

АННОТАЦИЯ
рабочей программы учебной дисциплины
«ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»

по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование,
по профилям подготовки «Физика. Технология»

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы теоретической физики» является подготовка выпускника, способного успешно работать в профессиональной сфере на основе овладения им в процессе обучения актуальным перечнем общекультурных и профессиональных компетенций; воспитание и развитие у студентов целеустремлённости, ответственности, организованности, гражданственности, коммуникативности, интеллектуальной и личностной толерантности, повышение их общей культуры.

Задачами дисциплины «Основы теоретической физики» являются: формирование систематизированных знаний в области основ теоретической физики, включающих понимание структуры физических теорий, фундаментальных принципов, законов и понятий физики, методов теоретической физики, внутренних механизмов того или иного явления, связи между отдельными явлениями.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО бакалавриата

Дисциплина «Основы теоретической физики» относится к вариативной части.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Линейная алгебра»; «Аналитическая геометрия»; «Математический анализ»; «Общая и экспериментальная физика».

Освоение данной дисциплины является основой для последующего прохождения педагогической практики, подготовки к итоговой государственной аттестации.

3. Краткое 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 отсчета. 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 отсчета. 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 ее 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. Приведенная 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 отсчета.

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. Обобщенные координаты и обобщенные 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. Обобщенные импульсы, циклические координаты. Канонические уравнения движения. Функция Гамильтона и ее связь с законами сохранения.

Тема 1.7. Момент инерции. Теорема Штейнера. Уравнения движения твердого тела (уравнения Эйлера). Условия равновесия твердого 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. Четырехмерное пространство-время. Преобразования Лоренца в четырехмерном пространстве. Четырехмерные векторы и закон их преобразования. Инварианты преобразований Лоренца. Собственное время. Инвариантная масса частицы. Четырехмерные 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, ее масса и энергия связи, дефект масс.

Раздел 2. Электродинамика

Тема 2.1. Электромагнитное взаимодействие, его характеристики. Предмет и методы электродинамики, ее 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. Напряженность 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. 4 уравнение Максвелла. Система уравнений Максвелла, ее 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 расчета электрических полей.

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

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

Тема 2.8. Волновые уравнения для векторов E и 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. Четырехмерный потенциал электромагнитного поля, четырехмерная плотность тока, их преобразование при переходе от одной ИСО к другой. Уравнение непрерывности в четырехмерной форме. Уравнения Максвелла в четырехмерной 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 ее экспериментальное подтверждение. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны Де Бройля и их свойства. Статистическая интерпретация волновой функции. Соотношение неопределенностей. Принцип суперпозиции в квантовой механике.

Тема 3.3. Линейные самосопряженные 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 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 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. Расчет 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, ее 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, ее 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. Теплоемкость. 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 1 рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы 2 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 теплоемкостей идеального газа и кристаллов. Квантовая теория теплоемкостей 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 теплоемкость. Явление конденсации в вырожденном Бозе-газе. Равновесный фотонный газ. Формула Планка. Законы излучения абсолютно черного тела.

Тема 4.7. Флуктуации и их количественная характеристика. Формула Эйнштейна для вероятности флуктуаций и ее гауссовский характер. Вероятность флуктуаций для системы в термостате. Флуктуации основных термодинамических величин: флуктуации

объема и плотности при постоянной температуре, флуктуации температуры при постоянном объеме. 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 тяжелых ядер под действие нейтронов, цепная реакция. Ядерные реакторы. Реакции синтеза, условия их осуществления. Критерий Лоусона, проблема управляемого термоядерного синтеза. Понятие элементарной частицы. Характеристики частиц (масса, спин, четность, 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»