МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

ПРЕДМЕТНАЯ ЧАСТЬ (ПО ПРОФИЛЮ ФИЗИКА)
Теоретическая физика

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **D9 Физики, технологии и методики обучения**

Учебный план 44.03.05 Физика и математика (очное, 2025).plx
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль) образовательной программы Физика и математика
Выпускающие кафедры:
Математики и методики обучения математике; Физики, технологии и методики обучения

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **16 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 576
в том числе:
аудиторные занятия 214
самостоятельная работа 253,7
контактная работа во время промежуточной аттестации (ИКР) 0
часов на контроль 107,00999

Виды контроля в семестрах:
экзамены 7, 8, 9
зачеты 6
зачеты с оценкой 10

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**6 (3.2)**		**7 (4.1)**		**8 (4.2)**		**9 (5.1)**		**10 (5.2)**		Итого	
Недель	15 3/6		15 3/6		16 2/6		13 3/6		8			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	14	14	30	30	18	18	14	14	92	92
Лабораторные	20	20	18	18	40	40	26	26	18	18	122	122
Контроль на промежуточную аттестацию (зачет)	0,15	0,15							0,15	0,15	0,3	0,3
Контроль на промежуточную аттестацию (экзамен)			0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			0,99	0,99
В том числе в форме практ.подготовки			4	4	4	4	4	4	2	2	14	14
Итого ауд.	36	36	32	32	70	70	44	44	32	32	214	214
Контактная работа	36,15	36,15	32,33	32,33	70,33	70,33	44,33	44,33	32,15	32,15	215,29	215,29
Сам. работа	35,85	35,85	40	40	38	38	100	100	39,85	39,85	253,7	253,7
Часы на контроль			35,67	35,67	35,67	35,67	35,67	35,67			107,01	107,01
Итого	72	72	108	108	144	144	180	180	72	72	576	576

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00BE888A562437DD0D6A077C2C7EE44514
Владелец: Холина Мария Валерьевна
Действителен: с 17.06.2024 до 10.09.2025

Программу составил(и):

дфмн, Профессор, Баранов Александр Михайлович;кфмн, Доцент, Орлова Ирина Николаевна;дфмн, Профессор, Логинов Валерий Михайлович _____

Рабочая программа дисциплины

Теоретическая физика

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (приказ Минобрнауки России от 22.02.2018 г. № 125)

составлена на основании учебного плана:

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль) образовательной программы Физика и математика
Выпускающие кафедры:
Математики и методики обучения математике; Физики, технологии и методики обучения

утвержденного учёным советом вуза от 29.05.2024 протокол №5 .

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

D9 Физики, технологии и методики обучения

Протокол от 07.05.2025 г. № 10

Зав. кафедрой Латынцев Сергей Васильевич

Согласовано с представителями работодателей на заседании НМС УГН(С), протокол №8_от 14.05.2025г.

Председатель НМС УГН(С) Аёшина Екатерина Андреевна

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
формирование навыков и умений для использования теоретических и практических знаний для постановки и решения исследовательских задач в области общей и экспериментальной физики, приобретение умений и способностей к анализу физических явлений, к соотнесению физических явлений со смежными научными областями, формирование способности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.07.02
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Научно-исследовательская работа
2.2.2	История физики

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ	
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
УК-1.1: Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение	
Знать:	
Уровень 1	Имеет широкие знания об особенностях системного и критического мышления, свободно аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.
Уровень 2	Имеет уверенные знания об особенностях системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.
Уровень 3	Имеет поверхностные знания об особенностях системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение с посторонней помощью.
Уметь:	
Уровень 1	Свободно применяет на практике особенности системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.
Уровень 2	Применяет на практике большинство особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.
Уровень 3	Применяет на практике некоторые особенности системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение с посторонней помощью.
Владеть:	
Уровень 1	Уверенно владеет всеми особенностями системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.
Уровень 2	Владеет большинством особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.
Уровень 3	Владеет некоторыми особенностями системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение с посторонней помощью.
УК-1.2: Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности	
Знать:	
Уровень 1	Может перечислить и охарактеризовать все изученные логические формы и процедуры, применяемые для рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.
Уровень 2	Может перечислить и охарактеризовать большинство изученных логических форм и процедур, применяемых для рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.
Уровень 3	Может перечислить и охарактеризовать некоторые из изученных логических форм и процедур, применяемых для рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.
Уметь:	

Уровень 1	Полностью самостоятельно осуществляет рефлексию по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.
Уровень 2	В большей степени самостоятельно осуществляет рефлексию по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.
Уровень 3	Осуществляет рефлексию по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности только при помощи третьих лиц.
Владеть:	
Уровень 1	Демонстрирует на практике использование всех изученных логических форм и процедур рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.
Уровень 2	Демонстрирует на практике использование большинства изученных логических форм и процедур рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.
Уровень 3	Демонстрирует на практике использование некоторых изученных логических форм и процедур рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.
УК-1.3: Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений	
Знать:	
Уровень 1	Знает различные виды источников информации в области теоретической физики, алгоритмы их поиска и признаки достоверности.
Уровень 2	Знает основные виды источников информации в области теоретической физики, а также алгоритмы их поиска.
Уровень 3	Имеет представление о видах источников информации в области теоретической физики, а также алгоритмах их поиска.
Уметь:	
Уровень 1	Анализирует источники информации в области теоретической физики, самостоятельно выявляет и определяет противоречия, выражает собственное суждение, обосновывает его достоверность.
Уровень 2	Анализирует источники информации в области теоретической физики, самостоятельно выявляет и определяет противоречия, выражает собственное суждение, обосновывает его достоверность, при этом испытывает небольшие затруднения.
Уровень 3	Анализирует источники информации в области теоретической физики, не всегда выявляет противоречия, с трудом определяет достоверность источника.
Владеть:	
Уровень 1	Свободно осуществляет деятельность по поиску источников информации в области теоретической физики, на основе выявленных противоречий и достоверности суждений, выбирает методы исследования.
Уровень 2	Осуществляет деятельность по поиску источников информации в области теоретической физики, на основе выявленных противоречий и достоверности суждений, выбирает методы исследования, при этом испытывает некоторые затруднения.
Уровень 3	С посторонней помощью осуществляет деятельность по поиску источников информации в области теоретической физики.
ПК-1: Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	
ПК-1.1: Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета)	
Знать:	
Уровень 1	Свободно ориентируется в структуре, составе и дидактических единицах учебного предмета теоретическая физика
Уровень 2	Хорошо знает структуру, состав и дидактические единицы учебного предмета предмета теоретическая физика
Уровень 3	В основном знает структуру, состав и дидактические единицы учебного предмета теоретическая физика.
Уметь:	
Уровень 1	Умеет самостоятельно выявлять основные дидактические единицы по темам учебного предмета теоретическая физика
Уровень 2	Умеет в основном самостоятельно выявлять основные дидактические единицы по темам учебного предмета теоретическая физика
Уровень 3	Умеет выявлять основные дидактические единицы по темам учебного предмета теоретическая физика после консультации с преподавателем.
Владеть:	
Уровень 1	Свободно владеет методами обучения с учетом дидактических единиц.

Уровень 2	Хорошо владеет методами обучения с учетом дидактических единиц.
Уровень 3	В основном владеет методами обучения с учетом дидактических единиц.
ПК-1.2: Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО	
Знать:	
Уровень 1	Свободно ориентируется в содержании учебного предмета теоретическая физика.
Уровень 2	Хорошо знает содержание учебного предмета теоретическая физика.
Уровень 3	Знает основное содержание учебного предмета теоретическая физика.
Уметь:	
Уровень 1	Самостоятельно умеет осуществлять отбор учебного содержания учебного предмета теоретическая физика для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО.
Уровень 2	В основном самостоятельно умеет осуществлять отбор учебного содержания учебного предмета теоретическая физика для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО.
Уровень 3	Умеет осуществлять отбор учебного содержания учебного предмета теоретическая физика для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО после консультации с преподавателем.
Владеть:	
Уровень 1	Свободно владеет требованиями ФГОС ОО.
Уровень 2	Хорошо владеет требованиями ФГОС ОО.
Уровень 3	Владеет основными требованиями ФГОС ОО.
ПК-1.3: Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные	
Знать:	
Уровень 1	Знает различные формы учебных занятий и различные методы, приемы, технологии обучения, в том числе информационные
Уровень 2	Знает основные формы учебных занятий и основные методы, приемы, технологии обучения, в том числе информационные
Уровень 3	Знает некоторые формы учебных занятий и некоторые методы, приемы, технологии обучения, в том числе информационные
Уметь:	
Уровень 1	Умеет разрабатывать различные формы учебных занятий, применять различные методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные
Уровень 2	Умеет разрабатывать основные формы учебных занятий, применять основные методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные
Уровень 3	Умеет разрабатывать некоторые формы учебных занятий, применять некоторые методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.
Владеть:	
Уровень 1	Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий по учебному предмету физика, применять различные методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные
Уровень 2	Демонстрирует умение разрабатывать основные формы учебных занятий по учебному предмету физика, применять основные методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные
Уровень 3	Демонстрирует умение разрабатывать некоторые формы учебных занятий по учебному предмету физика, применять некоторые методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература и эл. ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Классическая механика						

1.1	I. Основные принципы классической механики 1. Экспериментальные факты. Принципы относительности и детерминированности. Системы отсчета и системы координат. Преобразования Галилея и инвариантность относительно них уравнений Ньютона. 2.Дифференциальные принципы механики. Связи и обобщенные координаты. Принцип виртуальных перемещений. Принцип Даламбера. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа. Реакция связей и метод неопределенных множителей Лагранжа. /Лек/	6	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
1.2	1. Методы интегрирования одномерного уравнения Ньютона для различных видов сил. Физический и математический подходы к потенциальным и неголономным силовым полям. 2.Принцип виртуальных перемещений. Принцип Д'Аламбера. /Лаб/	6	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
1.3	3.Построение механики на основе вариационного принципа. Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа. Свойства функции Лагранжа. Построение функции Лагранжа для свободной материальной точки и системы материальных точек. Обобщенные импульсы и их сохранение. Связь свойств симметрии пространства и времени с законами сохранения. Теорема вириала. /Лаб/	6	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3			Зачет
1.4	Самостоятельное решение учебных задач по теме I. Основные принципы механики из задаваемого списка. /Ср/	6	6	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
1.5	II. Применение уравнений Лагранжа 4. Задача двух тел и рассеяние частиц. Сведение задачи двух тел к задаче о движении материальной точки в поле центральной силы. Законы сохранения. Эффективный потенциал. Интегральное и дифференциальное уравнения орбиты. Задача Кеплера. Вывод законов Кеплера. Рассеяние частиц и формула Резерфорда. /Лек/	6	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
1.6	Законы сохранения в Лагранжевой механике. Движение в центральных полях, описываемых различными потенциальными функциями. Запись функции Лагранжа в центральном поле. Плоское движение. Задача Кеплера для интегрального уравнения орбиты. Формула Резерфорда и ее модификации. /Лаб/	6	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет

1.7	5.Малые колебания. Вывод основного уравнения для одномерных колебаний. Амплитуда, частота, фаза и энергия. Трение и диссипативная функция Рэлея. Вынужденные колебания и резонанс. Понятие о дельта-функции Дирака и ее физический смысл. Метод Фурье и метод комплексных амплитуд. Восприимчивость, дисперсия и поглощение системы. /Лаб/	6	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3			Зачет
1.8	Самостоятельное решение учебных задач для сдачи преподавателю (как подготовка к зачету) /Ср/	6	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Контрольное задание №1
1.9	III. Канонический формализм 6. Уравнения Гамильтона. Фазовое пространство. Преобразование Лежандра, его геометрический смысл. Физический смысл функции Гамильтона. Вывод уравнений Гамильтона из вариационного принципа. Общее выражение для вариации действия (вариационная задача с незакрепленными концами). Принцип наименьшего действия Мопертюи. Геодезические линии. Действие как функция координат и времени. Уравнение Гамильтона-Якоби. /Лек/	6	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
1.10	7. Канонические преобразования. Основное тождество для производящей функции. Нахождение уравнений преобразования по производящей функции. Скобки Пуассона и их инвариантность относительно канонических преобразований. /Лаб/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3			Зачет
1.11	IV. Развитие идей классической механики 8. Оптико-механическая аналогия. Физическая оптика. Волновое уравнение. Геометрическая оптика. Уравнение эйконала. Аналогия между геометрической оптикой и гамильтоновой механикой. Волновые свойства материальных частиц. Уравнение Шредингера. /Лек/	6	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
1.12	Самостоятельная работа по теме II. Применение уравнений Лагранжа . Решение задач из заданного списка. /Ср/	6	6	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
1.13	Самостоятельная работа по теме III. Канонический формализм. Решение задач из заданного списка. /Ср/	6	6	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
1.14	Самостоятельная работа по теме IV. Развитие идей классической механики. Решение задач из заданного списка. /Ср/	6	6	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
1.15	Самостоятельное решение задач для сдачи преподавателю из Контрольного задания 2 (как подготовка к зачету) /Ср/	6	7,85	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Контрольное задание 2
1.16	Промежуточная аттестация (зачет) /КРЗ/	6	0,15	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет

	Раздел 2. Классическая электродинамика						
2.1	I. Краткие сведения из тензорного исчисления 1.1. Введение. Понятие координат и введение их в физику. Системы отсчета в физике и физический смысл координат. Введение инерциальных систем отсчета. 1.2. Понятие тензора. Ковариантные и контрвариантные тензоры. Алгебраические, геометрические и дифференциальные свойства тензоров. Матричное представление тензоров как наиболее востребованное в физике. Тензорная запись основных дифференциальных операций в физике. /Лек/	7	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
2.2	II. Основные положения специальной теории относительности и электромагнитное поле 2.1. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Следствия: релятивистские кинематические эффекты (сокращения масштабов и замедление времени). Функция Лагранжа в специальной теории относительности. Релятивистские уравнения движения. Функция Лагранжа при движении в электромагнитном поле. /Лек/	7	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен

2.3	III. Уравнения электромагнитного поля и их применения 3.1. Уравнения Лагранжа для непрерывных систем. Движение точечного заряда в электромагнитном поле. Тензор электромагнитного поля. Градиентная инвариантность. Преобразование Лоренца для поля. Уравнения Максвелла в трехмерном пространстве. Лагранжиан электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока и уравнение непрерывности. Уравнения Максвелла релятивистско-инвариантном виде. Плотность энергии, вектор Пойнтинга. Тензор энергии импульса электромагнитного поля. Закон сохранения энергии, импульса и момента импульса. Интегральная форма уравнений Максвелла. Потенциальная формулировка электродинамики. Уравнение Даламбера. . 3.2. Статические поля. Постоянное электростатическое поле. Закон кулона. Поле равномерно движущего заряда. Постоянное магнитное поле. Дипольный и мультипольный моменты. Система зарядов во внешнем электрическом поле. Магнитный момент. Теорема Лармора. 3.3. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Плоские волны. Сферические волны. Общее решение неоднородного волнового уравнения. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта. 3.4. Теория излучения. Дипольное излучение. Квадрупольное и магнито-дипольное излучение. Излучение движущегося заряда. Рассеяние и дисперсия. Электромагнитная масса. Трудности классической электродинамики. /Лек/	7	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
2.4	Основные операции с тензорами. Тензорный анализ. /Лаб/	7	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
2.5	Рассмотрение приложений применения уравнений Максвелла - фундаментальных уравнений электродинамики. Занятия связаны с тематикой лекционного раздела III. Уравнения электромагнитного поля и их применения. /Лаб/	7	14	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
2.6	Самостоятельная работа по изучению вопросов раздела I. Решение задач по теме раздела I. /Ср/	7	8	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен

2.7	Самостоятельная работа по изучению вопросов раздела II. Решение задач по теме раздела II. /Ср/	7	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
2.8	Самостоятельная работа по изучению вопросов раздела. Решение задач по теме раздела III. /Ср/	7	14	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
2.9	Самостоятельная работа по решение задач из Контрольного задания 1 (к экзамену). /Ср/	7	8	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Контрольное задание 1
2.10	Промежуточная аттестация (экзамен) /КРЭ/	7	0,33	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
2.11	Промежуточная аттестация /Экзамен/	7	35,67	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		
	Раздел 3. Квантовая механика						
3.1	Основные положения и понятия квантовой механики /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.2	Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Уравнение непрерывности. Динамика средних физических величин. Теоремы Эренфеста. Законы сохранения. Связь симметрии с интегралами движения. /Лаб/	8	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен Контрольное задание 1
3.3	Квантовая динамика /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.4	Волновая функция Операторы физических величин Спектральная задача Явный вид операторов физических величин Состояния с определенными значениями физической величины Соотношение неопределенностей. /Лаб/	8	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.5	Гармонический осциллятор /Лек/	8	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен Контрольное задание 1
3.6	Описание на языке операторов рождения и уничтожения. Спектр энергии, главное квантовое число. Волновые функции. Сравнение классического и квантового гармонических осцилляторов. Теорема вириала. Правила отбора. Интенсивность дипольного излучения. /Лаб/	8	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.7	Прямоугольная потенциальная яма (стационарные состояния) /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.8	Движение частицы в сферически-симметричном поле (дискретный спектр) /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен

3.9	Движение частицы в кулоновском поле (дискретный спектр) /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.10	Собственные значения (главное квантовое число, орбитальное квантовое число, магнитное квантовое число) и собственные функции (сферические и радиальные). Представление о «квантовых орбитах» /Лаб/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.11	Атом водорода. Спектральные серии Лаймана, Бальмера, Пашена. Спектры водородоподобных атомов. /Лаб/	8	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.12	Спин электрона. Уравнение Паули. Эффект Зеемана /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.13	Опыт Штерна и Герлаха /Лаб/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.14	Теория возмущений без вырождения. Теория возмущений с вырождением /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.15	Тождественные частицы /Лаб/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.16	Элементы теории излучения /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.17	Симметрия волновой функции тождественных частиц. Бозоны, фермионы. Принцип Паули. Гелиеподобный атом /Лаб/	8	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
3.18	Самостоятельная работа по решению индивидуальных учебных задач /Ср/	8	20	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Решение задач Экзамен
	Раздел 4. Физика ядра и элементарных частиц						
4.1	Фундаментальные частицы и фундаментальные взаимодействия. /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
4.2	Свойства стабильных ядер и нуклонов, методы их исследования /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
4.3	Симметрии и спонтанное нарушение симметрии. /Лек/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
4.4	Электрослабая теория. Объединение фундаментальных взаимодействия. Основы физической стандартной модели /Лек/	8	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
4.5	Свойства стабильных ядер и нуклонов, методы их исследования /Лаб/	8	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен

4.6	Ядерные силы и их основные свойства. Радиоактивные превращения ядер /Лаб/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
4.7	Модели атомного ядра. Ядерные превращения и взаимодействия /Лаб/	8	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
4.8	Элементарные частицы. Методы обнаружение новых элементарных частиц /Лаб/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
4.9	Адроны и лептоны. Кварки /Лаб/	8	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
4.10	Самостоятельная работа по решению индивидуальных учебных задач /Ср/	8	18	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Решение задач Экзамен
4.11	Промежуточная аттестация (экзамен) /КРЭ/	8	0,33	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
4.12	Промежуточная аттестация /Экзамен/	8	35,67	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		
	Раздел 5. Статистическая физика						
5.1	С1. Элементы теории вероятностей. Биномиальное распределение. /Лаб/	9	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.2	Л1. Основные определения. Флуктуации плотности в классическом газе. /Лек/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.3	Л2. Примеры подсчета числа доступных состояний Ω (Часть 1). Ω в системе из N спинов 1/2 в магнитном поле. /Лаб/	9	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.4	С2. Вычисление среднего и дисперсии (дискретные случайные величины). /Лаб/	9	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.5	Л3. Примеры подсчета числа доступных состояний Ω (Часть 2). Ω в идеальном квантовом газе. Ω1 ч-цы . Метод подсчета Ω в пространстве главных квантовых чисел. /Лаб/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.6	С3. Вычисление среднего и дисперсии (непрерывные случайные величины). /Лаб/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.7	Л4. Примеры подсчета числа доступных состояний Ω (Часть 3). dΩ1 ч-цы в энергетическом слое. Плотность орбиталей. /Лаб/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.8	С4. Подсчет числа доступных состояний. /Лаб/	9	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен

5.9	Л5. Примеры подсчета числа доступных состояний Ω (Часть 4). dΩN ч-ц (3N-мерный сферический слой). Распределение энергии между двумя подсистемами, находящимися в тепловом контакте (p(E)). /Лек/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.10	Кр1. Контрольная работа 1. "Подсчет числа доступных состояний" /Ср/	9	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.11	Л6. Обсуждение понятия "энтропия" (презентация, ч1). /Лек/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.12	С5. Термодинамическое равновесие. /Лаб/	9	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.13	Л7. Термодинамическое равновесие (презентация, ч2). 2-е начало термодинамики, необратимость, причинность. /Лек/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.14	Л8. Основные интенсивные параметры термодинамического равновесия (Ч1). Температура, химический потенциал. /Лаб/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.15	С6. Отрицательные температуры. /Лаб/	9	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.16	С.р. 1. Химический потенциал /Ср/	9	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Самостоятельное решение предложенных задач по новому материалу
5.17	Л9. Основные интенсивные параметры термодинамического равновесия (Ч2). Давление, связь с энтропией. Основное термодинамическое тождество. Неравенство Клаузиуса, Основное термодинамическое неравенство. /Лек/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.18	С.р. 2. Термодинамические потенциалы F, H, Ф. /Ср/	9	14	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Самостоятельное изучение теоретического материала (с помощью учебного пособия и видеолекции)
5.19	Л10. Каноническое и большое каноническое распределение. Идеология статистических ансамблей. /Лек/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Большое каноническое распределение дается без вывода, по аналогии с каноническим, подробности вывода относятся на самостоятельную работу

5.20	С.р. 3. Большое каноническое распределение Гиббса. /Ср/	9	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Самостоятельное изучение теоретического материала с помощью учебного пособия
5.21	С7. Средняя энергия и теплоемкость двухуровневой системы. Аномалия Шоттки. /Лаб/	9	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Проверочная работа № 1. (наличие разбора задачи в тетради проверяется у каждого студента)
5.22	Л11. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна (Части 1, 2). /Лек/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.23	С8. Связь средней энергии и стат.суммы. /Лаб/	9	1	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Проверочная работа № 2
5.24	С.р. 4. Термодинамические потенциалы и стат. сумма (решение задач) /Ср/	9	12	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Проверочная работа № 3 Самостоятельное решение важнейших задач по теме
5.25	Л12. Переход от квантового описания к классическому. Классическое каноническое распределение (Максвелла-Больцмана). Классический предел квантовых статистик. Условия применимости классического описания. Критерий вырождения. /Лек/	9	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.26	С.р. 5. Теорема о равнораспределении энергии по степеням свободы. /Ср/	9	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Самостоятельное ознакомление с доказательством теоремы по учебному пособию
5.27	С.р. 6. Распределения Максвелла и Больцмана (решение задач) /Ср/	9	8	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Проверочная работа № 4 Самостоятельное решение важнейших задач по теме
5.28	С9. Средняя энергия квантового гармонического осциллятора. Колебательный вклад в теплоемкость двухатомных молекул. /Лаб/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Проверочная работа № 5
5.29	С.р. 7. Теория флуктуаций. /Ср/	9	8	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Самостоятельное ознакомление с теоретическим материалом по учебному пособию

5.30	Л13. Теплоемкость электронного газа. /Лаб/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.31	С.р. 8. Теплоемкость электронного газа (вычисление интеграла при точном расчете). /Ср/	9	8	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Самостоятельное ознакомление с подробностями интегрирования в электронном газе по учебному пособию
5.32	С10. Средняя энергия квантового ротатора. Вращательная и полная теплоемкость двухатомных молекул. /Лаб/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Проверочная работа № 6
5.33	С11. Теплоемкость твердого тела (фононного газа). /Лаб/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Проверочная работа № 7
5.34	С12. Теплоемкость фотонного газа. Законы излучения АЧТ. /Лаб/	9	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Проверочная работа № 8
5.35	С.р. 9. Термодинамика идеального одноатомного газа. /Ср/	9	6	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Самостоятельное изучение теоретического материала по учебному пособию
5.36	С.р. 10. Фазовые переходы (классификация по Эренфесту) /Ср/	9	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Самостоятельное изучение теоретического материала по учебному пособию
5.37	Промежуточная аттестация (экзамен) /КРЭ/	9	0,33	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Экзамен
5.38	Промежуточная аттестация /Экзамен/	9	35,67	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		
	Раздел 6. Физика твердого тела						
6.1	Описание структуры кристаллов Элементарная ячейка, базис, пространственная решетка, решетка Браве, координационное число решетки, преобразования симметрии, индексы узлов, направлений и плоскостей /Лек/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.2	Элементарная ячейка, базис, пространственная решетка, решетка Браве, координационное число решетки, преобразования симметрии, индексы узлов, направлений и плоскостей /Лаб/	6	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет

6.3	Теория металлов Друде /Лек/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.4	Эффект Холла и магнетосопротивление, высокочастотная электропроводность металла, плазменные колебания, теплопроводность металла, расчет коэффициента теплопроводности, закон Видемана-Франца. /Лаб/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.5	Квантовые статистики /Лек/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.6	Микросостояния, статистический вес, статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака, распределение Ферми—Дирака для электронов в металле, энергия Ферми /Лаб/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.7	Теплоемкость твердых тел /Лек/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.8	Закон Дюлонга-Пти, модель Эйнштейна, модель Дебая /Лаб/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.9	Элементы зонной теории. Электропроводность /Лек/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.10	Модель Кронига-Пенни, теорема Блоха, зоны Бриллюэна, электро-проводность металлов и полупроводников /Лаб/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.11	Полупроводники /Лек/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.12	Энергетические зонные диаграммы и носители заряда в полупроводниках, собственные полупроводники, примесные полупроводники, определение концентрации свободных носителей заряда, закон действующих масс, температурные свойства полупроводников /Лаб/	10	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.13	Элементы физики магнитных явлений Характеристики для описания магнитных свойств твердых тел, диамагнетизм, парамагнетизм, закон Кюри, Правило Хунда, температурная зависимость магнитной восприимчивости парамагнетиков; типы магнитных структур, ферромагнетики, /Лаб/	10	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.14	Сверхпроводимость Критическая температура, незатухающие токи, термоэлектрические свойства, магнитные свойства, идеальный диамагнетизм, критическое поле, теплоемкость, уравнение Лондонов, эффект Джозефсона /Лек/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет

6.15	Углеродные материалы Фуллерены, углеродные нанотрубки, графен /Лаб/	10	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет
6.16	Самостоятельная работа по решению индивидуальных учебных задач /Ср/	10	39,85	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Решение задач Зачет
6.17	Промежуточная аттестация (зачет) /КРЗ/	10	0,15	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3		Зачет

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

I. Перечень вопросов для самостоятельной работы

1. Как определить размерность пространства, в котором мы живем?
2. Что такое арифметизация пространства?
3. Имеют ли координаты физический смысл?
4. Что такое инерциальная система отсчета?
5. Как определить, является ли данная система отсчета инерциальной?
6. Сформулировать принцип относительности Галилея.
7. Что такое локально-инерциальная система отсчета?
8. Как определяются консервативные силы?
9. Получить преобразования Галилея, потребовав инвариантность записи уравнений Ньютона в любой инерциальной системе отсчета.
10. Дать определение связей.
11. Какие бывают связи?
12. Какие трудности возникают при описании системы за счет введения связей?
13. Что такое обобщенные координаты?
14. Дать определение виртуальных перемещений.
15. Чем виртуальные перемещения отличаются от реальных?
16. Пояснить суть задачи о брахистохроне.
17. Что такое функционал?
18. В чем отличие и в чем сходство понятий функционала и функции?
19. Что такое сила инерции? Имеет ли она физический смысл?
20. Что такое принцип Д’Аламбера?
21. Где применяется принцип Д’Аламбера?
22. Что такое реономные и склерономные системы?
23. Что такое консервативные системы?
24. Что такое функция Лагранжа?
25. Что такое диссипативные системы?
26. Что такое диссипативная функция Релея?
27. В чем заключается физический смысл функции Рэлея?
28. Что такое неопределенный множитель Лагранжа?
29. Где применяется метод неопределенных множителей?
30. Что такое действие?
31. Какова физическая размерность действия?
32. Что такое принцип наименьшего действия?
33. Пояснить суть принципа наименьшего действия.
34. Чем принцип наименьшего действия отличается от принципа Гамильтона?
35. Каково строение атома водорода?
36. Какова вероятностная интерпретация дифференциального сечения рассеяния?
37. Какого типа потенциалы используются для рассмотрения рассеяния, например, α-частиц на ядрах атомов?
38. Сколько степеней свободы у твердого тела?
39. Сформулировать теорему Шаля.
40. Что такое угловая скорость?
41. Что такое центр инерции?
42. Что такое тензор моментов инерции?
43. Как записывается кинетическая энергия твердого тела?
44. Что такое главные оси инерции?
45. Что такое главные моменты инерции?
46. Что такое момент импульса твердого тела?

47. Что такое момент сил?
48. Что такое уравнения Эйлера
49. Чем отличается инвариантная запись уравнений от их координатной записи?
50. Какой член функции Лагранжа (3.) описывает силу Кориолиса? Центробежную силу?
51. В каком направлении действует сила Кориолиса на движущиеся тело? На покоящиеся?
52. В каком направлении действует центробежная сила? Как она зависит от движения тела?
53. Что такое центробежная энергия? Это кинетическая или потенциальная энергия?
54. Что такое канонические уравнения движения?
55. Чем отличается общая вариационная задача от вариационной задачи с закрепленными концами?
56. Что такое принцип наименьшего действия Мопертюи?
57. К каким следствия приводит выполнение принципа наименьшего действия Мопертюи?
58. Какие формы записи существуют для принципа наименьшего действия Мопертюи?
59. Записать волновое уравнение
60. Что такое эйконал? Его физический смысл.
61. Суть гипотезы Д'Бройля.
62. Записать уравнение эйконала.
63. Волны материи, что это такое?
64. Записать выражение для длины волны Д'Бройля.
65. Каков физический смысл волновой функции в шредигеровской волновой механике?

II. Контрольные задания

Контрольное задание №1
1. Проинтегрировать одномерное уравнение Ньютона в квадратурах для сил вида: а) F(t); б) F(x); в) F(v).
2. Проинтегрировать одномерное уравнение Ньютона для сил вида: а) F− = kx; б) F = −aV (слабое трение); в) F = −aV^2 (сильное трение), где a = const.
3. Найти закон падения тела с большой высоты.
4. Найти закон падения тела в однородном поле тяжести с учетом силы трения.
5. С какой минимальной вертикальной скоростью V нужно подбросить
частицу, чтобы она покинула Землю.
6. Дан физический маятник — однородный стержень длины l и массы m.
К нижнему концу стержня приложена горизонтальная сила F. Найти угол
α, на который отклонится стержень в положении равновесия.
7. Бусинка массы m надета на проволочку, которая согнута и вращается
вокруг оси y с постоянной угловой скоростью ω. Определить форму этой
проволочки, при которой бусинка в однородном поле тяжести останется в равновесии.

Контрольное задание №2
1. Однородный стержень весом P и длиной l опирается на прямоугольную ступеньку высоты h, его нижний конец удерживается нитью, прикрепленной к ступеньке. Угол между стержнем и полом α, трения нет. Определить реакцию опор и натяжение нити. Рассмотреть случаи: а) l > h, б) l < h.
2. Тяжелая материальная точка соскальзывает с вершины вертикального обруча в поле тяжести. Найти реакции связи и точку отрыва.
3. Тяжелая материальная точка соскальзывает по параболе y = a^2; a > 0. Найти реакции связи. Рассмотреть случай a < 0.
4. Записать функцию Лагранжа и уравнения Лагранжа для материальной точки массы m в 3-мерном пространстве, в потенциальном поле U(_r), в:
а) декартовых координатах;
б) цилиндрических координатах;
в) сферических координатах.
5. Получить формулу Резерфорда.
6. Какова энергия α-частицы в Мэв, если ее скорость равна v_∞ = 3, 246•109 км/с ?
7. Однородный шар массы и радиуса скатывается без трения и проскальзывания с горки высоты на горизонтальную плоскость. Найти скорость центра масс шара на горизонтальном участке.
8. Найти период прецессии Земли, если отношение ее главных моментов инерции (I – I_z)/I ≈ 1/300?

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

I. Перечень вопросов и задач для самостоятельной работы

1. Что такое пробная частица?
2. Что такое пробный заряд?
3. Как записываются уравнения Лагранжа в аналитической механике?
4. Как записывается закон всемирного тяготения Ньютона?
5. Как выглядит ньютоновский гравитационный потенциал?
6. Записать трехмерные уравнения движения заряженной частицы в электромагнитном поле.
7. Записать уравнения движения заряженной частицы в электромагнитном поле в ковариантном виде.
8. Какие существуют инварианты электромагнитного поля?
9. Что такое калибровочная инвариантность электромагнитного поля?

10. Как связан тензор электромагнитного поля в 4-потенциалом?
11. В чем особенности вывода уравнений поля из вариационного принципа по сравнению с получением уравнений движения в аналитической механике?
12. Что такое плотность функции Лагранжа и как она связана с функцией Лагранжа?
13. Каков вид действия для электромагнитного поля?
14. Что такое вектор плотности тока?
15. Как выглядит уравнение непрерывности для тока?
16. Записать 1-ю пару уравнений Максвелла.
17. Записать 2-ю пару уравнений Максвелла.
18. Записать уравнения Максвелла в 4-мерной формулировке.
19. Как записать плотность точечного заряда?
20. Что такое тензор энергии-импульса идеальной жидкости?
21. Чему равен след тензора энергии-импульса электромагнитного поля?
22. Записать уравнения Максвелла для электростатики.
23. Записать закон Кулона.
24. Почему магнитное поле можно считать «фиктивным» полем?
25. Как выглядит электрическое поле быстро движущегося заряда?
26. Что такое дипольный момент? Запишите его в виде интеграла.
27. Напишите выражения для потенциала и поля диполя.
28. При каких условиях квадрупольный момент не зависит от выбора начала координат?
29. Что такое мультипольное разложение?
30. Чему равна потенциальная энергия диполя во внешнем поле?
31. Записать уравнения Максвелла для магнитостатики.
32. В чем состоят отличия мультипольного разложения в магнитостатике от аналогичного в электростатике?
33. Запишите выражение для магнитного момента через механический.
34. Что такое Ларморова прецессия?
35. Какие компоненты удовлетворяют волновому уравнению?
36. Какие компоненты и удовлетворяют волновому уравнению?
37. Удовлетворяет ли волновому уравнению скалярный потенциал?
38. Смысл двух независимых решений одномерного волнового уравнения?
39. Сколько степеней свободы нужно для учета поляризации плоской волны?
40. Перечислить типы поляризации плоской монохроматической волны.
41. Что такое запаздывающее время? Его физический смысл.
42. Что такое запаздывающие потенциалы? Их физический смысл.
43. Что описывают потенциалы Лиенара-Вихерта?
44. Записать уравнения электромагнитного поля для потенциалов.
45. Как называются частные решения неоднородного волнового уравнения?
46. Существует ли дипольное излучение от электронного газа?
47. Существует ли чисто квадрупольное излучение?
48. Существует ли чисто магнито-дипольное излучение?
49. Может ли излучать заряд двигающийся равномерно и прямолинейно?
50. Чему пропорциональна мощность излучения ускоренного заряда?
51. Что такое сечение рассеяния?
52. Записать формулу Томсона и дать физическую интерпретации.

II. Контрольное задание 1

1. Найти напряженность электрического поля, создаваемого точечным электрическим зарядом.
2. Найти напряженность электрического поля (внутри и снаружи), создаваемого равномерно заряженной сферой.
3. Найти напряженность электрического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости.
4. Найти напряженность электрического поля равномерно заряженного цилиндра.
5. Найти напряженность электрического поля внутри и с наружи равномерно заряженного шара.
6. Найти напряженность электрического поля равномерно заряженной прямолинейной бесконечной нити.
7. Найти потенциал электрического поля внутри и снаружи равномерно заряженного шара.
8. Заряд электрона распределен в атоме водорода с плотность , -- боровский радиус атома. Найти потенциал и напряженность электрического поля электронного заряда, считая, что протонный заряд сосредоточен в начале координат.
9. Каким распределением зарядов создается потенциал, имеющий в сферических координатах вид , где -- постоянные?
10. Каким распределением зарядов создается потенциал, имеющий в сферических координатах вид , где -- постоянные?
11. Найти энергию взаимодействия электронного облака ядром атома водорода. Заряд электрона распределен в атоме с объемной плотностью , где -- постоянные?
12. Считая, что электронные облака в атоме гелия имеют одинаковый вид и описываются объемной плотность (-- постоянные), найти энергию взаимодействия электронов в атоме гелия.
13. Пространство между двумя концентрическими сферами различных радиусов заполнено средой с объемной плотностью зарядов . Найти полный заряд такой системы.
14. Пространство между двумя концентрическими сферами различных радиусов заполнено средой с объемной плотностью зарядов . Найти потенциал такой системы.
15. Пространство между двумя концентрическими сферами различных радиусов заполнено средой с объемной плотностью зарядов . Найти напряженность электрического поля такой системы.

16. Найти напряженность электрического поля, если его потенциал равен .
17. Найти потенциал электрического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости.
18. Найти потенциал электрического поля (внутри и снаружи), создаваемого равномерно заряженной сферой.
19. Найти потенциал электрического поля равномерно заряженного цилиндра.
20. Найти потенциал электрического поля равномерно заряженной прямолинейной бесконечной нити.

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

I. Перечень вопросов для самостоятельной работы

1. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
2. Вероятностный характер поведения микрочастиц (переменные описания).
3. Понятие об операторе. Свойства операторов, используемых в квантовой механике.
4. Стационарное уравнение Шредингера.
5. Среднее значение физических величин.
6. Операторы координат и импульсов микрочастиц.
7. Оператор момента импульса.
8. Гамильтониан системы взаимодействующих частиц, (общий случай, парные взаимодействия, кулоновское взаимодействие)
9. Принцип причинности в квантовой механике.
10. Вектор плотности потока вероятности.
11. Изменение во времени средних значений физических величин. Теорема Эренфеста.
12. Динамические уравнения и законы сохранения.
13. Связь законов сохранения в квантовой механике со свойствами симметрии пространства-времени.
14. Частица в потенциальной яме.
15. Прохождение микрочастицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
16. Гармонический осциллятор
17. Интенсивность дипольного излучения.
18. Частица в центрально-симметричном поле. Водородоподобный атом.
19. Спин. Оператор спина.
20. Системы тождественных частиц. Принцип тождественности. Принцип Паули.
21. Атом во внешнем поле. Эффект Зеемана.
22. Вероятности перехода под действием внешнего возмущения.
23. Правила отбора для излучения и поглощения света атомом.
24. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Естественная ширина уровней.

II. Контрольное задание 1

1.Частица массой находится в
бесконечной одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной в состоянии, которое описывается волновой функцией
( )= (−). Нормировать функцию и
найти вероятность обнаружения частицы в основном состоянии.
2. На примере основного состояния показать, что у линейного гармонического осциллятора средняя кинетическая энергия равна средней потенциальной энергии.
3. Частица массой и с энергией падает слева на потенциальный барьер частица массой и с энергией падает слева на
потенциальный барьер. Найти вероятность отражения частицы от барьера в случаях) > 0,) < 0

5.2. Темы письменных работ

Письменные работы по предмету не предусмотрены

5.3. Фонд оценочных средств

Классическая механика (5 семестр)
Примерный перечень вопросов к зачету
1.Принцип относительности. Описание состояния механической системы. Принцип причинности.
2.Масса. Сила. Принцип независимости действия сил. Законы Ньютона. Основная задачи динамики частицы.
3. Импульс частицы. Теорема об изменении импульса частицы.
4. Момент импульса частицы. Теорема об изменении момента импульса частицы.
5. Кинетическая энергия частицы. Работа, мощность. Теорема об изменении кинетической энергии частицы.
6. Потенциальная сила. Потенциальная энергия. Теорема об изменении потенциальной энергии. Теорема об изменении полной механической энергии частицы.
7. Внешние и внутренние силы. Теорема о движении центра инерции.
8. Импульс системы частиц. Теорема об изменении импульса системы частиц.
9. Момент импульса системы частиц. Теорема об изменении момента импульса системы частиц. Преобразование момента импульса системы частиц.
10.Кинетическая энергия системы частиц. Теорема об изменении кинетической энергии системы частиц. Теорема Кенига.
11. Потенциальная энергия системы частиц. Собственная энергия системы частиц. Закон сохранения механической энергии системы частиц.

12. Задача двух тел. Движение частицы в центрально-симметричном поле. Эффективный потенциал.
13. Задача Кеплера. Рассеяние частиц.
14. Механическая система с наложенными на нее связями. Классификация связей. Общая задача динамики для системы частиц со связями.
15. Обобщенные координаты и обобщенные силы.
16. Функция Лагранжа
17. Вывод уравнения Лагранжа из принципа экстремального действия.
18. Кинетическая энергия. Ее выражение через обобщенные координаты и скорости.
Принцип экстремального действия.
19. Описание состояния механической системы в механике Гамильтона. Фазовое пространство.
20. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона.
21.Скобки Пуассона. Законы сохранения в механике Лагранжа и Гамильтона.
22. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца.
23. Пространственные и временные промежутки в СТО. Закон сложения скоростей в СТО.
24. Математический аппарат СТО. Интервал. 4-е векторы.
25. 4-скорость и 4-е ускорение.
26.Импульс, энергия и масса релятивистской частицы.
27. Динамика частицы в СТО. Закон инерции.
28. Масса частицы. 4-е импульс. Основное уравнение динамики частицы в СТО.
29. Системы частиц в СТО. Система невзаимодействующих частиц.

Примерный перечень вопросов к экзамену
Классическая электродинамика (7 семестр)
1. Уравнения Максвелла в вакууме. Опытные обоснования.
2. Электрический заряд, его свойства. Объемная и поверхностная плотности заряда. Вектор плотности тока. Закон сохранения заряда в интегральной и дифференциальной форме.
3. Уравнения электростатики в вакууме в дифференциальной и интегральной формах.
Скалярный потенциал электрического поля, его свойства. Уравнение Пуассона.
4. Электростатическое поле точечного заряда, вывод закона Кулона из уравнений электростатики. Потенциал точечного заряда и системы объемных и поверхностных зарядов.
5. Мультипольное разложение скалярного потенциала. Дипольный момент, его свойства.
Потенциал и электрическое поле диполя.
6. Вектор поляризации. Потенциал поляризованного тела. Поверхностная и объемная плотности поляризационных зарядов.
7. Усреднение микрополей для случая электростатики. Свободные и поляризационные заряды. Вывод уравнений электростатики в веществе. Вектор электрической индукции.
Диэлектрическая проницаемость вещества.
8. Вывод выражения для энергии электрического поля в диэлектрике.
9. Стационарный электрический ток. Линейные цепи. Закон Ома и в интегральной и дифференциальной формах. ЭДС.
10. Уравнения магнитостатики в вакууме в дифференциальной и интегральной формах. Векторный потенциал, условия калибровки. Уравнение для векторного потенциала.
Векторный потенциал объемных токов и поверхностных токов.
11. Вывод закона Био-Савара-Лапласа.
12. Мультипольное разложение векторного потенциала. Магнитный момент контура с током, его векторный потенциал.
13. Вектор намагниченности. Векторный потенциал намагниченного тела. Объемные и поверхностные токи намагничения (без вывода).
14. Усреднение микрополей для случая магнитостатики. Ток свободных зарядов и ток намагничения . Уравнения магнитостатики в веществе. Вектор Н. Магнитная проницаемость вещества.
15. Закон электромагнитной индукции Фарадея.
16. Усреднение микрополей в общем случае. Уравнение Лоренца-Максвелла.
17. Вывод выражения для энергии магнитного поля в веществе
18. Гипотеза Максвелла о токе смещения. Система уравнений Максвелла в веществе в дифференциальной и интегральной формах.
19. Теорема Пойнтинга. Вектор Пойнтинга.
20. Потенциалы A и φ электромагнитного поля, калибровочные преобразования. Связь потенциалов с полями, калибровочная инвариантность полей.
21. Уравнения Даламбера для потенциалов. Калибровочные условия Лоренца. Волновое уравнение.
22. Плоские волны. Поперечность плоской электромагнитной волны.
23. Запаздывающие потенциалы.
24. Электромагнитное поле системы зарядов в дипольном приближении в волновой зоне.
Интенсивность излучения в дипольном приближении.
25. 4-ток. Преобразование Лоренца для 4-тока. Примеры.
26. 4-потенциал. Уравнения Даламбера и условие Лоренца в ковариантной форме.
Преобразование Лоренца для 4-потенциала.
27. Тензор электромагнитного поля.
28. Преобразование электрического и магнитного полей при изменении системы отсчета.

29. Ковариантная форма уравнений Максвелла.

Примерный перечень вопросов к экзамену
Квантовая механика (8 семестр)
1.Принцип суперпозиции. Вектор состояния. Динамические переменные квантовой механики и самосопряжѐнные операторы.
2.Собственные значения и собственные функции самосопряженных операторов. Возможные значения наблюдаемых и их вероятность, среднее значение наблюдаемых.
3.Условия совместной измеримости динамических переменных. Полный набор динамических переменных.
4.Волновая функция. Операторы координат и импульса. Собственные функции оператора импульса. Операторы орбитального момента, их собственные функции и значения.
5.Уравнение Шрѐдингера. Изменение во времени средних значений наблюдаемых. Законы сохранения и их связь со свойствами симметрии пространства-времени и внешнего поля.
6.Стационарное уравнение Шредингера. Стационарные состояния, их свойства.
7.Общие свойства одномерного движения микрочастицы. Задача о частице в потенциальной яме. Туннельный эффект.
8. Энергетический спектр квантового гармонического осциллятора.
9.Общие свойства движения в центрально-симметричном поле, законы сохранения. Собственные значения и собственные функции оператора орбитального момента. Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода, его энергетический спектр. Стационарные состояния атома водорода и их описание с помощью квантовых чисел.
10.Операторы спина. Волновая функция электрона с учетом спина.
11.Принцип тождественности частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы, принцип Паули для фермионов. Связь спина со статистикой.
12.Атом гелия. Синглетные и триплетные состояния атома гелия. Обменная энергия.
13.Классификация состояний электронов в атоме. Периодическая система элементов.
14. Многоэлектронный атомы и молекулы.

Примерный перечень вопросов к зачету и оценкой
Статистическая физика (9 семестр)
1. Макроскопическая система. Динамический и статистический методы в физике.
2. Макроскопическая система. Фазовое пространство.
3. Микросостояния квантовой и классической макросистем. Статистический ансамбль и статистическое распределение. Макросостояния.
4. Фазовое пространство. Статистический ансамбль и статистическое распределение. Макросостояния.
5. Термодинамические величины как средние по ансамблю и как средние по времени. Принцип микроскопической обратимости и необратимость процессов в макромире.
6. Статистическая природа необратимости. Статистическое равновесие.
7. Первое начало термодинамики. Химический потенциал.
8. Второе начало термодинамики. Обобщенная формулировка второго начала термодинамики.
9. Теорема Карно.
10. Температура. Абсолютный нуль. Отрицательная (абсолютная) температура.
11. Термодинамические потенциалы. Метод термодинамических потенциалов. Экстремальные свойства термодинамических потенциалов.
12. Третье начало термодинамики.
13. Принцип равновероятности (микроканоническое распределение).
14. Энтропия в квантовой и классической теориях. Закон возрастания энтропии (в замкнутых системах).
15. Распределение Гиббса (каноническое распределение). Статистическая сумма и статистический интеграл. Их связь со свободной энергией.
16. Закон равнораспределения кинетической энергии по степеням свободы.
17. Распределение Максвелла.
18. Распределение Больцмана для молекул идеального газа.
19. Классическая теория теплоемкостей идеального газа и кристаллов и ее трудности.
20. Квантовый подход к проблеме теплоемкости кристаллов.
21. Квантовый подход к проблеме теплоемкости. Теплоемкость двухатомных газов.
22. Локальное термодинамическое равновесие и обобщенная формулировка второго начала термодинамики.
23. Большое каноническое распределение.
24. Химический потенциал. Основные термодинамические соотношения для систем с переменным числом частиц.
25. Распределение Бозе-Эйнштейна.
26. Распределение Ферми-Дирака.
27. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Критерий вырождения.
28. Свободные электроны в металлах как вырожденный Ферми-газ.
29. Равновесное тепловое излучение как фотонный газ.
30. Сверхтекучесть.
31. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса.
32. Понятие о фазовых переходах второго рода. Соотношения Эренфеста.
33. Кривая равновесия фаз. Критическая точка.
34. Вероятность флуктуаций для системы в термостате. Формула Эйнштейна

35. Броуновское движение.
36. Явления переноса. Связь (термодинамических) сил и потоков.
37. Кинетические коэффициенты и соотношения взаимности Онсагера.
38. Понятие о диссипативных структурах и самоорганизации.

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой
Физика твердого тела (10 семестр)
1. Кристаллические и аморфные вещества. Кристаллизация и стеклование.
2. Эмпирическая классификация твердых тел. Связь типа кристаллической решетки с симметрией межатомного взаимодействия. Модельные потенциалы.
3. Вывод закона Гука для однородной деформации. Напряжения и деформации как тензоры второго ранга, обобщенный закон Гука.
4. Модель идеального кристалла. Кристаллическая решетка. Трансляционная симметрия кристаллов.
5. Элементарная ячейка. Простая и сложная решетки. Примеры.
6. Индексы Миллера.
7. Обратная решетка, ее свойства. Зоны Бриллюэна.
8. Теорема Блоха. Граничные условия Борна-Кармана.
9. Дифракция рентгеновских лучей на идеальной кристаллической решетке. Вывод формулы Вульфа−Брэгга.
10. Формулировка Лауэ дифракции рентгеновских лучей на кристалле.
11. Дефекты кристаллической решетки и связанные с ними свойства твердых тел. Вакансии, дислокации, границы зерен поликристаллов, трещины.
12. Краевая и винтовая дислокации, вектор Бюргерса.
13. Дислокации и рост кристаллов. Источник Франка-Рида.
14. Дислокации, их роль в пластической деформации кристаллов.
15. Динамика одномерного кристалла (простая решетка). Акустическая и оптическая ветви дисперсии для одномерной сложной решетки.
16. Квантование колебаний решетки, фононы. Метод квазичастиц.
17. Решеточная теплоемкость твердых тел, классическая теория и теория Эйнштейна.
18. Теория теплоемкости Дебая.
19. Ангармонические эффекты. Тепловое расширение. Решеточная теплопроводность.
20. Электрон в периодическом поле кристаллической решетки. Приближения сильной и слабой связи. Зонная теория.
21. Электроны в металлах, поверхность Ферми.
22. Динамика электрона в кристалле. Метод эффективной массы. Дырочные состояния. Электрон в кристалле как квазичастица.
23. Электро- и теплопроводность металлов в приближении времени релаксации. Закон Видемана-Франца.
24. Собственная проводимость полупроводников.
25. Статистика носителей в полупроводниках Положение уровня Ферми в собственных полупроводниках.
26. Донорные и акцепторные примеси в полупроводниках.
27. Вырожденные полупроводники. Закон действующих масс.
28. Температурная зависимость электропроводности полупроводников.
29. Механизмы поляризации диэлектриков. Сегнетоэлектрики.
30. Квантовая природа магнетизма. Виды магнитной упорядоченности. Магноны.
31. Пара- и диамагнетизм твердых тел. Формула Ланжевена и температура Кюри.
32. Ферромагнетики. Внутреннее поле Вейсса.
33. Ферримагнетики. Температура Неéля.
34. Сверхпроводимость, основные экспериментальные данные, элементы микроскопической теории.

5.4. Перечень видов оценочных средств

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Медведев Б. В.	Начала теоретической физики: механика, теория поля, элементы квантовой механики: учебное пособие	Москва: Физматлит, 2007
Л1.2	Аринштейн Э. А.	Элементы теоретической физики: учебное пособие	Тюмень: Тюменский государственный университет, 2011
Л1.3	Корзов К. Н.	Основы теоретической физики: учебник	Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2021

6.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Для освоения дисциплины необходим компьютер с графической операционной системой, офисным пакетом приложений, интернет-браузером, программой для чтения PDF-файлов, программой для просмотра изображений и видеофайлов и программой для работы с архивами.

6.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Elibrary.ru: электронная библиотечная система : база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию. Адрес: http://elibrary.ru. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». Адрес: https://biblioclub.ru. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.
3. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ». Адрес: e.lanbook.com. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.
4. Образовательная платформа «Юрайт». Адрес: https://urait.ru. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.
5. ИС Антиплагиат: система обнаружения заимствований. Адрес: https://krasspu.antiplagiat.ru. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.

7. МТО (оборудование и технические средства обучения)

Перечень учебных аудиторий и помещений закрепляется ежегодным приказом «О закреплении аудиторий и помещений в

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания для обучающихся
Основными видами учебной деятельности при изучении данной дисциплины являются: лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа студента.
Лекции являются одним из основных видов учебной деятельности в вузе, на которых преподавателем излагается содержание теоретического курса дисциплины. Рекомендуется конспектировать материал лекций.
На лабораторных работах происходит закрепление изученного теоретического материала и формирование профессиональных умений и навыков. Под руководством преподавателя студенты должны решить ряд задач, выполнять лабораторные работы. Кроме того, на лабораторных занятиях могут заслушиваться доклады студентов по темам рефератов и темам теоретического курса, вынесенных для самостоятельного изучения.
Посещение студентами лекционных и лабораторных занятий является обязательным.

С содержанием лекционных и семинарских занятий можно познакомиться в Рабочей программе дисциплины, а с трудоемкостью каждой темы и семинарского занятия – в Технологической карте обучения дисциплине.
Внеаудиторная самостоятельная работа студента направлена на самостоятельное изучение рекомендованной литературы, подготовку докладов, рефератов, решение задач для самостоятельной работы, содержащихся в документе Задачи для самостоятельного решения.
Темы теоретического курса, вынесенные для самостоятельного изучения, и которые могут использоваться для подготовки докладов, приведены в Перечне вопросов для самостоятельной работы и подготовки докладов.

Образовательный процесс по дисциплине организован в соответствии с модульно-рейтинговой системой подготовки студентов, принятой в университете.
Модульно-рейтинговая системой (МРС) – система организации процесса освоения дисциплин, основанная на модульном построении учебного процесса. При этом осуществляется структурирование содержания каждой учебной дисциплины на дисциплинарные разделы и проводится регулярная оценка знаний и умений студентов с помощью контроля результатов обучения по каждому дисциплинарному разделу и дисциплине в целом.

Результаты всех видов учебной деятельности студентов оцениваются рейтинговыми баллами. Формы текущей работы и рейтинг-контроля в каждом дисциплинарном разделе, количество баллов как по дисциплине в целом, так и по отдельным формам работы и рейтинг-контроля указаны в Технологической карте рейтинга дисциплины. В каждом разделе определено минимальное и максимальное количество баллов. Сумма максимальных баллов по всем разделам равняется 100%-ному усвоению материала. Минимальное количество баллов в каждом разделе является обязательным и не может быть заменено набором баллов в других разделах, за исключением ситуации, когда минимальное количество баллов по разделу определено как нулевое. В этом случае раздел является необязательным для изучения и общее количество баллов может быть набрано за счет других разделов. Дисциплинарный раздел считается изученным, если студент набрал количество баллов в рамках установленного диапазона.

Для получения положительной оценки необходимо набрать не менее 60 баллов, предусмотренных по дисциплине в целом (при условии набора всех обязательных минимальных баллов по каждому дисциплинарному разделу. Перевод баллов в академическую оценку осуществляется по следующей схеме: оценка «удовлетворительно» 60 – 72 балла, «хорошо» 73 – 86 баллов, «отлично» 87 – 100 баллов.
Рейтинг по дисциплине – это интегральная оценка результатов всех видов учебной деятельности студента по дисциплине, включающей:
- рейтинг-контроль текущей работы;
- промежуточный рейтинг-контроль;
- итоговый рейтинг-контроль.
Рейтинг-контроль текущей работы выполняется в ходе аудиторных занятий по текущему базовому разделу в следующих формах: защита решений задач, написание рефератов, выступление с докладами по темам, изучаемым самостоятельно.
Промежуточный рейтинг-контроль – это проверка полноты знаний по освоенному материалу текущего базового раздела. Он проводится в конце изучения каждого базового раздела в форме контрольных заданий без прерывания учебного процесса по другим дисциплинам.
Итоговый рейтинг-контроль является промежуточной аттестацией по дисциплине, которая проводится в рамках итогового раздела в форме экзамена во время сессии и предусматривает выделение времени на самостоятельную подготовку. Для подготовки к экзамену используйте Экзаменационные вопросы.
Преподаватель имеет право по своему усмотрению добавлять студенту определенное количество баллов (но не более 5 % от общего количества), в каждом дисциплинарном разделе:
- за активность на занятиях;
- за выступление с докладом на научной конференции;
- за научную публикацию;
- за иные учебные или научные достижения.
Студент, не набравший минимального количества баллов по текущей и промежуточной аттестациям в пределах первого базового раздела, допускается к изучению следующего базового раздела. Ему предоставляется возможность добора баллов в течение двух последующих недель (следующих за промежуточным рейтинг-контролем) на ликвидацию задолженностей.
Студентам, которые не смогли набрать промежуточный рейтинг или рейтинг по дисциплине в общеустановленные сроки по болезни или по другим уважительным причинам (документально подтвержденным соответствующим учреждением), декан факультета устанавливает индивидуальные сроки сдачи.
Если после этого срока задолженность по неуважительным причинам сохраняется, то назначается комиссия по приему академических задолженностей с обязательным участием заведующего кафедрой и директора института (его заместителя). По решению комиссии неуспевающие студенты по представлению декана отчисляются приказом ректора из университета за невыполнение учебного графика.
В особых случаях директор имеет право установить другие сроки ликвидации студентами академических задолженностей.
Неявка студента на итоговый или промежуточный рейтинг-контроль отмечается в рейтинг-листе записью «не явился». Если неявка произошла по уважительной причине (подтверждена документально), дирекция имеет право разрешить прохождение рейтинг-контроля в другие сроки. При неуважительной причине неявки в статистических данных деканата проставляется «0» баллов, и студент считается задолжником по данной дисциплине

Классическая механика
1. Баранов А.М. Основы теории относительности и гравитации: Математическое введение [Текст]: учеб. пособие. /А.М.Баранов -- Краснояр. ун-т, Красноярск, 1987. -- 91 с. (Научная библиотека СФУ (пр. Свободный,81); ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева http://elib.kspu.ru/document/10578)

2.Баранов А.М. Применение программируемых микрокалькуляторов в курсе "Теоретическая механика" 1. Рассеяние частиц в силовых полях. Формула Резерфорда. Метод. указания [Текст] /А.М,Баранов //Краснояр. гос. ун-т. Красноярск, 1987. (Научная библиотека СФУ
(пр. Свободный,81); ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева http://elib.kspu.ru/document/)

Электродинамика
1. Баранов А.М. Основы теории относительности и гравитации: Математическое введение [Текст]: учеб. пособие. /А.М.Баранов -- Краснояр. ун-т, Красноярск, 1987. -- 91 с. (Научная библиотека СФУ (пр. Свободный,81); ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева http://elib.kspu.ru/document/10578)