

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Кавказский государственный гуманитарно-технологический
академия»

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе,
информатизации и международному
сотрудничеству, профессор

_____ / Г.М. Эдиев

« 09 » 09 2017 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ»
программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
направление 03.06.01 Физика и астрономия
профиль «Физика конденсированного состояния»

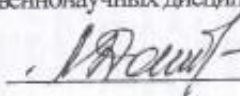
Черкесск 2017

Программа вступительного экзамена одобрена на заседании кафедры общинженерных и естественнонаучных дисциплин

13.02.2017г. Протокол № 5

Заведующий кафедрой общинженерных и естественнонаучных дисциплин

к. ф-м. н., доцент


 Л. Ш. Докумова.
(подпись)

Одобрено советом инженерно-технологического института

14.02.2017г. Протокол № 6

Директор инженерно-технологического института

к.т.н., доцент


 Р. Ш. Шайлиев.
(подпись)

Согласовано:

Начальник управления по научной работе

и подготовке кадров высшей квалификации,

д. пед. н., профессор

 М. Ю. Айбазова.
(подпись)

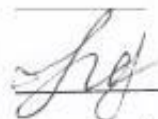
Начальник отдела подготовки

кадров высшей квалификации, к.э.н. доцент

 Л. Д. Токова
(подпись)

Разработчик:

Доктор физико-математических наук, профессор

 Х. Ш. Борлаков.
(подпись)

1. Общие положения

Программа вступительного экзамена по физике разработана в соответствии с:

- ФГОС по направлению 03.06.01 Физика и астрономия (утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 867);

- паспортом специальностей научных работников по направлению 03.06.01 Физика и астрономия профиль Физика конденсированного состояния;

- учебным планом ФГБОУ Сев.-Кав.ГГТА по направлению 03.06.01 Физика и астрономия профиль Физика конденсированного состояния;

Целью вступительного экзамена является определение степени соответствия уровня подготовленности поступающих требованиям образовательного стандарта аспиранта.

2. Критерии выставления оценок за вступительное испытание.

Экзаменационная оценка ставится на основании письменного и устного ответов по экзаменационному билету. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и собеседование по профилю направления.

Оценка «отлично» – поступающий должен продемонстрировать отличное знание материала, ответив на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения.

Оценка «хорошо» – поступающий твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул или отсутствие некоторых элементов вывода.

Оценку «удовлетворительно» поступающий получает в случае успешной сдачи «теоретического минимума», который включает: знание основных понятий, название и физический смысл величин, вид основных распределений и соотношений (без вывода), определяемых вопросом билета.

Оценка «неудовлетворительно» - поступающий не обладает знаниями, необходимыми для обучения в аспирантуре.

3. Содержание вступительного испытания

1. ПРЕДМЕТ И МЕТОДЫ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ.

Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы конденсированного состояния вещества. Предмет физики аморфного и кристаллического твердого тела. Методы физического исследования, опыт, эксперимент, гипотеза, теория. Жидкость как агрегатное состояние вещества. Межмолекулярное взаимодействие и классификация жидкостей. Исследование структуры простых жидкостей методом дифракции рентгеновских лучей и рассеяния нейтронов. Изучение жидкостей ультразвуковым методом и методом рассеяния света.

2. ЭЛЕМЕНТЫ КИНЕМАТИКИ.

Предмет механики. Кинематика и динамика. Классическая механика. Квантовая механика. Релятивистская механика. Физические модели: материальная точка, система, абсолютно твердое тело, сплошная среда. Пространство и время. Кинематическое описание движения. Прямолинейное движение точки. Движение точки по окружности. Скорость и ускорение при

криволинейном движении. Нормальное и тангенциальное ускорение. Векторы угловой скорости и ускорения. Кинематика твердого тела.

3. ДИНАМИКА ЧАСТИЦ.

Основная задача динамики. Масса и импульс. Первый закон Ньютона, инерциальная система отсчета. Второй закон Ньютона. Сила. Третий закон Ньютона. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Метод Лагранжа в механике. Уравнения Лагранжа.

4. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ. ДИНАМИКА ТВЁРДОГО ТЕЛА. Закон сохранения импульса. Теорема о движении центра инерции. Работа. Мощность. Кинетическая и потенциальная энергии. Консервативные и неконсервативные силы. Закон сохранения энергии. Момент сил. Момент импульса. Момент инерции. Теорема Штайнера. Уравнения динамики вращения. Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия вращательного движения. Законы сохранения и симметрия пространства и времени.

5. ТЯГОТЕНИЕ. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ.

Закон всемирного тяготения. Поле тяготения Земли. Ускорение силы тяжести. Потенциальная энергия в поле тяготения. Движение в поле сил тяжести. Космические скорости. Принцип относительности Галилея. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Интервал. Следствия из преобразований Лоренца. Закон сложения скоростей. Уравнения движения для релятивистской частицы. Релятивистские выражения для энергии и импульса. Понятия об общей теории относительности.

6. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ.

Динамические и статистические закономерности в физике. Статистический и термодинамический методы. Тепловое движение. Макроскопические параметры. Уравнения состояния, Внутренняя энергия. Идеальный газ. Давление и температура. Вероятность и флуктуации. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Степени свободы молекул. Определение энтропии.

7. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ.

Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики. Изопроцессы. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Максимальный коэффициент полезного действия тепловой машины. Третье начало термодинамики.

8. ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА. ФАЗЫ И ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ. Физическая кинетика. Явления переноса: диффузия, вязкость и теплопроводность. Особенности явлений переноса в жидкостях и твердых телах. Фазы и фазовые превращения. Условия равновесия фаз. Фазовые диаграммы. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы первого рода. Критическое состояние. Фазовые переходы второго рода. Поверхностные и капиллярные явления.

9. ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. Роль электромагнитных взаимодействий в природе. Элементарный электрический заряд и напряженность электрического поля. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Потенциал. Диполь, Теорема Гаусса. Дифференциальная форма закона Кулона. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия электростатического поля. Равновесие зарядов

на проводнике. Проводник во внешнем электрическом поле. Емкость. Конденсаторы. Условия существования тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома. Сопротивление проводников. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома неоднородной цепи. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей. Природа носителей зарядов в металлах. Сверхпроводимость.

10. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ И МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ.

Взаимодействие токов в вакууме. Магнитное поле. Магнитная индукция. Поле движущегося заряда. Закон Био-Савара. Сила Лоренца. Закон Ампера. Контур с током в магнитном поле. Силы действующие на магнитный момент. Магнитное поле контура с током. Работа при перемещении тока в магнитном поле. Уравнения Максвелла для циркуляции и источников магнитного поля. Поле соленоида. Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях. Ускорители заряженных частиц. Поляризация диэлектриков. Объемные и поверхностные связанные заряды. Вектор электрического смещения Поле в полярных и неполярных диэлектриках. Зависимость диэлектрической восприимчивости от температуры. Сегнетоэлектрики. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Виды магнетиков. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Гистерезис. Домены. Антиферромагнетизм. Гироманнитные эффекты.

11. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ.

ЭДС индукции. Явление самоиндукции. Взаимная индукция. Энергия магнитного поля. Работа перемагничивания ферромагнетика. Вихревое электрическое поле. Дифференциальная формулировка закона электромагнитной индукции Фарадея. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Свободные колебания тока в контуре. Свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания. Переменный ток. Импеданс. Метод векторных диаграмм. Работа и мощность переменного тока. Резонанс. Уравнения плоской и сферической волны. Волновое уравнение. Сложение волн, стоячие волны. Плоская электромагнитная волна. Энергия и импульс электромагнитных волн. Излучение диполя. Вектор Умова-Пойнтинга.

12. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ И ДИФРАКЦИЯ ВОЛН.

Световая волна. Отражение и преломление волн на границе двух сред. Тонкая линза. Построение изображений в оптических системах. Оптические приборы. Световой поток. Фотометрические величины и законы. Принцип Гюйгенса. Когерентность волн. Интерференция, ширина полос. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Интерферометры. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Зоны Френеля, спираль Корню. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракционная решетка. Дифракция на периодических структурах. Голография.

13. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ВЕЩЕСТВОМ.

Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Зоны Френеля, спираль Корню. Дифракция Фраунгофера. от щели. Дифракционная решетка. Дифракция

на периодических структурах. Голография. Дисперсия света. Поглощение света. Рассеяние света. Эффект Вавилова-Черенкова. Эффект Доплера. Релеевское рассеяние. Рассеяние Мандельштама-Бриллюена, комбинационное рассеяние. Лазеры. Нелинейные явления при взаимодействии лазерного излучения с веществом.

14. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ.

Излучение черного тела. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Формула Релея-Джинса. Формула Планка. Фотоны. Законы фотоэффекта. Эффект Комптона. Атомные спектры. Постулаты Бора. Правила квантования круговых орбит. Теория атома водорода по Бору.

15. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ.

Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношения неопределенностей. Смысл волновой функции и операторы в квантовой механике. Уравнение Шредингера. Стационарные и нестационарные состояния. Квантование энергии. Квантование момента импульса. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Гармонический осциллятор. Спин. Принцип Паули. Уравнение Дирака.

16. ФИЗИКА АТОМОВ И МОЛЕКУЛ.

Спектр, волновые функции атома водорода. Мультиплетность спектров и спин электрона. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням атома. Периодическая система элементов Менделеева. Энергия молекул, молекулярные спектры. Химическая связь. Эффект Зеемана. Эффект Штарка. Нелинейная оптика. Вынужденное излучение. Люминесценция.

17. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ.

Состав и характеристики атомного ядра. Масса и энергия связи. Модели атомного ядра. Ядерные силы. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Ядерные реакции. Методы регистрации элементарных частиц. Классификация элементарных частиц. Электрослабое взаимодействие. Кварки, глюоны, цветное взаимодействие. Единая теория материи. Физическая теория эволюции Вселенной.

18. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ.

Кристаллическая решетка. Теплоемкость кристаллов по Эйнштейну. Теория Дебая. Фононы. Распределение Ферми-Дирака. Энергетические зоны в кристалле. Электропроводность металлов, полупроводников. Диэлектрики. Сверхпроводники. Распределение Бозе-Эйнштейна. Фононы. Квантовая теория электронов в металле. Энергетические зоны электронов в кристалле. Диэлектрики, металлы и полупроводники. Примесная и собственная проводимость полупроводников. Квазиэлектроны и дырки. Динамика электронов в кристаллической решётке. Гетеропереходы. Структура аморфных твёрдых тел. Стёкла. Межатомное взаимодействие и классификация твёрдых тел. Упругие и теплофизические свойства твёрдых тел. Жидкости. Структура и свойства жидкостей. Поверхностные явления.

Вопросы

1. Лагранжев формализм в механике. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа.
2. Законы сохранения импульса, момента импульса, энергии. Их связь с однородностью пространства.
3. Малые колебания системы материальных точек. Свободные колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Явление резонанса.
4. Постулаты специальной теории относительности (СТО). Преобразования Лоренца. Интервал. Следствия из преобразований Лоренца. Закон сложения скоростей. 2-й закон Ньютона в СТО. Энергии и импульс в СТО.
5. Первое начало термодинамики. Термодинамическое и статистическое определение энтропии. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики.
6. Равновесие фаз. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
7. Фазовые переходы второго рода. Теория Ландау.
8. Канонический ансамбль. Статистическое определение свободной энергии.
9. Свободная энергия идеального газа. Уравнение состояния и химический потенциал идеального газа. Термодинамические потенциалы.
10. Явления переноса: вязкость, диффузия, теплопроводность.
11. Броуновское движение. Случайные блуждания и диффузия броуновских частиц.
12. Случайная сила и уравнение Ланжевена. Уравнение Лиувилля.
13. Основные свойства электронного газа в металлах в приближении свободных электронов. Распределение Ферми-Дирака. Поверхность Ферми.
14. Система уравнений Максвелла для напряженности электрического и индукции магнитного полей в вакууме.
15. Электромагнитные потенциалы. Градиентная инвариантность уравнений Максвелла и ее физический смысл.
16. Волновое уравнение для электромагнитного поля в вакууме. Плоские монохроматические волны. Поляризация электромагнитных волн.
17. Энергия и импульс электромагнитных волн. Излучение диполя. Вектор Умова-Пойнтинга.
18. Распространение света в веществе: дисперсия, фазовая и групповая скорости, комплексный показатель преломления.
19. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния и уровни энергии. Квантовые числа.
20. Свойства состояний в квантовой механике. Операторы физических величин и их спектры. Физический смысл коммутативности операторов.
21. Квантование момента импульса. Спин электрона и спин фотона.
22. Гармонический осциллятор и его спектр. Фононы в кристаллах.
23. Теория возмущений в квантовой механике. Эффект Зеемана. Эффект Штарка.
24. Задача о водородоподобном атоме. Спектр и волновые функции оператора энергии в центральном поле.

25. Спин. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням атома. Периодическая система элементов Менделеева.
26. Квантовая теория электронов в металле. Энергетические зоны электронов в кристалле.
27. Основные типы химических связей в твердых телах. Ионные, ковалентные, металлические и молекулярные кристаллы. Понятие об атомных и молекулярных орбиталях. Гибридизация атомных орбиталей.
28. Кристаллические структуры. Симметрия кристаллов и их классификация.
29. Теорема Блоха и ее основные следствия. Волновая функция электронов в идеальных кристаллических структурах. Квазиволновой вектор и квазиимпульсы электронов в кристаллических решетках.
30. Зонная модель твердого тела. Формирование энергетических зон и их заполнение электронами.
31. Тепловые колебания кристаллических решеток. Нормальные координаты. Фононы и функция их распределения. Статистика Бозе-Эйнштейна. Температура Дебая.
32. Квазичастицы в твердом теле (электроны, дырки, фононы, экситоны, поляроны и др.).
33. Приближение независимых электронов. Метод самосогласованного поля. Уравнения Хартри-Фока.
34. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллических структурах и в жидкостях. Условия Брэгга. Формула Лауэ. Сфера Эвальда и способы ее построения.
35. Энергетический спектр электронов в твердых телах и методы его исследования.
36. Рентгеновская и фотоэлектронная спектроскопия.
37. Зоны Бриллюэна и методы их построения.
38. Электрические и магнитные свойства кристаллов. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Строение их энергетических зон.
39. Поляризация диэлектриков. Объемные и поверхностные связанные заряды. Вектор электрического смещения. Поле в полярных и неполярных диэлектриках. Зависимость диэлектрической восприимчивости от температуры. Сегнетоэлектрики.
40. Виды магнетиков. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Гистерезис. Домены. Антиферромагнетизм. Гиромагнитные эффекты.
41. Основные представления о жидком состоянии вещества. Понятие ближнего порядка. Радиальная коррелятивная функция. Определение двухчастичной функции распределения с помощью рассеяния рентгеновых лучей.
42. Приближение молекулярного (среднего) поля для электролитов (теория Дебая-Хюккеля) и для магнетиков (метод Вейсса).
43. Жидкокристаллическое состояние. Нематики, смектики, холестерики.
44. Сверхпроводимость. Основные экспериментальные факты и примеры сверхпроводников. Высокотемпературная сверхпроводимость.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. М.: Физматлит, 2005.(гриф).
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 2 -Термодинамика и молекулярная физика. М.: Физматлит, 2003.(гриф).
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3. Электричество. М.: Физматлит, 2004.(гриф).
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.4.Оптика. М.: Физматлит, 2002.(гриф).
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Атомная и ядерная физика. М.: Физматлит, 2002.(гриф).
6. Савельев И.В. Курс общей физики. М.: Наука, 1989, т. 1-3.
7. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: ОНИКС,2003.
8. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: ОНИКС,2003.
9. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: ОНИКС,2005.
10. Иродов И.Е. Механика. Основные законы.М.: Физматлит, 2005. – 320 с. (гриф).
11. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. Уч. пос. М.: Физматлит, 2003.-352 с. (гриф).
12. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. М.: Физматлит, 2004.-256 с. (гриф).
13. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. Уч. пос. М.: Физматлит, 2004.-352 с. (гриф).
14. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. Уч. пос. М.: Физматлит, 2004,-352 с. (гриф).

Дополнительная

15. Хайкин С.Э. Физические основы механики. М.: Наука. 1977.
16. Калашников С.Г. Электричество. М.: ВШ. 1976.
17. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука. 1976.
18. Шпольский Э.В. Атомная физика. Т.1, Т.2.-М.: Наука, 1978.
19. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твёрдого тела. М. ВШ. 2000.
20. Физика простых жидкостей, т.1, т.2, п/р Г.Темперли, М.: Мир. 1973.
21. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. –М.: Наука, 1978.
22. Стрелков П.С. Механика: Учебник.- 4-е изд., стер./ Изд. Лань , 2005 г.- 560 стр
23. Механика: Учебник для студентов вузов /В.А. Алешкевич, Л.Г. Деденко, В.А. Караваев; Под ред. В.А.Алешкевича.- М.: Издательский центр «Академия», 2004.-480 с.
24. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. М.: Наука,1976.
25. Калашников С.Г. Электричество. Учебн. М.: Физматлит, 2004,-624 с. (гриф).

26. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. М.: Изд. МГУ, Наука, 2004. – 656 с. (классический университетский учебник)
27. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И. Введение в квантовую физику. М.: Наука, 1988.
28. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. – 671 с.