

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 28.06.2022 10:59:37
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad56

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Аннотация рабочей программы дисциплины (модуля)

дисциплина ***Б1.В.09 Избранные вопросы общей и теоретической физики***

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Направление

03.03.02
код

Физика
наименование направления

Программа

Медицинская физика

Форма обучения

Очная

Для поступивших на обучение в
2021 г.

Стерлитамак 2022

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

| Формируемая компетенция (с указанием кода) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|--|---|--|
| ПК-1. Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований | ПК-1.1. Применяет основные принципы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний | Обучающийся должен: В совершенстве владеет знаниями общей и теоретической физики и применяет основные принципы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в медицинской физике. |
| | ПК-1.2. Понимает, умеет излагать и анализировать научно-техническую информацию, и полученные результаты исследований в соответствующей области знаний | В совершенстве понимает и разбирается в основных законах и положениях общей и теоретической физики, умеет излагать и анализировать научно-техническую информацию, и полученные результаты исследований в медицинской физике. |
| | ПК-1.3. Решает профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта | Квалифицированно решает профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий, знаний законов общей и теоретической физики с учетом отечественного и зарубежного опыта |

2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Цели изучения дисциплины:

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Общий физический практикум, Основы теоретической физики.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зач. ед., 72 акад. ч.

| Объем дисциплины | Всего часов |
|--|----------------------|
| | Очная форма обучения |
| Общая трудоемкость дисциплины | 72 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | |
| лекций | 26 |
| практических (семинарских) | 26 |
| другие формы контактной работы (ФКР) | 0,2 |
| Учебных часов на контроль (включая часы подготовки): | |
| зачет | |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 19,8 |

| Формы контроля | Семестры |
|----------------|----------|
| зачет | 8 |

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

| № п/п | Наименование раздела / темы дисциплины | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | |
|----------|--|---|----------|----------|------------|
| | | Контактная работа с преподавателем | | | СР |
| | | Лек | Пр/Сем | Лаб | |
| 8.1 | Уравнения Максвелла | 2 | 2 | 0 | 3 |
| 8.2 | Электромагнитные поля | 2 | 2 | 0 | 1 |
| 9 | Квантовая физика | 1 | 1 | 0 | 3,8 |
| 9.1 | Уравнение Шредингера | 1 | 1 | 0 | 3,8 |
| 7.1 | Законы термодинамики | 2 | 2 | 0 | 3 |
| 3 | Электричество и магнетизм | 4 | 4 | 0 | 2 |
| 3.1 | Электростатика | 2 | 2 | 0 | 1 |
| 3.2 | Магнетизм | 2 | 2 | 0 | 1 |
| 4 | Оптика | 3 | 3 | 0 | 2 |
| 4.1 | Геометрическая оптика | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 4.2 | Оптические явления | 2 | 2 | 0 | 1 |
| 5 | Атомная и ядерная физики | 2 | 2 | 0 | 2 |
| 8 | Электродинамика | 4 | 4 | 0 | 4 |
| 5.1 | Атомная физика | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 5.2 | Ядерная физика | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | Теоретическая механика | 2 | 2 | 0 | 1 |
| 6.1 | Кинематика и динамика | 2 | 2 | 0 | 1 |
| 7 | Статистическая физика | 2 | 2 | 0 | 3 |
| 2.2 | Термодинамика | 2 | 2 | 0 | 1 |
| 2.1 | Молекулярно-кинетическая теория газов | 2 | 2 | 0 | 1 |
| 2 | Молекулярная физика и термодинамика | 4 | 4 | 0 | 2 |
| 1 | Механика | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 1.2 | Динамика вращательного | 2 | 2 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-----|--|-----------|-----------|----------|-------------|
| | движения | | | | |
| 1.1 | Кинематика и динамика поступательного движения | 2 | 2 | 0 | 0 |
| | Итого | 26 | 26 | 0 | 19,8 |

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лекционных занятий

| № | Наименование раздела / темы дисциплины | Содержание |
|-----|--|---|
| 8.1 | Уравнения Максвелла | <p>Электронная теория вещества. Система уравнений Максвелла Лоренца. Усреднение микроскопических уравнений Максвелла в среде. Поляризация среды в электрическом поле. Средняя плотность тока и средняя плотность заряда в среде, их связь с векторами поляризации и намагниченности.</p> <p>Потенциалы поля и решения задач электродинамики</p> <p>Векторный и скалярный потенциалы. Описание электромагнитного поля с помощью потенциалов. Неоднозначность потенциалов. Уравнение Даламбера. Калибровка потенциалов (калибровочные соотношения). Уравнения для потенциалов поля в веществе. Система граничных условий для векторов поля и потенциалов. Пределы применимости уравнений связи.</p> <p>Единственность решения уравнений Максвелла. Прямая и обратная задачи электродинамики. Разделы электродинамики.. Электростатическое поле</p> <p>Система уравнений Максвелла для статического приближения.</p> <p>Электростатическое поле, его потенциальный характер. Скалярный потенциал электростатического поля, его физический смысл и свойства. Уравнения Лапласа и Пуассона.</p> <p>Потенциал системы зарядов в вакууме на больших расстояниях от нее. Разложение потенциала по мультиполям. Мультипольные моменты. Дипольный момент. Поле диполя. Диполь в электрическом поле. Энергия взаимодействия системы неподвижных зарядов и энергия электростатического поля в диэлектриках.</p> <p>Свойства электростатического поля проводников. Поле вблизи поверхности проводника. Потенциал и емкость проводника, системы проводников, потенциальные и емкостные коэффициенты.</p> <p>Стационарное магнитное поле</p> |

| | | |
|----------|-------------------------|---|
| 8.2 | Электромагнитные поля | <p>Уравнения Максвелла для стационарного приближения</p> <p>Переменное электромагнитное поле. Электромагнитные поля в отсутствии зарядов и токов. Волновое уравнение (уравнение Даламбера) и его решение для плоских электромагнитных волн, свойства электромагнитных волн. Электромагнитные волны в прозрачном веществе. Интенсивность отраженной и преломленной волны. Формулы Френеля.</p> <p>Электромагнитные волны с учетом поглощения в среде. Распространение электромагнитных волн в диспергирующих средах. Классическая теория дисперсии света. Нормальная и аномальная дисперсия.</p> <p>Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.</p> <p>Физический смысл комплексной диэлектрической проницаемости.</p> <p>Теория излучения</p> <p>Излучение электромагнитных волн. Уравнения поля для произвольно движущихся зарядов. Решение в виде запаздывающих потенциалов. Энергия, излучаемая системой зарядов в пределах малого телесного угла.</p> <p>Излучение гармонического осциллятора. Электромагнитное поле осциллятора вблизи него и в волновой зоне. Поток энергии. Классическая теория излучения упруго-связанного электрона.</p> <p>Четырехмерная формулировка электродинамики</p> <p>Основы теории относительности</p> <p>Экспериментальные обоснования специальной теории относительности. Постулаты специальной теории относительности.</p> <p>Преобразования Лоренца для координат и времени.</p> <p>Интервал.</p> <p>Инвариантность</p> |
| 9 | Квантовая физика | |
| 9.1 | Уравнение Шредингера | <p>Гипотеза де Бройля. Волны де Бройля. Эксперименты Томсона-Тартаковского по дифракции электронов. Эксперименты Бибермана-Сушкина-Фабриканта по дифракции одиночных электронов. Волновая функция. Физический смысл волновой функции. Уравнение Шредингера. Принцип неопределенности. Корпускулярно-волновой дуализм.</p> <p>Стационарное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера в одномерном случае. Задача о частице находящейся в бесконечно глубокой потенциальной яме. Краевые условия для волновой функции. Уровни энергии частицы в потенциальной яме.</p> <p>Стационарное уравнение Шредингера для водородоподобного атома. Структура решения уравнения Шредингера для атома. Принцип Паули для фермионов.</p> |

| | | |
|-----|----------------------|--|
| | | <p>Многэлектронные атомы. Правило Хунда. Заполнение электронных состояний в атомах. Периодическая система элементов Менделеева и объяснение с ее точки зрения квантовой механики.</p> |
| 7.1 | Законы термодинамики | <p>Пример простой системы. Макроскопические и микроскопические состояния. Статистическое распределение. Ансамбль Гиббса. Теорема Лиувилля. Средние по времени. Приближение к равновесию. Основной постулат статистической физики. Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса. Большое каноническое распределение. Энтропия. Термодинамические соотношения. Элементы квантовой статистической физики. Статистический оператор, матрица плотности. Уравнение Неймана. Квантовый вариант микроканонического распределения, энтропия. Квантовомеханический вывод большого канонического распределения.</p> <p>2 Статистические распределения для идеальных газов</p> <p>Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Распределение Больцмана. Столкновения молекул. Закон равнораспределения. Квантование поступательного движения. Равновесное тепловое излучение, фотонный газ. Тепловое движение атомов в кристалле. Фононный газ. Среднеквадратичное смещение атомов в кристалле. Бозе-Эйнштейновская конденсация. Вырожденный Ферми-газ. Электронный газ в металле. Теплоемкость вырожденного электронного газа. Электроны в полупроводниках. Собственные полупроводники. Примесные полупроводники.</p> <p>3 Неидеальные газы. Отклонение газов от идеальности. Разложение по степеням плотности (вириальное разложение). Формула Ван-дер-Ваальса. Полностью ионизованный газ.</p> <p>4 Теория флуктуаций.</p> <p>Элементы физической кинетики.</p> <p>Флуктуации энергии, объема, числа частиц. Флуктуации основных термодинамических величин. Корреляция флуктуаций во времени. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов. Уравнение Смолуховского. Принцип детального равновесия. Уравнение Фоккера-Планка. Уравнение кинетического баланса. Вывод формулы Планка по</p> |

| | | |
|----------|----------------------------------|--|
| | | Эйнштейну. Кинетическое уравнение Больцмана. |
| 3 | Электричество и магнетизм | |
| 3.1 | Электростатика | <p>Электрические заряды и их свойства. Модель точечного заряда. Закон Кулона. Пробный заряд. Напряженность электрического поля в вакууме. Принцип суперпозиции. Силовые линии. Теорема о циркуляции. Теорема Гаусса. Работа по перемещению электрического заряда. Эквипотенциальные поверхности. Потенциальный характер электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Закон Пуассона. Основная задача электростатики. Роль краевых условий в решении основной задачи электростатики. Энергия взаимодействия заряженных тел.</p> <p>Диполь. Плечо диполя. Модель точечного диполя. Поле точечного диполя. Действие электростатического поля на диполь. Молекула вещества как точечный диполь. Поляризация диэлектриков. Свободные и связанные заряды. Вектор поляризованности. Электрическое поле в веществе. Теорема Гаусса для диэлектриков. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для вектора D.</p> <p>Проводники в электрическом поле. Поле на поверхности проводника. Емкость. Конденсаторы. Емкость конденсаторов. Поле конденсатора. Энергия конденсатора. Плотность энергии электрического поля. Электрическое напряжение. Сила тока. Электрическое сопротивление. Эквивалентные схемы. Последовательное и параллельное сопротивление проводников. Закон Ома для участка цепи. Мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. ЭДС. Внутреннее сопротивление ЭДС. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа.</p> |
| 3.2 | Магнетизм | <p>Понятие магнитного поля. Причины, порождающие магнитное поле. Объекты, на которых действует магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Направление вектора магнитной индукции. Силовые линии. Вихревой характер силовых линий. Заряженные частицы в магнитном поле. Сила Лоренца. Направление силы Лоренца. Взаимодействие проводов с током. Сила Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции магнитного поля.</p> <p>Действие магнитного поля на рамку с током. Магнитный момент рамки. Молекула как элементарная рамка с током. Вектор намагниченности. Магнитная проницаемость вещества. Типы магнетиков: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Намагничивание ферромагнетиков. Точка Кюри</p> <p>Поток магнитного поля. Теорема Гаусса. Явление электромагнитной индукции. Понятие магнитного потока. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко.</p> <p>Индуктивность соленоид. Магнитное поле соленоида. Индуктивность соленоида. Энергия соленоида. Плотность</p> |

| | | |
|----------|---------------------------------|---|
| | | <p>энергии магнитного поля. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции.</p> <p>L-C цепочка. Уравнения свободных колебаний в L-C цепочке. Вид решения уравнения свободных гармонических колебаний в L-C цепочке. Графики заряда, тока и изменения тока при электрических колебаниях. Трансформация энергии в L-C цепочке.</p> <p>R-L-C цепочка Уравнения свободных колебаний в L-C цепочке. Вид решения уравнения свободных затухающих колебаний в R-L-C цепочке. Частота затухающих колебаний. Энергия затухающих колебаний.</p> <p>Логарифмический декремент затухания. Добротность. Аперриодические колебания.</p> <p>Вынужденные электрические колебания. Вывод уравнения вынужденных колебаний в L-C цепочке. Общий вид решения для вынужденных колебаний. Амплитуда, фаза и частота вынужденных колебаний. Баланс механической энергии при вынужденных колебаниях. Резонанс токов и напряжений. Переменный электрический ток. Активное и индуктивное сопротивление. Импеданс.</p> <p>Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Материальные уравнения. Электромагнитные волны в вакууме. Структура электромагнитной волны. Энергия электромагнитного поля. Природа давления электромагнитной волны на вещество.</p> |
| 4 | Оптика | |
| 4.1 | Геометрическая оптика | <p>Основные законы геометрической оптики: распространение, отражение, преломление. Тень и полутень. Полное внутреннее отражение. Линзы. Основные характеристики тонкой линзы. Формула тонкой линзы. Построение хода лучей в тонкой линзе.</p> |
| 4.2 | Оптические явления | <p>Интерференция света. Условия максимума и минимума. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Некогерентные и когерентные источники света. Особенности излучения электромагнитной волны молекулами и атомами вещества. Цуг волны.</p> <p>Пространственная и временная когерентность.</p> <p>Дифракция света. Принцип Гюйгенса. Дифракция Френеля. Зоны Френеля. Субзоны Френеля. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракция Фраунгофера на полуплоскости. Дифракционная решетка. Условия главного максимума. Дифракционная решетка как спектральный прибор.</p> <p>Распространение света в среде. Фазовая и групповая скорости. Дисперсия света. Аномальная и нормальная дисперсия. Поглощение света. Закон Бугера.</p> <p>Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса. Вращение плоскости поляризации. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный луч.</p> |
| 5 | Атомная и ядерная физики | |

| | | |
|----------|-------------------------------|--|
| 8 | Электродинамика | |
| 5.1 | Атомная физика | <p>Излучение абсолютно черного тела. Теория Релея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Вина. Закон смещения Вина. Гипотеза Планка. Формула Планка. Постоянная Планка как фундаментальная постоянная. Фотоэффект. Законы Столетова для фотоэффекта. Неклассичность законов фотоэффекта. Гипотеза Эйнштейна о фотонах. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Объяснение законов Столетова с точки зрения уравнения Эйнштейна. Задерживающая разность потенциалов. Подтверждение гипотезы Эйнштейна на примере эффекта Комптона. Формула Комптона.</p> <p>Типы спектров. Серии Лаймана, Бальмера, Пашена в спектре атома водорода. Формула Бальмера для спектра атома водорода. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда-Гейгера Марсдена. Планетарная модель атома. Трудности классического описания планетарной модели. Постулаты Бора. Энергии стационарных орбит электронов. Объяснение спектра атома водорода с точки зрения теории Бора.</p> |
| 5.2 | Ядерная физика | <p>Атомное ядро. Состав ядра. Основные характеристики ядер. Изотопы, Изотоны, Изомеры. Свойства ядерных сил. Дефект масс. Удельная энергия связи. Два типа ядерных реакций: ядерный распад и термоядерный синтез. Радиоактивное излучение. Природа и свойства сопровождающих их излучений. α, β, γ-распады. Деление ядер. Закон радиоактивного распада. Законы сохранения зарядов при распадах.</p> |
| 6 | Теоретическая механика | |
| 6.1 | Кинематика и динамика | <p>Динамика свободной материальной точки. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки в декартовых координатах. Естественные уравнения движения материальной точки. Две основные задачи динамики точки. Колебательное движение материальной точки. Виды колебательных движений материальной точки. Свободные колебания материальной точки. Затухающие колебания материальной точки. Вынужденные колебания материальной точки. Влияние сопротивления движению на вынужденные колебания.</p> <p>Динамика относительного движения материальной точки. Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки. Случай относительного покоя. Сила тяжести. Общие теоремы динамики. Теорема о движении центра масс механической системы. Теоремы об изменении количества движения материальной точки и количества движения механической системы. Теоремы об изменении</p> |

| | | |
|----------|--|---|
| | | момента количества движения материальной точки и об изменении кинетического момента механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии. Теория удара. Теорема об изменении количества движения механической системы при ударе. Теорема Карно. Теорема об изменении кинетического момента механической системы при ударе. |
| 7 | Статистическая физика | |
| 2.2 | Термодинамика | Тепловые машины. КПД тепловой машины. Энтропия идеального газа. Адиабатный процесс. Цикл Карно. Идеальная тепловая машина. Второе начало термодинамики. Теорема Нернста. Распределение молекул по проекции скорости. Распределение молекул по модулю скорости. Вероятная, средняя и средняя квадратичная скорости. Реальные газы Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Фазовый переход. Метастабильные состояния. Перегретая жидкость и переохлажденный газ. Критическое состояние. Жидкости и их свойства. Поверхностное натяжение. Смачивание и несмачивание. Капиллярные явления. Капиллярный мениск. Закон Лапласа. Испарение и кипение жидкостей. Насыщенный пар. Влажность воздуха. |
| 2.1 | Молекулярно-кинетическая теория газов | Давление газа. Вес воздуха. Атмосферное давление. Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли. Вакуум. Зависимость атмосферного давления от высоты. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Основное уравнение МКТ Агрегатные состояния вещества. Модель идеального газа. Двухреперные термометры. Температура. Изопрцессы. Законы идеальных газов. Температурная шкала Кельвина. PV-, PT- и VT-диаграммы изопрцессов. Универсальная газовая постоянная. Уравнения состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона. |
| 2 | Молекулярная физика и термодинамика | |
| 1 | Механика | |
| 1.2 | Динамика вращательного движения | Типы механических движений. Основная задача механики. Физические величины, используемые при описании механического движения. Основной алгоритм кинематики поступательного движения. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Абсолютный характер пространства и времени в нерелятивистской классической механике. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Правило сложения скоростей. Преобразование ускорений. Законы Ньютона, их опытное происхождение. Сила как мера взаимодействия. Примеры сил. Принцип суперпозиции сил. Равнодействующая сила как причина поступательного движения. Масса как мера инертности при |

| | |
|--|---|
| | <p> поступательном движении. Модель материальной точки. Алгоритм Ньютона. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции в равномерно ускоренной системе. Вращающаяся система отсчета. Центробежная сила. Сила Кориолиса. Объемный характер сил инерции. Второй закон Ньютона в неинерциальных системах отсчета. Искусственная невесомость. </p> <p> Давление. Единицы давления. Способы увеличения и уменьшения давления. Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Сообщающиеся сосуды. Сила Архимеда. Условие плавания тел. </p> <p> Правило рычага. Плечо силы. Вектор момента сил. Момент сил как причина вращательного движения. Основные величины, описывающие вращение тела. Кинематика вращательного движения. Центростремительное ускорение. Момент инерции как мера инертности при вращательном движении. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Основное уравнение динамики вращательного движения. Аналогия между вращательным и поступательным движением. Центростремительная сила. Связь угловых и линейных величин. </p> <p> Импульс тела. Импульс системы тел. Центр масс тела. Теорема о центре масс. Общая формулировка второго закона Ньютона. Внутренние и внешние силы. Замкнутые и изолированные системы. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Связь закона сохранения импульса с однородностью пространства. </p> <p> Работа и мощность. Консервативные и неконсервативные силы. Работа консервативной силы. Независимость работы консервативной силы от траектории. Потенциальная энергия. </p> <p> Работа равнодействующей силы и кинетическая энергия. Полная механическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии как частный случай закона сохранения энергии. </p> <p> Упругий удар. Закон сохранения кинетической энергии при упругом ударе как частный случай закона сохранения энергии. Неупругий удар. Формы энергии. Работа как «счетчик» энергии. Формулировка закона сохранения энергии. Связь закона сохранения энергии с однородностью времени. </p> <p> Плечо импульса. Вектор момента импульса. Момент импульса как мера вращения. Общая запись уравнения динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса. </p> <p> Пружинный и математический маятники. Вывод уравнения свободных колебаний для пружинного маятника. Общий вид решения для свободных колебаний. Графики координаты, скорости и ускорения при гармонических колебаниях. Амплитуда, фаза, частота и период </p> |
|--|---|

| | | |
|-----|--|---|
| | | <p>гармонических колебаний. Трансформация энергии при свободных гармонических колебаниях.</p> <p>Затухающие колебания. Вывод уравнения затухающих колебаний для пружинного маятника. Общий вид решения для затухающих колебаний. Амплитуда и частота затухающих колебаний. Энергия затухающих колебаний. Логарифмический декремент затухания. Добротность.</p> <p>Апериодические колебания.</p> <p>Вынужденные колебания. Вывод уравнения вынужденных колебаний для пружинного маятника. Общий вид решения для вынужденных колебаний. Амплитуда, фаза и частота вынужденных колебаний. Баланс механической энергии при вынужденных колебаниях. Резонанс.</p> <p>Постулаты Эйнштейна в специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Закон сложения скоростей. Эффекты замедление времени и сокращения продольных размеров движущегося тела.</p> <p>Динамика релятивистской частицы, уравнение ее движения. Релятивистская форма энергии и импульса. Энергия покоя. Кинетическая энергия. Связь импульса и энергии. Массивные и безмассовые частицы.</p> |
| 1.1 | Кинематика и динамика поступательного движения | <p>Типы механических движений. Основная задача механики. Физические величины, используемые при описании механического движения. Основной алгоритм кинематики поступательного движения. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение.</p> <p>Абсолютный характер пространства и времени в нерелятивистской классической механике. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Правило сложения скоростей. Преобразование ускорений.</p> <p>Законы Ньютона, их опытное происхождение. Сила как мера взаимодействия. Примеры сил. Принцип суперпозиции сил. Равнодействующая сила как причина поступательного движения. Масса как мера инертности при поступательном движении. Модель материальной точки. Алгоритм Ньютона.</p> <p>Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции в равномерно ускоренной системе. Вращающаяся система отсчета. Центробежная сила. Сила Кориолиса. Объемный характер сил инерции. Второй закон Ньютона в неинерциальных системах отсчета. Искусственная невесомость.</p> <p>Давление. Единицы давления. Способы увеличения и уменьшения давления. Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Сообщающиеся сосуды. Сила Архимеда. Условие плавания тел.</p> |

| № | Наименование раздела / темы дисциплины | Содержание |
|-----|--|---|
| 8.1 | Уравнения Максвелла | <p>Электронная теория вещества. Система уравнений Максвелла Лоренца. Усреднение микроскопических уравнений Максвелла в среде. Поляризация среды в электрическом поле. Средняя плотность тока и средняя плотность заряда в среде, их связь с векторами поляризации и намагниченности.</p> <p>Потенциалы поля и решения задач электродинамики</p> <p>Векторный и скалярный потенциалы. Описание электромагнитного поля с помощью потенциалов. Неоднозначность потенциалов. Уравнение Даламбера. Калибровка потенциалов (калибровочные соотношения). Уравнения для потенциалов поля в веществе. Система граничных условий для векторов поля и потенциалов. Пределы применимости уравнений связи.</p> <p>Единственность решения уравнений Максвелла. Прямая и обратная задачи электродинамики. Разделы электродинамики. Электростатическое поле</p> <p>Система уравнений Максвелла для статического приближения.</p> <p>Электростатическое поле, его потенциальный характер. Скалярный потенциал электростатического поля, его физический смысл и свойства. Уравнения Лапласа и Пуассона.</p> <p>Потенциал системы зарядов в вакууме на больших расстояниях от нее. Разложение потенциала по мультиполям. Мультипольные моменты. Дипольный момент. Поле диполя. Диполь в электрическом поле. Энергия взаимодействия системы неподвижных зарядов и энергия электростатического поля в диэлектриках.</p> <p>Свойства электростатического поля проводников. Поле вблизи поверхности проводника. Потенциал и емкость проводника, системы проводников, потенциальные и емкостные коэффициенты.</p> <p>Стационарное магнитное поле</p> <p>Уравнения Максвелла для стационарного приближения</p> |
| 8.2 | Электромагнитные поля | <p>Переменное электромагнитное поле. Электромагнитные поля в отсутствии зарядов и токов. Волновое уравнение (уравнение Даламбера) и его решение для плоских электромагнитных волн, свойства электромагнитных волн. Электромагнитные волны в прозрачном веществе. Интенсивность отраженной</p> |

| | | |
|----------|-------------------------|--|
| | | <p>и преломленной волны. Формулы Френеля. Электромагнитные волны с учетом поглощения в среде. Распространение электромагнитных волн в диспергирующих средах. Классическая теория дисперсии света. Нормальная и аномальная дисперсия. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде. Физический смысл комплексной диэлектрической проницаемости. Теория излучения Излучение электромагнитных волн. Уравнения поля для произвольно движущихся зарядов. Решение в виде запаздывающих потенциалов. Энергия, излучаемая системой зарядов в пределах малого телесного угла. Излучение гармонического осциллятора. Электромагнитное поле осциллятора вблизи него и в волновой зоне. Поток энергии. Классическая теория излучения упруго-связанного электрона. Четырехмерная формулировка электродинамики Основы теории относительности Экспериментальные обоснования специальной теории относительности. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца для координат и времени. Интервал. Инвариантность</p> |
| 9 | Квантовая физика | |
| 9.1 | Уравнение Шредингера | <p>Гипотеза де Бройля. Волны де Бройля. Эксперименты Томсона-Тартаковского по дифракции электронов. Эксперименты Бибермана-Сушкина-Фабриканта по дифракции одиночных электронов. Волновая функция. Физический смысл волновой функции. Уравнение Шредингера. Принцип неопределенности. Корпускулярно-волновой дуализм. Стационарное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера в одномерном случае. Задача о частице находящейся в бесконечно глубокой потенциальной яме. Краевые условия для волновой функции. Уровни энергии частицы в потенциальной яме. Стационарное уравнение Шредингера для водородоподобного атома. Структура решения уравнения Шредингера для атома. Принцип Паули для фермионов. Многоэлектронные атомы. Правило Хунда. Заполнение электронных состояний в атомах. Периодическая система элементов Менделеева и объяснение с ее точки зрения квантовой механики.</p> |
| 7.1 | Законы термодинамики | <p>Пример простой системы. Макроскопические и микроскопические состояния. Статистическое распределение. Ансамбль Гиббса. Теорема</p> |

| | | |
|----------|----------------------------------|---|
| | | <p>Лиувилля. Средние по времени. Приближение к равновесию. Основной постулат статистической физики. Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса. Большое каноническое распределение. Энтропия. Термодинамические соотношения. Элементы квантовой статистической физики. Статистический оператор, матрица плотности. Уравнение Неймана. Квантовый вариант микроканонического распределения, энтропия. Квантовомеханический вывод большого канонического распределения.</p> <p>2 Статистические распределения для идеальных газов</p> <p>Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Распределение Больцмана. Столкновения молекул. Закон равнораспределения. Квантование поступательного движения. Равновесное тепловое излучение, фотонный газ. Тепловое движение атомов в кристалле. Фононный газ. Среднеквадратичное смещение атомов в кристалле. Бозе-Эйнштейновская конденсация. Вырожденный Ферми-газ. Электронный газ в металле. Теплоемкость вырожденного электронного газа. Электроны в полупроводниках. Собственные полупроводники. Примесные полупроводники.</p> <p>3 Неидеальные газы. Отклонение газов от идеальности. Разложение по степеням плотности (вириальное разложение). Формула Ван-дер-Ваальса. Полностью ионизованный газ.</p> <p>4 Теория флуктуаций.</p> <p>Элементы физической кинетики.</p> <p>Флуктуации энергии, объема, числа частиц. Флуктуации основных термодинамических величин. Корреляция флуктуаций во времени. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов. Уравнение Смолуховского. Принцип детального равновесия. Уравнение Фоккера-Планка. Уравнение кинетического баланса. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Кинетическое уравнение Больцмана.</p> |
| 3 | Электричество и магнетизм | |
| 3.1 | Электростатика | <p>Электрические заряды и их свойства. Модель точечного заряда. Закон Кулона. Пробный заряд. Напряженность электрического поля в вакууме. Принцип суперпозиции. Силовые линии. Теорема о циркуляции. Теорема Гаусса. Работа по перемещению электрического заряда. Эквипотенциальные поверхности. Потенциальный характер</p> |

| | | |
|-----|-----------|---|
| | | <p>электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Закон Пуассона. Основная задача электростатики. Роль краевых условий в решении основной задачи электростатики. Энергия взаимодействия заряженных тел.</p> <p>Диполь. Плечо диполя. Модель точечного диполя. Поле точечного диполя. Действие электростатического поля на диполь. Молекула вещества как точечный диполь.</p> <p>Поляризация диэлектриков. Свободные и связанные заряды. Вектор поляризованности. Электрическое поле в веществе. Теорема Гаусса для диэлектриков. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для вектора D.</p> <p>Проводники в электрическом поле. Поле на поверхности проводника. Электроемкость. Конденсаторы.</p> <p>Электроемкость конденсаторов. Поле конденсатора. Энергия конденсатора. Плотность энергии электрического поля. Электрическое напряжение. Сила тока. Электрическое сопротивление. Эквивалентные схемы. Последовательное и параллельное сопротивление проводников. Закон Ома для участка цепи. Мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. ЭДС. Внутреннее сопротивление ЭДС. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа.</p> |
| 3.2 | Магнетизм | <p>Понятие магнитного поля. Причины, порождающие магнитное поле. Объекты, на которых действует магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Направление вектора магнитной индукции. Силовые линии. Вихревой характер силовых линий. Заряженные частицы в магнитном поле. Сила Лоренца. Направление силы Лоренца.</p> <p>Взаимодействие проводов с током. Сила Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции магнитного поля.</p> <p>Действие магнитного поля на рамку с током. Магнитный момент рамки. Молекула как элементарная рамка с током. Вектор намагниченности. Магнитная проницаемость вещества. Типы магнетиков: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Намагничивание ферромагнетиков. Точка Кюри</p> <p>Поток магнитного поля. Теорема Гаусса. Явление электромагнитной индукции. Понятие магнитного потока. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко.</p> <p>Индуктивность Соленоид. Магнитное поле соленоида. Индуктивность соленоида. Энергия соленоида. Плотность энергии магнитного поля. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции.</p> <p>L-C цепочка. Уравнения свободных колебаний в L-C цепочке. Вид решения уравнения свободных гармонических колебаний в L-C цепочке. Графики заряда, тока и изменения тока при электрических колебаниях. Трансформация энергии в L-C цепочке.</p> <p>R-L-C цепочка Уравнения свободных колебаний в L-C</p> |

| | | |
|----------|---------------------------------|---|
| | | <p>цепочке. Вид решения уравнения свободных затухающих колебаний в R-L-C цепочке. Частота затухающих колебаний. Энергия затухающих колебаний. Логарифмический декремент затухания. Добротность. Аперидические колебания.</p> <p>Вынужденные электрические колебания. Вывод уравнения вынужденных колебаний в L-C цепочке. Общий вид решения для вынужденных колебаний. Амплитуда, фаза и частота вынужденных колебаний. Баланс механической энергии при вынужденных колебаниях. Резонанс токов и напряжений. Переменный электрический ток. Активное и индуктивное сопротивление. Импеданс.</p> <p>Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Материальные уравнения. Электромагнитные волны в вакууме. Структура электромагнитной волны. Энергия электромагнитного поля. Природа давления электромагнитной волны на вещество.</p> |
| 4 | Оптика | |
| 4.1 | Геометрическая оптика | <p>Основные законы геометрической оптики: распространение, отражение, преломление. Тень и полутень. Полное внутреннее отражение. Линзы. Основные характеристики тонкой линзы. Формула тонкой линзы. Построение хода лучей в тонкой линзе.</p> |
| 4.2 | Оптические явления | <p>Интерференция света. Условия максимума и минимума. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Некогерентные и когерентные источники света. Особенности излучения электромагнитной волны молекулами и атомами вещества. Цуг волны. Пространственная и временная когерентность. Дифракция света. Принцип Гюйгенса. Дифракция Френеля. Зоны Френеля. Субзоны Френеля. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракция Фраунгофера на полуплоскости. Дифракционная решетка. Условия главного максимума. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Распространение света в среде. Фазовая и групповая скорости. Дисперсия света. Аномальная и нормальная дисперсия. Поглощение света. Закон Бугера. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса. Вращение плоскости поляризации. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный луч.</p> |
| 5 | Атомная и ядерная физики | |
| 8 | Электродинамика | |
| 5.1 | Атомная физика | <p>Излучение абсолютно черного тела. Теория Релея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Вина. Закон смещения Вина. Гипотеза Планка. Формула Планка. Постоянная Планка как фундаментальная постоянная. Фотоэффект. Законы Столетова для фотоэффекта. Неклассичность законов фотоэффекта. Гипотеза Эйнштейна о фотонах. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.</p> |

| | | |
|----------|-------------------------------|---|
| | | <p>Объяснение законов Столетова с точки зрения уравнения Эйнштейна. Задерживающая разность потенциалов. Подтверждение гипотезы Эйнштейна на примере эффекта Комптона. Формула Комптона.</p> <p>Типы спектров. Серии Лаймана, Бальмера, Пашена в спектре атома водорода. Формула Бальмера для спектра атома водорода. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда-Гейгера Марсдена. Планетарная модель атома. Трудности классического описания планетарной модели. Постулаты Бора. Энергии стационарных орбит электронов. Объяснение спектра атома водорода с точки зрения теории Бора.</p> |
| 5.2 | Ядерная физика | <p>Атомное ядро. Состав ядра. Основные характеристики ядер. Изотопы, Изотоны, Изомеры. Свойства ядерных сил. Дефект масс. Удельная энергия связи. Два типа ядерных реакций: ядерный распад и термоядерный синтез. Радиоактивное излучение. Природа и свойства сопровождающих их излучений. α, β, γ- распады. Деление ядер. Закон радиоактивного распада. Законы сохранения зарядов при распадах.</p> |
| 6 | Теоретическая механика | |
| 6.1 | Кинематика и динамика | <p>Динамика свободной материальной точки. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки в декартовых координатах. Естественные уравнения движения материальной точки. Две основные задачи динамики точки. Колебательное движение материальной точки. Виды колебательных движений материальной точки. Свободные колебания материальной точки. Затухающие колебания материальной точки. Вынужденные колебания материальной точки. Влияние сопротивления движению на вынужденные колебания.</p> <p>Динамика относительного движения материальной точки. Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки. Случай относительного покоя. Сила тяжести. Общие теоремы динамики. Теорема о движении центра масс механической системы. Теоремы об изменении количества движения материальной точки и количества движения механической системы. Теоремы об изменении момента количества движения материальной точки и об изменении кинетического момента механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии. Теория удара. Теорема об изменении количества движения механической системы при ударе. Теорема Карно. Теорема об изменении кинетического момента механической системы при ударе.</p> |
| 7 | Статистическая физика | |

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| 2.2 | Термодинамика | <p>Тепловые машины. КПД тепловой машины. Энтропия идеального газа. Адиабатный процесс. Цикл Карно. Идеальная тепловая машина. Второе начало термодинамики. Теорема Нернста.</p> <p>Распределение молекул по проекции скорости. Распределение молекул по модулю скорости. Вероятная, средняя и средняя квадратичная скорости.</p> <p>Реальные газы Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Фазовый переход. Метастабильные состояния. Перегретая жидкость и переохлажденный газ. Критическое состояние. Жидкости и их свойства.</p> <p>Поверхностное натяжение. Смачивание и несмачивание. Капиллярные явления. Капиллярный мениск. Закон Лапласа. Испарение и кипение жидкостей. Насыщенный пар. Влажность воздуха.</p> |
| 2.1 | Молекулярно-кинетическая теория газов | <p>Давление газа. Вес воздуха. Атмосферное давление. Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли. Вакуум. Зависимость атмосферного давления от высоты. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.</p> <p>Основное уравнение МКТ</p> <p>Агрегатные состояния вещества. Модель идеального газа. Двухреперные термометры. Температура. Изопроцессы. Законы идеальных газов. Температурная шкала Кельвина. PV-, PT- и VT-диаграммы изопроцессов. Универсальная газовая постоянная. Уравнения состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона.</p> |
| 2 Молекулярная физика и термодинамика | | |
| 1 Механика | | |
| 1.2 | Динамика вращательного движения | <p>Типы механических движений. Основная задача механики. Физические величины, используемые при описании механического движения. Основной алгоритм кинематики поступательного движения. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение.</p> <p>Абсолютный характер пространства и времени в нерелятивистской классической механике. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Правило сложения скоростей. Преобразование ускорений.</p> <p>Законы Ньютона, их опытное происхождение. Сила как мера взаимодействия. Примеры сил. Принцип суперпозиции сил. Равнодействующая сила как причина поступательного движения. Масса как мера инертности при поступательном движении. Модель материальной точки. Алгоритм Ньютона.</p> <p>Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции в равномерно ускоренной системе. Вращающаяся система отсчета. Центробежная сила. Сила Кориолиса. Объемный характер сил инерции. Второй закон Ньютона в неинерциальных системах отсчета. Искусственная невесомость.</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>Давление. Единицы давления. Способы увеличения и уменьшения давления. Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Сообщающиеся сосуды. Сила Архимеда. Условие плавания тел.</p> <p>Правило рычага. Плечо силы. Вектор момента сил. Момент сил как причина вращательного движения. Основные величины, описывающие вращение тела. Кинематика вращательного движения. Центростремительное ускорение. Момент инерции как мера инертности при вращательном движении. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Основное уравнение динамики вращательного движения. Аналогия между вращательным и поступательным движением. Центростремительная сила. Связь угловых и линейных величин.</p> <p>Импульс тела. Импульс системы тел. Центр масс тела. Теорема о центре масс. Общая формулировка второго закона Ньютона. Внутренние и внешние силы. Замкнутые и изолированные системы. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Связь закона сохранения импульса с однородностью пространства.</p> <p>Работа и мощность. Консервативные и неконсервативные силы. Работа консервативной силы. Независимость работы консервативной силы от траектории. Потенциальная энергия.</p> <p>Работа равнодействующей силы и кинетическая энергия. Полная механическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии как частный случай закона сохранения энергии.</p> <p>Упругий удар. Закон сохранения кинетической энергии при упругом ударе как частный случай закона сохранения энергии. Неупругий удар. Формы энергии. Работа как «счетчик» энергии. Формулировка закона сохранения энергии. Связь закона сохранения энергии с однородностью времени.</p> <p>Плечо импульса. Вектор момента импульса. Момент импульса как мера вращения. Общая запись уравнения динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса.</p> <p>Пружинный и математический маятники. Вывод уравнения свободных колебаний для пружинного маятника. Общий вид решения для свободных колебаний. Графики координаты, скорости и ускорения при гармонических колебаниях. Амплитуда, фаза, частота и период гармонических колебаний. Трансформация энергии при свободных гармонических колебаниях.</p> <p>Затухающие колебания. Вывод уравнения затухающих колебаний для пружинного маятника. Общий вид решения для затухающих колебаний. Амплитуда и частота затухающих колебаний. Энергия затухающих колебаний. Логарифмический декремент затухания. Добротность. Аперидические колебания.</p> |
|--|---|

| | | |
|-----|--|---|
| | | <p>Вынужденные колебания. Вывод уравнения вынужденных колебаний для пружинного маятника. Общий вид решения для вынужденных колебаний. Амплитуда, фаза и частота вынужденных колебаний. Баланс механической энергии при вынужденных колебаниях. Резонанс.</p> <p>Постулаты Эйнштейна в специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Закон сложения скоростей. Эффекты замедление времени и сокращения продольных размеров движущегося тела.</p> <p>Динамика релятивистской частицы, уравнение ее движения. Релятивистская форма энергии и импульса. Энергия покоя. Кинетическая энергия. Связь импульса и энергии.</p> <p>Массивные и безмассовые частицы.</p> |
| 1.1 | Кинематика и динамика поступательного движения | <p>Типы механических движений. Основная задача механики. Физические величины, используемые при описании механического движения. Основной алгоритм кинематики поступательного движения. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение.</p> <p>Абсолютный характер пространства и времени в нерелятивистской классической механике. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Правило сложения скоростей. Преобразование ускорений.</p> <p>Законы Ньютона, их опытное происхождение. Сила как мера взаимодействия. Примеры сил. Принцип суперпозиции сил. Равнодействующая сила как причина поступательного движения. Масса как мера инертности при поступательном движении. Модель материальной точки. Алгоритм Ньютона.</p> <p>Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции в равномерно ускоренной системе. Вращающаяся система отсчета. Центробежная сила. Сила Кориолиса. Объемный характер сил инерции. Второй закон Ньютона в неинерциальных системах отсчета. Искусственная невесомость.</p> <p>Давление. Единицы давления. Способы увеличения и уменьшения давления. Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Сообщающиеся сосуды. Сила Архимеда. Условие плавания тел.</p> |