

ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

1. Цель освоения дисциплины

Сформировать систематизированные знания по основным разделам теоретической физики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы теоретической физики» относится к вариативной части блока дисциплин.

Для освоения дисциплины «Основы теоретической физики» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплин «Методика обучения информатике», «Методика обучения физике», «Введение в микроэлектронику», «Методы астрофизики», «Общая и экспериментальная физика», «Основы микроэлектроники», «Практикум решения физических задач», «Практическая астрофизика», «Практическая физика», «Теоретические основы информатики», «Технологические основы физического практикума», «Технология решения олимпиадных физических задач», «Физика колебаний», «Электрорадиотехника», прохождения практик «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков», «Практика по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности», «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин «Астрофизика», «Введение в микроэлектронику», «Дистанционные технологии в обучении информатике», «Методика обучения информатике в инновационных образовательных учреждениях», «Методы астрофизики», «Общая и экспериментальная физика», «Основы микроэлектроники», «Практикум решения физических задач», «Практическая астрофизика», «Теоретические основы информатики», «Технологические основы физического практикума», «Технология решения олимпиадных физических задач», «Электрорадиотехника», прохождения практик «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», «Преддипломная практика».

3. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

- готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов (ПК-1);
- владением концептуальными и теоретическими основами физики; системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике, ее месте в общей системе наук и ценностей; методами организации и постановки физического эксперимента (лабораторного, демонстрационного, компьютерного) и теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов (СК-3).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать

- законы классической механики;
- уравнения Максвелла в векторной и тензорной формах и их физический смысл;
- основные принципы квантовой механики: свойства волновых функций и операторов динамических величин;
- законы и основные понятия термодинамики (температура, энтропия), каноническое распределение;

уметь

- записывать функцию Лагранжа и уравнения движения для различных механических систем;
- использовать аппарат векторного и тензорного анализа при выводе следствий законов электродинамики;
- решать типовые задачи на нахождение собственных значений операторов динамических переменных;
- вычислять термодинамические параметры, зная статистическую сумму;

владеть

- методами решения типовых задач классической механики;
- методами решения типовых задач электродинамики;
- методами решения типовых задач квантовой механики;
- термодинамическими и статистическими методами описания макроскопических систем.

4. Общая трудоёмкость дисциплины и её распределение

количество зачётных единиц – 13,

общая трудоёмкость дисциплины в часах – 468 ч. (в т. ч. аудиторных часов – 158 ч., СРС – 148 ч.),

распределение по семестрам – 7, 8, 9, 10,

форма и место отчётности – экзамен (7 семестр), экзамен (8 семестр), экзамен (9 семестр), аттестация с оценкой (10 семестр).

5. Краткое содержание дисциплины

Классическая механика.

Способы описания механического движения. Взаимодействие. Инертность. ИСО. Законы движения. Интегралы движения. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Теоремы Кенига. Теорема вириала. Динамика вращательного движения твердого тела. Тензор инерции. Закон всемирного тяготения. Задача двух тел. Приведенная масса. Законы Кеплера. Число степеней свободы. Обобщенные координаты. Обобщенные скорости. Функция Лагранжа. Действие. Принцип наименьшего действия. Вывод уравнений Лагранжа из принципа наименьшего действия. Голономные связи. Стационарные связи. Виртуальные перемещения. Виртуальная работа. Диссипативная функция Рэля. Обобщенный импульс. Обобщенная сила. Циклические координаты и сохранение обобщенных импульсов. Законы сохранения и свойства симметрии. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Уравнение Гамильтона-Якоби. Скобки Пуассона

Электродинамика.

Постулаты СТО. Преобразования Лоренца. Следствия преобразований Лоренца. 4-мерные векторы и тензоры. Геометрический смысл преобразований Лоренца и интервала. Действие для релятивистской частицы. Принцип соответствия. Релятивистская динамика. 4-импульс. 4-сила. 4-тензор момента импульса. Центр инерции. Распад частиц. Электрический заряд. 4-потенциал. Действие для заряженной частицы в ЭМ поле. Уравнение движения заряда в ЭМ поле. Напряженность электрического поля. Напряженность магнитного поля. Работа ЭМ поля по перемещению заряда. Калибровочная инвариантность. Движение заряда в стационарных электрическом и магнитном полях. Уравнение движения в тензорной форме. Тензор ЭМ поля. Преобразования Лоренца для ЭМ поля. Инварианты поля. Уравнения ЭМ поля. 4-плотность тока Действие для ЭМ поля. Уравнения Максвелла в дифференциальной, интегральной и тензорной формах. Уравнение непрерывности. Закон сохранения энергии ЭМ поля. Вектор Умова-Пойнтинга. Электростатическое поле. Уравнение Пуассона. Дельта-функция. Закон Кулона. Энергия электростатического поля. Дипольный момент. Стационарное магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитный момент. Теорема

Лармора. ЭМ волны. Волновое уравнение. Общее решение волнового уравнения. Свойства плоской ЭМ волны. Метод запаздывающих потенциалов. Дипольное излучение

Квантовая механика, физика ядра и элементарных частиц.

Свойства волновых функций и операторов динамических величин. Уравнение Шредингера. Принцип суперпозиции. Унитарные преобразования. Соотношения неопределенностей. Квантовые скобки Пуассона. Уравнения движения для операторов. Собственные значения операторов проекции и модуля момента импульса. Орбитальное и магнитное квантовые числа. Гамильтониан. Представление взаимодействия. Одномерные квантовая яма и квантовый барьер. Движение частицы в периодическом поле. Теорема Блоха. Модель Кронига-Пенни. Энергетические зоны. Одномерный гармонический осциллятор. Собственные значения энергии электрона в атоме водорода. Стационарная теория возмущений. Теория возмущений вырожденных состояний. Секулярное уравнение. Атом водорода в электрическом поле. Эффект Штарка. Нестационарная теория возмущений. Квантовые переходы. Двухуровневая система. Переход системы из дискретного спектра в квазинепрерывный под действием периодического во времени поля. Правила отбора для гармонического осциллятора. Правила отбора для атома водорода. Квазиклассический предел. Правила квантования Бора-Зоммерфельда. Спин. Матрицы Паули. Спин-орбитальное взаимодействие. Полный момент импульса электрона. Уравнение Паули. Принцип тождественности частиц. Бозоны. Фермионы. Принцип Паули. Операторы рождения и уничтожения частиц. Операторы в представлении чисел заполнения. Квантовые статистики. Микроканоническое распределение. Вывод канонического распределения из микроканонического. Строение ядра. Протон, нейтрон. Нуклоны. Изоспин. Капельная модель строения ядра. Формула Вайцзеккера. Полевая теория ядерных сил. Потенциал Юкава. Мезонная теория ядерных сил. Теория α -распада. Формула Гейгера-Нэттола. β -Распад. Нейтрино. Деление ядер. Термоядерные реакции. Фундаментальные взаимодействия. Классификация элементарных частиц. Кварки.

Термодинамика и статистическая физика.

Термодинамические параметры. Термодинамическое равновесие. Температура. Начала термодинамики. Энтропия. Основное термодинамическое равенство. Термодинамические функции. Теплоемкость. Равновесная функция распределения. Системы с переменным числом частиц. Химический потенциал. Большое каноническое распределение. Вычисление термодинамических параметров методами статистической физики. Уравнение состояния идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость идеального газа. Инверсная заселенность. Вырожденный идеальный газ. Вырожденный Ферми-газ. Теплоемкость вырожденного электронного газа. Магнетизм электронного газа. Вырожденный Бозе-газ. Конденсация Бозе-Эйнштейна. Статистика фотонного газа. Термодинамика фотонного газа.

6. Разработчик

Кухарь Егор Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики, методики преподавания физики и математики, ИКТ ФГБОУ ВО "ВГСПУ".