

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Нера Викторовна
Должность: Ректор
Дата подписания: 08.06.2022 10:42:18
Уникальный программный идентификатор:
a2232a55157e576551a8999b1190891af58989470420536b0r573a454e57789



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан

Физико-математического факультета

ФГБОУ ВО «БГПУ»

Т.А. Мерделина

«16» июня 2022 г.

**Рабочая программа по дисциплине
ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

**Направление подготовки
44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
(с двумя профилями подготовки)**

**Профиль
«ИНФОРМАТИКА»**

**Профиль
«ФИЗИКА»**

**Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята
на заседании кафедры физического и
математического образования
(протокол №__9__ от «26» мая 2022 г.)**

Благовещенск 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	4
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)	6
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	10
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА.....	14
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ	26
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	26
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	28
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ	29
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	30

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: «Основы теоретической физики»

- получение студентами основополагающих представлений об основных подходах к описанию реальных физических процессов и явлений как на классическом, так и на квантовом уровне;
- формирование у студентов систематических знаний о методах решения практических задач физики конденсированного состояния и квантовой физики на основе современных математических моделей описания физических объектов;
- развитие научного мышления и создание фундаментальной базы для успешной дальнейшей профессиональной деятельности в областях, связанных с исследованием свойств конденсированных сред.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Основы теоретической физики» относится к дисциплинам обязательной части (части, формируемой участниками образовательных отношений) блока Б1 (Б1.В.01).

Основам теоретической физики предшествует изучение общей физики. Разделение физики на общую и теоретическую обусловлено наличием двух методов исследования, тесно связанных между собой: экспериментального и теоретического. Поскольку курсы общей и теоретической физики являются ступенями единой системы специального физического образования будущего учителя, должна быть обеспечена преемственность этих курсов.

Предусматривается следующая последовательность изучения разделов дисциплины: электродинамика, квантовая механика, термодинамика и статистическая физика.

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: УК-1, ПК-2:

- **УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, индикаторами достижения которой является:

- УК-1.1 Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления и готовность к нему.

- **ПК-2.** Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования; индикаторами достижения которой является:

- ПК-2.5 Применяет математический язык как универсальное средство построения модели явлений, процессов, для решения практических и экспериментальных задач, эмпирической проверки научных теорий.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- **1. Знать:**

- современные представления о природе основных физических явлений, о причинах их возникновения и взаимосвязи;
- основные понятия и теории, описывающие состояние физических объектов и протекающие в них физические процессы;
- математические методы, позволяющие адекватно описать и объяснить протекание любого конкретного физического процесса или явления;

2. Уметь:

- применять физические законы для решения практических задач;
- выделить главное содержание исследуемого физического явления и выбрать адекватную физическую модель его описания, позволяющую рассчитать адекватные характеристики;

- использовать знания фундаментальных основ и методов теоретической физики в освоении уже имеющихся и в создании новых подходов к проблемам профессиональной деятельности.

3. Владеть:

- практическими навыками решения конкретных задач профессиональной деятельности;
- методологией проведения теоретических исследований
- методами выполнения исследовательских работ.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Основы теоретической физики» составляет 6 зачетных единиц (далее – ЗЕ)(216 часа):

№	Наименование раздела	Курс	Семестр	Кол-во часов	ЗЕ
1.	Электродинамика	4	7	72	2
2.	Квантовая механика. Термодинамика и статистическая физика	4	8	144	4

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и практических занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 7	Семестр 8
Общая трудоемкость	216	72	144
Аудиторные занятия	90	36	54
Лекции	36	14	22
Практические занятия	54	22	32
Самостоятельная работа	90	36	54
Вид контроля		Защита курсовой работы	
Вид итогового контроля	36	зачет	экзамен

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Очная форма обучения

2.1 Электродинамика.

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа. Написание курсовой работы.
			Лекции	Практические занятия	
1.	Введение. Электромагнитное взаимодействие, его характеристики.	4	2	-	2

2.	Электрический заряд и электромагнитное поле в вакууме	12	2	4	6
3.	Система уравнений Максвелла для поля в материальной среде	12	2	4	6
4.	Электростатика	12	2	4	6
5.	Постоянный ток в металлах. Стационарное магнитное поле	12	2	4	6
6.	Квазистационарное электромагнитное поле	8	2	2	6
7.	Электромагнитные волны	6	1	2	3
8.	Элементы релятивистской электродинамики	6	1	2	3
зачет					
Защита курсовой работы					
ИТОГО		72	14	22	36

2.2 Квантовая механика

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	
1	Предмет и место квантовой механики в курсе физики	2	1	-	1
2	Состояния, наблюдаемые в квантовой механике	8	2	2	4
3	Одномерное движение	6	1	2	3
4	Движение в центрально-симметричном поле	10	1	4	5
5	Приближенные методы квантовой механики	8	2	2	4
6	Спин электрона	12	2	4	6
7	Система тождественных частиц	8	2	2	4
8	Элементарные частицы	6	1	2	3
9	Многочастичные атомы	6	1	2	3
10	Зонная теория кристаллов.	12	2	4	6
11	Основные положения термодинамики.	8	2	2	4
12	Статистические распределения систем в термостате. Распределение Гиббса.	8	2	2	4
13	Свойства идеальных и реальных газов	6	1	2	3
14	Элементы теории флуктуации	8	2	2	4
экзамен		36			
Итого		144	22	32	54

2.4 Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем(разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Электрический заряд и электромагнитное поле в вакууме	лек.	Лекция-дискуссия	2
2.	Постоянный ток в металлах. Стационарное магнитное поле	прак.	Работа в малых группах	2
3.	Система уравнений Максвелла для поля в материальной среде проводниковой микроэлектроники.	лек.	Лекция с ошибками	2
4.	Состояния и наблюдаемые. Динамические уравнения и законы сохранения	лек.	Лекция-дискуссия.	2
5.	Приближенные методы кв. механики.	прак.	Творческие задания	2
6.	Многоэлектронные атомы и молекулы.	лек.	Лекция-дискуссия.	2
7.	Статистические распределения систем в термостате. Распределение Гиббса и его применение.	прак.	Работа в малых группах.	2
8.	Основные положения термодинамики.	лек.	Творческие задания.	2
9.	Свойства идеальных и реальных газов.	прак.	Разноуровневые задачи.	2
ИТОГО		Всего:		18

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

3.1. Электродинамика

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ

Электромагнитное взаимодействие, его характеристики. Предмет и методы классической электродинамики, ее место среди других физических дисциплин

ТЕМА 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ.

Электрический заряд, его свойства. Плотность заряда и плотность тока. Закон сохранения заряда. Система уравнений Максвелла-Лоренца для электромагнитного поля в гауссовой и международной системах единиц. Закон сохранения энергии и импульса электромагнитного поля и системы заряженных частиц. Плотности энергии и импульса и их потоков в электромагнитном поле. Световое давление.

ТЕМА 3. СИСТЕМА УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В МАТЕРИАЛЬНОЙ СРЕДЕ

Влияние материальной Среды на электромагнитное поле. Макроскопическое и микроскопическое поля. Макроскопическое поле как результат усреднения микрополей по физически бесконечно малому объему и промежутку времени. Макроскопические значения напряженности электрического поля и индукции магнитного поля. Среднее значение зарядов и токов. Векторы поляризации и намагничения. Векторы электрической индукции и напряженности магнитного поля. Связь между векторами поля (материальные соотношения). Дифференциальная форма закона Ома. Сторонние электродвижущие силы. Полная система уравнений Максвелла, граничных условий и материальных уравнений для электромагнитного поля в веществе. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля в

материальной среде (теорема Умова-Пойтинга). Тепло Джоуля-Ленца и работа сторонних сил.

ТЕМА 4. ЭЛЕКТРОСТАТИКА.

Уравнения электростатики. Скалярный потенциал. Уравнение Пуассона для скалярного потенциала и его решение. Потенциал системы неподвижных зарядов на больших расстояниях. Дипольный и квадрупольный моменты. Работа по перемещению заряда во внешнем поле. Потенциальная энергия системы зарядов во внешнем поле. Энергия кулоновского взаимодействия зарядов и энергия электростатического поля. Энергия электростатического поля проводников. Емкостные коэффициенты.

ТЕМА 5. ПОСТОЯННЫЙ ТОК В МЕТАЛЛАХ. СТАЦИОНАРНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ.

Линейные проводники. Интегральная форма законов Ома и Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа. Уравнение магнитостатики. Векторный потенциал. Уравнение Пуассона для векторного потенциала и его решение. Векторный потенциал системы точечных зарядов и объемно распределенных токов. Электромагнитное поле равномерно движущихся зарядов. Векторный потенциал системы зарядов на больших расстояниях. Стационарное магнитное поле в магнитном дипольном приближении. Магнитный момент и его свойства, магнитный момент витка с током. Энергия взаимодействия токов и энергия магнитного поля. Коэффициент индукции. Система заряженных частиц в квазиоднородном магнитном поле: их энергия, действующая на них сила и момент силы.

ТЕМА 6. КВАЗИСТАЦИОНАРНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ.

Условие квазистационарности. Проникновение магнитного поля в проводник. Скин-эффект. Закон Ома для переменных токов. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Правила Кирхгофа для цепей переменного тока.

ТЕМА 7. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ.

Волновое уравнение. Электромагнитные волны, скорость их распространения. Плоские волны. Плоские монохроматические волны. Поляризация электромагнитной волны. Электромагнитные волны в среде с проводимостью. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Уравнение Даламбера. Запаздывающие потенциалы, их физический смысл. Электромагнитное поле системы зарядов в волновой зоне в дипольном приближении. Излучение электромагнитных волн, сферические волны. Интенсивность излучения. Простейшие излучающие системы. Электродинамика и несостоятельность классической планетарной модели атома.

ТЕМА 8. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ.

4-ток, преобразование его компонентов при изменении системы отсчета, относительность разбиения источников поля на заряды и токи. Закон сохранения заряда в ковариантной форме. 4-Потенциал, преобразование его компонентов при изменении системы отсчета. Условие Лоренца и уравнения для потенциалов в ковариантной форме. Тензор электромагнитного поля. Ковариантная форма уравнения движения заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле. Ковариантная форма уравнений Максвелла в вакууме.

3.2. Квантовая механика. Термодинамика и статистическая физика

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет и место квантовой механики в курсе физики. Особенности поведения микрообъектов. Дискретность значений физических величин. Корпускулярно-волновой дуализм.

ТЕМА 2. СОСТОЯНИЯ, НАБЛЮДАЕМЫЕ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ

Описание состояний микросистем. Волновая функция. Квантовомеханический принцип суперпозиции. Описание наблюдаемых в квантовой механике. Самосопряженные операторы. Собственные функции и собственные значения самосопряженных операторов, их физический смысл. Средние значения наблюдаемых, вероятности их возможных значений. Коммутаторы операторов. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Условия совместной измеримости наблюдаемых. Операторы координат и импульса. Гамильтониан для частиц и системы взаимодействующих частиц во внешнем поле. Оператор орбитального момента импульса. Принцип причинности в квантовой механике. Уравнение Шредингера.

ТЕМА 3. ОДНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Общие свойства одномерного движения. Задача о частице в потенциальной яме. Потенциальные барьеры. Туннельный эффект, надбарьерное рассеяние. Теория α -распада. Линейный гармонический осциллятор.

ТЕМА 4. ДВИЖЕНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНО-СИММЕТРИЧНОМ ПОЛЕ.

Общие свойства движения в центрально — симметричном поле. Собственные функции и собственные значения оператора орбитального момента. Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода, энергетический спектр и волновые функции. Классификация состояний с помощью квантовых чисел. Модель оптического электрона в атомах щелочных металлов.

ТЕМА 5. ПРИБЛИЖЕННЫЕ МЕТОДЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Стационарная теория возмущений. Понятие о квазистатическом приближении. Элементы теории представлений. Применение теории возмущений к двукратно-вырожденному уровню.

ТЕМА 6. СПИН ЭЛЕКТРОНА

Операторы спина. Волновая функция электрона с учетом спина. Полный набор наблюдаемых для электрона в атоме. Экспериментальное доказательство существования спина. Векторная модель атома.

ТЕМА 7. СИСТЕМЫ ТОЖДЕСТВЕННЫХ ЧАСТИЦ

Принцип тождественности частиц. Связь спина со статистикой. Бозоны, фермионы. Принцип Паули. Волновые функции систем, состоящих из бозонов и фермионов.

ТЕМА 8. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ.

Лептоны и адроны. Лептонные дуплеты. Стабильные адроны и резонансы, мезоны и барионы, изомультиплеты.

Взаимопревращение частиц. Законы сохранения. Не сохранение пространственной четности в слабом взаимодействии. Адроны как составные частицы. Кварки, их характеристики, аромат и цвет. Кварковый состав мезонов и барионов. Проблема пленения кварков. Кварк-лептонная симметрия. Фундаментальные частицы — лептоны, кварки и переносчики взаимодействий.

Обменный механизм фундаментальных взаимодействий. Электромагнитные взаимодействия и фотон. Кварк-глюонная модель сильного взаимодействия. Природа слабого взаимодействия, промежуточные бозоны.

ТЕМА 9. МНОГОЭЛЕКТРОННЫЕ АТОМЫ, МОЛЕКУЛЫ

ЛЕКЦИИ. Атом гелия. Мультиплетность состояний. Обменная энергия. Понятие о методе согласованного поля. Классификация состояний электронов в атоме. Периодическая система элементов в атоме. Периодическая система элементов. Молекула водорода. Природа химической связи. Современная картина строения материи. Атомы во внешнем поле. Эффект Зеемана. Пара- и диамагнитные свойства атомов и молекул.

ТЕМА 10. ЗОННАЯ ТЕОРИЯ КРИСТАЛЛОВ.

ЛЕКЦИИ. Электрон в периодическом поле кристаллической решетки. Теорема Блоха. Приближение слабой связи. Приближение сильной связи. Зонный энергетический спектр электронов в кристалле. Квантовые числа электронов в кристалле. Изоэнергетические поверхности. Динамика электрона в кристалле. Метод эффективной массы. Дырочные состояния.

ТЕМА 11. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

Термодинамические параметры. Состояние термодинамического равновесия. Основные постулаты термодинамики. Температура. Термическое и калорическое уравнение состояния.

Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики.

Второй закон термодинамики. Квазистатические и нестатические процессы. Цикл Карно и его КПД. Максимальный КПД тепловых машин. Математическая формула второго закона. Энтропия. Основное термодинамическое тождество.

Теорема Нернста. Недостижимость абсолютного нуля.

Термодинамические функции: внутренняя энергия, свободная энергия, энтальпия, термодинамический потенциал Гиббса. Системы с переменным числом частиц. Химический потенциал. Экстремальные свойства свободной энергии и термодинамического потенциала Гиббса для равновесных незамкнутых систем.

Макроскопическая система, ее микросостояния и микросостояния. Квантовый и классический способы описания микросостояний. Теорема Лиувилля. Средние по времени. Статистический ансамбль, функция распределения. Термодинамические величины как средние по ансамблю. Эргодическая гипотеза. Понятие о флуктуациях и их оценка макроскопических системах.

Равновесные и неравновесные макросостояния. Принцип равновероятности микросостояний, микроканоническое распределение. Энтропии в замкнутой системе. Статистический характер необратимости.

ТЕМА 12. СТАТИСТИЧЕСКИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИСТЕМЫ В ТЕРМОСТАТЕ. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГИББСА И ЕГО СВОЙСТВА.

Каноническое распределение Гиббса. Каноническое распределение по состояниям и по энергиям в квантовой и классической физике. Статистическая сумма как метод расчета термодинамических величин. Внутренняя энергия и ее флуктуации. Первый закон термодинамики для квазистатических процессов.

Большое каноническое распределение. Основные термодинамические соотношения для систем с переменным числом частиц. Флуктуации числа частиц системы.

ТЕМА 13. СВОЙСТВА ИДЕАЛЬНЫХ И РЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ

Распределение Больцмана для молекул идеального газа. Распределение Максвелла. Барометрическая формула. Теорема о равномерном распределении по степеням свободы. Классическая теория теплоемкости идеального газа. Квантовая теория теплоемкостей двухатомных газов. Характеристические температуры.

Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Условия перехода к классической статистике, критерии вырождения. Вырожденный электронный газ в металлах. Внутренняя энергия и теплоемкость электронного газа в металлах. Пара- и диамагнетизм электронного газа.

ТЕМА 14. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ФЛУКТУАЦИЙ. Формула Эйнштейна для вероятности флуктуаций. Вероятность флуктуаций для системы в термостате. Распределение Гаусса и флуктуации основных термодинамических величин. Броуновское движение. Термодинамическая теория флуктуаций. Функция распределения неравновесного макросостояния. Кинетическое уравнение Больцмана. Уравнения переноса.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации (материалы) преподавателю

Излагаемая дисциплина должна основываться на фундаментальных понятиях электроники и цифровой техники, в то же время иметь четкую прикладную направленность. Курс лекций должен строиться на основе четких понятий и формулировок, так как только при таком походе студенты приобретают культуру абстрактного мышления, необходимую для высококвалифицированного специалиста в любой отрасли знаний, а также на разборе задач и алгоритмов их решения. Изложение материала должно быть по возможности простым и базироваться на уровне разумной строгости.

Целью практических занятий является закрепление теоретического материала лекций и выработка умения решать задачи.

Методические рекомендации студентам

Самостоятельная работа студентов должна содержать:

- регулярную (еженедельную) работу с теоретическим материалом (конспекты лекций, учебники);
- регулярную (еженедельную) подготовку к лабораторным занятиям, включая изучение описания лабораторных работ;
- регулярное (еженедельное) решение индивидуальных и домашних задач и упражнений, задаваемых преподавателем;
- подготовку к контрольной работе и ее выполнение.

В качестве образца решения задач следует брать те решения, которые приводились преподавателем на лекциях или выполнялись на лабораторных занятиях. В случае появления каких-либо вопросов следует обращаться к преподавателю в часы его консультаций. Критерием качества усвоения знаний могут служить аттестационные оценки по дисциплине и текущие оценки, выставяемые преподавателем в течение семестра.

Методические рекомендации по написанию курсовой работы

Курсовая работа – одна из обязательных форм учебно-исследовательской работы студента, выполняемая в пределах часов, отводимых на самостоятельное изучение дисциплины в соответствии с ФГОС ВО. Курсовая работа выполняется в соответствии с Положением о курсовой работе (проекте) в ФГБОУ ВО «БГПУ».

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
	Раздел 1. Электродинамика		36
1.	Электрический заряд и электромагнитное поле в вакууме	Подготовка к практическим занятиям. Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы.	4

2.	Система уравнений Максвелла для поля в материальной среде	Подготовка к практическим занятиям. Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы.	4
3.	Электростатика	Подготовка к практическим занятиям. Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы.	6
4.	Постоянный ток в металлах. Стационарное магнитное поле	Подготовка к практическим занятиям. Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы.	6
5.	Квазистационарное электромагнитное поле	Подготовка к практическим занятиям. Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы.	6
6.	Электромагнитные волны	Подготовка к практическим занятиям. Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы.	6
7.	Релятивистская формулировка электродинамики	Подготовка к практическим занятиям. Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы.	4
	Раздел 2. Квантовая механика. Термодинамика и статистическая физика		54
1.	Предмет и место квантовой механики в курсе физики.	Подготовка к практическим занятиям	4
2.	Состояния и наблюдаемые. Динамические уравнения и законы сохранения.	Подготовка к практическим занятиям	4
3.	Одномерное движение.	Подготовка к практическим занятиям	6
4.	Движение в центрально-симметричном поле.	Подготовка к практическим занятиям	4
5.	Приближенные методы кв. механики.	Подготовка к практическим занятиям	2
6.	Спин электрона.	Подготовка к практическим занятиям	4
7.	Системы тождественных частиц.	Подготовка к практическим занятиям	4
8.	Элементарные частицы.	Подготовка к практическим занятиям	4
9.	Многоэлектронные атомы и молекулы.	Подготовка к практическим занятиям	2
10.	Зонная теория кристаллов	Подготовка к практическим занятиям	4
11.	Основные положения термодинамики.	Подготовка к практическим занятиям	4

12.	Основные положения статистической физики.	Подготовка к практическим занятиям	4
13.	Статистические распределения систем в термостате. Распределение Гиббса и его применение.	Подготовка к практическим занятиям	4
14.	Свойства идеальных и реальных газов. Элементы теории флуктуаций.	Подготовка к практическим занятиям	4

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Электродинамика

1. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1. Закон Кулона. Электростатическая теорема Гаусса. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока. Токи смещения и токи проводимости. Разбор примеров: №1.1-1.5; Решение задач: 1.2-1.11 [1]. (2 ч)
2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. Поляризация вещества во внешнем электрическом поле. Диэлектрики, состоящие из молекул с постоянными дипольными моментами и индуцированными дипольными моментами. Магнитные свойства вещества: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Разбор примеров: №2.1-2.6; Решение задач: 2.2-2.16 [1]. (2 ч)
3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3. Решение основного уравнения электростатики интегро-дифференциальным методом. Теорема Остроградского-Гаусса как средство нахождения индукции электрического поля при наличии определенных симметрий. Дипольный момент и поле им создаваемое. Емкость конденсатора и емкостные коэффициенты. Разбор примеров: №1.6-1.8; Решение задач: 1.12-1.17 [1]. Тесты. (4 ч)
4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4. Решение уравнения магнитостатики интегро-дифференциальным методом. Теорема Стокса и нахождение магнитного поля. Поле магнитного момента. Коэффициенты самоиндукции простейших систем. Разбор примеров: №3.1-3.3; Решение задач: 3.2-3.10 [1]. Тесты. (4 ч)
5. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5. Применение правила Кирхгофа для расчета цепей переменного тока. Разбор примеров: №3.3-3.5; Решение задач: 3.12-3.18 [1]. (4 ч)
6. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6-7. Отражение и преломление электромагнитных волн. Законы Снеллиуса. Разбор примеров: №4.1-4.2; Решение задач: 4.1-4.9 [1]. (2 ч)
7. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8-9. Электромагнитное поле осциллятора в ближней и волновой зонах. Разбор примеров: №4.3; Решение задач: 4.10-4.14 [1]. (2 ч)
8. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10-11. Преобразование электрического и магнитного полей при применении системы отсчета относительно этих понятий. Решение задач: 120-128 [1]. (2 ч)

5.2. Квантовая механика. Термодинамика и статистическая физика

1. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1. Принцип причинности в квантовой механике. Уравнение Шредингера. Вектор плотности потока вероятности. Изменение во времени средних значений наблюдаемых. Теоремы Эренфеста. Предельный переход к классической механике. Законы сохранения и их связь со свойствами симметрии пространства-времени. Решение задач: 12-28 [8]. (4 ч)

2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. Частица в бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме и яме конечной глубины. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке. Одномерная модель α -распада. Холодная эмиссия электронов из металла. Осциллятор в однородном внешнем поле. Решение задач: 29-43 [8]. (6 ч)
3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3. Экспериментальное доказательство существования спина. Векторная модель атома. Решение задач: 37-42 [8]. (4 ч)
4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4. Волновые функции систем, состоящих из бозонов и фермионов. Решение задач: 43-49 [8]. (2 ч)
5. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5. Характеристики частиц (масса, спин, четность, время жизни, электрический заряд, лептонный и барионный заряды, изоспин и его проекция, странность, очарование). Классификация частиц. Решение задач: 101-107 [8]. (4 ч)
6. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7. Спин ядра и магнитный момент. Периодичность ядерных свойств. Магические ядра и их особенности Решение задач: 108-115 [8]. (2 ч)
7. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9. Термоядерная энергия в природе. Критерий Лоусона, проблемы управляемого ядерного синтеза, практические разработки, перспективы. Тесты, разноуровневые задачи. (4 ч)
8. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10. Соотношения неопределенностей для энергии и времени. Естественная ширина уровней. Разбор задач. [8] (2 ч)
9. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ 11. Потенциал Кронига-Пенни. Приближение почти свободных электронов. Типа кристаллических твердых тел: металлы и диэлектрики. Полупроводники, донорные и акцепторные примеси. Разбор задач. [8]. Тесты. (4 ч)
10. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12. Теплоемкость. Принцип адиабатической недостижимости. Связь термического и калорического уравнений состояний. Свойства вещества вблизи абсолютного нуля. Метод термодинамических потенциалов. Решение задач: 64-70 [8]. (2 ч)
11. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13. Фазовые переходы первого и второго рода. Классификация Эренфеста. Объяснение особенностей кипения и плавления с помощью уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Фазовое пространство. Вычисление числа микросостояний системы в квазиклассическом пределе. Тождественность одинаковых микрочастиц и статистический вес состояния. Решение задач: 18-32 [8]. (2 ч)
12. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 14. Диэлектрическая проницаемость диэлектриков. Намагничивание парамагнитного газа. Закон Кюри. Магнитная проницаемость диамагнетиков. Решение задач: 95-99 [8]. (4 ч)
13. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15. Поведение теплоемкости двухатомного газа при низких температурах. Теплоемкости газа Ван-дер-Ваальса Решение задач: 80-97 [8]. Разноуровневые задачи. (4 ч)
14. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 16. Второй закон термодинамики. Квазистатические и нестатические процессы. Цикл Карно и его КПД. Максимальный КПД тепловых машин. Математическая формула второго закона. Энтропия. Основное термодинамическое тождество. Решение задач: 164-170 [8]. Тесты. (4 ч)

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
УК-1, ПК-2	Разноуровневые задачи и задания	Низкий (неудовлетворительно)	Ответ студенту не зачитывается если: • Задание выполнено менее, чем на половину; • Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.
		Пороговый (удовлетворительно)	Задание выполнено более, чем на половину. Студент обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но: • Излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий; • Не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; • Излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.
		Базовый (хорошо)	Задание в основном выполнено. Ответы правильные, но: • В ответе допущены малозначительные ошибки и недостаточно полно раскрыто содержание вопроса; • Не приведены иллюстрирующие примеры, недостаточно чётко выражено обобщающее мнение студента; • Допущено 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.
		Высокий (отлично)	Задание выполнено в максимальном объеме. Ответы полные и правильные. • Студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; • Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры; • Излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм лите-

			ратурного языка.
ПК-2	Тест	Низкий (неудовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый (удовлетворительно)	• Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый (хорошо)	• Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий (отлично)	• Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт/экзамен, курсовая работа.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания курсовой работы

Оценка 5 (отлично) ставится, если:

- Курсовая работа будет оценена педагогом на «отлично», если во введении приводится обоснование выбора конкретной темы;
- полностью раскрыта актуальность её в научной отрасли;
- чётко определены грамотно поставлены задачи и цель курсовой работы;
- основная часть работы демонстрирует большое количество прочитанных автором работ. В ней содержатся основные термины и они адекватно использованы. Критически прочитаны источники: вся необходимая информация проанализирована, вычленена, логически структурирована;
- присутствуют выводы и грамотные обобщения. В заключении сделаны логичные выводы, а собственное отношение выражено чётко;
- автор курсовой работы грамотно демонстрирует осознание возможности применения исследуемых теорий, методов на практике;
- приложение содержит цитаты и таблицы, иллюстрации и диаграммы: все необходимые материалы. Курсовая работа написана в стиле академического письма (использован научный стиль изложения материала). Автор адекватно применял терминологию, правильно оформил ссылки;
- оформление работы соответствует требованиям ГОСТ, библиография, приложения оформлены на отличном уровне. Объём работы заключается в пределах от 20 до 30 страниц.

Оценка 4 (хорошо) ставится, если:

- Курсовая работа на «хорошо» во введении содержит некоторую нечёткость формулировок;
- в основной её части не всегда проводится критический анализ, отсутствует авторское отношение к изученному материалу;

- в заключении неадекватно использована терминология, наблюдаются незначительные ошибки в стиле, многие цитаты грамотно оформлены;
- допущены незначительные неточности в оформлении библиографии, приложений.

Оценка 3 (удовлетворительно) ставится, если:

- Курсовая работа на «удовлетворительно» во введении содержит лишь попытку обоснования выбора темы и актуальности, отсутствуют чёткие формулировки;
- Расплывчато определены задачи и цели. Основное содержание — пересказ чужих идей, нарушена логика изложения, автор попытался сформулировать выводы;
- в заключении автор попытался сделать обобщения, собственного отношения к работе практически не проявил;
- в приложении допущено несколько грубых ошибок;
- не выдержан стиль требуемого академического письма по проекту в целом, часто неверно употребляются научные термины, ссылки оформлены неграмотно, наблюдается плагиат.

Оценка 2 (неудовлетворительно) ставится, если:

- Курсовая работа на «неудовлетворительно» во введении не содержит обоснования темы, нет актуализации темы;
- не обозначены и цели, задачи проекта;
- скупое основное содержание указывает на недостаточное число прочитанной литературы. Внутренняя логика всего изложения проекта слабая. Нет критического осмысления прочитанного, как и собственного мнения;
- нет обобщений, выводов. Заключение таковым не является. В нём не приведены грамотные выводы;
- приложения либо вовсе нет, либо оно недостаточно;
- в работе наблюдается отсутствие ссылок, плагиат, не выдержан стиль, неадекватное использование терминологии;
- по оформлению наблюдается ряд недочётов: не соблюдены основные требования ГОСТ, а библиография с приложениями содержат много ошибок. Менее 20 страниц объём всей работы.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

- вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков. Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если:

- не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.

Критерии оценивания устного ответа на экзамене

Оценка «5» (отлично) ставится, если:

1. полно раскрыто содержание материала билета;
2. материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
3. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
4. продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
5. ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
6. допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:

ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

1. в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
2. допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;
3. допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:

1. неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
2. имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
3. при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

электродинамика

Пример: разноуровневые задачи

Вариант 1.

1. Какое из ниже приведенных уравнений соответствует дифференциальной записи теоремы Остроградского-Гаусса?
 a. $\operatorname{div} \mathbf{j} - \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$. b. $\Delta \varphi = -\frac{\rho}{\epsilon \epsilon_0}$. c. $\operatorname{div} \mathbf{D} = \rho$. d. $\mathbf{E} = -\operatorname{grad} \varphi$. $\operatorname{rot} \mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{j}$.
2. Плоское кольцо (внутренний радиус R_1 внешний R_2) равномерно заряжено по поверхности с поверхностной плотностью σ . Найти потенциал в точках лежащих на оси кольца.
3. Дайте определения квазистационарного, стационарного и статического электромагнитных полей.
4. Доказать, что свободный покоящийся в вакууме электрон не может поглотить фотон.

5. Частица находится в основном состоянии в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Оценить силу с которой частица действует на стенку. Сделать расчёт для электрона в яме размером 10-10 м.
6. Найти собственные функции и собственные значения оператора $x + d/dx$ (для x в интервале $-\infty \leq x \leq +\infty$).

Пример теста

1. Какая система называется закрытой?
 - a. Параметры которой с течением времени не изменяются и в системе нет никаких стационарных потоков.
 - b. Состоящая из большого числа частиц.
 - c. Система, состояние которой описывается температурой и одним внешним параметром.
 - d. Не обменивающаяся с окружающими телами ни энергией, ни веществом.
 - e. Не обменивающаяся с окружающими телами веществом, но обменивающаяся энергией.

2. Какое из приведённых ниже распределений предложено Ферми и Дираком?

$$\text{a. } \bar{n}(\varepsilon) = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon - \mu}{kT}} + 1} \quad \text{b. } dn(z) = n(0)e^{\frac{mgz}{kT}} dz \quad \text{c.}$$

$$dw(p_x, p_y, p_z) = \frac{1}{(2\pi mkT)^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{p_x^2 + p_y^2 + p_z^2}{2mkT}} dp_x dp_y dp_z.$$

$$\text{d. } \bar{n}(\varepsilon) = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon - \mu}{kT}} - 1} \quad dw(p_i, q_i) = \frac{1}{Z} e^{-\frac{H(p_i, q_i)}{2mkT}} \frac{dp_i^{(f)} dq_i^{(f)}}{(2\pi\hbar)^f}$$

3. Получить выражение, связывающее плотность заряд точки в декартовой системе с потенциалом.
4. Вывести из уравнения Максвелла закон сохранения заряда
5. Построить качественный график зависимости модуля индукции магнитного поля на оси кругового тока от расстояния от центра тока до точки.
6. Плотность потока энергии, сквозь поверхность ограничивающую объём имеет вид
 - a. $S = E\mathbf{H}$; b. $\mathbf{S} = (E\mathbf{H})$; c. $\mathbf{S} = [\mathbf{E}\mathbf{H}]$; d. $S = [E\mathbf{H}]$.
7. Дифференциальная формулировка закона Кулона...
 - a. $\text{div } \mathbf{E} = 0$; b. $E dS = Q/\varepsilon_0$; c. $\rho dV = dQ$; d. $\text{div } \mathbf{E} = \rho/\varepsilon_0$.

Квантовая механика

Пример: разноуровневые задачи

1. Для частицы со спином $s=1/2$ найти собственные значения и нормированные собственные функции оператора $\hat{s}_y$. Используя эти функции найти вероятности различных значений проекции спина на ось y в состоянии

$$\psi(s_z) = \begin{pmatrix} \sqrt{3}/2 \\ 1/2 \end{pmatrix}$$

2. На трехмерный гармонический осциллятор наложено малое возмущение $\hat{V}(\vec{r}) = \alpha xz$. Найти поправки первого и второго порядка к энергии основного состояния. Каковы условия применимости теории возмущений?

3. Спин частицы равен $s = 99/2$. Какова размерность линейного пространства спиновых функций частицы?

- А. 97 Б. 98 В. 99 Г. 100

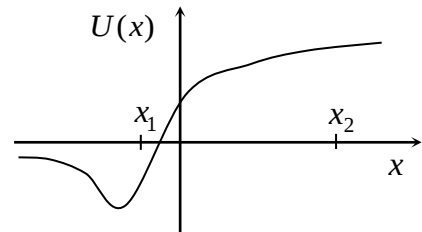
4. В каком из перечисленных состояний частица имеет определенную проекцию спина на ось z ?

- а. $\psi(s_z) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ б. $\psi(s_z) = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ в. $\psi(s_z) = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} i \\ i \end{pmatrix}$ г. ни в одном

5. Чему равно среднее значение проекции спина на ось z в состоянии $\psi(s_z) = \begin{pmatrix} -i/2 \\ \sqrt{3}/2 \end{pmatrix}$?

- а. $\bar{s}_z = -1/4$ б. $\bar{s}_z = 1/4$ в. $\bar{s}_z = 1/2$ г. $\bar{s}_z = -1/8$

6. График зависимости потенциальной энергии от координаты приведен на рисунке. В какой точке - x_1 или x_2 лучше работает квазиклассическое приближение?



Пример теста

1. Гипотеза де Бройля выражается соотношением:

- а) $\lambda = 2\pi\hbar / p$; б) $\omega = E / \hbar$; в) $\lambda = 2\pi c / \omega$; г) $\omega = \frac{(E_n - E_m)}{\hbar}$;
 д) $\lambda = 2\pi\hbar / \sqrt{2mT}$;

2. Гипотеза Планка состоит в том, что...

- а) электромагнитные волны излучаются в виде отдельных квантов, энергия которых зависит от частоты;
 б) нельзя одновременно точно определить значение координаты и импульса;
 в) электромагнитные волны излучаются зарядами движущимися с ускорением;
 г) скорость света постоянна во всех инерциальных системах отсчёта;
 д) электромагнитные волны поперечны.

3. Установите соотношение между определением и его математическим выражением

Определение	Мат. выражение	Соответствие
а) соотношение де Бройля	1. $\frac{2\pi\hbar c}{\sqrt{(2m_0c^2 - T)T}}$	а) –
б) релятивистский импульс	2. $\Delta x \Delta p_x \geq \hbar / 2$	б) –
в) связь длины волны де Бройля с кинетической энергией в классическом приближении	3. $\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$	в) –

г) связь длины волны де Бройля с кинетической энергией в релятивистском случае

4. $\frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2mT}}$

г) –

д) соотношение неопределённостей

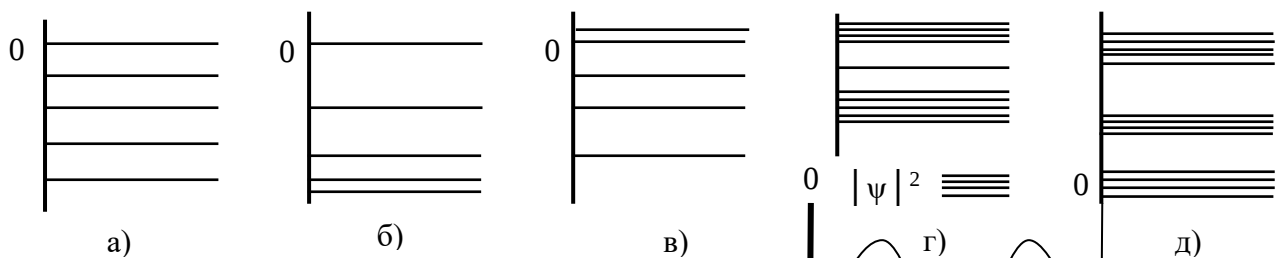
5. $\frac{2\pi\hbar}{mv}$

д) –

4. Какие частицы обладают волновыми свойствами?

а) любые частицы; б) только заряженные частицы; в) электрически нейтральные частицы; г) частицы, движущиеся с большими скоростями; д) частицы, движущиеся с ускорением.

5. Схема энергетических уровней атома водорода показана на рисунке...



6. Приведите в соответствие оператору его обозначение

Оператор	Обозначение	Соответствие
а) оператор координаты	1. $\hat{p}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$	а) –
б) оператор импульса	2. $\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + U$	б) –
в) оператор момента импульса	3. $\hat{T} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2$	в) –
г) оператор кинетической энергии	4. $\hat{x} = x$	г) –
д) оператор полной энергии	5. $\hat{M} = i\hbar x \frac{\partial}{\partial y} - y \frac{\partial}{\partial x}$	д) –

7. Квантование магнитных моментов атомов было экспериментально установлено в опытах:

а) Штерна и Герлаха; б) Комптона; в) Франка и Герца; г) Девиссона и Джермера; д) Резерфорда.

8. На рис. изображена плотность вероятности обнаружения микрочастицы на различных расстояниях от «стенок» ямы. Вероятность её обнаружения на участке $l/4 < x < 3l/4$

а) $1/4$; б) 0;
в) $3/4$; г) $1/2$;
д) 1.0.

9. Если частицы имеют одинаковую длину волны де Бройля, то наименьшей скоростью обладает...
- а) нейтрон; б) позитрон; в) α -частица; г) протон; д) нейтрино.
10. Электрону, движущемуся в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками, соответствует уравнение....
- а) $\nabla\psi + \frac{2m}{\hbar^2}E\psi = 0$; б) $\frac{\partial^2\psi}{\partial^2x} + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E - \frac{m\omega^2x^2}{2}\right)\psi = 0$
- в) $\nabla\psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E + \frac{ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}\right)\psi = 0$; г) $\frac{\partial^2\psi}{\partial^2x} + \frac{2m}{\hbar^2}E\psi = 0$;
- д) $\nabla\psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E - \frac{m\omega_0^2x^2}{2}\right)\psi = 0$.

Термодинамика и статистическая физика

Пример: разноуровневые задачи

1. Показать, что коэффициенты объёмного расширения α , изотермической сжимаемости β : $\alpha = T^{-1}$, $\beta = p^{-1}$. Найти численное значение этих коэффициентов при нормальных условиях. ($3,6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$; $0,13 \text{ Торр}^{-1}$).
2. Двухатомному газу сообщается 500 кал тепла, при этом газ расширяется при постоянном давлении. Найти работу расширения газа. (600 Дж).
3. Чему равно отношение C_p/C_v для газовой смеси, состоящей из двух киломолей гелия и 0,5 киломоля кислорода? (1,6).
4. Найти выражение для внутренней энергии газа Ван-дер-Ваальса, считая C_v не зависящей от T . ($C_v T - \frac{a}{V} + \text{const}$).
5. Вычислить изменение энтропии 100 г водорода при изотермическом расширении от объёма V_1 до $V_2 = 10 V_1$. (0,23 ккал/К).
6. Найти работу идеального газа для кругового процесса, состоящего из двух изохорических и двух изотермических процессов. Последовательные состояния описываются следующими параметрами: 1) V_1, T_1 ; 2) V_1, T_1 ; 3) V_2, T_2 ; 4) V_2, T_1 ; 5) V_1, T_1 .

$$\left(\frac{m}{M} R(T_2 - T_1) \frac{\ln V_2}{V_1}\right)$$
7. Показать непригодность уравнения Ван-дер-Ваальса в области низких температур.

Пример теста

1. Какое из приведённых ниже положений иногда называют общим началом термодинамики (первый или основной постулат термодинамики)?
 - а. Изолированная макроскопическая система с течением времени приходит в состояние термодинамического равновесия и никогда самопроизвольно выйти из него не может.
 - б. Средние по времени значения физических величин, характеризующих систему, равны их средним статистическим значениям (средним «по ансамблю»).
 - в. Все равновесные внутренние параметры системы являются функциями внешних параметров и температуры.

- d. Внутренняя энергия системы является однозначной функцией её состояния и изменяется только под влиянием внешних воздействий.
- e. Для всякой равновесной системы существует однозначная функция состояния, неубывающая при любых процессах в изолированных и адиабатно изолированных системах.
2. Какая система называется простой?
- a. Параметры которой с течением времени не изменяются и в системе нет никаких стационарных потоков.
- b. Состоящая из большого числа частиц.
- c. Система, состояние которой описывается температурой и одним внешним параметром.
- d. Не обменивающаяся с окружающими телами ни энергией, ни веществом.
- e. Не обменивающаяся с окружающими телами веществом, но обменивающаяся энергией.
3. Какое из приведённых ниже распределений получено Максвеллом?
- a. $\bar{n}(\varepsilon) = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon - \mu}{kT}} + 1}$.
- b. $dn(z) = n(0)e^{-\frac{mgz}{kT}} dz$.
- c. $dw(v_x, v_y, v_z) = \frac{1}{(2\pi kT)^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}{2mkT}} dv_x dv_y dv_z$.
- d. $\bar{n}(\varepsilon) = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon - \mu}{kT}} - 1}$. e. $dw(p_i, q_i) = \frac{1}{Z} e^{-\frac{H(p_i, q_i)}{2mkT}} \frac{dp_i^{(f)} dq_i^{(f)}}{(2\pi\hbar)^f}$.
4. Какие из приведённых ниже уравнений – калорические?
- a. $\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{T\Delta V}$.
- b. $C_p = C_v + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + p \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$.
- c. $p = \frac{RT}{V - b} + \frac{a}{V^2}$.
- d. $U = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT$.
- e. $F = U - TS$.
5. В общем виде найти энергию Ферми для вырожденного электронного газа.
6. Какие формулировки второго закона термодинамики Вы знаете?
7. Какая система называется закрытой?
- a. Параметры которой с течением времени не изменяются и в системе нет никаких стационарных потоков.
- b. Состоящая из большого числа частиц.
- c. Система, состояние которой описывается температурой и одним внешним параметром.
- d. Не обменивающаяся с окружающими телами ни энергией, ни веществом.
- e. Не обменивающаяся с окружающими телами веществом, но обменивающаяся энергией.
8. Какое из приведённых ниже распределений предложено Ферми и Дираком?

$$\text{a. } \bar{n}(\varepsilon) = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon - \mu}{kT}} + 1} \quad \text{b. } dn(z) = n(0)e^{\frac{mgz}{kT}} dz \quad \text{c.}$$

$$dw(p_x, p_y, p_z) = \frac{1}{(2\pi mkT)^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{p_x^2 + p_y^2 + p_z^2}{2mkT}} dp_x dp_y dp_z.$$

$$\text{e. } \bar{n}(\varepsilon) = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon - \mu}{kT}} - 1} \quad dw(p_i, q_i) = \frac{1}{Z} e^{-\frac{H(p_i, q_i)}{2mkT}} \frac{dp_i^{(f)} dq_i^{(f)}}{(2\pi\hbar)^f}$$

9. Какое из перечисленных ниже уравнений выведено Ван-дер-Ваальсом?

$$\text{a. } \frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{T\Delta V}.$$

$$\text{b. } C_p = C_v + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + p \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p.$$

$$\text{c. } p = \frac{RT}{V-b} + \frac{a}{V^2}.$$

$$\text{d. } U = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT \quad \text{e. } F = U - TS.$$

10. Какой процесс называется процессом релаксации?

- Происходящий без теплообмена.
- Протекающий бесконечно медленно.
- Протекающий при постоянных внешних параметрах.
- Осуществляемый с нарушением состояния термодинамического равновесия.
- Перехода в состояние равновесия.

11. С помощью распределения Максвелла выразить среднее значение квадрата импульса молекулы газа $\overline{p_x^2}$ через температуру.

12. Дать определение внутренней энергии, работы, количества тепла. Сформулировать первый закон термодинамики.

6.3.1. Вопросы к зачету по электродинамике

- Теорема Остроградского-Гаусса.
- Уравнения Максвелла
- Закон электромагнитной индукции. Вывод уравнений $\text{rot } \mathbf{E} = -d\mathbf{B}/dt$ и $\text{div } \mathbf{B} = 0$.
- Дифференциальная и интегральная записи системы уравнений Максвелла (для вакуума), их физический смысл.
- Уравнение непрерывности и ток смещения.
- Средняя плотность зарядов. Уравнения Максвелла
- Средняя плотность тока. Уравнение Максвелла $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j} + d\mathbf{D}/dt$
- Вывод граничных условий для векторов поля.
- Электрическое поле неподвижных зарядов. Потенциальный характер электростатического поля.
- Скалярный потенциал φ , его свойства. Потенциал системы зарядов.
- Уравнение Пуассона для скалярного потенциала и его решение.
- Потенциал системы зарядов на больших расстояниях.
- Поле диполя. Диполь в электрическом поле.
- Проводники в электрическом поле.

15. Энергия взаимодействия системы зарядов. Энергия электростатического поля в диэлектрике.
16. Постоянный электрический ток. Граничные условия для плотности тока.
17. Магнитное поле постоянного тока. Векторный потенциал. Интегральная форма закона Б-С-Л.
18. Энергия магнитного поля постоянных токов.
19. Магнитный момент кругового тока. Связь между магнитным и механическим моментами для электрона.
20. Магнитное поле системы движущихся зарядов на больших расстояниях.
21. Волновые уравнения для напряженностей электрического и магнитного полей.
22. Свойства электромагнитных волн.
23. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред.
24. Формулы Френеля.
25. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.
26. Скин эффект.
27. Диэлектрики в переменном электрическом поле. Дисперсия света.
28. Световое давление.
29. Уравнение Даламбера для потенциалов.
30. Запаздывающие потенциалы на большом расстоянии от системы зарядов и токов.
31. Энергия, излучаемая системой в пределах малого телесного угла.
32. Излучение гармонического осциллятора.
33. Классическая теория излучения упруго связанного электрона.
34. Преобразования Лоренца для потенциалов φ и $\mathbf{A}$.

6.3.2. Вопросы к зачёту по квантовой механике

1. Эволюция идей квантовой механики
2. Уравнение Шрёдингера
3. Статистическая интерпретация волновой функции
4. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме прямоугольной формы.
5. Линейный гармонический осциллятор.
6. Уравнение Шрёдингера для нестационарных состояний
7. Плотность вероятности и плотность потока вероятности
8. Задача о прохождении частицы через потенциальный барьер прямоугольной формы.
9. Прохождение частицы через потенциальный барьер произвольной формы
10. Изображение физических величин с помощью самосопряжённых операторов
11. Теорема об операторах одновременно измеримых физических величин. Полный набор физических величин
12. Принцип суперпозиции
13. Теорема о собственных функциях и собственных значениях самосопряжённых операторов
14. Вычисление среднего значения физических величин
15. Принцип причинности в квантовой механике и оператор энергии
16. Стационарные состояния в квантовой механике. Уравнение Шрёдингера для стационарных состояний
17. Дифференцирование операторов по времени. Интегралы движения
18. Теоремы Эренфеста
19. Собственные значения и собственные функции оператора импульса
20. Собственные функции и собственные значения оператора момента импульса
21. Собственные функции и собственные значения оператора координаты
22. Общие свойства движения в центрально-симметричном поле
23. Интегралы движения в центрально симметричном поле
24. Радиальное волновое уравнение Шрёдингера

25. Обсуждение решения уравнения Шрёдингера для атома водорода
26. Обсуждение возможных поправок к энергетическим уровням электрона в атоме водорода
27. Модель атома с одним оптическим электроном
28. Экспериментальное доказательство существования спина
29. Оператор спина. Собственные функции и собственные значения оператора спина.
30. Полный момент импульса
31. Уравнение Паули
32. Принцип тождественности одинаковых микрочастиц
33. Оператор перестановки микрочастиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы
34. Принцип Паули
35. Квантовая механика атома и периодическая система элементов Менделеева

6.3.3. Вопросы к экзамену по термодинамике и статистической физике

1. Системы многих частиц. Динамический и статистический методы в теоретической физике. Феноменологическая термодинамика и статистическая физика.
2. Основные понятия термодинамики. Первый и второй постулаты.
3. 1-й закон термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа.
4. Работа в различных термодинамических процессах.
5. Связь теплоёмкостей C_p и C_v для идеального газа.
6. Квазистатические и нестатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.
7. 2-й закон термодинамики для квазистатических процессов. Простейшая математическая формулировка (на основе цикла Карно)
8. 2-й закон термодинамики для квазистатических процессов. Математическая формулировка в дифференциальной и интегральной формах. Энтропия.
9. 2-й закон термодинамики для нестатических процессов. Принцип возрастания энтропии. Основное уравнение и основное неравенство термодинамики.
10. Примеры процессов с возрастанием энтропии (теплопередача, трение, диффузия)
11. Уравнение связи термического и калорического уравнений состояния. Использование этого уравнения для установления связи C_p и C_v для реального газа.
12. 3-й закон термодинамики и следствия из него.
13. Термодинамические потенциалы: U , F , Φ и H .
14. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.
15. Системы с переменным числом частиц. Химический потенциал. Термодинамич. потенциал Ω .
16. Агрегатное состояние вещества, фаза и компонент. Общие условия термодинамич. равновесия.
17. Правило фаз Гиббса.
18. Кривая равновесия фаз. Тройная точка. Критическая точка. Примеры.
19. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Примеры его использования для объяснения зависимости температур кипения и плавления от давления.
20. Микро и макроскопическая системы. Описания на основе классических и квантовых представлений.
21. Фазовое пространство.
22. Функция распределения. Теорема Лиувилля.
23. Микроканоническое распределение.
24. Статистическая температура.
25. Свободная энергия идеального газа.
26. Связь статистической суммы и свободной энергии.
27. Неидеальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
28. Описание систем с переменным числом частиц в статистической физике.

29. Распределение Ферми
30. Распределение Бозе.
31. Идеальный газ элементарных частиц.
32. Черное излучение.
33. Электронный газ в металле. Вырожденный электронный газ.
34. Теплоёмкость электронного газа. Парамагнетизм электронного газа.
35. Классическая теория теплоёмкости идеального газа.
36. Квантовая теория теплоёмкости идеального газа. Двухатомный газ – вращение и колебания молекул.
37. Распределение Максвелла по скоростям и энергиям частиц.
38. Формула Больцмана. Барометрическая формула.
39. Канонические распределения Гиббса
40. Флуктуации в термодинамике. Примеры флуктуаций в приборах.
41. Флуктуации основных термодинамических величин.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии—обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Корпоративная сеть и корпоративная электронная почта БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий;

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в раздел «Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т.п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

1. Барышников, С. В. Электродинамика (методика решения задач) : метод. рекомендации по теор. физике для студ. физ. спец. вузов / С.В. Барышников. - Благовещенск : Изд-во БГПУ, 1998. - 94 с (13 экз.)
2. Барышников, С.В. Основы теоретической физики : учеб. программа для студ. БГПУ по спец. "Физика с доп. спец." (Квалификация: учитель физики с доп. спец. информатика) / [С. В. Барышников, А. Ф. Баранов, А. Ф. Баранова] ; М-во образование Рос. Федерации, БГПУ. - Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2005 (5 экз.)
3. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учеб. пособие / Г. И. Епифанов - 4-е изд., ст. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. - 218 с. (5 экз.)
4. Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учеб. пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. - 287 с. (4 экз.)
5. Мултановский В.В. Классическая электродинамика: учеб. пособие / В. В. Мултановский. - 2-е изд., перераб. - М.: Дрофа, 2007. - 348 с. (20 экз.)
6. Мультиановский В.В. Курс теоретической физики. Квантовая механика./ В.В. Мультиановский, А.С. Василевский. - М.: Дрофа 2007. – 400 с. (20 экз.)
7. Леонтович М. Введение в термодинамику. Статистическая физика. Серия: Учебники для вузов./ М. Леонтович. – СПб.: Лань, 2008 – 432 с. (20 экз.)
8. Базаров И.П. Термодинамика/ И.П. Базаров. – М.: Высш. шк., 1991. – 220 с. (18 экз.)
9. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. В 10 т. : учеб. пособие для студ. физических спец. ун-тов / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; под ред. Л.П. Питаевского. - 5-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ. Т. 5 : Статистическая физика. Ч. 1. - 2002. - 616 с (10 экз.)
10. Савельев И.В. Основы теоретической физики (в 2-х т) Т.2 Квантовая механика/ Г, И.В. Савельев. – СПб.: Лань, 2018. – 432 с. (5 экз.)
11. Минералогия с основами кристаллографии : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. А. Буланов, А. И. Сизых, А. А. Белоголов ; под научной редакцией Ф. А. Летникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 230 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09391-9. — URL : <https://urait.ru/bcode/474523>

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - Режим доступа: <http://www.window.edu.ru/>
2. Портал научной электронной библиотеки. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Интернет-Университет Информационных Технологий. - Режим доступа: <https://intuit.ru>
4. Глобальная сеть дистанционного образования. — Режим доступа: <http://www.cito.ru/gdenet> .
5. Сайт Российской академии наук. - Режим доступа: <http://www.ras.ru/>
6. Российский портал открытого образования. — Режим доступа: <http://www.openet.ru/University.nsf/>
7. Портал бесплатного дистанционного образования. — Режим доступа: www.anriintern.com

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: <https://urait.ru>
2. Полпред (обзор СМИ). - Режим доступа: <https://polpred.com/news>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Общая площадь аудитории 449 - 40 м². Площадь на одного обучающегося составляет 1 м² при численности студентов в подгруппе в количестве 20 человек.

Материально-техническая база аудитории 449 включает в себя

учебное (учебно-научное) оборудование: стол письменный, стул жёсткий, мультимедийный проектор, компьютер, экран.

другое: мультимедийные презентации, разработанные в программе Power Point

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoftoffice, Libreoffice, OpenOffice; AdobePhotoshop, Matlab, DrWebantivirus.

Разработчик: Т.А. Мередилина к.ф.-м.н., доцент кафедры физического и математического образования

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

№ изменения: 1 № страницы с изменением:	
Исключить:	Включить: