули.
17. Квазистационарное электромагнитное поле.
18. Особенности поведения микрообъекта.
19. Применение низких температур.
20. Явление сверхпроводимости.

## 5. Рекомендуемая литература.

1. Трофимова Т.И. Курс физики М.: Высшая школа, 2008
2. Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия т.1. Владикавказ, 2002
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела М.: Наука, 1978
4. Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия т.2 Владикавказ, 2002
5. Дж.Орир Физика М.: Мир., 1981
6. Эмануэль Н.М.. Успехи химии Москва, 1981 г.
7. Кулиев А.М. Присадки к маслам М.: Химия, 1968
8. Кикоин И.К.. Молекулярная физика М.: наука. 1976
9. Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия т.3 Владикавказ, 2002
10. Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия т.4 Владикавказ, 2002
11. Плиев Т.Н. Молекулярная спектроскопия т.5 Владикавказ, 2002
12. Березкин В.Г. Нефтехимия Москва, 1961
13. Чулановский В.М. Введение в молекулярный спектральный анализ М.: Наука, 1970

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Оценка знаний поступающих в аспирантуру проводится по пятибалльной шкале.

### ***Критерии оценки***

Оценка знаний поступающих в аспирантуру производится по пятибалльной шкале:

Оценка «Отлично»:

- выставляется за обстоятельный, безошибочный ответ на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий в аспирантуру правильно определяет понятия и категории науки, свободно ориентируется в теоретическом и практическом материале, относящемся к предмету.

Оценка «Хорошо»:

- выставляется за правильные и достаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета, не содержащие грубых ошибок и упущений, если возникли некоторые затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Оценка «Удовлетворительно»:

- выставляется при недостаточно полном ответе на вопросы, содержащиеся в экзаменационном билете, если возникли серьезные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Оценка «Неудовлетворительно»:

– выставляется в случае отсутствия необходимых для ответа теоретических знаний по дисциплинам специализации, если выявлена на данный момент неспособность к решению задач, связанных с его будущими профессиональными обязанностями.