

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
физико-математических
и естественных наук



 Ю. П. Перельгин

от « 13 » апреля 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б 1.2.6 ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Профили подготовки: Физика, Технология

Форма обучения: очная

Пенза – 2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы теоретической физики» является формирование систематизированных знаний в области основ теоретической физики, включающих понимание структуры физических теорий, фундаментальных принципов, законов и понятий физики, методов теоретической физики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО бакалавриата

Дисциплина «Основы теоретической физики» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока дисциплин (модулей).

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях, навыках, сформированных в процессе изучения дисциплин: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Общая и экспериментальная физика».

Освоение данной дисциплины является основой для совместного и последующего изучения дисциплин (модулей): «Методика обучения физике», «Электрорадиотехника», «Астрономия», «Астрофизика», «Решение физических задач и моделирование физических процессов на ЭВМ», «Полупроводниковая электроника» и некоторых других дисциплин по выбору вариативной части, а также для последующего прохождения производственных практик, подготовки к государственной итоговой аттестации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Основы теоретической физики»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-1	Готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов.	<p><u>Знать</u>: фундаментальные физические теории и законы, понимать физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе и технике, знать приёмы и методы решения конкретных физических задач.</p> <p><u>Уметь</u>: применять базовые знания для решения теоретических и практических физических задач разного уровня сложности, правильно организовывать физические наблюдения и эксперименты, анализировать их результаты, осуществлять построение математических моделей физических явлений и процессов, организовывать проведение лабораторных работ, работ физического практикума.</p> <p><u>Владеть</u>: навыками решения теоретических и экспериментальных задач, навыками проведения физических наблюдений и экспериментов.</p>

1	2	3
ПК-12	Способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся.	<p><u>Знать</u>: понятийный аппарат, основы современных физических теорий, позволяющие вести совместную с обучающимися учебно-исследовательскую работу.</p> <p><u>Уметь</u>: организовывать различные этапы учебно-исследовательской деятельности обучающихся.</p> <p><u>Владеть</u>: универсальными методами и приёмами, необходимыми для ведения учебно-исследовательской работы.</p>
СКФ-1	Знание концептуальных и теоретических основ физики, её места в общей системе наук и ценностей, истории развития и современного состояния.	<p><u>Знать</u>: концептуальные и теоретические основы физики, её предмет, цель, задачи, методы, роль и место в общей системе наук; знать историю развития и современное состояние физики.</p> <p><u>Уметь</u>: приводить исторические факты при объяснении тех или иных физических явлений и процессов.</p> <p><u>Владеть</u>: определённым набором исторических сведений о фундаментальных открытиях, экспериментах, опытах.</p>
СКФ-2	Владение системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике.	<p><u>Знать</u>: фундаментальные физические законы и теории.</p> <p><u>Уметь</u>: объяснять сущность физических явлений и процессов, происходящих в природе и технике.</p> <p><u>Владеть</u>: понятийным аппаратом физики, фундаментальными законами физики.</p>
СКФ-3	Владение навыками организации и постановки физического эксперимента (лабораторного, демонстрационного, компьютерного).	<p><u>Знать</u>: методику постановки определённого набора физических экспериментов.</p> <p><u>Уметь</u>: организовывать и проводить лабораторные, демонстрационные и компьютерные эксперименты.</p> <p><u>Владеть</u>: приёмами работы с физическим оборудованием, используемым при проведении физических экспериментов.</p>
СКФ-4	Владение методами теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов, приёмами компьютерного моделирования.	<p><u>Знать</u>: методы теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов, приёмы компьютерной обработки результатов измерений, приёмы компьютерного моделирования.</p> <p><u>Уметь</u>: обрабатывать результаты физических экспериментов с помощью тех или иных компьютерных программ.</p> <p><u>Владеть</u>: приёмами компьютерной обработки результатов измерений.</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Основы теоретической физики»

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 19 зачётных единиц, 684 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины «Основы теоретической физики»	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)			
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа					Собеседование	Тест	Контрольная работа	Защита реферата (доклада)
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Подготовка к тесту	Подготовка реферата (доклада)	Подготовка к экзамену				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	Раздел 1. Классическая механика, СТО	7	1-18	72	36	36	108	96	8	4	36				
1.1.	Тема 1.1. Введение. Математический аппарат классической механики	7	1,2	8	4	4	12	12							
1.2.	Тема 1.2. Кинематика	7	3,4	8	4	4	12	12				4			
1.3.	Тема 1.3 Основания ньютоновой механики	7	5,6	8	4	4	12	12							
1.4.	Тема 1.4. Динамика частицы. Динамика системы частиц	7	7,8	8	4	4	12	12				8			
1.5.	Тема 1.5. Некоторые задачи классической механики	7	9,10	8	4	4	12	8	4				9		
1.6.	Тема 1.6. Основы аналитической механики	7	11,12	8	4	4	12	12				12			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.7.	Тема 1.7. Основы динамики твёрдого тела	7	13, 14	8	4	4	12	8		4					13
1.8.	Тема 1.8. Основные принципы СТО	7	15, 16	8	4	4	12	12				16			
1.9.	Тема 1.9. Релятивистская механика	7	17, 18	8	4	4	12	8	4				17	18	
2.	Раздел 2. Классическая электродинамика	8	1- 16	64	32	32	80	68	8	4					
2.1.	Тема 2.1. Введение. Математический аппарат классической электродинамики	8	1	4	2	2	8	8							
2.2.	Тема 2.2. Основные понятия классической электродинамики	8	2,3	8	4	4	8	8							
2.3.	Тема 2.3. Уравнения Максвелла	8	4	4	2	2	8	8				4			
2.4.	Тема 2.4. Электромагнитное поле в вакууме	8	5,6	8	4	4	8	4	4				6		
2.5.	Тема 2.5. Электростатическое поле в вакууме	8	7-9	12	6	6	8	8				8			
2.6.	Тема 2.6. Стационарное магнитное поле в вакууме	8	10- 12	12	6	6	8	8				12			
2.7.	Тема 2.7. Квазистационарное электромагнитное поле	8	13	4	2	2	8	4		4					13
2.8	Тема 2.8. Электромагнитные волны. Общие свойства электромагнитного поля в веществе	8	14	4	2	2	8	4	4				14		
2.9	Тема 2.9. Излучение электромагнитных волн	8	15	4	2	2	8	8				15			
2.10	Тема 2.10. Релятивистская формулировка электродинамики	8	16	4	2	2	8	8						16	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3.	Раздел 3. Квантовая механика	9	1-14	70	28	42	38	32	4	2					
3.1	Тема 3.1. Введение. Математический аппарат квантовой механики	9	1,2	10	4	6	4	4							
3.2	Тема 3.2. Особенности свойств микро-объектов	9	3,4	10	4	6	4	4							
3.3	Тема 3.3 Состояния и наблюдаемые в квантовой механике	9	5,6	10	4	6	6	6				4			
3.4	Тема 3.4. Динамические уравнения и законы сохранения	9	7,8	10	4	6	6	4	2				5		
3.5	Тема 3.5. Одномерное движение	9	9,10	10	4	6	6	4		2		8			7
3.6	Тема 3.6. Движение в центрально-симметричном поле	9	11,12	10	4	6	6	4	2				10		
3.7	Тема 3.7. Спин электрона, атомы во внешних полях. Системы тождественных частиц. Многоэлектронные атомы	9	13,14	10	4	6	6	6				11		12	
4	Раздел 4. Статистическая физика и термодинамика. Физика атомного ядра и элементарных частиц	10	1-12	72	24	48	108	96	8	4	36				
4.1	Тема 4.1. Введение. Основные положения статистической физики	10	1	6	2	4	8	8							
4.2	Тема 4.2. Статистическая термодинамика	10	2,3	12	4	8	10	10							
4.3	Тема 4.3. Равновесие фаз и фазовые переходы	10	4	6	2	4	10	10				4			
4.4	Тема 4.4. Статистическое распределение системы в термостате	10	5	6	2	4	10	10							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4.5	Тема 4.5. Распределение Гиббса. Основные применения распределения Гиббса	10	6	6	2	4	10	6	4				5		
4.6	Тема 4.6. Квантовые статистики идеального газа	10	7	6	2	4	10	10							
4.7	Тема 4.7. Элементы теории флуктуаций	10	8	6	2	4	10	10				8			
4.8	Тема 4.8. Основы теории неравновесных процессов	10	9	6	2	4	10	10							
4.9	Тема 4.9. Введение. Методы исследования в ядерной физике. Свойства атомных ядер	10	10	6	2	4	10	6		4					9
4.10	Тема 4.10. Ядерные силы и их основные свойства	10	11	6	2	4	10	6	4			11	10		
4.11	Тема 4.11. Ядерные превращения. Элементарные частицы	10	12	6	2	4	10	10							
Общая трудоёмкость, 684 ч.												Промежуточная аттестация			
												Форма		Семестр	
												Зачёт		8, 9	
												Экзамен		7, 10	

4.2. Содержание дисциплины

Раздел 1. Классическая механика, СТО

ТЕМА 1.1. Предмет классической механики, объекты изучения (материальная точка-частица, система материальных точек, сплошная среда), типы решаемых задач, методы исследования. Пространство и время в классической механике. Элементарное событие. Система координат и система отсчёта. Декартова, цилиндрическая и сферическая система координат. Преобразование системы координат.

ТЕМА 1.2. Кинематика точки: векторный, координатный и естественный способы описания движения. Скорость, ускорение, секторная скорость. Поступательное и вращательное движения твёрдого тела. Преобразование Галилея.

ТЕМА 1.3. Свойства симметрии пространства и времени. Инерциальные системы отсчёта. Принцип относительности Галилея. Сила и масса. Законы Ньютона и принцип соответствия.

ТЕМА 1.4. Уравнения движения механической системы. Свободные и связанные механические системы. Основная задача динамики и роль начальных условий при её решении. Принцип причинности классической механики. Работа силы, потенциальные силовые поля и потенциальная энергия. Первые и вторые интегралы дифференциальных уравнений движения. Закон сохранения и превращения механической энергии для консервативных систем и его связь с однородностью времени. Закон сохранения импульса замкнутой системы, его связь с однородностью пространства и третьим законом Ньютона. Закон сохранения момента импульса для замкнутой системы, его связь с изотропностью пространства.

ТЕМА 1.5. Частица в центрально-симметричном поле. Симметрия внешнего силового поля и сохранение отдельных составляющих момента импульса незамкнутой системы. Закон сохранения момента импульса частицы в центрально-симметричном поле относительно центра поля (интеграл площадей). Движение частицы в ньютоновском поле (задача Кеплера) Задача двух тел, её сведение к одночастичной задаче. Приведённая масса. Одномерный гармонический осциллятор. Свободные колебания одномерной механической системы. Фазовая траектория гармонического осциллятора. Вынужденные колебания гармонического осциллятора в отсутствие сил трения. Движение частицы относительно неинерциальной системы отсчёта.

ТЕМА 1.6. Связи и их классификация. Степени свободы. Активные и пассивные силы. Основная задача о движении несвободной системы. Действительные, возможные и виртуальные перемещения. Идеальные связи. Обобщённые координаты и обобщённые силы. Принцип экстремального действия и вывод из него уравнений Лагранжа 2 рода. Два способа построения классической механики. Зависимость структуры уравнений Лагранжа от природы сил, действующих на систему. Первые интегралы уравнений Лагранжа. Обобщённые импульсы, циклические координаты. Канонические уравнения движения. Функция Гамильтона и её связь с законами сохранения.

ТЕМА 1.7. Момент инерции. Теорема Штейнера. Уравнения движения твёрдого тела (уравнения Эйлера). Условия равновесия твёрдого тела.

ТЕМА 1.8. Экспериментальные основания СТО. Принцип относительности Эйнштейна. Постулаты Эйнштейна. Интервал между событиями. ИСО в СТО. Синхронизация часов. Преобразования Лоренца. Кинематические следствия из преобразований Лоренца. Преобразование скоростей в СТО, опыт Физо.

ТЕМА 1.9. Четырёхмерное пространство-время. Преобразования Лоренца в четырёхмерном пространстве. Четырёхмерные векторы и закон их преобразования. Инварианты преобразований Лоренца. Собственное время. Инвариантная масса частицы. Четырёхмерные векторы: 4-скорость, 4-ускорение, 4-импульс, 4-сила. Закон сохранения 4-импульса. Релятивистское уравнение движения и его особенности. Релятивистский 3-импульс. Релятивистская энергия, полная энергия, энергия покоя и кинетическая энергия частицы. Система связанных частиц, её масса и энергия связи, дефект масс.

Раздел 2. Электродинамика

ТЕМА 2.1. Электромагнитное взаимодействие, его характеристики. Предмет и методы электродинамики, её роль и место среди других физических теорий.

ТЕМА 2.2. Электрический заряд, плотность электрического заряда, закон сохранения электрического заряда. Электрический ток, плотность электрического тока. Электромагнитное поле. Электрическое и магнитное поле. Напряжённость электрического поля, индукция магнитного поля, принцип суперпозиции полей. Тензоры диэлектрической и магнитной проницаемостей. Закон Кулона. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца. Закон Ома. Единицы измерения основных электрических и магнитных величин, СИ.

ТЕМА 2.3. Закон Гаусса. Уравнение непрерывности. Ток смещения, закон полного тока. Закон электромагнитной индукции. Уравнения Максвелла. Система уравнений Максвелла, её свойства. Система граничных условий для электромагнитного поля.

ТЕМА 2.4. Потенциалы электромагнитного поля, уравнения для электромагнитных потенциалов, калибровка электромагнитных потенциалов. Энергия электромагнитного поля, закон сохранения энергии для системы вещество-электромагнитное поле. Вектор Пойтинга. Импульс электромагнитного поля, закон сохранения импульса. Давление света. Принципы построения систем единиц измерений электромагнитных величин.

ТЕМА 2.5. Система уравнений Максвелла, свойства электростатического поля. Потенциал электростатического поля, уравнение Пуассона. Потенциал системы зарядов на большом расстоянии. Проводники в электростатическом поле, силы, действующие на проводники в электростатическом поле, энергия проводников. Поляризация диэлектриков, силы, действующие на диэлектрики в электростатическом поле. Энергия электростатического поля. Теорема Ирншоу. Методы расчёта электрических полей.

ТЕМА 2.6. Система уравнений Максвелла. Свойства стационарного магнитного поля. Вектор-потенциал магнитного поля. Индукция и напряжённость магнитного поля в однородном магнетике, закон Био-Савара. Энергия магнитного поля. Коэффициенты взаимной индукции и самоиндукции. Сторонние ЭДС, обобщённый закон Ома и Джоуля-Ленца. Магнитный момент тока, механические силы, действующие на проводники с током в магнитном поле. Методы расчёта магнитных полей.

ТЕМА 2.7. Система уравнений Максвелла, свойства квазистационарного электромагнитного поля. Уравнения для скалярного и векторного потенциалов квазистационарного электромагнитного поля. Закон Ома с учётом явления электромагнитной индукции. Электромагнитные процессы в электрических цепях.

ТЕМА 2.8. Волновые уравнения для векторов \mathbf{E} и \mathbf{H} . Решение волновых уравнений в виде плоских и сферических волн. Электромагнитные волны, их характеристики и свойства. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде. Поляризация электромагнитных волн, виды поляризаций электромагнитных волн. Волновые явления на границе раздела сред. Прохождение электромагнитной волной границы раздела двух сред. Законы Снеллиуса. Коэффициенты Френеля для вертикально поляризованной и горизонтально поляризованной волны. Закон Брюстера. Коэффициент отражения и коэффициент пропускания границы раздела сред.

ТЕМА 2.9. Элементарные электрический и магнитный излучатели. Поле излучения электрического диполя, поле излучения гармонического электрического диполя. Энергия и угловое распределение излучения электромагнитных волн. Излучение колеблющегося заряда. Рассеяние излучения зарядами, классический радиус электрона.

ТЕМА 2.10. Четырёхмерный потенциал электромагнитного поля, четырёхмерная плотность тока, их преобразование при переходе от одной ИСО к другой. Уравнение непрерывности в четырёхмерной форме. Уравнения Максвелла в четырёхмерной форме. Тензор электромагнитного поля, преобразование компонент тензоров при переходе от одной ИСО к другой. Относительность понятий электрического и магнитного поля. Инварианты электромагнитного поля. Эффект Доплера в СТО.

Раздел 3. Квантовая механика

ТЕМА 3.1. Предмет и методы квантовой механики, место квантовой механики в курсе физики. Математический аппарат квантовой механики.

ТЕМА 3.2. Дискретность значений физических величин. Формула Планка. Гипотеза де Бройля и её экспериментальное подтверждение. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля и их свойства. Статистическая интерпретация волновой функции. Соотношение неопределённостей. Принцип суперпозиции в квантовой механике.

ТЕМА 3.3. Линейные самосопряжённые операторы и их свойства. Операторы основных физических величин. Условия одновременной измеримости физических величин. Перестановочные соотношения Гейзенберга. Полный набор физических величин.

ТЕМА 3.4. Уравнение Шредингера. Принцип причинности в квантовой механике. Вектор плотности потока вероятности. Уравнение непрерывности. Стационарные состояния. Дифференцирование операторов по времени. Квантовые скобки Пуассона. Теоремы Эренфеста. Законы сохранения в квантовой механике и их связь с симметрией пространства и времени. Предельный переход от квантовой механики к классической механике.

ТЕМА 3.5. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме. Частица в потенциальной яме конечной глубины. Прохождение частицей прямоугольного потенциального барьера. Прохождение частицей потенциального барьера произвольной формы. Холодная эмиссия электронов. Линейный гармонический осциллятор.

ТЕМА 3.6. Уравнение Шредингера для центрально-симметричного поля. Разделение переменных. Оператор проекции момента импульса. Собственные функции и собственные значения оператора. Оператор квадрата момента импульса. Собственные функции и собственные значения оператора. Решение углового волнового уравнения. Решение радиального волнового уравнения Шредингера. Волновые функции для атома водорода. Пространственная структура атома водорода. Расчёт характеристик атома водорода. Модель оптического электрона в атомах щелочных металлов.

ТЕМА 3.7. Магнитный момент орбитального движения электронов. Спектры щелочных металлов. Спин электрона. Опыт Штерна-Герлаха. Опыт Эйнштейна-де-Гааз. Полный механический момент электрона в атоме. Множитель Ланде. Эффект Штарка. Эффект Зеемана в сильном магнитном поле. Эффект Зеемана в слабом магнитном поле. Принцип тождественности частиц. Принцип Паули. Периодический закон Менделеева. Таблица элементов Менделеева. Атом гелия. Обменная энергия. Природа химической связи. Молекула водорода.

Раздел 4. Статистическая физика и термодинамика. Физика атомного ядра и элементарных частиц

ТЕМА 4.1. Некоторые формулы статистической физики. Системы многих частиц. Динамический и статистический методы в физике. Феноменологическая термодинамика и статистическая физика.

Макроскопическая система, её микро- и макросостояния. Средние по времени. Статистический ансамбль, функция распределения. Термодинамические величины как средние по ансамблю. Понятие о флуктуациях и их оценка в макроскопических системах. Теорема Лиувилля. Экспоненциальный характер функции распределения, её зависимость от полной энергии системы. Классическая и квантовая статистики. Классический и квантовый способы описания микросостояний. Энергия гармонического осциллятора. Фазовая ячейка. Число квантовых состояний. Вырожденные состояния. Равновесные и неравновесные макросостояния. Микроканоническое и каноническое распределение Гиббса. Статистическая температура.

ТЕМА 4.2. Статистическое обоснование законов термодинамики. Применение первого закона термодинамики к анализу основных термодинамических процессов. Теплоёмкость. Политропические процессы. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Основное термодинамическое неравенство. Связь термического и калорического уравнений состояния. Термодинамические функции (потенциалы): внутренняя

энергия, свободная энергия, энтальпия, термодинамический потенциал Гиббса, химический потенциал.

ТЕМА 4.3. Экстремальные значения термодинамических потенциалов для незамкнутых систем. Общие условия термодинамического равновесия гетерогенной системы. Фазовые переходы I рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы II рода. Уравнения Эренфеста.

ТЕМА 4.4. Классическое каноническое распределение Гиббса. Получение термодинамических соотношений с помощью интеграла состояний. Распределение Максвелла-Больцмана. Распределение Максвелла.

ТЕМА 4.5. Характерные скорости при максвелловском распределении. Распределение Больцмана. Барометрическая формула для изотермической атмосферы. Статистика идеального газа. Классическое каноническое распределение Гиббса. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Классическая теория теплоёмкостей идеального газа и кристаллов. Квантовая теория теплоёмкостей двухатомного идеального газа. Характеристические температуры.

ТЕМА 4.6. Квазиклассическое распределение Максвелла-Больцмана. Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Условие вырождения. Модель свободных электронов в металле как вырожденный Ферми-газ и его теплоёмкость. Явление конденсации в вырожденном бозе-газе. Равновесный фотонный газ. Формула Планка. Законы излучения абсолютно чёрного тела.

ТЕМА 4.7. Флуктуации и их количественная характеристика. Формула Эйнштейна для вероятности флуктуаций и её гауссовский характер. Вероятность флуктуаций для системы в термостате. Флуктуации основных термодинамических величин: флуктуации объёма и плотности при постоянной температуре, флуктуации температуры при постоянном объёме. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов. Рассеяние света на флуктуациях плотности, голубой цвет неба, критическая опалесценция, броуновское движение, формула Эйнштейна-Смолуховского.

ТЕМА 4.8. Функция распределения неравновесного макросостояния. Кинетическое уравнение Больцмана.

ТЕМА 4.9. Масштабные уровни микромира. Типы фундаментальных взаимодействий и их свойства.

Постановка опытов по рассеянию, классификация процессов рассеяния, распады. Вероятности распадов, основной закон распадных процессов. Источники и современные детекторы частиц. Установки со встречными пучками.

Состав ядра, его заряд и массовое число. Нуклон понятие изоспина. Масса, энергия связи и удельная энергия связи ядер. Спин. Электромагнитные моменты ядер. Форма и размеры ядер, методы их измерений. Ядерные модели. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула для энергии ядра. Модель ядерных оболочек, магические числа.

ТЕМА 4.10. Зарядовая симметрия и зарядовая независимость ядерных сил, понятие об изоспиновой инвариантности. Насыщение ядерных сил. Обменный характер ядерного взаимодействия, пионы и их свойства.

ТЕМА 4.11. Радиоактивность, типы радиоактивных превращений. Механизмы альфа-распада и бета-распада. Нейтрино, его свойства. Типы нейтрино. Механизм гамма-излучения ядер. Ядерные реакции. Прямые процессы и реакции через составное ядро, резонансные процессы. Вынужденное и спонтанное деление ядер. Деление тяжёлых ядер под действием нейтронов, цепная реакция. Ядерные реакторы. Реакции синтеза, условия их осуществления. Критерий Лоусона, проблема управляемого термоядерного синтеза. Понятие элементарной частицы. Характеристики частиц (масса, спин, чётность, время жизни, электрический заряд, лептонный и барионный заряд, изоспин и его проекция, странность, очарование). Взаимопревращения частиц. Законы сохранения. Адроны как составные частицы. Кварки, их характеристики. Кварковый состав мезонов и барионов. Фундаментальные частицы – лептоны, кварки и переносчики взаимодействия. Обменный

механизм фундаментальных взаимодействий. Электромагнитное взаимодействие и фотон. Кварк-глюонная модель сильного взаимодействия. Природа слабого взаимодействия, промежуточные бозоны. Понятие об единых теориях взаимодействия. Проблема «Великого объединения».

Тематика лабораторно-практических занятий

Классическая механика

1. Математический аппарат классической механики
2. Кинематика поступательного движения
3. Кинематика вращательного движения
4. Сложные движения точки и твердого тела
5. Дифференциальные уравнения движения
6. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса механической системы
7. Теорема об изменении количества движения материальной точки
8. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки
9. Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии.
10. Колебательное движение
11. Движение тел переменной массы
12. Геометрия масс. Моменты инерции тел
13. Принцип возможных перемещений.
14. Принцип наименьшего действия
15. Уравнения Лагранжа второго рода
16. Кинематика СТО
17. Динамика в СТО
18. Контрольная работа

Электродинамика

1. Элементы векторного анализа (дифференциальные операции).
2. Элементы векторного анализа (интегральные операции).
3. Закон Гаусса (интегральная форма).
4. Закон Гаусса (дифференциальная форма).
5. Потенциал. Уравнение Пуассона.
6. Метод электрических изображений.
7. Электростатическое поле в вакууме.
8. Закон полного тока.
9. Закон Био-Савара.
11. Векторный потенциал магнитного поля.
12. Уравнения Максвелла.
13. Квазистационарное электромагнитное поле.
14. Электромагнитное поле в вакууме.
15. Прохождение электромагнитной волны границы раздела сред.
16. Излучение электромагнитных волн.
17. Релятивистская формулировка электродинамики.
18. Контрольная работа.

Квантовая механика

1. Линейные самосопряженные операторы и их свойства.
2. Операторы основных физических величин.

3. Собственные функции линейных самосопряженных операторов.
4. Уравнение Шредингера. Одномерные задачи
5. Прохождение частицей потенциальных барьеров
6. Туннельный эффект.
7. Принцип суперпозиции.
8. Угловые волновые функции водородоподобного атома.
9. Радиальные волновые функции водородоподобного атома.
10. Структура водородоподобного атома.
11. Расчет характеристик водородоподобных атомов.
12. Контрольная работа.

Статистическая физика.

1. Элементы теории вероятностей.
2. Уравнение состояния.
3. Первое начало термодинамики.
4. Энтропия, второе начало термодинамики.
5. Распределение Максвелла.
6. Распределение Больцмана.
7. Кинетические явления в кристаллах.
8. Атомный и ядерный уровни.
9. Строение атомного ядра.
10. Радиоактивность.
11. Ядерные реакции.
12. Элементарные частицы.

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе образовательных технологий использующих активные и интерактивные формы проведения занятий.

1. Технология традиционного обучения при проведении информационных и проблемных лекций, семинарских занятий с целью углублённого изучения вопросов дисциплины, практических заданий с использованием системы заданий: заданий-наблюдений, творческих, учебно-тренировочных. (Тема 1.1 Введение. Механика; Тема 1.2. Кинематика; Тема 1.7. Основы динамики твёрдого тела; Тема 2.1. Введение. Электродинамика; Тема 2.3. Уравнения Максвелла; Тема 2.6. Стационарное магнитное поле в вакууме; Тема 2.8. Электромагнитные волны. Общие свойства электромагнитного поля в веществе; Тема 2.10. Релятивистская формулировка электродинамики; Тема 3.1. Введение. Квантовая механика; Тема 3.3 Состояния и наблюдаемые в квантовой механике; Тема 3.6. Движение в центрально-симметричном поле; Тема 4.1. Введение. Основные положения статистической физики; Тема 4.3. Равновесие фаз и фазовые переходы; Тема 4.6. Квантовые статистики идеального газа; Тема 4.9. Введение. Методы исследования в ядерной физике. Свойства атомных ядер).

2. Технология сотрудничества с использованием работы в парах постоянного и переменного состава при проведении практических занятий. (Тема 1.3 Основания ньютоновой механики; Тема 1.6. Основы аналитической механики; Тема 1.9. Релятивистская механика; Тема 2.5. Электростатическое поле в вакууме; Тема 2.7. Квазистационарное электромагнитное поле; Тема 2.9. Излучение электромагнитных волн; Тема 3.5. Одномерное движение; Тема 3.7. Спин электрона, атомы во внешних полях. Системы тождественных частиц. Многоэлектронные атомы; Тема 4.5. Распределение Гиббса. Основные применения распределения Гиббса; Тема 4.7. Элементы теории флуктуаций; Тема 4.10. Ядерные

силы и их основные свойства).

3. Тестовые технологии при проведении промежуточного контроля знаний и умений учащихся с использованием компьютерных технологий.

Занятия, проводимые в интерактивной форме, в том числе с использованием интерактивных технологий, составляют 25 % от общего количества аудиторных занятий.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т. д.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ недели	Наименование тем. Вид самостоятельной работы	Учебно-методическое и информационное обеспечение	Кол-во часов
7 семестр 1-18	Раздел 1. Классическая механика, СТО		108
1,2	Тема 1.1. Введение. Математический аппарат классической механики. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[2], [3], [7]	12
3,4	Тема 1.2. Кинематика. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию).</i>	[2], [3], [7]	12
5,6	Тема 1.3 Основания ньютоновой механики. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[2], [3], [7]	12
7,8	Тема 1.4. Динамика частицы. Динамика системы частиц. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию).</i>	[2], [3], [7]	12
9,10	Тема 1.5. Некоторые задачи классической механики. <i>Подготовка к аудиторным занятиям, тестированию.</i>	[2], [3], [7]	12
11,12	Тема 1.6. Основы аналитической механики. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию).</i>	[2], [3], [7]	12
13,14	Тема 1.7. Основы динамики твёрдого тела. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[2], [3], [7]	12
15,16	Тема 1.8. Основные принципы СТО. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[2], [3], [7]	12
17,18	Тема 1.9. Релятивистская механика. <i>Подготовка к аудиторным занятиям, тестированию, контрольной работе</i>	[2], [3], [7]	12

8 семестр 1-18	Раздел 2. Классическая электродинамика		80
1	Тема 2.1. Введение. Математический аппарат классической электродинамики. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[2], [6]	8
2,3	Тема 2.2. Основные понятия классической электродинамики. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[2], [6]	8
4	Тема 2.3. Уравнения Максвелла. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию).</i>	[2], [6]	8
5,6	Тема 2.4. Электромагнитное поле в вакууме. <i>Подготовка к аудиторным занятиям, тестированию.</i>	[2], [6]	8
7-9	Тема 2.5. Электростатическое поле в вакууме. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию).</i>	[2], [6]	8
10-12	Тема 2.6. Стационарное магнитное поле в вакууме. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию).</i>	[2], [6]	8
13	Тема 2.7. Квазистационарное электромагнитное поле. <i>Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка доклада.</i>	[2], [6]	8
14	Тема 2.8. Электромагнитные волны. Общие свойства электромагнитного поля в веществе. <i>Подготовка к аудиторным занятиям, тестированию.</i>	[2], [6]	8
15	Тема 2.9. Излучение электромагнитных волн. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию).</i>	[2], [6]	8
16	Тема 2.10. Релятивистская формулировка электродинамики. <i>Подготовка к аудиторным занятиям, контрольной работе.</i>	[2], [6]	8
7 семестр 1-14	Раздел 3. Квантовая механика		38
1,2	Тема 3.1. Введение. Математический аппарат квантовой механики. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[5]	4
3,4	Тема 3.2. Особенности свойств микроробъектов. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[5]	4
5,6	Тема 3.3 Состояния и наблюдаемые в квантовой механике. <i>Подготовка к аудиторным занятиям</i>	[5]	6

	<i>(собеседованию).</i>		
7,8	Тема 3.4. Динамические уравнения и законы сохранения. <i>Подготовка к аудиторным занятиям, тестированию.</i>	[5]	6
9,10	Тема 3.5. Одномерное движение. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию).</i>	[5]	6
11,12	Тема 3.6. Движение в центрально-симметричном поле. <i>Подготовка к аудиторным занятиям, тестированию.</i>	[5]	6
13,14	Тема 3.7. Спин электрона, атомы во внешних полях. Системы тождественных частиц. Многоэлектронные атомы. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию), контрольной работе.</i>	[5]	6
10 семестр 1-12	Раздел 4. Статистическая физика и термодинамика. Физика атомного ядра и элементарных частиц		108
1	Тема 4.1. Введение. Основные положения статистической физики. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[9]	8
2,3	Тема 4.2. Статистическая термодинамика. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[9]	10
4	Тема 4.3. Равновесие фаз и фазовые переходы. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию).</i>	[9]	10
5	Тема 4.4. Статистическое распределение системы в термостате. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[9]	10
6	Тема 4.5. Распределение Гиббса. Основные применения распределения Гиббса. <i>Подготовка к аудиторным занятиям, тестированию.</i>	[9]	10
7	Тема 4.6. Квантовые статистики идеального газа. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[9]	10
8	Тема 4.7. Элементы теории флуктуаций. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию).</i>	[9]	10
9	Тема 4.8. Основы теории неравновесных процессов. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[9]	10
10	Тема 4.9. Введение. Методы исследования в ядерной физике. Свойства атомных ядер. <i>Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка доклада.</i>	[1]	10
11	Тема 4.10. Ядерные силы и их основные	[1]	10

	свойства. <i>Подготовка к аудиторным занятиям (собеседованию), тестированию.</i>		
12	Тема 4.11. Ядерные превращения. Элементарные частицы. <i>Подготовка к аудиторным занятиям.</i>	[1]	10

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Виды самостоятельной работы студентов:

1. Работа с научной и учебно-методической литературой (указывается ниже).

Работа с научной и учебно-методической литературой является важным элементом при изучении вопросов теоретической физики. Изучение научных и учебно-методических публикаций по соответствующим темам обеспечивает качественную подготовку обучающихся к занятиям и всем формам отчётности.

2. Подготовка к аудиторным занятиям.

При подготовке к аудиторным занятиям обучающиеся могут широко использовать материалы соответствующего курса учебного портала ПГУ <http://moodle.pnzgu.ru/>.

3. Подготовка к тестам и прохождение тестирования обучающего и контролирующего характера (примерные варианты тестов указываются ниже).

4. Подготовка и защита докладов (примерные темы докладов указываются ниже).

5. Подготовка к зачётам и экзаменам (примерные вопросы к зачётам и экзаменам указываются ниже).

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№	Контролируемые темы	Код контролируемой компетенции или её части	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1. Классическая механика, СТО		
1.1	Тема 1.1. Введение. Математический аппарат классической механики	ПК-1; ПК-12; СКФ-1; СКФ-2; СКФ-4	
1.2	Тема 1.2. Кинематика	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование ¹
1.3	Тема 1.3 Основания ньютоновой механики	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	
1.4	Тема 1.4. Динамика частицы. Динамика системы частиц	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование
1.5	Тема 1.5. Некоторые задачи классической механики	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Тест ²
1.6	Тема 1.6. Основы аналитической механики	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование
1.7	Тема 1.7. Основы динамики твердо-	ПК-1; ПК-12; СКФ-	Защита реферата ³

¹ Собеседования в рабочей программе распределены согласно учебным неделям, поэтому в них могут входить вопросы, относящиеся как к одной теме, так и блоку тем, пройденных к данному моменту времени.

² Тесты в рабочей программе распределены согласно учебным неделям, поэтому в них могут входить вопросы, относящиеся как к одной теме, так и блоку тем, пройденных к данному моменту времени.

	го тела	2; СКФ-4	
1.8	Тема 1.8. Основные принципы СТО	ПК-1;ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование
1.9	Тема 1.9. Релятивистская механика	ПК-1;ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Тест, контрольная работа
2	Раздел 2. Классическая электродинамика		
2.1	Тема 2.1. Введение. Математический аппарат классической электродинамики	ПК-1;ПК-12; СКФ-1; СКФ-2; СКФ-4	
2.2	Тема 2.2. Основные понятия классической электродинамики	ПК-1;ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	
2.3	Тема 2.3. Уравнения Максвелла	ПК-1;ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование
2.4	Тема 2.4. Электромагнитное поле в вакууме	ПК-1;ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Тест
2.5	Тема 2.5. Электростатическое поле в вакууме	ПК-1;ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование
2.6	Тема 2.6. Стационарное магнитное поле в вакууме	ПК-1;ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование
2.7	Тема 2.7. Квазистационарное электромагнитное поле	ПК-1;ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Защита реферата
2.8	Тема 2.8. Электромагнитные волны. Общие свойства электромагнитного поля в веществе	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Тест
2.9	Тема 2.9. Излучение электромагнитных волн	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование
2.10	Тема 2.10. Релятивистская формулировка электродинамики	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Контрольная работа
3	Раздел 3. Квантовая механика		
3.1	Тема 3.1. Введение. Математический аппарат квантовой механики	ПК-1; СКФ-1; СКФ-2; СКФ-4	
3.2	Тема 3.2. Особенности свойств микробъектов	ПК-1; ПК-12;	
3.3	Тема 3.3 Состояния и наблюдаемые в квантовой механике	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование
3.4	Тема 3.4. Динамические уравнения и законы сохранения	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Тест
3.5	Тема 3.5. Одномерное движение	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование, защита реферата
3.6	Тема 3.6. Движение в центрально-симметричном поле	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Тест
3.7	Тема 3.7. Спин электрона, атомы во внешних полях. Системы тождественных частиц. Многоэлектронные атомы	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование, контрольная работа
4	Раздел 4. Статистическая физика и термодинамика. Физика атомного		

³ Рефераты не привязаны к конкретной теме, отражённой в таблице.

	ядра и элементарных частиц		
4.1	Тема 4.1. Введение. Основные положения статистической физики	ПК-1; СКФ-1; СКФ-2; СКФ-4	
4.2	Тема 4.2. Статистическая термодинамика	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	
4.3	Тема 4.3. Равновесие фаз и фазовые переходы	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование
4.4	Тема 4.4. Статистическое распределение системы в термостате	ПК-1; СКФ-2; СКФ-4	
4.5	Тема 4.5. Распределение Гиббса. Основные применения распределения Гиббса	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Тест
4.6	Тема 4.6. Квантовые статистики идеального газа	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	
4.7	Тема 4.7. Элементы теории флуктуаций	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование
4.8	Тема 4.8. Основы теории неравновесных процессов	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	
4.9	Тема 4.9. Введение. Методы исследования в ядерной физике. Свойства атомных ядер	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Защита реферата
4.10	Тема 4.10. Ядерные силы и их основные свойства	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Собеседование, тест
4.11	Тема 4.11. Ядерные превращения. Элементарные частицы	ПК-1; ПК-12; СКФ-2; СКФ-4	Контрольная работа

Примеры тестовых заданий
(Раздел «Классическая механика, СТО».
Тема «Основы аналитической механики»)

1. Обобщёнными координатами называются:

- 1) любые независимые величины, однозначно определяющие положение механической системы;
- 2) любые независимые величины, однозначно определяющие положение центра масс механической системы;
- 3) любые независимые величины в количестве N для системы из N материальных точек;
- 4) любые независимые величины в количестве $3N$ для системы из N материальных точек.

2. Для однозначного определения положения материальной точки в пространстве необходимо задать следующее количество независимых координат:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

3. Для однозначного описания положения в пространстве механической системы, состоящей из N свободных материальных точек необходимо задать следующее количество независимых координат:

- 1) N ;
- 2) $2N$;
- 3) $3N$;
- 4) $4N$.

4. Под связями, наложенными на механическую систему, понимается следующее:

- 1) ограничения, накладываемые на ускорения точек механической системы, которые должны выполняться при любом её движении;
- 2) ограничения, накладываемые на скорости точек механической системы, которые должны выполняться при любом её движении;
- 3) ограничения, накладываемые на взаимное расположение точек механической системы;
- 4) любые условия, ограничивающие свободу перемещения точек механической системы.

5. Связь, наложенную на механическую систему, можно в общем случае математически описать в виде:

- 1) уравнений или неравенств, в которые входят только координаты всех или части точек системы;
- 2) уравнений или неравенств, в которые входят координаты всех или части точек системы и время;
- 3) уравнений или неравенств, в которые входят скорости всех или части точек системы и время;
- 4) уравнений или неравенств, в которые входят координаты и скорости всех или части точек системы и время.

6. Голономной называется такая связь, аналитическое выражение которой представляется в общем случае в виде:

- 1) $f_k(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N) = 0$, где $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N$ – радиус-векторы точек системы
- 2) $f_k(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N, t) = 0$, где $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N$ – радиус-векторы точек системы;
- 3) $f_k(\dot{\vec{r}}_1, \dot{\vec{r}}_2, \dots, \dot{\vec{r}}_N, t) = 0$, где $\dot{\vec{r}}_1, \dot{\vec{r}}_2, \dots, \dot{\vec{r}}_N$ – скорости точек системы;
- 4) $f_k(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N, \dot{\vec{r}}_1, \dot{\vec{r}}_2, \dots, \dot{\vec{r}}_N, t) = 0$, где $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N$ – радиус-векторы точек системы, а $\dot{\vec{r}}_1, \dot{\vec{r}}_2, \dots, \dot{\vec{r}}_N$ – их скорости.

7. Примером голономной связи является:

- 1) $\ddot{z} + at^2 \dot{x} = 0$, где $a = \text{const}$;
- 2) $x^2 + y^2 = R^2$, где $R = \text{const}$;
- 3) $(\dot{x}_1 + \dot{x}_2) - (\dot{y}_1 + \dot{y}_2) = 0$, где x_1, y_1 и x_2, y_2 – прямоугольные декартовы координаты точек системы;
- 4) все вышеперечисленные.

8. Какие переменные могут входить в уравнение голономной связи для некоторой системы материальных точек:

- 1) только обобщённые координаты
- 2) только обобщённые координаты и обобщённые скорости;
- 3) только обобщённые координаты и время;
- 4) обобщённые координаты, обобщённые скорости и время.

9. Уравнение голономной связи для материальной точки, движущейся по гладкой поверхности сферы радиуса R , в сферических координатах можно записать следующим образом:

- 1) $r = R$;
- 2) $r = R^2$;
- 3) $r = 1 - R$;
- 4) $r = \frac{1}{1 - R}$.

10. Уравнение голономной связи для материальной точки, движущейся по гладкой поверхности сферы радиуса R , в прямоугольных декартовых координатах можно записать следующим образом:

- 1) $\frac{xy}{z} = R$;
- 2) $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$;
- 3) $x^2 + y^2 = R^2$;
- 4) $x + y + z = R$.

11. Уравнение голономной связи для материальной точки, движущейся по гладкой поверхности сферы радиуса R , в цилиндрических координатах можно записать следующим образом:

- 1) $\rho z = R^2$;
- 2) $\rho^2 - z^2 = R^2$;
- 3) $\rho^2 + z^2 = R^2$;
- 4) $\rho = R$.

12. Уравнение голономной связи для материальной точки, движущейся по гладкой поверхности цилиндра радиуса R , в цилиндрических координатах можно записать следующим образом:

- 1) $\rho = R$;
- 2) $\rho = R \cos \varphi$;
- 3) $\rho = R \sin \varphi$;
- 4) $\rho = 0$.

13. Уравнение голономной связи для материальной точки, движущейся по гладкой поверхности цилиндра радиуса R , в прямоугольных декартовых координатах можно записать следующим образом:

- 1) $xy = Rz$;
- 2) $x + y = R$;
- 3) $x^2 + y^2 = R^2$;
- 4) $z = 0$.

14. Числом степеней свободы системы с голономными связями называется:

- 1) число возможных направлений движения системы;
- 2) число обобщённых координат системы;
- 3) число входящих в систему материальных точек;
- 4) число декартовых координат, необходимых для однозначного определения положения механической системы.

15. Для системы N материальных точек в пространстве, на которую наложено n голономных связей, число степеней свободы s равно:

- 1) $s = 3n - N$;
- 2) $s = N - 3n$;
- 3) $s = n - 3N$;
- 4) $s = 3(N - n)$.

16. Число степеней свободы твёрдого тела равно:

- 1) 3;
- 2) 4;
- 3) 5;
- 4) 6.

17. Число степеней свободы тонкого стержня равно:

- 1) 3;
- 2) 4;
- 3) 5;
- 4) 6.

18. Число степеней свободы материальной точки, движущейся по параболе, равно:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

19. Число степеней свободы двухатомной молекулы равно:

- 1) 3;
- 2) 4;
- 3) 5;
- 4) 6.

20. Число степеней свободы N -атомной молекулы равно:

- 1) N ;
- 2) $2N$;
- 3) $3N$;
- 4) ∞ .

21. Число степеней свободы жидкости равно:

- 1) 3;
- 2) 4;
- 3) 5;
- 4) ∞ .

22. Связь декартовых и полярных координат выражается следующим образом:

- 1) $x = r \sin \varphi$, $y = r \cos \varphi$;
- 2) $x = r \cos \varphi$, $y = r \sin \varphi$;
- 3) $x = \frac{r}{\sin \varphi}$, $y = \frac{r}{\cos \varphi}$;
- 4) $x = \frac{r}{\cos \varphi}$, $y = \frac{r}{\sin \varphi}$.

23. Связь декартовых и цилиндрических координат выражается следующим образом:

- 1) $x = \rho \cos \varphi$, $y = \rho \sin \varphi$, $z = z$;
- 2) $x = \rho \sin \varphi$, $y = \rho \cos \varphi$, $z = z$;
- 3) $x = \rho \cos \varphi$, $y = y$, $z = \rho \sin \varphi$;
- 4) $x = \rho \sin \varphi$, $y = y$, $z = z$.

24. Связь декартовых и сферических координат выражается следующим образом:

- 1) $x = r \sin \varphi$, $y = r \sin \theta$, $z = r \cos \varphi$;
- 2) $x = r \sin \theta$, $y = r \sin \varphi$, $z = r \cos \theta$;
- 3) $x = r \sin \varphi \cos \theta$, $y = r \sin \theta \sin \varphi$, $z = r \sin \theta$;
- 4) $x = r \sin \theta \cos \varphi$, $y = r \sin \theta \sin \varphi$, $z = r \cos \theta$.

25. Полярный радиус r и полярный угол φ изменяются в полярной системе координат в общем случае в следующих пределах:

- 1) $0 < r < +\infty, 0 \leq \varphi < 2\pi$;
- 2) $0 \leq r < +\infty, 0 \leq \varphi < 2\pi$;
- 3) $-\infty < r < +\infty, 0 \leq \varphi < 2\pi$;
- 4) $0 \leq r < +\infty, 0 < \varphi < 2\pi$.

Примечание: тест сформирован из заданий «Сборника тестов по теоретической механике» (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. Авторы: Л.А. Головань, Д.М. Жигунов, Е.А. Константинова, П.А. Форш. Москва, 2016).

Демонстрационный вариант контрольной работы (Раздел «Классическая электродинамика»)

Вариант № 1

1. Определите напряжённость электрического поля, создаваемого бесконечным круговым проводящим цилиндром радиуса a , заряженным с поверхностной плотностью σ . Диэлектрическая проницаемость среды ϵ .
2. Найдите энергию электростатического поля трёх проводящих шаров радиуса a заряженных с поверхностной плотностью σ и находящихся в вершинах равностороннего треугольника со стороной a . Диэлектрическая проницаемость среды ϵ .
3. Катушку с индуктивностью L и сопротивлением R подключают к источнику тока с ЭДС E и внутренним сопротивлением r . Найдите силу тока в цепи как функцию времени.
4. Определите напряжённость магнитного поля на оси тонкого кругового проводника радиуса a . Сила тока в проводнике I .
5. Найдите напряжённость магнитного поля бесконечного проводника круглого сечения радиусом a , по которому протекает постоянный ток силой I . Плотность тока по сечению проводника постоянна.

Примерные вопросы к зачёту по разделу «Классическая электродинамика» дисциплины «Основы теоретической физики»

(8 семестр)

1. Классическая электродинамика, её предмет и методы.
2. Основные понятия классической электродинамики.
3. Закон Гаусса и его применение для расчёта полей.
4. Закон сохранения электрического заряда. Уравнение непрерывности.
5. Ток смещения. Закон полного тока.
6. Закон электромагнитной индукции. Уравнения Максвелла.
7. Система уравнений Максвелла.
8. Система граничных условий для электромагнитного поля.
9. Энергия электромагнитного поля. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Пойтинга.
10. Электромагнитные потенциалы. Уравнения для скалярного и векторного потенциалов электромагнитного поля.
11. Калибровочное преобразование Лоренца для электромагнитных потенциалов.
12. Электростатика. Система уравнений Максвелла. Потенциал электростатического поля.
13. Потенциал системы зарядов. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона. Потенциал системы зарядов на большом расстоянии.
14. Применение уравнений Лапласа и Пуассона для расчёта полей.
15. Свойства проводников в электростатическом поле.
16. Механические силы, действующие на проводники в электростатическом поле. Энергия проводников.
17. Поляризация диэлектриков в электростатическом поле.

18. Силы, действующие на диэлектрики в электростатическом поле.
19. Метод электрических изображений.
20. Энергия электростатического поля.
21. Стационарное магнитное поле. Система уравнений Максвелла. Векторный потенциал. Уравнение для вектор-потенциала.
22. Магнитный момент тока. Механические силы, действующие на проводники с током в магнитном поле.
23. Индукция и напряжённость магнитного поля в однородном магнетике. Закон Био-Савара.
24. Сторонние силы, ЭДС. Обобщённый закон Ома, закон Джоуля-Ленца.
25. Методы расчёта магнитных полей.
26. Коэффициенты взаимной индукции и самоиндукции.
27. Энергия магнитного поля.
28. Квазистационарное электромагнитное поле. Система уравнений Максвелла
29. Уравнения для скалярного и векторного потенциалов квазистационарного электромагнитного поля.
30. Закон Ома с учётом электромагнитной индукции, закон Джоуля-Ленца.
31. Переменное электромагнитное поле. Система уравнений Максвелла.
32. Уравнение Даламбера для электромагнитных потенциалов и его решение.
33. Плоские монохроматические электромагнитные волны и их свойства.
34. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.
35. Поляризация электромагнитных волн.
36. Прохождение электромагнитной волны через границу раздела сред. Законы Снеллиуса.
37. Коэффициенты Френеля для вертикально поляризованной волны.
38. Коэффициенты Френеля для горизонтально поляризованной волны.
39. Потенциалы и векторы электромагнитного поля элементарного диполя.
40. Излучение гармонического диполя. Энергия и угловое распределение излучения диполя.

**Примерные вопросы к зачёту по разделу «Квантовая механика» дисциплины
«Основы теоретической физики»
(9 семестр)**

1. Предмет и методы квантовой механики.
2. Экспериментальные предпосылки создания квантовой механики. Формула Планка.
3. Экспериментальные предпосылки создания квантовой механики. Внешний фотоэффект.
4. Экспериментальные предпосылки создания квантовой механики. Опыты Франка-Герца.
5. Экспериментальные предпосылки создания квантовой механики. Эффект Комптона.
6. Экспериментальные предпосылки создания квантовой механики. Теория Бора.
7. Гипотеза де Бройля об универсальности корпускулярно-волнового дуализма и её экспериментальное подтверждение.
8. Волны де Бройля и их свойства. Волновая функция, статистическая интерпретация волновой функции.
9. Соотношение неопределённостей Гейзенберга.
10. Принцип суперпозиции в квантовой механике.
11. Линейные самосопряжённые операторы и их свойства.
12. Собственные функции линейных самосопряжённых операторов и их свойства.
13. Операторы основных физических величин.

14. Условия одновременной измеримости физических величин. Перестановочные соотношения Гейзенберга. Полный набор физических величин.
15. Уравнение Шредингера. Принцип причинности в квантовой механике.
16. Вектор плотности потока вероятности. Уравнение непрерывности.
17. Дифференцирование операторов по времени. Квантовые скобки Пуассона.
18. Теоремы Эренфеста.
19. Законы сохранения в квантовой механике и их связь с симметрией пространства и времени.
20. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме.
21. Частица в потенциальной яме конечной глубины.
22. Прохождение частицей прямоугольного потенциального барьера.
23. Прохождение частицей потенциального барьера произвольной формы. Холодная эмиссия электронов.
24. Уравнение Шредингера для центрально-симметричного поля. Разделение переменных.
25. Оператор проекции момента импульса. Собственные функции и собственные значения оператора.
26. Оператор квадрата момента импульса. Собственные функции и собственные значения оператора.
27. Решение углового волнового уравнения.
28. Решение радиального волнового уравнения Шредингера.
29. Волновые функции для атома водорода.
30. Пространственная структура атома водорода.
31. Расчёт характеристик атома водорода.
32. Модель оптического электрона в атомах щелочных металлов.
33. Магнитный момент орбитального движения электронов.
34. Спектры щелочных металлов. Спин электрона. Опыт Штерна-Герлаха. Опыт Эйнштейна-де-Гааз.
35. Принцип тождественности микрочастиц.
36. Принцип Паули.
37. Периодический закон Менделеева. Таблица элементов Менделеева.
38. Атом гелия. Обменная энергия.

**Примерные вопросы к экзаменам
Классическая механика и СТО
(7 семестр)**

1. Свободные, скользящие и связанные вектора.
2. Прямоугольная, полярная, цилиндрическая и сферическая системы координат.
3. Свойства и действия с векторами.
4. Основные понятия классической механики.
5. Классические представления о пространстве и времени.
6. Способы задания движения материальной точки.
7. Линейная скорость и линейное ускорение. Составляющие ускорения.
8. Векторное и координатное описание прямолинейного равномерного движения.
9. Векторное и координатное описание прямолинейного равнопеременного движения.
10. Угловая скорость и угловое ускорение.
11. Векторное и координатное описание равномерного и равнопеременного вращательного движения.
12. Теорема о сложении скоростей в сложном движении материальной точки.
13. Формулы Эйлера. Теорема Кориолиса.
14. Основные понятия динамики поступательного движения.

15. Основные законы динамики поступательного движения (законы Ньютона).
16. Основные понятия динамики вращательного движения, теорема Гюйгенса – Штейнера.
17. Расчёта моментов инерции тел.
18. Теорема об изменении импульса материальной точки, закон сохранения импульса.
19. Теорема об изменении момента импульса материальной точки, закон сохранения момента импульса.
20. Теорему о кинетической энергии. Силовая функция, потенциальная энергия.
21. Закон сохранения механической энергии.
22. Законы Кеплера.
23. Теорема об изменении импульса системы материальных точек, теорема о движении центра масс системы.
24. Движение тела переменной массы.
25. Связи. Классификация связей.
26. Виртуальные перемещения и виртуальная работа.
27. Обобщённые координаты и силы.
28. Общее уравнение динамики.
29. Уравнения Лагранжа второго рода.
30. Задачи на составление уравнений Лагранжа второго рода.
31. Основные понятия СТО.
32. Постулаты Эйнштейна. Интервал между событиями.
33. Преобразования Лоренца. Релятивистские эффекты сокращение длины, замедления хода времени.
34. Четырёхмерное пространство-время и его свойства. 4-вектора.
35. Релятивистский импульс, релятивистская кинетическая и полная энергии.

**Статистическая физика и термодинамика.
Физика атомного ядра и элементарных частиц
(10 семестр)**

1. Динамические и статистические методы в физике.
2. Основные понятия и положения статистической физики.
3. Теорема Лиувилля, уравнение Лиувилля.
4. Экспоненциальный характер функции распределения.
5. Микроканоническое и каноническое распределения Гиббса.
6. Свойства статистической температуры.
7. Распределение Максвелла.
8. Функция распределения молекул идеального газа по скоростям теплового движения.
9. Характерные скорости максвелловского распределения.
10. Распределение Больцмана.
11. Функция распределения молекул идеального газа в изотермической атмосфере.
12. Основные понятия термодинамики.
13. Статистическое обоснование первого начала термодинамики.
14. Статистическое обоснование второго начала термодинамики.
15. Статистическое обоснование третьего начала термодинамики.
16. Различные виды теплоёмкости.
17. Политропический процесс.
18. Термодинамические функции: внутренняя энергия, свободная энергия, энтальпия и потенциал Гиббса.
19. Общие условия термодинамического равновесия гетерогенных систем.
20. Фазовые переходы первого рода.

21. Фазовые переходы второго рода.
22. Квазиклассическое распределение Больцмана.
23. Распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака.
24. Свойства равновесного фотонного газа.
25. Квантовая теория теплоёмкостей.
26. Основные понятия теории флуктуаций.
27. Броуновское движение.
28. Кинетическое уравнение Больцмана.
29. Фундаментальные взаимодействия.
30. Основные понятия ядерной физики.
31. Ядерные модели.
32. Виды радиоактивности.
33. Закон радиоактивного распада.
34. Реакции деления ядра и термоядерные реакции.
35. Атомная электростанция.
36. Источники и современные детекторы частиц.
37. Основные понятия физики элементарных частиц.
38. Классификация элементарных частиц.
39. Кварки.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение
дисциплины «Основы теоретической физики»**

Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
Основная литература	
1. Барсуков, О.А. Основы атомной физики / О.А. Барсуков, М.А. Ельяшевич. – М.: Научный мир, 2006.	30
2. Ландау, Л.Д. Механика. Электродинамика / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. – М.: Наука, 1969.	30
3. Марко, А.А. Теоретическая механика. Руководство для самостоятельной работы. / Марко А.А., Фолимагина О.В., Кирпичева Н.В. – Пенза: ПГПУ, 2010.	30
4. Матвеев, А.Н. Атомная физика / А.Н. Матвеев – М.: Высшая школа, 1989.	10
5. Матвеев, А.Н. Квантовая механика и строение атома / А.Н. Матвеев – М.: Высшая школа, 1965.	20
6. Матвеев, А.Н. Электричество и магнетизм / А.Н. Матвеев – М.: Высшая школа, 1983.	24
7. Мещерский, И.В. Сборник задач по теоретической механике / Мещерский И.В. – М.: Наука, 1970.	30
Дополнительная литература	
8. Барсуков, О.А. Основы физики атомного ядра / О.А. Барсуков – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.	9
9. Квасников, И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т. 4. / И.А. Квасников. – М.: КомКнига, 2005.	5
Интернет-ресурсы	
eqworld.ipmnet.ru	

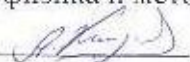
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для организации аудиторных занятий по дисциплине «Основы теоретической физики» используются аудитории 13-24, 13-26, 13-31, 13-50, оснащённые либо стационарными, либо переносными мультимедийными комплексами.

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

Программу составил(а):

1. Киндаев Алексей Александрович, доцент кафедры «Общая физика и методика обучения физике»

 А.А. Киндаев

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры «Общая физика и методика обучения физике»

Протокол № 8

от «12» апреля 2016 года

Заведующий кафедрой


 А.Ю. Казаков

Программа одобрена методической комиссией факультета физико-математических и естественных наук

Протокол № 9

от «13» апреля 2016 года

Председатель методической комиссии
факультета физико-математических и
естественных наук

 М. А. Родионов

**Сведения о переутверждении программы
на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедры)	Внесённые изменения	Номера листов (страниц)		
			заменённых	новых	аннулированных
Рабочая программа дисциплины актуализирована и заменена настоящей в связи с переходом на ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) 13.04.2016 г. <i>С.И.Сидорова</i>					
2016/2017	Переутверждена на 2016/2017 уч. г. (№ 1 от 30.08.2016) <i>С.И.Сидорова</i>	-	-	-	-
2017/2018	Переутверждена 2017/2018 уч. г. (№ 1 от 31.08.2017) <i>С.И.Сидорова</i>	-	-	-	-
2018-2019	Переутверждена на 2018-2019 уч. г. (№ 1 от 31.08.2018) <i>С.И.Сидорова</i>	-	-	-	-
2019-2020	Переутверждена на 2019-2020 уч. г. (№ 1 от 30.08.2019) <i>С.И.Сидорова</i>	-	-	-	-