

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Башкирский государственный педагогический университет  
им. М. Акмуллы»  
(ФГБОУ ВО «БГПУ им. М.Акмуллы»)

УТВЕРЖДАЮ



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
по дисциплине Физика**

Научная специальность: 1.3.3. Теоретическая физика  
1.3.8. Физика конденсированного состояния

Профиль подготовки научно-педагогических кадров:  
Теоретическая физика  
Физика конденсированного состояния

Уфа 2023

# 1. Требования к уровню подготовки лиц, поступающих на основную образовательную программу подготовки научно-педагогических кадров:

*Знания:* Основы общей и экспериментальной физики

*Умения:* Применять основ общей и экспериментальной физики к решению профессиональных задач

*Владение (опыт профессиональной деятельности):* Физической интерпретацией процессов и явлений в теплофизических и технических системах и технологиях.

## 2. Содержание дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Механика	<p>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.</p> <p>Основная задача динамики. Масса и импульс. Первый закон Ньютона, инерциальная система отсчета. Второй закон Ньютона. Сила. Третий закон Ньютона. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.</p> <p>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.</p> <p>Закон всемирного тяготения. Поле тяготения Земли. Ускорение силы тяжести. Потенциальная энергия в поле тяготения. Движение в поле сил тяжести. Принцип относительности Галилея. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Интервал. Следствия из</p>

		<p>преобразований Лоренца. Закон сложения скоростей. Уравнения движения для релятивистской частицы. Релятивистские выражения для энергии и импульса. Понятия об общей теории относительности.</p>
2	<p>Основы молекулярной физики и термодинамики</p>	<p>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. Столкновение молекул со стенками, давление. Характерные скорости молекул. Средние скорости. Уравнения состояния идеального газа. Термодинамические функции классического идеального газа. Неидеальный классический одноатомный газ. Вириальное разложение. Определение энтропии. Система с кулоновским взаимодействием. Свободная энергия плазмы. Основные параметры кулоновской плазмы.</p> <p>Физическая кинетика. Явления переноса: диффузия, вязкость и теплопроводность. Особенности явлений переноса в жидкостях и твердых телах. Фазы и фазовые превращения. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы первого рода. Критическое состояние. Поверхностные и капиллярные явления</p> <p>Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики. Изо-процессы. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Максимальный коэффициент полезного действия тепловой машины. Третье начало термодинамики. Принцип Ле-Шателье. Термодинамика систем с переменным числом частиц. Термодинамика магнетиков и диэлектриков. Термодинамика равновесного излучения.</p> <p>Статистический характер второго начала термодинамики. Выражение для производства энтропии, уравнение баланса энтропии. Линейные законы и уравнения переноса. Влияние свойств симметрии среды на линейные законы. Принцип Кюри. Соотношения взаимности Онсагера. Дифференциальные уравнения законов сохранения массы, импульса и энергии в газах и жидкостях. Стационарные состояния с минимальным производством энтропии.</p> <p>Фазовые переходы и их классификация. Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости. Условия равновесия систем во внешнем поле и гетерогенных систем. Дифференциальные уравнения термодинамики.</p>

		<p>Уравнение Клапейрона - Клаузиуса, рТ- диаграмма, PV, TS, IS- диаграммы. Теплоёмкость и энтальпия паров. Диаграммы влажного воздуха. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы первого рода. Поверхностное натяжение, зародыши новой фазы. Фазовые переходы второго рода.</p>
3	Электродинамика	<p>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. 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. Гиромангнитные эффекты.</p> <p>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.</p>

		<p>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.</p>
4	Квантовая природа излучения	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Излучение черного тела. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Формула Релея-Джинса. Формула Планка. Фотоны. Законы фотоэффекта. Эффект Комптона</p>
5	Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел	<p>Теория атома водорода по Бору. Атомные спектры. Постулаты Бора. Правила квантования круговых орбит. 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.</p> <p>Спектр, волновые функции атома водорода. Мультиплетность спектров и спин электрона. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням атома. Периодическая система элементов Менделеева. Энергия молекул, молекулярные спектры. Химическая связь. Эффект Зеемана. Эффект Штарка.</p>

		Нелинейная оптика. Вынужденное излучение. Люминесценция. Классификация элементарных частиц. Слабое взаимодействие. Кварки, глюоны, цветное взаимодействие. Единая теория материи. Физическая теория эволюции Вселенной.
--	--	---

### 3. Учебно-методическое обеспечение:

Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики: -М.: АСТ:Астрель, 2008. Кн. 1 – 5. [http //e.lanbook/com](http://e.lanbook.com)
2. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. ;-е изд. –М., 2008. [http //e.lanbook/com](http://e.lanbook.com).
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – 4-е изд. М., 2010. [http //e.lanbook/com](http://e.lanbook.com)
4. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны. СПб. ООО Изд-во:Лань, 2011. [http //e.lanbook/com](http://e.lanbook.com)
5. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. СПб. ООО Изд-во: Лань, 2011. [http //e.lanbook/com](http://e.lanbook.com)
6. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.3. Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц. СП. б. ООО Изд-во: Лань, 2011. [http //e.lanbook/com](http://e.lanbook.com)
7. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. СПб. ООО Изд-во:Лань, 2011. [http //e.lanbook/com](http://e.lanbook.com)
8. Зайдель А.Н. Ошибки измерений физических величин. СПб. ООО Изд-во: Лань, 2009. [http //e.lanbook/com](http://e.lanbook.com)
9. Старовиков М.И. Введение в экспериментальную физику. СП. б. ООО Изд-во: Лань, 2008. [http //e.lanbook/com](http://e.lanbook.com)

Дополнительная литература

1. Матвеев А.Н. Курс общей физики. М.: Наука, 1986, т. 1-4.
2. Сивухин Д.В. Курс общей физики. М.: Наука, 1980, т. 1-4.
3. Хайкин С.Э. Физические основы механики. М.: Наука. 1977.
4. Калашников С.Г. Электричество. М.: ВШ. 1976.
5. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука. 1976.
6. Шпольский Э.В. Атомная физика. М. НТЛ. 1978.
7. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твёрдого тела. М. ВШ. 2000.
8. Физика простых жидкостей, т.1, т.2, п/р Г.Темперли, М.: Мир. 1973.
9. Ю.Алексеев Г.Н. Общая теплотехника: М.: Высшая школа, 1980. 552 с.

10. Н. Куни Ф. М. Статистическая физика и термодинамика. М.: Наука, 1981, 351 с.

11. С. де Гроот, П. Мазур Неравновесная термодинамика. М.: Мир, 1962.

Информационные ресурсы:

1. eLIBRARY – Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/window/>
3. Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru/>

#### **4. Примерные вопросы к экзамену**

1. Кинематика материальной точки. Относительность движения. Системы отсчета. Координатная и векторная формы описания движения материальной точки. Перемещение, скорость, ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорения. Угловая скорость и угловое ускорение и их связь с линейными характеристиками движения.

2. Динамика материальной точки. Взаимодействие материальных тел. Инерциальные и неинерциальные системы координат. Законы Ньютона. Масса. Сила. Уравнение движения. Роль начальных условий. Принцип относительности Галилея.

3. Фундаментальные взаимодействия в природе. Силы в классической механике. Закон всемирного тяготения. Свойства сил тяжести, упругости, трения.

4. Понятие замкнутой системы. Импульс материальной точки, системы материальных точек. Закон сохранения и изменения импульса. Центр масс системы материальных точек и закон его движения. Реактивное движение.

5. Работа сил. Кинетическая энергия материальной точки. Потенциальная энергия системы взаимодействующих тел. Закон сохранения и изменения энергии в механике.

6. Момент импульса материальной точки и системы материальных точек. Момент силы. Закон сохранения и изменения момента импульса.

7. Движение твердого тела. Динамика вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси. Момент инерции твердых тел разной формы. Теорема Штейнера. Уравнение моментов. Кинетическая энергия вращающегося тела.

8. Механические колебания и волны. Уравнение свободных колебаний модельных систем (груз на пружине, математический и физический маятники). Сложение колебаний. Затухающие колебания, их характеристики. Вынужденные колебания, явление резонанса.

9. Волны в упругих средах. Волновое уравнение. Уравнение монохроматической бегущей волны, основные характеристики волн. Продольные и поперечные волны. Принцип суперпозиции волн. Явление интерференции. Поток плотности энергии, связанный с бегущей волной. Стоячие волны. Эффект Доплера.

10. Элементы гидро- и аэродинамики. Движение идеальной жидкости, поле скоростей, линии и трубки тока. Уравнение Бернулли. Течение вязкой жидкости, формула Пуазейля. Ламинарные и турбулентные потоки. Число Рейнольдса.

11. Законы механики в движущихся системах отсчета. Преобразования Галилея. Классический закон сложения скоростей. Обобщенный принцип относительности. Основные постулаты специальной теории относительности Эйнштейна. Преобразование Лоренца. Релятивистский закон сложения скоростей. Импульс и энергия точки в релятивистской механике. Энергия покоя. Закон сохранения полной энергии.

12. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Потенциал. Разность потенциалов.

13. Диэлектрик в электрическом поле. Диполь. Дипольный момент. Вектор поляризации. Электростатическая теорема Гаусса. Вектор электрической индукции. Условия на границе раздела двух сред.

14. Проводник в электрическом поле. Распределение зарядов на проводнике. Электрическое поле внутри и вне проводника.

15. Электрическая емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля. Плотность энергии электростатического поля.

16. Стационарный электрический ток. Сила и плотность тока. Закон Ома для участка цепи и замкнутого контура. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома в дифференциальной форме.

17. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

18. Магнитное поле. Магнитное поле тока. Законы Био-Савара-Лапласа и Ампера. Сила Лоренца. Вектор магнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции через замкнутую поверхность. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля.

19. Магнитные свойства вещества. Молекулярные токи. Диа-, пара- и ферромагнетики. Вектор намагниченности. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость.

20. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца. Индуктивность. Самоиндукция. Плотность энергии магнитного поля. Взаимоиндукция.

21. Условие квазистационарности. Закон Ома для цепей переменного тока с омическим сопротивлением, емкостью и индуктивностью. Реактивное сопротивление. Метод комплексных амплитуд. Мощность переменного тока.

22. Колебательный контур. Свободные колебания. Собственная частота. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Явление электрического резонанса.

23. Связь электрического и магнитного полей. Обобщения теории



Максвелла. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.

24. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн. Энергия и импульс электромагнитного поля. Теорема Пойнтинга. Шкала электромагнитных волн.

25. Квантовая оптика. Тепловое излучение. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина. Формулы Релея-Джинса и Планка, квантовый характер излучения. Взаимодействие фотонов с электронами. Внешний фотоэффект. Работы А.Г.Столетова. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона. Давление света, опыты П.Н.Лебедева.

26. Классические модели атомов. Опыты Резерфорда.

27. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Элементарная квантовая теория излучения света. Атом Бора. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры. Инверсная населенность. Условия генерации. Принцип работы и конструкция лазера. Свойства лазерного излучения.

28. Волновые свойства частиц. Опыт Девиссона и Джермера. Гипотеза де Бройля. Принцип неопределенности. Уравнение Шредингера. Корпускулярно-волновой дуализм: фотоны и микрочастицы. Волновая функция и ее статистическое толкование. Квантование энергии и момента импульса.

29. Решения уравнения Шредингера для стационарных состояний в потенциальных ямах. Структура электронных состояний для водородоподобных атомов.

30. Атомы водорода и щелочных металлов. Спин электрона. Магнитный момент атома. Эффект Зеемана.

31. Принцип Паули. Периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Взаимодействия атомов. Природа химической связи. Молекулы и кристаллы.

32. Основные представления молекулярно-кинетической теории. Предмет и методы молекулярной физики. Статистический и термодинамический способы описания молекулярных систем.

33. Идеальный газ как модельная термодинамическая система. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Уравнение Клапейрона – Менделеева. Распределение молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла) и в поле потенциальных сил (распределение Больцмана). Барометрическая формула.

34. Основы термодинамики. Внутренняя энергия идеального газа. Работа термодинамической системы. Количество теплоты. Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Закон равнораспределения энергии по степеням свободы молекул.

35. Обратимые и необратимые процессы. Циклические процессы. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия тепловых машин. Второй закон термодинамики.

36. Энтропия и ее статистическая интерпретация. Возрастание энтропии при неравновесных процессах. Границы применимости второго закона термодинамики. Представление о термодинамике открытых систем.

37. Элементы физической кинетики. Явления переноса: диффузия,

внутреннее трение и теплопроводность.

38. Реальные газы и жидкости. Силы молекулярного взаимодействия. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Переход из газообразного состояния в жидкое. Критические параметры. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов.

39. Испарение и кипение жидкостей. Насыщенный пар. Точка росы. Поверхностное натяжение жидкости. Капиллярные явления. Представления о структуре жидкостей, ближнем порядке, радиальной функции распределения.

40. Кристаллы. Твердые тела. Ближний и дальний порядок в расположении атомов. Кристаллические решетки. Фазовые переходы между агрегатными состояниями вещества. Фазовые переходы I и II рода.

## **5. Структура билета.**

Экзаменационный билет состоит из трех вопросов:

1. Теоретический вопрос по разделу «Молекулярная физика и термодинамика» с решением задач.

2. Теоретический вопрос либо по разделу «Механика», либо по разделу «Электродинамика», либо по разделам «Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел» и «Квантовая природа излучения».

3. Собеседование по материалам, представленным в портфолио индивидуальных достижений.