Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра естественнонаучных дисциплин имени профессора В.М.Финкеля

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
педагогического образования
_____ И.В. Шимлина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая физика

44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)»
(направленность (профиль): «Математика и физика»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 5 лет

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 1daa7a548d65aeb8d120ee36e7fcd7c0420cb397
Владелец: Директор ИПО Шимлина Инна Владимировна
Действителен: с 18 апреля 2024 г. по 12 июля 2025 г.
Дата и время: 02-06-2025 13:05:47 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение фундаментальных основ классической и квантовой механики, классической электродинамики, специальной теории относительности, статистической физики.

Задачами учебной дисциплины являются:

– Изучение основных методов теоретической физики. Знакомство с важнейшими приложениями теоретической физики.

  Ознакомится с основными направлениями развития в области теоретической физики.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;
– Элементарная математика;
– Математический анализ;
– Алгебра;
– Геометрия;
– Теория вероятностей и математическая статистика;
– Элементарная физика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Общая и экспериментальная физика;
– Производственная педагогическая практика;
– Преддипломная практика.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1: Способен осуществлять поиск,	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения	– знать: основные законы классической механики,

	критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач		классической электродинамики, стаистической физики, физики ядра и элементарных частиц, а так же определение и смысл физических величин, иметь представления о пространстве и времени, о прин-ципах построения ньютоновской и аналитической механики, а также принципах специальной теории относительности; о современных взглядах на фундаментальной структуру материи. – уметь: проводить анализ природных явлений и давать объяснение этим явлениям на основе законов физики.
		УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи и предлагает варианты решения задачи на основе системного подхода	– знать: основные направления, современные проблемы теоретической физики, теории и методы, новейшие достижения в конкретной области знаний в рамках направленности основной образовательной программы.. – уметь: использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***9 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***24***	*24*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***66***	*66*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***18***	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Классическая механика;

Тема 1.1 Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа. Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса. Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение, приведенная масса, движение в центральном поле;

Тема 1.2 Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент количества движения твердых тел. Эйлеровы углы и уравнение Эйлера;

Тема 1.3 Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение. Гамильтона-Якоби, разделение переменных;

Тема 1.4 Малые колебания. Свободные и вынужденные одномерные колебания, параметрический резонанс.

Колебания систем со многими степенями свободы, полярные координаты. Колебания при наличии трения;

Раздел 2 Классическая электродинамика и специальная теория относительности;

Тема 2.1 Основные понятия классической электродинамики. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле в вакууме. Стационарные электрические и магнитные поля в вакууме. Электромагнитные волны. Общие свойства электромагнитного поля в веществе. Излучение электромагнитных волн;

Тема 2.2 Релятивистская механика. Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время. Преобразование Лоренца. Преобразование скорости. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс.
Распад частиц. Упругие столкновения частиц;

Тема 2.3 Релятивистская формулировка электродинамики. Действие для электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля.
Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля;

Раздел 3 Квантовая механика;

Тема 3.1 Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности. Уравнение Шредингера. Основные свойства
уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор. Плотность потока. Квазиклассическая волновая функция. Прохождение через барьер;

Тема 3.2 Момент количества движения. Собственные функции и собственные значения момента количества движения. Четность. Сложение моментов. Разложение Клебша-Гордона. Движение в центральном поле. Сферические волны. Разложение плоской волны. Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода. Спин. Оператор спина. Тонкая структура атомных уровней. Тождественность частиц. Симметрия при перестановке частиц. Вторичное квантование для бозонов и фермионов. Обменное взаимодействие;

Тема 3.3 Атом. Состояние электронов атома. Уровни энергии. Самосогласованное поле. Уравнение Томаса-Ферми. Периодическая система Менделеева; Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера

для движения в магнитном поле. Плотность потока в магнитном поле. Эффект Зеемана;

Раздел 4 Статистическая физика;

Тема 4.1 Основные принципы статистики. Функция распределения и матрица плотности. Статистическая независимость. Теорема Лиувилля. Роль энергии. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц. Термодинамические величины. Температура. Работа и количество тепла. Термодинамические потенциалы. Термодинамические неравенства. Принцип Ле-Шателье. Теорема Нернста. Системы с переменным числом частиц. Свободная энергия в распределении Гиббса. Вывод термодинамических соотношений;

Тема 4.2 Термодинамика идеальных газов. Распределение Больцмана. Столкновение молекул. Неравновесный идеальный газ. Закон равнораспределения. Одноатомный идеальный газ. Распределение Ферми и Бозе. Вырожденный идеальный ферми-газ. Свойства вещества при больших плотностях. Вырожденный бозе-газ. Конденсация БозеЭйнштейна. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Светимость абсолютно черного тела.;

Тема 4.3 Равновесие фаз. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка. Фазовые переходы второго рода. Теория Ландау. Критические индексы. Масштабная инвариантность. Флуктуации в окрестности критической точки;

Тема 4.4 Флуктуации. Распределение Гиббса. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Временные флуктуации. Симметрии кинетических коэффициентов. Флуктационно-диссипативная теорема.

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 1.1.	Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа. Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии,	2	

	импульса, момента импульса. Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение, приведенная масса, движение в центральном поле		
Тема 1.2.	Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент количества движения твердых тел. Эйлеровы углы и уравнение Эйлера	2	
Тема 1.3.	Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение. Гамильтона-Якоби, разделение переменных	2	
Тема 1.4.	Малые колебания. Свободные и вынужденные одномерные колебания, параметрический резонанс. Колебания систем со многими степенями свободы, полярные координаты. Колебания при наличии трения	2	
Тема 2.1.	Основные понятия классической электродинамики. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле в вакууме. Стационарные электрические и магнитные поля в вакууме. Электромагнитные волны. Общие свойства электромагнитного поля в веществе. Излучение электромагнитных волн	2	
Тема 2.2.	Релятивистская механика. Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время. Преобразование Лоренца. Преобразование скорости. Четырехмерные	2	

	векторы. Четырехмерная скорость. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Распад частиц. Упругие столкновения частиц		
Тема 2.3.	Релятивистская формулировка электродинамики. Действие для электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля	2	
Тема 3.1.	Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности. Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор. Плотность потока. Квазиклассическая волновая функция. Прохождение через барьер	2	
Тема 3.2.	Момент количества движения. Собственные функции и собственные значения момента количества движения. Четность. Сложение моментов. Разложение Клебша-Гордона. Движение в центральном поле.	2	

	Сферические волны. Разложение плоской волны. Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода. Спин. Оператор спина. Тонкая структура атомных уровней. Тождественность частиц. Симметрия при перестановке частиц. Вторичное квантование для бозонов и фермионов. Обменное взаимодействие		
Тема 3.3.	Атом. Состояние электронов атома. Уровни энергии. Самосогласованное поле. Уравнение Томаса-Ферми. Периодическая система Менделеева; Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера для движения в магнитном поле. Плотность потока в магнитном поле. Эффект Зеемана	1	
Тема 4.1.	Основные принципы статистики. Функция распределения и матрица плотности. Статистическая независимость. Теорема Лиувилля. Роль энергии. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц. Термодинамические величины. Температура. Работа и количество тепла. Термодинамические потенциалы. Термодинамические неравенства. Принцип Ле-Шателье. Теорема Нернста. Системы	2	

	с переменным числом частиц. Свободная энергия в распределении Гиббса. Вывод термодинамических соотношений		
Тема 4.2.	Термодинамика идеальных газов. Распределение Больцмана. Столкновение молекул. Неравновесный идеальный газ. Закон равнораспределения. Одноатомный идеальный газ. Распределение Ферми и Бозе. Вырожденный идеальный ферми-газ. Свойства вещества при больших плотностях. Вырожденный бозе-газ. Конденсация БозеЭйнштейна. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Светимость абсолютно черного тела.	1	
Тема 4.3.	Равновесие фаз. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка. Фазовые переходы второго рода. Теория Ландау. Критические индексы. Масштабная инвариантность. Флуктуации в окрестности критической точки	1	
Тема 4.4.	Флуктуации. Распределение Гиббса. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Временные флуктуации. Симметрии кинетических коэффициентов. Флуктационно-диссипативная теорема	1	
Итого:		**24**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 1.1.	Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа. Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса. Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение, приведенная масса, движение в центральном поле	2	
Тема 1.2.	Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент количества движения твердых тел. Эйлеровы углы и уравнение Эйлера	2	
Тема 1.3.	Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение. Гамильтона-Якоби, разделение переменных	2	
Тема 1.4.	Малые колебания. Свободные и вынужденные одномерные колебания, параметрический резонанс. Колебания систем со многими степенями свободы, полярные координаты. Колебания при наличии трения	2	
Тема 2.1.	Основные понятия классической электродинамики. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле в вакууме. Стационарные электрические и магнитные поля в вакууме. Электромагнитные волны.	4	

	Общие свойства электромагнитного поля в веществе. Излучение электромагнитных волн		
Тема 2.2.	Релятивистская механика. Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время. Преобразование Лоренца. Преобразование скорости. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Распад частиц. Упругие столкновения частиц	2	
Тема 2.3.	Релятивистская формулировка электродинамики. Действие для электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля	2	
Тема 3.1.	Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности. Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор. Плотность потока. Квазиклассическая	4	

	волновая функция. Прохождение через барьер		
Тема 3.2.	Момент количества движения. Собственные функции и собственные значения момента количества движения. Четность. Сложение моментов. Разложение Клебша-Гордона. Движение в центральном поле. Сферические волны. Разложение плоской волны. Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода. Спин. Оператор спина. Тонкая структура атомных уровней. Тождественность частиц. Симметрия при перестановке частиц. Вторичное квантование для бозонов и фермионов. Обменное взаимодействие	2	
Тема 3.3.	Атом. Состояние электронов атома. Уровни энергии. Самосогласованное поле. Уравнение Томаса-Ферми. Периодическая система Менделеева; Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера для движения в магнитном поле. Плотность потока в магнитном поле. Эффект Зеемана	2	
Тема 4.1.	Основные принципы статистики. Функция распределения и матрица плотности. Статистическая независимость. Теорема Лиувилля. Роль энергии. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с	4	

	переменным числом частиц. Термодинамические величины. Температура. Работа и количество тепла. Термодинамические потенциалы. Термодинамические неравенства. Принцип Ле-Шателье. Теорема Нернста. Системы с переменным числом частиц. Свободная энергия в распределении Гиббса. Вывод термодинамических соотношений		
Тема 4.2.	Термодинамика идеальных газов. Распределение Больцмана. Столкновение молекул. Неравновесный идеальный газ. Закон равнораспределения. Одноатомный идеальный газ. Распределение Ферми и Бозе. Вырожденный идеальный ферми-газ. Свойства вещества при больших плотностях. Вырожденный бозе-газ. Конденсация БозеЭйнштейна. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Светимость абсолютно черного тела.	4	
Тема 4.3.	Равновесие фаз. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка. Фазовые переходы второго рода. Теория Ландау. Критические индексы. Масштабная инвариантность. Флуктуации в окрестности критической точки	2	
Тема 4.4.	Флуктуации. Распределение Гиббса.	2	

	Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Временные флуктуации. Симметрии кинетических коэффициентов. Флуктационно-диссипативная теорема		
Итого:		**36**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Решение задач; 5. Составление конспекта лекций.	20	
Раздел 2.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Решение задач; 5. Составление конспекта	22	

	лекций.		
Раздел 3.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Решение задач; 5. Составление конспекта лекций.	14	
Раздел 4.	1. Выполнение домашнего задания; 2. Изучение лекционного материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Решение задач; 5. Составление конспекта лекций.	10	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**84**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	УК-1	1. Домашнее задание; 2. Задачи; 3. Конспект лекций; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии
Раздел 2.	УК-1	1. Домашнее задание; 2. Задачи; 3. Конспект лекций; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии
Раздел 3.	УК-1	1. Домашнее задание; 2. Задачи; 3. Конспект лекций; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии
Раздел 4.	УК-1	1. Домашнее задание; 2. Задачи; 3. Конспект лекций; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии
Экзамен.	УК-1	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену; 3. Экзамен на основе результатов текущего контроля

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – домашнее задание; задачи; конспект лекций; наблюдение за работой на практическом занятии.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию домашнего задания

Домашнее задание – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки домашнего задания

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и	отлично

Наименование параметра оценки	Оценка
аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.	
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.	неудовлетворительно

12.2.2 Рекомендации по оцениванию конспекта лекций

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию решений задач

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену; экзамен на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос,

Оценка	Требования к знаниям
	правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Экзамен в 9 семестре может быть проставлен на основе результатов текущего контроля успеваемости при условии своевременного выполнения обучающимся в полном объеме всех заданий в процессе контактной и самостоятельной работы. Оценка формируется как средняя величина от суммы всех оценок, выставленных по результатам выполнения практических работ, домашнего задания и составления конспекта лекций в соответствии с критериями таблицы:

Критерии выставления оценок	Оценка
При средней величине оценки от 4,5 и выше при посещаемости учебных занятий в пределах 90 - 100 %	отлично
При средней величине оценки от 3,5 до 4,4 при посещаемости учебных занятий в пределах 80 - 100 %	хорошо
При средней величине оценки от 2,5 до 3,4 при посещаемости учебных занятий в пределах 60 - 100 %	Удовлетвори-тельно
При средней величине оценки ниже 2,4 при посещаемости учебных занятий ниже 60 %	неудовлетвори тельно
При наличии 50 % и более невыполненных практических, других работ, предусмотренных программой учебной дисциплины, при крайне низкой активности при проведении практических занятий и при посещаемости учебных занятий ниже 50 %	не аттестован

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Векилов, Ю. Х. Теоретическая физика : Классическая механика : учебное пособие / Векилов Ю. Х. , Мухин С. И. , Кузьмин Ю. М. - Москва : МИСиС, 2002. - 59 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_306.html (дата обращения: 29.05.2025);

2 Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Т. VIII. Электродинамика сплошных сред : учебное. пособие для вузов. / Ландау Л. Д. , Лифшиц Е. М. -4-е изд. , стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 656 с. - ISBN 5-9221-0123-4. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922101234.html (дата обращения: 29.05.2025);

3 Ефремов, Ю. С. Статистическая физика и термодинамика : учебник для вузов / Ю. С. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2025. — 209 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05152-0. – URL: https://urait.ru/bcode/563484 (дата обращения: 29.05.2025);

4 Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : Т. III. Квантовая механика (нерелятивистская теория) : учебное пособие для вузов. / Ландау Л. Д. , Лифшиц Е. М. - 5-е изд. , стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 808 с. - ISBN 5-9221-0057-2. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100572.html (дата обращения: 29.05.2025);

5 Копытин, И. В. Квантовая механика : учебник для вузов / И. В. Копытин. — Москва : Юрайт, 2025. — 222 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15459-7. – URL: https://urait.ru/bcode/559348 (дата обращения: 29.05.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Mathcad;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)».

Составитель(и):

профессор Невский Сергей Андреевич (кафедра естественнонаучных дисциплин имени профессора В.М.Финкеля).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

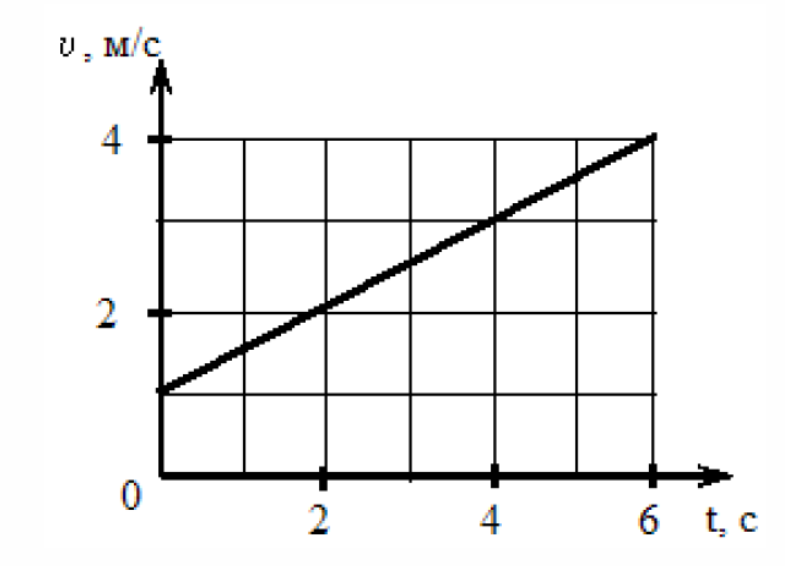
Согласована:

Профессор кафедры
естественнонаучных дисциплин
НФИ КемГУ,
д.х.н., профессор  Ф. И. Иванов

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси. Скорость точки, находящейся на расстоянии 10 см от оси, изменяется со временем в соответствии с графиком, представленным на рисунке



Угловое ускорение тела (в единицах СИ) равно …

1) 5
2) 0,5
3) 0,05
4) 50

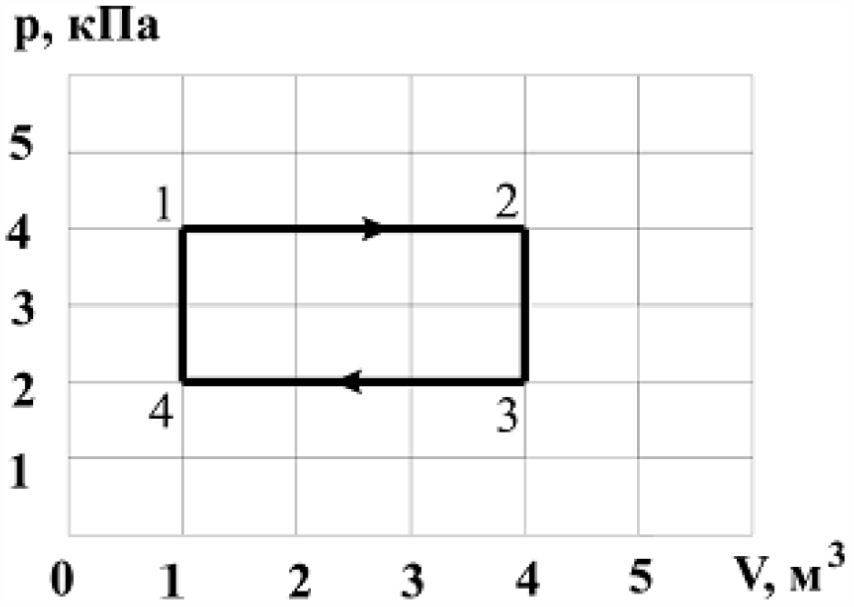
При выстреле орудия снаряд вылетел из ствола, расположенного под углом 60^0 к горизонту, вращаясь вокруг своей продольной оси с угловой скоростью 200 $с^{-1}$. Момент инерции снаряда относительно этой оси J =15кг·$м^2$, время движения снаряда в стволе t = 0,02 с. На ствол орудия во время выстрела действует момент сил:

5 75000 Н·м
6 0
7 150000 Н·м
8 60 Н·м

Отношение средней кинетической энергии вращательного движения к средней энергии молекулы с жесткой связью 2/5. Это имеет место для …

1. Водорода
2. Гелия
3. Водяного пара
4. Метана

Диаграмма циклического процесса идеального одноатомного газа представлена на рисунке. Отношение работы при нагревании к работе газа за весь цикл по модулю равно …



Два проводника заряжены до потенциалов 30 В и –20 В. Заряд 100 нКл переносят с первого проводника на второй. При этом силы поля совершают работу (в мкДж), равную

9 3
10 5
11 12
12 1

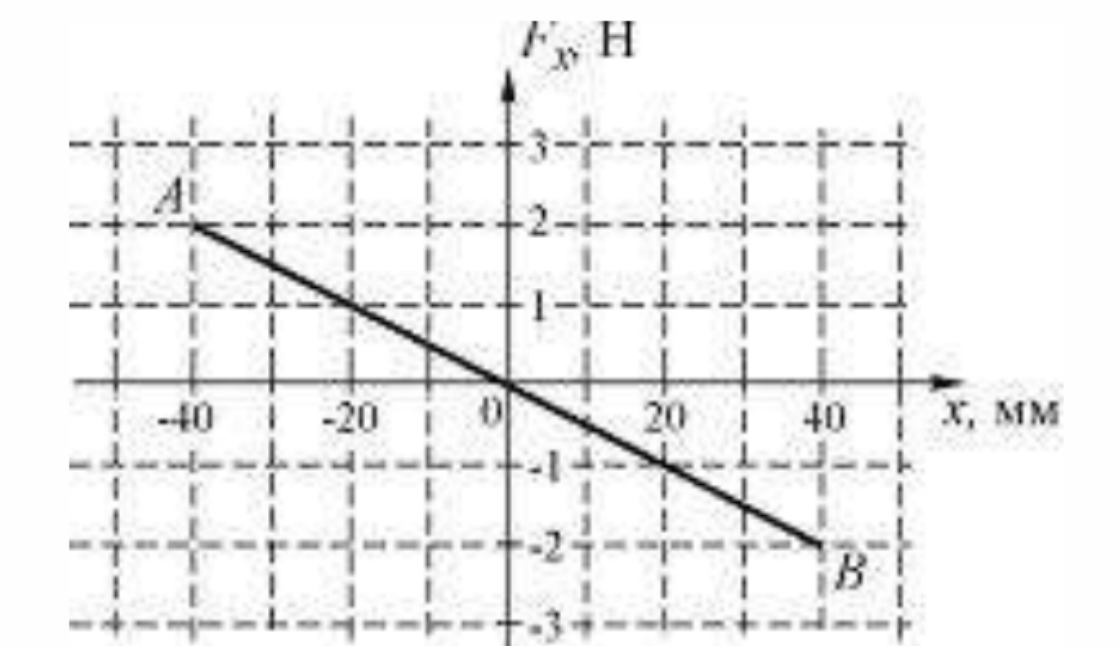
Сила тока в проводящем круговом контуре индуктивностью 100 мГн изменяется с течением времени по закону $I = 3 + 0{,}1t^3$ А. Абсолютная величина ЭДС самоиндукции в момент времени 2 с равна ____ ; при этом индукционный ток направлен …

1) 0,12 В; против часовой стрелки
2) 0,38 В; против часовой стрелки
3) 0,12 В; по часовой стрелке
4) 0,38 В; по часовой стрелке

Шарик, прикрепленный к пружине (пружинный маятник) и насаженный на горизонтальную направляющую, совершает гармонические колебания. На графике представлена зависимость проекции силы упругости
пружины на положительное направление оси X от координаты шарика.
В положении O энергия пружинного маятника (в *мДж*) равна …

3 40
4 100

5 130
6 50



Если частоту упругой волны увеличить в 2 раза, не изменяя ее длины волны, то интенсивность волны увеличится в ___ раз(-а).

По мере нагревания тела его свечение изменяется следующим образом. При комнатной температуре свечение в видимой области спектра не наблюдается. По мере повышения температуры тело начинает светиться малиновым цветом, переходящим в красный цвет («красное каление»), а затем в белый («белое каление»). Закономерности изменения цвета свечения тела при его нагревании объясняются …

5) законом смещения Вина
6) законом Стефана-Больцмана
7) законами смещения Вина и Стефана-Больцмана
8) законом Кирхгофа

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменились частота световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1 Классическая механика;

Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа. Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса; Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение, приведенная масса, движение в центральном поле.

Малые колебания. Свободные и вынужденные одномерные колебания, параметрический резонанс. Колебания систем со многими степенями свободы, полярные координаты. Колебания при наличии трения;

Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент количества движения твердых тел. Эйлеровы углы и уравнение Эйлера;

Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение Гамильтона-Якоби, разделение переменных;

Раздел 2 Классическая электродинамика и специальная теория относительности;

Основные понятия классической электродинамики. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле в вакууме. Стационарные электрические и магнитные поля в вакууме.;

Электромагнитные волны. Общие свойства электромагнитного поля в веществе. Излучение электромагнитных волн;

Релятивистская механика. Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время. Преобразование Лоренца. Преобразование скорости. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Распад частиц. Упругие столкновения частиц;

Релятивистская формулировка электродинамики. Действие для электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля;

Раздел 3 Квантовая механика;

Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности. Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор. Плотность потока. Квазиклассическая волновая функция. Прохождение через барьер;

Момент количества движения. Собственные функции и собственные значения момента количества движения. Четность. Сложение моментов. Разложение Клебша-Гордона. Движение в центральном поле. Сферические волны. Разложение плоской волны. Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода.;

Спин. Оператор спина. Тонкая структура атомных уровней. Тождественность частиц. Симметрия при перестановке частиц. Вторичное квантование для бозонов и фермионов. Обменное взаимодействие.;

Атом. Состояние электронов атома. Уровни энергии. Самосогласованное поле. Уравнение Томаса-Ферми. Периодическая система Менделеева;

Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера для движения в магнитном поле. Плотность потока в магнитном поле. Эффект Зеемана;

Раздел 4 Статистическая физика;

Основные принципы статистики. Функция распределения и матрица плотности. Статистическая независимость. Теорема Лиувилля. Роль энергии. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц.;

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

Термодинамика идеальных газов. Распределение Больцмана. Столкновение молекул. Неравновесный идеальный газ. Закон равнораспределения. Одноатомный идеальный газ. Распределение Ферми и Бозе. Вырожденный идеальный ферми-газ. Свойства вещества при больших плотностях. Вырожденный бозе-газ. Конденсация Бозе-Эйнштейна. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Светимость абсолютно черного тела.;

Равновесие фаз. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка. Фазовые переходы второго рода. Теория Ландау. Критические индексы. Масштабная инвариантность. Флуктуации в окрестности критической точки;

Флуктуации. Распределение Гиббса. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Временные флуктуации. Симметрии кинетических коэффициентов. Флуктационно-диссипативная теорема;

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

3 Выполнение задач

Груз массы M падает без начальной скорости с высоты H на спиральную пружину. Под действием упавшего груза пружина сжимается на величину h. Вычислить время сжатия пружины, пренебрегая массой пружины и силами трений.

Составить функцию Лагранжа и функцию Гамильтона для двух заряженных частиц, взаимодействующих по закону Кулона. Выразить их через координаты центра масс и относительные координаты.

В равномерно заряженном шаре с объемной плотностью заряда p имеется шарообразная полость, центр которой расположен на расстоянии a от центра шара. Найти напряженность электрического поля внутри полости, внутри шара и снаружи шара. Радиусы шара и полости равны соответственно R и R'.

Точечный заряд e находится на расстоянии d от проводящей сферы, имеющей потенциал V. Найти потенциал вне сферы и поверхностную плотность заряда на сфере.

Найти напряженность магнитного поля внутри цилиндрической полости цилиндрического проводника, по которому течет ток, равномерно распределенный по его сечению с плотностью /. Оси цилиндра, образующего полость, и цилиндрического проводника параллельны и находятся друг от друга на расстоянии a.

Найти распределение электрического и магнитного полей внутри цилиндрического проводника, по которому течет периодический ток с частотой Ω.

Частица массы M распадается на две с массами m_1 и m_2. Найти энергию распавшихся частиц в системе центра инерции.

Пользуясь постулатом Бора—Зоммерфельда, проквантовать движение одномерного гармонического осциллятора.

Найти уровни энергии и волновые функции одномерного гармонического осциллятора, помещенного в постоянное электрическое поле E. Заряд частицы e.

Система, как целое, вращается с угловой скоростью Ω. Записать распределение Гиббса во вращающейся системе координат.

Определить среднее число столкновений, испытываемых отдельной молекулой с другими молекулами в 1 сек в двухмерном случае (случай поверхности).

Несжимаемая вязкая проводящая жидкость движется в пространстве между двумя параллельными бесконечными плоскостями, расстояние между которыми d. Постоянное магнитное поле H_0 перпендикулярно плоскостям. Определить распределение скоростей в жидкости, если течение жидкости стационарно.

Определить течение жидкости по трубе с кольцевым сечением (внутренний и внешний радиусы равны r_1 и r_2 соответственно).

4 Выполнение индивидуального домашнего задания

Пример варианта индивидуального домашнего задания

1 Построить функцию Лагранжа для центробежного парового регулятора Уатта.

2 Вычислить напряженность электрического поля заряженного стрежня длины L в точке равноудаленной от его обоих концов

3 Вычислить напряженность магнитного поля кругового проводника с током в точке расположенной на расстоянии x по его оси.

4 Вычислить собственные уровни энергии частицы в потенциальной яме конечной глубины в одномерном случае и проанализировать полученное дисперсионное уравнение.

5 Найти собственные функции оператора Гамильтона для водородоподного атома и дать интерпретацию главных квантовых чисел.

6 Найти собственные функции оператора Гамильтона для атома гелия. Физическая сущность обменных сил.

7 Описать математически координатное изменение химического потенциала двух соприкасающихся веществ, когда обе фазы находятся в состоянии термодинамического равновесия.

8 Проанализировать зависимость свободной энергии от температуры для газа Ван-дер Ваальса

9 Вычислить свободную энергию F тонкой ферромагнитной пластинки толщиной δ.

5Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа
2. Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса
3. Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение,

приведенная масса, движение в центральном поле.

4. Малые колебания. Свободные и вынужденные одномерные колебания.
5. Параметрический резонанс
6. Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент количества движения твердых тел.
7. Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона.
8. Эйлеровы углы и уравнение Эйлера.
9. Действие как функция координат, теорема Лиувилля
10. Уравнение Гамильтона-Якоби, разделение переменных
11. Основные понятия классической электродинамики. Уравнения Максвелла.
12. Электромагнитное поле в вакууме. Скалярный и векторный потенциал. Калибровки Кулона и Лоренца.
13. Стационарные электрические и магнитные поля в вакууме. Теоремы Остроградского-Гаусса и Стокса для электрических и магнитных полей.
14. Электростатические поля зарядов различных конфигураций. Уравнения Лапласа и Пуассона.
15. Применение теоремы Стокса для вычисления магнитных полей токов различных конфигураций.
16. Электромагнитные волны. Общие свойства электро-магнитного поля в веществе. Отражение и преломление электромагнитных волн
17. Излучение электромагнитных волн
18. Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий.
19. Инвариантные величины в специальной теории относительности. Интервал. Собственное время. Преобразование Лоренца.
20. Парадоксы специальной теории относительности.
21. Преобразование скорости. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость
22. Действие для электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности.
23. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса в четырёхмерном пространстве
24. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля;
25. Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции.
26. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности.

27. Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера
28. Одномерное движение. Одномерный осциллятор.
29. Прохождение через барьер. Туннельный эффект
30. Момент количества движения. Собственные функции и собственные значения момента количества движения. Четность.
31. Движение в центральном поле. Сферические волны.
32. Разложение плоской волны. Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода.
33. Спин. Оператор спина. Тонкая структура атомных уровней
34. Тождественность частиц. Симметрия при перестановке частиц.
35. Вторичное квантование для бозонов и фермионов. Обменное взаимодействие
36. Атом. Состояние электронов атома. Уровни энергии.
37. Самосогласованное поле. Уравнение Томаса-Ферми
38. Периодическая система Менделеева;
39. Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера для движения в магнитном поле.
40. Плотность потока в магнитном поле. Эффект Зеемана;
41. Функция распределения и матрица плотности. Статистическая независимость. Теорема Лиувилля.
42. Закон возрастания энтропии.
43. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса.
44. Распределение Гиббса с переменным числом частиц
45. Распределение Больцмана. Столкновение молекул. Неравновесный идеальный газ. Закон равнораспределения. Одноатомный идеальный газ.
46. Распределение Ферми и Бозе. Вырожденный идеальный ферми-газ. Свойства вещества при больших плотностях.
47. Вырожденный бозе-газ. Конденсация Бозе-Эйнштейна.
48. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Светимость абсолютно черного тела.
49. Термодинамические величины. Температура. Работа и количество тепла. Термодинамические потенциалы. Термодинамические неравенства.
50. Принцип Ле-Шателье. Теорема Нернста. Системы с переменным числом частиц.
51. Свободная энергия в распределении Гиббса.
52. Вывод термодинамических соотношений;
53. Равновесие фаз. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка.
54. Фазовые переходы второго рода. Теория Ландау. Критические индексы. Масштабная инвариантность.
55. Флуктуации в окрестности критической точки;

56. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Временные флуктуации.
57. Симметрии кинетических коэффициентов.
58. Флуктационно-диссипативная теорема;