

АННОТАЦИЯ
рабочей программы учебной дисциплины
«ОБЩАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА»

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

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Общая и экспериментальная физика» является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области общей и экспериментальной физики как базы освоения физико-математических дисциплин.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО бакалавриата

Дисциплина «Общая и экспериментальная физика» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока дисциплин.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях, навыках, формируемых в процессе изучения дисциплин: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия».

Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения дисциплин (модулей): «Основы теоретической физики», «Электрорадиотехника», «Машиноведение», «Материаловедение», «Астрономия», «Астрофизика», а также для последующего прохождения педагогической практики, подготовки к итоговой государственной аттестации.

3. Краткое содержание дисциплины

ВВЕДЕНИЕ

Физика как наука. Методология физики. Содержание и структура физики. Связь физики с другими науками. Роль курса общей и экспериментальной физики в подготовке учителя.

МЕХАНИКА

Предмет механики. Краткий исторический обзор развития механики. Преобразования Галилея. Представления Ньютона о свойствах пространства и времени. Системы отсчёта в механике Ньютона. Эталоны длины и времени. Относительность движения. Понятие материальной точки. Радиус-вектор, векторы перемещения, скорости, ускорения, тангенциальная и нормальная составляющие ускорения. Закон движения, траектория движения и пройденный путь.

Принцип независимости движений. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Движение точки по окружности. Угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение. Связь линейных и угловых величин. Векторы угловой скорости и углового ускорения.

Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Понятие о силе. Принцип независимости действия сил. Второй закон Ньютона. Масса и её измерение. Аддитивность массы, импульс. Третий закон Ньютона. Момент импульса материальной точки. Сохранение момента импульса материальной точки при движении под действием центральной силы. Работа силы, мощность, кинетическая энергия. Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия. Связь силы с потенциальной энергией. Сохранение полной энергии материальной точки в поле потенциальной силы.

Система материальных точек. Силы внешние и внутренние. Замкнутая система. Движение системы материальных точек. Центр масс. Координаты центра масс. Движение центра масс. Закон сохранения импульса и его следствие. Реактивное движение, уравнение Мещерского и Циолковского. Энергия системы материальных точек. Консервативные и неконсервативные системы. Закон сохранения механической энергии в

консервативной системе. Применение законов сохранения импульса и энергии к анализу упругого и неупругого соударений. Момент импульса системы материальных точек, закон сохранения момента импульса замкнутой системы. Связь законов сохранения со свойствами симметрии пространства и времени. Роль законов сохранения в физике.

Твёрдое тело как система материальных точек. Абсолютно твёрдое тело. Поступательное движение абсолютно твёрдого тела. Вращение относительно неподвижной оси, момент силы относительно оси. Пара сил, момент пары. Момент инерции и момент импульса твёрдого тела. Теорема Штейнера. Уравнение моментов. Кинетическая энергия вращающегося твёрдого тела. Закон сохранения момента импульса твёрдого тела и его следствия. Понятие о вращении твёрдого тела вокруг неподвижной точки. Свободные оси вращения. Гироскоп. Условия равновесия твёрдого тела. Виды равновесия. Центр тяжести.

Упругие свойства твёрдых тел. Виды упругих деформаций. Закон Гука для различных деформаций: одностороннее растяжение (сжатие), всестороннее сжатие, сдвиг, кручение. Модули упругости, коэффициент Пуассона, предел упругости.

Потенциальная энергия упругодеформированного тела. Плотность энергии.

Неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции. Сила инерции в прямолинейно движущейся НИСО. Равномерно вращающаяся НИСО. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса. Проявление силы инерции на Земле. Маятник Фуко.

Элементы специальной теории относительности. Постулаты Эйнштейна. Система отсчёта в СТО. Относительность одновременности в СТО. Преобразования Лоренца. Относительность отрезков длины и промежутков времени в СТО. Релятивистский закон преобразования скоростей. Релятивистский импульс. Релятивистская форма второго закона Ньютона. Связь массы и энергии. Полная энергия в СТО. Законы сохранения энергии и импульса в СТО.

Колебательное движение. Гармонические колебания. Амплитуда, частота, фаза колебаний. Смещение, скорость, ускорение при гармоническом колебательном движении. Связь колебательного и вращательного движений, векторные диаграммы. Сложение колебаний одного направления с одинаковыми и разными частотами, биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.

Движение под действием упругих и квазиупругих сил. Уравнение движения простейших механических колебательных систем без трения: пружинный, математический, физический и крутильный маятники. Собственная частота колебаний. Кинетическая, потенциальная и полная энергия колеблющегося тела. Уравнение движения в колебательных системах с жидким трением. Затухающие колебания, частота колебаний. Коэффициент затухания, логарифмический декремент, добротность, их связь с параметрами колебательной системы. Вынужденные колебания. Резонанс. Понятие о линейных и нелинейных колебательных системах. Автоколебания.

Роль механических колебаний в технике. Понятие о колебаниях в связанных системах. Распространение колебаний в однородной упругой среде. Уравнение плоской волны. Бегущие и стоячие волны.

Энергия волны. Интерференция и дифракция волн. Вектор Умова. Природа звука. Источники приемники звука. Голосовой и слуховой аппарат человека. Объективные и субъективные характеристики звука. Скорость звука. Эффект Доплера в акустике. Ультразвук и его применение. Понятие об инфразвуке.

Движение планет, законы Кеплера. Закон тяготения Ньютона, постоянная тяготения и её измерение. Гравитационная и инертная масса. Эйнштейновский принцип эквивалентности сил инерции и сил тяготения.

Понятие о поле тяготения. Напряжённость и потенциал поля тяготения. Применение законов сохранения энергии и момента импульса к движению в центральном гравитационном поле. Первая, вторая и третья космические скорости. Достижения

отечественной науки и техники в области освоения и исследования космического пространства.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Предмет молекулярной физики. Экспериментальное обоснование молекулярно-кинетической теории вещества. Термодинамический и статистический подходы к изучению макроскопических систем. Основные представления молекулярно-кинетической теории (МКТ) вещества. Давление газа. Абсолютная температура. Молекулярно-кинетическое истолкование абсолютной температуры и давления. Измерение температуры.

Уравнение Клапейрона – Менделеева. Газовые законы. Основное уравнение кинетической теории газов. Постоянная Больцмана.

Измерение скоростей молекул, опыт Штерна. Распределение скоростей по Максвеллу. Барометрическая формула. Распределение Максвелла – Больцмана. Экспериментальное определение числа Авогадро. Распределение энергии хаотического движения молекул газа по степеням свободы в равновесном состоянии. Флуктуации в идеальном газе и их проявление.

Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие. Параметры состояния. Внутренняя энергия. Взаимодействие термодинамических систем. Работа и теплота как формы обмена энергией между системами. Квазистатические процессы. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Теплоёмкость. Уравнение адиабаты. Скорость звука в газе. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины. Цикл Карно. Реальные циклы. Неосуществимость вечных двигателей. Энтропия. Приведённая теплота. Статистическое истолкование второго начала термодинамики. Теорема Нернста. Недостижимость абсолютного нуля.

Экспериментальные изотермы реального газа. Уравнение состояния реального газа. Сравнение изотерм Ван-дер-Ваальса с экспериментальными. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля – Томсона. Сжижение газов и получение низких температур.

Фазовые переходы. Равновесие жидкости и пара. Влажность. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Свойства жидкого состояния. Поверхностный слой. Поверхностное натяжение. Смачивание. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Давление насыщенных паров. Растворы. Осмотическое давление.

Явление переноса в газах. Средняя длина и среднее время свободного пробега молекул. Вязкое трение. Теплопроводность. Диффузия. Теплопроводность и вязкое трение при низком давлении. Технический вакуум. Методы измерения низких давлений.

Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Крыло самолёта. Подъёмная сила. Измерение давления и скорости в потоке газа и жидкости.

Кристаллы. Дальний порядок в кристаллах. Классификация кристаллов по типу связей, анизотропия кристаллов. Дефекты в кристаллах. Жидкие кристаллы. Механические свойства кристаллов.

Плавление и кристаллизация. Диаграмма равновесия твёрдой, жидкой и газовой фаз. Тройная точка. Фазовые переходы первого и второго рода.

Теплоёмкость кристаллов, закон Дюлонга и Пти. Теории Эйнштейна и Дебая.

Понятие сложной системы. Открытые сложные системы. Неравновесные системы. Синергетика как раздел неравновесной термодинамики. Порядок из хаоса. Самоорганизация – источник и основа эволюции систем. Самоорганизация в диссипативных системах. Самоорганизация в различных видах эволюции (развитие Вселенной, ячейки Бенара, реакции Белоусова – Жаботинского). Бифуркация.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Краткий исторический обзор развития представления о природе электричества и магнетизма.

Электростатика. Электрические заряды и поля. Свойства электрического заряда: два вида заряда, закон сохранения и дискретность заряда. Элементарный заряд. Описание макроскопических заряженных тел: модели точечного и непрерывного распределения электрического заряда. Закон Кулона. Вектор напряжённости поля точечного заряда. Поток вектора напряжённости. Теорема Остроградского – Гаусса и её применение к расчёту полей. Работа сил поля при перемещении зарядов. Циркуляция вектора напряжённости. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и эквипотенциальные поверхности. Связь потенциала и напряжённости поля. Потенциал поля точечного заряда, диполя, системы зарядов. Экспериментальное определение заряда электрона.

Распределение зарядов в проводнике. Эквипотенциальность проводника. Напряжённость поля у поверхности проводника и её связь с поверхностной плотностью зарядов. Проводники во внешнем электростатическом поле. Наведённые заряды. Электризация через влияние. Электростатическая защита.

Учёт поля наведённых зарядов, метод зеркальных изображений. Учет поля наведённых зарядов, метод зеркальных изображений. Электростатический генератор Ван-де-Граафа. Электроёмкость уединённого проводника. Электроёмкость конденсатора. Плоский, сферический и цилиндрический конденсаторы. Соединение конденсаторов.

Свободные и связанные заряды. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость. Граничные условия. Теорема Остроградского – Гаусса для поля в диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Электреты. Пьезоэлектричество.

Энергия системы неподвижных точечных зарядов, заряженного проводника, заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электростатического поля.

Движение зарядов в электрическом поле. Электрический ток. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Дифференциальная форма закона Ома. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, и для замкнутой цепи. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля – Ленца. Разветвлённые цепи. Правила Кирхгофа.

Классификация твёрдых тел (проводники и диэлектрики, полупроводники). Природа тока в металлах. Опыты Манделъштама и Папалекси, Толмена и Стюарта. Классическая теория электропроводности металлов и вывод из неё законов Ома и Джоуля – Ленца. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Понятие о сверхпроводимости. Собственная и примесная проводимость полупроводников, её зависимость от температуры и освещённости. Термо- и фотосопротивления. Контактная разность потенциалов в металлах и полупроводниках. Термоэлектрические явления. Полупроводниковые диоды и транзисторы. Проводимость электролитов. Электролитическая диссоциация. Подвижность ионов в электролитах. Закон Ома для электролитов. Законы Фарадея. Определение заряда иона. Использование электролиза в технике. Гальванические элементы. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия. Ток в вакууме. Электронные лампы (диод и триод), их применение. Самостоятельный и несамостоятельный разряд в газе. Вольтамперная характеристика газового разряда. Виды самостоятельных газовых разрядов (тлеющий, дуговой, искровой и коронный). Использование газовых разрядов в технике.

Взаимодействие токов. Магнитное поле электрического тока. Индукция и напряжённость магнитного поля. Магнитный поток. Закон Био – Савара – Лапласа. Магнитное поле прямого, кругового и соленоидального токов. Циркуляция вектора напряжённости магнитного поля. Закон полного тока. Сила Ампера. Виток с током в магнитном поле. Магнитный момент тока. Действие электрического и магнитного полей на движущийся заряд. Сила Лоренца. Определение удельного заряда электрона. Эффект Холла и его применение.

Магнетики. Связь индукции и напряжённости магнитного поля в магнетике. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Магнитный гистерезис. Точка Кюри. Постоянные магниты. Ферромагнетики.

Опыты Фарадея. Закон индукции Фарадея и правило Ленца. Электродвижущая сила индукции. Вихревые токи. Скин-эффект. Самоиндукция и взаимоиנדукция. Электродвижущая сила самоиндукции. Индуктивность проводника. Энергия магнитного поля токов. Энергия и плотность энергии магнитного поля.

Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Энергия и импульс электромагнитного поля.

Электрические колебания. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный ток. Действующее и среднее значение переменного тока. Сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи переменного тока. Закон Ома для цепей переменного тока.

Векторные диаграммы и метод комплексных амплитуд. Резонанс в последовательной и параллельной цепи. Работа и мощность переменного тока. Проблема передачи электроэнергии на расстояние. Трансформатор. Электрический колебательный контур. Собственные колебания. Вынужденные колебания в контуре. Формула Томсона. Затухающие колебания. Резонанс. Электрические автоколебания.

Плоские электромагнитные волны в вакууме, скорость их распространения. Излучение электромагнитных волн. Опыты Герца. Вибратор Герца. Объёмная плотность энергии электромагнитного поля. Поток энергии. Вектор Умова – Пойнтинга. Волновое уравнение. Скорость волны. Свойства электромагнитных волн. Принципы радиосвязи.

ОПТИКА

Предмет оптики. Краткий исторический обзор развития учения о свете. Оптический диапазон электромагнитных волн.

Основные энергетические и световые величины. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления света. Полное отражение. Волоконная оптика. Преломление света на сферических поверхностях. Тонкие линзы. Аберрации линз.

Луна, микроскоп, телескоп, фотоаппарат, проекционная аппаратура.

Понятие о когерентности. Временная и пространственная когерентность. Двухлучевая интерференция и некоторые методы её осуществления. Интерференция в тонких плёнках, пластинах. Многолучевая интерференция. Просветление оптики. Интерферометры.

Принцип Гюйгенса – Френеля. Зоны Френеля. Объяснение прямолинейности света по волновой теории. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решётка. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа – Брэггов. Голография.

Линейная, эллиптическая, круговая поляризация. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса. Поляризация света при отражении. Угол Брюстера. Двойное лучепреломление. Искусственная анизотропия. Поляризационные приборы. Фотоупругий эффект, эффект Керра. Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея.

Нормальная и аномальная дисперсия. Электронная теория. Фазовая и групповая скорость. Эффект Вавилова – Черенкова. Спектры испускания и поглощения. Спектральный анализ. Спектрометры.

Поляризация рассеянного света. Явление рассеяния света. Закон Рэлея.

Скорость света. Классические опыты по определению скорости света. Опыты Физо и Майкельсона. Экспериментальные основания СТО. Эффект Доплера в оптике. Современные методы измерения скорости света.

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Фотоны. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Фотоэлемент, фотоумножитель, электронно-оптический преобразователь. Опыты Вавилова. Давление света. Опыты Лебедева.

Тепловое излучение. Характеристики теплового излучения. Абсолютно чёрное и серое тела. Закон Кирхгофа.

Закон Стефана – Больцмана. Закон смещения Вина. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно чёрного тела. Формула Рэлея – Джинса. Квантование энергии излучения. Формула Планка. Оптические пирометры.

Рентгеновское излучение. Тормозное и характеристическое излучение и их спектры. Эффект Комптона. Применение рентгеновских лучей.

Волновые свойства микрочастиц. Опыты по дифракции электронов. Волны де Бройля. Соотношение неопределённостей Гейзенберга. Основные представления квантовой механики. Волновая функция и её физический смысл. Принцип суперпозиции в квантовой механике. Уравнение Шредингера.

Простейшие задачи квантовой механики: квантование энергии частицы в потенциальной яме, квантование энергии линейного гармонического осциллятора. Нулевая энергия и нулевые колебания. Прохождение частицы через потенциальный барьер (туннельный эффект). Принцип действия сканирующего туннельного микроскопа.

Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Спектральные серии излучения атомарного водорода. Квантово-механическая интерпретация постулатов Бора. Принцип соответствия. Опыты Франка и Герца. Опыты Штерна и Герлаха. Квантование энергии, момента импульса и проекции момента импульса. Спин и магнитный момент электрона.

Квантовые числа электрона в атоме. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Природа характеристических рентгеновских спектров. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Люминесценция.

Спонтанное и вынужденное излучение. Активная среда. Лазеры. Принцип работы и устройство гелий-неонового лазера. Применение лазеров.

Квантовые явления в твёрдых телах. Образование энергетических зон в кристаллах. Диэлектрики. Металлы. Валентная зона, зона проводимости, запрещённая зона. Полупроводники.

Электропроводность металлов и полупроводников. Собственная и примесная проводимость полупроводников, p-n-переход, полупроводниковые приборы. Квантовая теория теплоёмкости. Фононы. Понятие о квантовых статистиках. Квантовые явления при низких температурах. Сверхпроводимость. Сверхтекучесть.

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Экспериментальные методы ядерной физики. Счётчики частиц, трековые камеры, фотоэмульсии. Масс-спектрометры. Ускорители заряженных частиц.

Состав ядра. Нуклоны (протоны и нейтроны). Заряд и массовое число ядра. Изотопы и изобары.

Ядерные силы. Энергия связи ядра. Оболочечная и капельная модели ядра.

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада, α -распад, β -распад, γ -излучение. Правило смещения. Применение радиоактивных изотопов.

Ядерные реакции. Примеры ядерных превращений под действием α -частиц, протонов, нейтронов и γ -квантов.

Деление ядер. Цепные реакции деления. Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Ядерная энергетика.

Реакции синтеза, условия их осуществления. Управляемый термоядерный синтез.

Элементарные частицы. Электрон, протон, нейтрон, фотон. Лептоны и адроны. Частицы-переносчики взаимодействия. Мезоны и барионы. Понятие о кварках. Античастицы.

Сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное взаимодействия, их интенсивность и радиус действия. Теория Великого объединения. Теория Большого взрыва.

Заключение. Краткий обзор достижений и проблем современной физики. Роль отечественных ученых в развитии физики.