



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП  
«Медицинская биофизика»

(подпись)

Туманова Е.С.

«10» июня 2019 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор Департамента  
Медицинской биохимии и биофизики

(подпись)

Момот Т.В.

«10» июня 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физика**

**Направление подготовки 30.05.02 «Медицинская биофизика»**

**Квалификация выпускника – специалитет**

**Форма подготовки – очная**

курс 1, 2 семестр 2, 3  
лекции 72 час.  
практические занятия 72 час.  
лабораторные работы 36 час.  
в том числе с использованием МАО лек.8 час./пр. 20 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 180 час.  
в том числе с использованием МАО 28 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены  
зачет 2 семестр  
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 30.05.02 «Медицинская биофизика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1012 от «11» августа 2016 г. и учебного плана по направлению подготовки «Медицинская биофизика».

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента медицинской биохимии и биофизики протокол № 5 от «10» июня 2019 г.

Директор Департамента: к.м.н., доцент Момот Т.В.

Составители: доцент Дьяченко О.И.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Аннотация к рабочей программе дисциплины «Физика»

Дисциплина «Физика» входит в базовую часть математического и естественно-научного цикла. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 180 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (72 час.), практические (72 час.), лабораторные (36 часов) и самостоятельная работа студента (45 часов). Дисциплина реализуется на 1-2 курсах в 2-3 семестре.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, атомная физика, ядерная физика. Курс «Физики» в Школе Биомедицины, Дальневосточного Федерального университета читается на младших курсах и является профилирующим.

Дисциплина «Физика» логически и содержательно связана с такими курсами, как «математический анализ», «векторный анализ», «аналитическая геометрия», «сопротивления материалов», «электроника», «теоретическая механика», «квантовая механика» и др.

Программа курса "Физика" составлена в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

**Цель курса** физики – формирование у студентов ясных представлений об основных понятиях и законах физики, стиля физического мышления, современной научной картины мира. Курс физики должен прививать студентам высокую культуру моделирования всевозможных явлений и процессов, знакомить с научными методами, а также подготовить общетеоретическую базу для прикладных и профилирующих дисциплин.

Основными **задачами** курса являются:

-изучение основных физических явлений, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;

-овладение приёмами и методами решения конкретных задач из различных областей физики;

-формирование навыков проведения физического эксперимента, освоение различных типов измерительной техники.

Для решения поставленных задач курс физики предусматривает соответствующие виды учебной работы – лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов.

**Начальные требования** к освоению дисциплины: знание основ курса физики и математики средней общеобразовательной школы или среднего профессионального образования. Курс физики начинается со второго семестра и предполагает знание начал математического анализа, аналитической геометрии (векторной алгебры) в объеме одного предшествующего семестра обучения (производная, дифференциал функции одной и многих переменных, интеграл, дифференциальные уравнения).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций).

Код формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОК – 1</b> способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знает	основные физические законы и концепции: законы классической механики, важнейшие концепции статистической физики и термодинамики; наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки;
	Умеет	применять физические законы к анализу наиболее важных частных случаев и простейших задач; проводить измерения физических величин и оценку погрешностей измерений;
	Владеет	основным экспериментальным материалом, основными навыками поиска научной информации, необходимого для разработки собственных проектных решений в исследуемой предметной области

<b>ОПК – 5</b> ГОТОВНОСТЬЮ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИХ, МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИНЫХ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ И МЕТОДОВ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ	Знает	основные положения классической электродинамики, теорию колебаний и волн, исходные принципы квантовой механики; основные понятия физики атомов, атомного ядра и элементарных частиц; связь физики с техникой, производством, другими науками,
	Умеет	применять сведения из электродинамики, теории колебаний и волн, физики атомного ядра при решении конкретных задач;
	Владеет	навыками работы с приборами; опытными фактами, которые лежат в основе наиболее важных физических законов

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Физика» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: «лекция-беседа», «дискуссия».

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **1. Кинематика (10 час.)**

1.1. Основные представления специальной теории относительности. Понятия пространства и времени, их относительность. Тело отсчета, системы отсчета. Понятие инерциальной и неинерциальной систем отсчета. Преобразования Галилея, связывающие координаты точки относительно подвижной и неподвижной инерциальных систем отсчета. (2 час)

1.2. Кинематика материальной точки. Понятия материальной точки, траектории. Способы задания положения точки и ее движения в декартовой системе отсчета. Перемещение. Путь. Связь перемещения с приращением радиус – вектора. (2 ч)

1.3. Кинематические характеристики материальной точки. Скорость, ускорение, единицы их измерения. Нормальное (центростремительное), касательное (тангенциальное) и полное ускорения. Связь величины полного ускорения с величинами нормального и полного ускорений. (2 ч)

1.4. Кинематические уравнения равномерного и равнопеременного прямолинейного движений. Равномерное и равнопеременное движение. Кинематические уравнения равнопеременного прямолинейного движения и равномерного. Графики зависимости пути и скорости от времени для равнопеременного и равномерного прямолинейного движения. (2 ч)

1. 5. Кинематика вращательного движения материальной точки. Угловое перемещение, скорость и ускорение. Единицы их измерения. Кинематическое уравнение равнопеременного движения материальной точки по окружности. Связь величины полного ускорения движения материальной точки по окружности с угловой скоростью, угловым ускорением и радиусом движения материальной точки. (2 ч)

## **2. Динамика (6 ч)**

2.1. Динамика материальной точки. Закон сохранения импульса. Взаимодействия и силы. Масса как мера инертности и гравитации. Импульс. Законы Ньютона. Прямые и обратные задачи. Свободное и несвободное движения. Понятие о силовом и однородном силовом полях. Движение тела в однородном силовом поле. Замкнутые и незамкнутые механические системы. Система материальных точек, ее импульс. Закон сохранения импульса системы материальных точек. Движение тел переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского. (2ч, проводится с использованием МАО).

2.2. Энергия, работа, мощность. Закон сохранения механической энергии. Работа. Энергия, Мощность. Потенциальная и кинетическая энергии. Потенциальные (консервативные) силы. Потенциальная энергия сил упругости. Связь между

потенциальной силой и потенциальной энергией. Закон сохранения энергии в механике. (2ч)

2. 3. Движение в поле тяготения. Законы Кеплера. Сила взаимодействия между Солнцем и планетами солнечной системы (решение обратной задачи). Закон тяготения Ньютона. Опыт Кавендиша. Сила тяготения (гравитации), сила тяжести, вес тела. Ускорение свободного падения, его зависимость от высоты и широты местности. Силы инерции. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса. Потенциал и напряженность гравитационного поля, связь между ними. Эквивалентность инертной и гравитационной масс, опытные подтверждения. Первая, вторая, третья космические скорости. (2ч)

### **3. Физика твердого тела (4 ч)**

3.1. Вращательное движение системы материальных точек. Момент импульса материальной точки и системы материальных точек относительно полюса и оси. Момент силы материальной точки и системы материальных точек относительно полюса и оси. Уравнение моментов для системы материальных точек относительно точки (полюса). Закон сохранения момента импульса механической системы относительно полюса. Связь момента импульса с угловой скоростью. (1ч)

3. 2. Динамика абсолютно твердого тела. Понятие абсолютно твердого тела. Поступательное и вращательное движения твердого тела. Центр масс. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела относительно оси. (Уравнение моментов). Момент инерции материальной точки и механической системы относительно точки и оси. Движение твердого тела, закрепленного в точке. Свободные оси. Гироскопы. Прецессия гироскопа, гироскопический эффект. Кинетическая энергия движения твердого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Вычисление моментов инерции стержня, цилиндра, тела вращения (общий случай), шара. (1 ч)

3. 3. Элементы гидродинамики. Линии и трубки тока, уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Внутреннее трение (вязкость) жидкости. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Ламинарное течение вязкой жидкости в круглых трубах. Формула Пуазейля. Методы определения вязкости жидкости. Формула Стокса. Границы применимости формул Пуазейля и Стокса. (2 ч)

### **4. Колебания и волны (6 ч)**

4 1. Колебания. Гармонические колебания. Кинематическое уравнение гармонических колебаний. Амплитуда, фаза, начальная фаза, частота и циклическая частота колебаний. Скорость, ускорение и силы при гармонических колебаниях. Закон Ньютона для гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний, его решение. Энергия гармонических колебаний. Графическая зависимость кинетической, потенциальной и полной

энергий гармонических колебаний от времени. (1ч, проводится с использованием МАО)

4 2. Пружинный, физический и математический маятники, периоды их колебаний. Приведенная длина физического маятника. Ось подвеса (привеса) и ось качаний физического маятника, их обратимость. (1ч)

4 3. Сложение гармонических колебаний. Метод векторной диаграммы. Сложение 2-х гармонических колебаний одной частоты и одного направления. Результирующая амплитуда и фаза таких колебаний. Сложение двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаний с разными амплитудами и одинаковой частотой. Сложение гармонических колебаний с близкими частотами. (1ч)

4 4. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение. Декремент, логарифмический декремент и коэффициент затухания колебаний. Их физический смысл и единицы измерения. (1ч)

4 5. Вынужденные колебания. Второй закон Ньютона для вынужденных колебаний. Установившиеся вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение и его решение для установившихся вынужденных колебаний для случая, если вынуждающая сила изменяется по гармоническому закону. Амплитуда и фаза установившихся вынужденных колебаний. Резонанс. Резонансная частота. Графики амплитудной и фазовой резонансных кривых для различных значений коэффициента затухания. (1ч)

4 6. Механические волны. Интерференция механических волн. Основные понятия: волновое поле, фронт волны, волновая поверхность, продольные и поперечные волны. Связь продольных и поперечных механических волн и их скоростей распространения с упругими свойствами среды. Плоские и сферические волны. Уравнение гармонической волны (волнового гармонического луча). Длина волны, ее связь с периодом (частотой) и скоростью. Понятие фазовой и групповой скоростей волны. Волновое уравнение. Звуковые волны. Когерентные волны. Разность хода. Интерференция механических волн. Условия Max. и Min. при интерференции. Стоячие волны. (1ч)

## **5. Молекулярная физика (4 ч)**

5. 1. Предмет и задачи молекулярной физики. Предмет и задачи молекулярной физики. Молекулярно-кинетическая теория вещества. Характеристики молекул и количества вещества. Агрегатные состояния вещества и их признаки. Статистический и термодинамический методы в молекулярной физике и термодинамике. (1 ч)



5. 2. Эмпирические газовые законы. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Давление идеального газа. Эмпирические газовые законы: законы Дальтона, Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Паскаля, Авогадро, Менделеева-Клапейрона, тепловое расширение твердых тел. Идеальный газ как модель газообразного состояния. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Давление идеального газа. Вывод основного уравнения МКТ идеального газа. Эрготическая гипотеза Больцмана (1ч)

5. 3. Теплообмен и термодинамическое равновесие. Температура и ее физический смысл в молекулярно-кинетической теории. Теплообмен и термодинамическое равновесие. Термометрическое свойство, термометрическая величина. Термодинамическая шкала температур. Теорема Больцмана о равновесном распределении энергии по степеням свободы. Число степеней свободы. Законы идеального газа. Изотермический коэффициент сжимаемости, температурный коэффициент. Графическое представление законов идеального газа. (1ч)

5. 4. Скорости газовых молекул. Скорости газовых молекул. Измерение скорости газовых молекул. Опыт Штерна, метод молекулярных пучков. Элементы теории вероятности. Частота и вероятность. Дискретное и непрерывное распределение вероятности. Плотность вероятности. Условие нормировки. Теоремы сложения и умножения. Средние значения случайных величин, флуктуация. Распределение Максвелла (постановка задачи). Вывод функции распределения молекул по проекциям скоростей. Физический смысл параметра функции распределения и постоянной интегрирования. Распределение Максвелла в приведенном виде. Определение функции распределения молекул по абсолютному значению скорости. Геометрическое истолкование полученной функции. Распределение Максвелла в приведенном виде. Расчеты характерных скоростей молекул при их хаотическом движении: наиболее вероятной скорости, средней и средней квадратичной скоростей, средней скорости по проекции, среднего модуля скорости по проекции, средней относительной скорости, и связи между ними. (1 ч)

## 6. МКТ (4 ч)

6. 1. Барометрическая формула и вывод закона Больцмана. Барометрическая формула и вывод закона Больцмана. Связь между распределениями Максвелла и Больцмана. Распределение Максвелла по значениям кинетической энергии. Распределение Максвелла-Больцмана. (1 ч)

6. 2. Броуновское движение. Броуновское движение. Расчет среднего квадрата смещения броуновской частицы. Формула Эйнштейна-Смолуховского.(1 ч)

6. 3. Элементы молекулярно-кинетической теории неравновесных процессов. Элементы молекулярно-кинетической теории неравновесных процессов. Равновесное и неравновесное состояния. Релаксационные процессы и явления переноса. Эффективный диаметр и эффективное сечение молекул газа. Средняя

длина свободного пробега. Потенциальная кривая межмолекулярного взаимодействия. Температурная зависимость эффективного сечения молекул и средней длины свободного пробега для газов и жидкостей. (1 ч)

6. 4. Диффузия. Самодиффузия. Диффузия. Самодиффузия. Коэффициент диффузии, зависимость коэффициента диффузии от температуры и давления. Вязкость или внутреннее трение. Коэффициент вязкости и его зависимость от температуры и давления. Различие температурных зависимостей вязкости газов и жидкостей. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности газов и его зависимость от температуры и давления. Соотношение между коэффициентами переноса.(1 ч, проводится с использованием MAO)

### **7. Термодинамика (4 ч)**

7. 1. Внутренняя энергия, работа, теплота. Нулевое начало термодинамики. Термодинамические процессы: равновесные или квазистатические, обратимые и необратимые, круговые или циклические. Внутренняя энергия, работа, теплота. Принцип эквивалентности теплоты и работы, опыты Майера и Джоуля. Вывод первого начала термодинамики . (1 час)

7. 2. Теплоемкость идеального газа. Теплоемкость идеального газа. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Энтальпия. Вывод уравнения Роберта-Майера. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам идеального газа. Адиабатный процесс. Работа идеального газа при адиабатном процессе. Политропный процесс.(1 часа)

7. 3. Классическая теория теплоемкостей газов. Классическая теория теплоемкостей газов и твердых тел (число степеней свободы, теорема Больцмана о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы). Закон Дюлонга-Пти. Недостатки классической теории теплоемкости твердых тел. Элементы квантовой теории теплоемкости. (1 час)

7. 4. Второе начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Формулировки второго начала термодинамики Клаузиуса, Кельвина и Планка. Цикл Карно. Вывод работы и к.п.д. идеального цикла Карно. Теоремы Карно. Теорема Клаузиуса о приведенной теплоте. Энтропия и термодинамический смысл энтропии в идеальном обратимом процессе. (1 часа)

7. 6. Статистический смысл второго начала термодинамики. Статистический смысл второго начала термодинамики. Вывод формулы Больцмана для энтропии. Закон возрастания энтропии Клаузиуса. (1 часа)

### **8. Электричество (8 ч)**

8. 1. Электростатика. Роль электромагнитных взаимодействий в природе. Закон Кулона. Электрическое поле в вакууме. Напряженность поля. Принцип суперпозиции. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского - Гаусса. Электрические заряды как источники и стоки электрического поля. Расчет полей. Работа сил электростатического поля. Потенциальный характер

электростатического поля. Теорема о циркуляции. Емкость уединенного проводника. Системы проводников и их емкость. Конденсаторы. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Поле в диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Пьезоэффект. Электрострикция. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Собственная энергия заряда. Энергия электрического поля. (4 ч, проводится с использованием МАО)

8. 2. Постоянный электрический ток. Движение электрических зарядов. Постоянный электрический ток, основные характеристики тока. Закон Ома в дифференциальной и интегральной формах. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома в замкнутой цепи. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока. Природа тока в металлах. Классическая теория электропроводности тел и ее недостатки. Сверхпроводимость. Элементы квантовой теории проводимости проводников. Зонная теория проводимости твердых тел. Полупроводники и их проводимость. Примесная проводимость полупроводников. Явления на границах контакта полупроводников Полупроводниковый диод, транзистор. (4 ч).

### **9. Магнетизм (8 ч)**

9. 1. Стационарное магнитное поле. Взаимодействие элементов тока. Закон Ампера. Стационарное магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Расчет магнитных полей (прямого тока, кругового тока). Основные свойства магнитного поля. Теорема Остроградского - Гаусса и теорема о циркуляции в магнитном поле. Силы, действующие на токи в магнитном поле. Сила Лоренца. Эффект Холла. Магнитное поле в веществе. Магнитный момент атома. Прецессия Лармора. Природа диа- и парамагнетизма. Опыты Эйнштейна-де Хааза, Барнетта. Классическая теория поля в магнетиках: вектор намагничивания, магнитная восприимчивость, молекулярные и поверхностные токи. Магнитное поле при наличии магнетиков. Напряженность магнитного поля. Теорема о циркуляции в магнетиках. Ферромагнетики. Постоянные магниты. (2 ч).

9. 2. Электромагнитная индукция и квазистационарные переменные токи. Квазистационарное магнитное поле. Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. Закон Фарадея. 1-я гипотеза Максвелла. Самоиндукция и взаимная индукция. Бетатроны. Квазистационарные токи. Получение переменного тока. Цепи переменного тока, содержащие сопротивление, индуктивность, емкость. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи переменного тока. (2 ч).

9. 3. Уравнения Максвелла и основные свойства электромагнитных волн. Энергия магнитного поля. 2-я гипотеза Максвелла. Ток смещения. Взаимообусловленность электрических и магнитных полей. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла. Физический смысл отдельных уравнений. Электромагнитные волны. Поперечность электромагнитных волн. Софазность и ортогональность

электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн. Вектор Умова – Пойтинга. Экспериментальное исследование электромагнитных волн и их получение. Вибратор Герца. Излучение линейного осциллятора. Картина электромагнитного поля линейного осциллятора. Диаграмма направленности излучения. Шкала электромагнитных волн. Принцип радиосвязи. (2 часа проводится с использованием МАО).

### **10. Оптика (18 ч)**

10. 1. Предмет и задачи оптики. Предмет и задачи оптики. Развитие представлений о природе света: релятивистская формулировка корпускулярно-волнового дуализма света. Шкала электромагнитных волн и оптический диапазон. Волновое уравнение и его решение (вывод). Уравнение плоской световой волны, свойства, характеристики и структуры световых волн (естественный и поляризованный свет). (1 ч)

10. 2. Излучение электромагнитных волн. Излучение электромагнитных волн. Диаграмма излучения. Мощность излучения (вывод). Уравнение сферической волны (вывод). Строится волновая зона, в которой решаются уравнения Максвелла и выводится уравнение сферической волны. На основе уравнения сферической волны строится диаграмма излучения и рассчитывается мощность излучения. (1 ч)

10. 3. Законы геометрической оптики. Законы геометрической оптики, установленные на основе опытных данных. Принцип Ферма как принцип наименьшего времени. Вывод законов геометрической оптики на основе электромагнитной теории света (волновых представлений). (1 ч, проводится с использованием МАО)

10. 4. Основные положения теории Френеля отражения и преломления световых волн на границе двух сред. Основные положения теории Френеля отражения и преломления световых волн на границе двух сред. Соотношения амплитуд падающей, отраженной и преломленной световых волн при падении света на границу двух сред, вывод формул Френеля. Анализ формул Френеля по амплитудам. Закон Брюстера. Механизм поляризации света при отражении и преломлении на границе двух сред. (1 ч)

10. 5. Анализ формул Френеля по фазам. Соотношения амплитуд падающей, отраженной и преломленной световых волн при нормальном и скользющем падении света на границу двух сред (вывод). Введение коэффициентов падения и отражения из формул Френеля. Анализ формул Френеля по фазам. Графическое представление формул Френеля. (1 ч)

10. 6. Явление полного внутреннего отражения. Явление полного внутреннего отражения Теоретическое исследование явления полного внутреннего отражения Эйхенвальда, показывающее, что световая волна проникает во вторую среду и

существует в очень тонком слое. Экспериментальное подтверждение теории Эйхенвальда Мандельштамом. Анализ формул Френеля при полном внутреннем отражении. Волоконная оптика. (1 ч)

10. 7. Интерференция света. Интерференция света. Условия возникновения интерференционной картины или условия когерентности (вывод). Вывод условий максимумов и минимумов интерференционной картины на языке разности фаз и оптической разности хода. Связь разности фаз и оптической разности хода при сложении двух когерентных волн. Структура идеального волнового интерференционного поля, получаемого от двух точечных когерентных источников. Определения пространственной и временной когерентности. (1 часа проводится с использованием МАО)

10. 8. Видимость интерференционной картины и ее связь со степенью когерентности интерферирующих лучей света. Видимость интерференционной картины и ее связь со степенью когерентности интерферирующих лучей света. Ширина интерференционной полосы и размытость интерференционной полосы. Зависимость интерференционной картины от а) положения экрана; б) протяженности источника; в) степени монохроматичности света. (1 ч)

10. 9. Методы осуществления интерференции: метод деления фронта волны и метод деления амплитуды волны как физическая основа оптической аппаратуры. Методы осуществления интерференции: метод деления фронта волны и метод деления амплитуды волны как физическая основа оптической аппаратуры. Получение интерференционных полос равного наклона и полос равной толщины. Кольца Ньютона (вычисление радиусов светлых и темных колец из характеристик интерференционной схемы получения колец Ньютона). Многолучевая интерференция. Принцип работы интерференционного фильтра. (1 ч)

10. 10. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля (вывод). Определение максимумов и минимумов дифракционной картины по методу зон Френеля. Условия дифракции Френеля и Фраунгофера. (1 ч)

10. 11. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске (качественное получение дифракционных картин). Пятно Пуассона. Зонная пластинка (амплитудная дифракционная картина и фазовая дифракционная картина). Дифракция Фраунгофера на щели (графическое получение дифракционной картины). Вывод условий максимумов и минимумов дифракционной картины. Влияние ширины щели и размеров источника на дифракционную картину. (1 ч)

10. 12. Теория дифракционной решетки. Теория дифракционной решетки (дифракционная картина как результат многолучевой интерференции; представление результирующих колебаний дифрагированного света на экране в

комплексном виде; метод геометрической прогрессии). Анализ распределения интенсивности в дифракционной картине (условия главных максимумов, главных минимумов и побочных минимумов). Метод расчета дифракционной картины от решетки (определение положений главных максимумов, главных минимумов и побочных минимумов; число побочных минимумов; расчет интенсивностей главных максимумов)(1 ч)

10. 13. Двойное лучепреломление, поляризация света при двойном лучепреломлении. Закон Малюса. Прохождение света через анизотропные среды. Двойное лучепреломление, поляризация света при двойном лучепреломлении. Закон Малюса. Структура электромагнитной волны в анизотропной среде. Теория Френеля двойного лучепреломления (получение оптической индикатрисы Френеля для одноосных кристаллов; лучи, волновые нормали и связь между ними; формулы Френеля). Построение волновых поверхностей и волновых фронтов световых волн в анизотропных кристаллах (принцип Гюйгенса). (1 ч)

10. 14. Взаимодействие света с веществом. Взаимодействие света с веществом. Нормальная и аномальная дисперсии. Электронная теория дисперсии. Вывод формулы Зельмейера. Комплексность показателя преломления, анализ теоретической дисперсионной кривой зависимости показателя преломления от частоты света. Теория дисперсии – теория показателя преломления. Поглощение света веществом. Законы Бугера-Ламберта и Бера. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны света и его физический смысл.(1 ч)

10. 15. Рассеяние Рэлея и вывод закона Рэлея. Прохождение света через оптически неоднородную среду, рассеяние света как явление дифракции на неоднородностях среды (явление несобственного свечения среды). Виды рассеяния: молекулярное; в мутных средах; комбинационное. Индикатрисы рассеяния. Рассеяние Рэлея и вывод закона Рэлея. Поляризация рассеянного света. (1 ч)

10. 16. Вращение плоскости поляризации света оптически-активными веществами. Закон Био. Оптически-активные вещества. Вращение плоскости поляризации света оптически-активными веществами. Закон Био. Теория Френеля вращения плоскости поляризации. Тепловое излучение. Равновесное излучение в полости. Абсолютно черное тело, характеристики излучения абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа. Спектральная кривая излучения. (2 ч)

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

*Тематика практических и лабораторных работ.*

**Практические занятия (72 час.)**

## Тема 1. Механика. Кинематика, динамики точки. (8 часов)

- 1.1. Термометрия. Термометрическое тело, термометрическая величина. Шкала температур ( №№10 – 15 по Д.Т. Сахарову, №№627 – 632 под ред. Д.В. Сивухина).
- 1.2. Уравнение состояния идеального газа. Процессы. Уравнения процессов в интегральной и дифференциальной форме (№№2.7 – 2.13 по И.Е.Иродову, №№2.27 – 2.31 по И.В.Савельеву).
- 1.3. Давление газа. Закон Паскаля, барометрическая формула. Градиент температуры по высоте столба газа в однородном поле сил тяжести (№№2.14 – 2.21 по И.Е.Иродову).

## Тема 2. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Закон Дальтона. Закон Авогадро. Закон Паскаля, барометрическая формула (8 часов). Молекулярно-кинетическая теория. Распределение Максвелла и Больцмана (10 часов)

- 2.1. Функция распределения вероятностей дискретных и непрерывных значений случайной величины. Вычисление основных характеристик функции распределения (№№2.85 – 2.86 по И.Е.Иродову, №№2.74 – 2.78 по И.В.Савельеву).
- 2.2 Распределение Максвелла по проекциям скоростей, по абсолютным значениям скоростей, в «приведенном» виде. Вычисление характеристических скоростей (№№2.88 – 2.104, 2.108 – 2.109 по И.Е.Иродову, №№2.79, 2.78, 2.84, 2.87 по И.В.Савельеву).
- 2.3. Функция распределения молекул по кинетическим энергиям. Вычисление характеристических энергий и сравнение их с характеристическими скоростями (№№2.105 – 2.107 по И.Е.Иродову, №№2.90 по И.В.Савельеву).
- 2.4. Распределение Больцмана. Распределение молекул в однородном потенциальном поле, в поле инерциальных сил (№№2.109 – 2.121 по И.Е.Иродову). Распределение Больцмана для дискретных значений энергии (№2.100 по И.В.Савельеву).

## Тема 3. Элементы молекулярно-кинетической теории неравновесных процессов. Явления переноса (8 часа)

- 3.1. Относительное число молекул газа, пролетающих путь  $S$  без столкновений. Средняя длина свободного пробега молекул. Распределение свободных пробегов частиц. Эффективное сечение взаимодействия молекул (№№2.235 – 2.239, 2.242 – 2.243 по И.Е.Иродову).
- 3.2. Вязкость, теплопроводность и диффузия газов. Коэффициенты вязкости, теплопроводности и диффузии (№№2.250 – 2.255, 2.266 – 2.272 по И.Е.Иродову)

## Тема 4. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнения процессов на основе первого начала термодинамики для идеальных газов (8 часов)

- 4.1. Работа, теплота, внутренняя энергия в интегральной и дифференциальной форме. Вычисление этих термодинамических функций (№№2.25 – 2.43 по И.Е.Иродову, №№2.10 – 2.13, 2.41 – 2.56 по И.В.Савельеву).
- 4.2. Теплоемкость. Число степеней свободы. Использование дифференциальной формы записи первого начала термодинамики для нахождения уравнения процесса и теплоемкости газа (№№2.44 – 2.56, 2.69 – 2.84 по И.Е.Иродову, №№2.58 – 2.62 по И.В.Савельеву).

Тема 5. Второе начало термодинамики. Неравенство Клаузиуса. Энтропия (10 часов)

- 5.1. Расчет к.п.д. тепловых и холодильных машин, в которых идеальный газ совершает циклы, состоящие из различных изопроцессов (например: циклы Дизеля и Отто). Цикл Карно и к.п.д. цикла Карно (№№2.122 – 2.135 по И.Е.Иродову, №№2.154 – 2.160 по И.В.Савельеву).
- 5.2. Неравенство Клаузиуса. Изменение энтропии при обратимых квазистатических процессах или основное уравнение термодинамики для обратимых процессов в идеальных газах (№№2.137 – 2.146 по И.Е.Иродову).
- 5.3. Свободная энергия Гельмгольца и работа идеального газа в квазистатическом изотермическом процессе (№№2.162 – 2.165 по И.Е.Иродову).
- 5.4. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана (№№2.164 – 2.170 по И.Е.Иродову, №№2.106 – 2.109 по И.В.Савельеву).

Тема 6. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Термодинамика реального газа (10 часов)

- 6.1. Уравнение состояния ван-дер-ваальсовского газа. Постоянные Ван-дер-Ваальса и их физический смысл. Кинетика процессов в реальных газах (№№2.22 – 2.24, 2.212 – 2.224 по И.Е.Иродову, №№2.162 – 2.165 по И.В.Савельеву).
- 6.2. Применение первого начала термодинамики для решения задач с ван-дер-ваальсовским газом (№№2.57 – 2.62, 2.225 – 2.227 по И.Е.Иродову, №№2.166 – 2.171 по И.В.Савельеву).
- 6.3. Эффект Джоуля-Томсона. Вычисление приращения температуры вследствие эффекта Джоуля-Томсона (№№2.63 – 2.65 по И.Е.Иродову, №№2.172 – 2.175 по И.В.Савельеву).

Тема 7. Жидкости. Капиллярные явления (10 час)

- 7.1. Добавочное (капиллярное) давление в жидкости под произвольной поверхностью. Формула Лапласа (№№2.171 – 2.191 по И.Е.Иродову).
- 7.2. Приращение свободной энергии поверхностного слоя жидкости. Расчет количества тепла, необходимого для образования единицы площади



поверхностного слоя жидкости при изотермическом увеличении ее поверхности (№№2.192 – 2.197 по И.Е.Иродову).

## **Лабораторные работы (36 час.)**

**Лабораторная работа №1.** Математический и физический маятник.

**Лабораторная работа №2.** Изучение центробежной силы инерции.

**Лабораторная работа №3.** Закон сохранения энергии на примере маятника Максвелла.

**Лабораторная работа №4.** Динамика твердого тела на примере изучение прецессии гироскопа.

**Лабораторная работа №5.** Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы.

**Лабораторная работа №6.** Распределение Максвелла по скоростям.

**Лабораторная работа №7.** Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме.

**Лабораторная работа №8.** Определение теплоемкости твердых тел.

**Лабораторная работа №9.** Определение удельного заряда электрона -  $e$  к  $m$  методом магнетрона.

**Лабораторная работа №10.** Магнитное поле Земли.

**Лабораторная работа №11.** Измерение RLC методом моста переменного тока.

**Лабораторная работа №12.** Исследование петли гистерезиса.

**Лабораторная работа №13.** Экспериментальное определение фокусных расстояний тонких линз.

**Лабораторная работа №14.** Дифракция света на щели.

**Лабораторная работа №15.** Кольца Ньютона.

**Лабораторная работа №16.** Эксперимент Франка и Герца с неоновой трубкой.

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Название дисциплины» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

*Так же, в данном разделе необходимо указать трудоемкость контактной работы в часах (например: 36 часов работы в целом, из них 4 часа аудиторной работы), тематику, специфику и методические рекомендации контролируемой самостоятельной работы по дисциплине, включая как аудиторную (в контакте с преподавателем), так и внеаудиторную часть самостоятельной работы обучающегося.*

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

**ДОПУСК К ЭКЗАМЕНУ ВОЗМОЖЕН ТОЛЬКО ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВСЕХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, ПРЕДУСМОТРЕННЫХ РПУДОМ.**

Прием экзамена или зачет могут осуществляться в формах:

- тестирования;
- устной сдачи материала;
- по результатам рейтинга.

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Физические основы механики	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-16
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Тест (ПР-1)	Экзамен Вопросы 1-16
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 1-16
2	Раздел 2. Основы термодинамики и молекулярной физики	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 17-35
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Тест (ПР-1)	Экзамен Вопросы 17-35
			Владеет	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы

				Контрольная работа (ПР-2)	17-35
3	Раздел 3. Электростатика и постоянный электрический ток	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 36-53
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Тест (ПР-1)	Экзамен Вопросы 36-53
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 36-53
4	Раздел 4. Электромагнет изм	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 54-75
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Тест (ПР-1)	Экзамен Вопросы 54-75
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Реферат	Экзамен Вопросы 54-75
		ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 76-99
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 76-99
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 76-99
5	Раздел 5. Волновая оптика	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 100-111
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 100-111
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 100-111
6	Раздел 6. Квантовая физика	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 112-126
			Умеет	Устный опрос	Экзамен

			(УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Вопросы 112-126
		Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Реферат	Экзамен Вопросы 112-126

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1) Ландау Л.Д. Механика и молекулярная физика в курсе общей физики : учебное пособие / Ландау Л.Д., Ахиезер А.И., Лифшиц Е.М.. — Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2017. — 399 с. — ISBN 978-5-91559-237-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/103490.html>

2) Бабецкий, В. И. Физика. Механика. Электромагнетизм : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 335 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05179-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/409073>

3) Физика : учебник / А.А. Пинский, Г.Ю. Граковский ; под общ. ред. Ю.И. Дика, Н.С. Пурышевой. — 4-е изд., испр. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. — 560 с. : ил. — (Среднее профессиональное образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/559355>

4) Физика [Электронный ресурс] : словарь-справочник / Е. С. Платунов, В. А. Самолетов, С. Е. Буравой, С. С. Прошкинред. Н. М. Кожевников. — Элек-

трон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014. — 798 с. — 978-5-7422-4217-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43981.html>

Н. В. Александрова. Физика [Электронный ресурс] : методические рекомендации по подготовке к вступительным экзаменам / Н. В. Александрова, Л. В. Далматова, Р. У. Ибатуллин, В. А. Кузьмичева. — Электрон.текстовые данные. — М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2014. — 57 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46881.html>

б) Физика: Учебное пособие / А.В. Иль-юшонок, П.В. 4. 4. Астахов, И.А. Гончаренко. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 600 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-006556-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/397226>

#### Дополнительная литература

1) Шевченко О.Ю. Основы физики твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шевченко О.Ю.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2010.— 77 с.— Режим доступа:<http://www.iprbookshop.ru/67512.html>.

2) Коншина Е.А. Основы физики жидкокристаллических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Коншина Е.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2013.— 131 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71499.html>

3) Барсуков, О.А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии[Электронный ресурс] : монография / О.А. Барсуков. — Электрон. дан. — Москва :Физматлит, 2011. — 560 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2722>

4) Вартамян Т.А. Основы физики металлических наноструктур. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вартамян Т.А.—

Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2013.— 134 с.—

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67822.html>

5) Полянин, А.Д. Справочник по нелинейным уравнениям математической физики [Электронный ресурс] : справочник / А.Д. Полянин, В.Ф. Зайцев. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2008. — 688 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59464>

### Справочная литература

1. Яворский Б.М., Детлаф А.А., Лебедев А.К. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов: 8-е изд., испр. и перераб. – М.: ООО изд-во ОНИКС, изд-во «Мир и образование».—2006.— 1056 с.

2. Храмов Г.А. Физика. Биографический справочник. / Изд. 2-е. – М.: 1983 г.

3. Кибец И.Н., Кибец В.И. Физика: Справочник.—Харьков: Фолио, М.: ООО “Изд-во АСТ”.—2000.—480 с.

4. Голин Г.М., Филонович С.Р. Классики физической науки (с древнейших времен до начала XXв.): Справ. пособ.—М.: Высш. шк., 1989.—576 с.

5. Трофимова Т.И., Фирсов А.В. Физика. Законы. Формулы. Определения.— М.: Дрофа, 2004.— 304 с.

6. Справочник по физике/ И.М. Дубровский, Б.В. Егоров, К.П. Рябошапка.—Киев, Наукова Думка, 1986.—558 с.

7. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике.— М.: АСТ Астрель, 2006.— 991 с.

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://e.lanbook.com/books/38/> Валишев М.Г., Повзнер А.А. Курс общей физики : Учебное пособие. 2-е изда., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 576с.

<http://e.lanbook.com/books/163/> Ивлиев А.Д. Физика : Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 672с.

<http://e.lanbook.com/books/239/> Курс физики: Учебник для вузов: В 2 т. Т. 2. 6-е изд., испр. и доп. / Под ред. В.Н. Лозовского. – СПб: Издательство «Лань», 2009. – 608с.

<http://e.lanbook.com/books/236/> Курс физики: Учебник для вузов: В 2 т. Т. 1. 6-е изд., испр. и доп. / Под ред. В.Н. Лозовского. – СПб: Издательство «Лань», 2009. – 608с.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Физика» структурирована по принципу «От частного к общему». Такой подход в учебном процессе позволяет последовательно систематизировать знания студента, что способствует лучшему усвоению дисциплины. Изучение дисциплины предполагает поступательный подход по принципу усложнения от знакомства с теорией и рассмотрения практических примеров, до самостоятельного изучения дисциплины.

В процессе изучения материала учебного курса предполагаются разнообразные формы работ: лекции, практические занятия, лабораторный практикум, самостоятельная работа.

Лекции проводятся в виде презентации. В них освещаются вопросы, соответствующие тематике лекций (раздел I). Наиболее важные вопросы и теоремы разбираются устно с участием студентов. Цель лекционного курса – дать знания студентам в области физики, заложить научные и методологические основы для самостоятельной работы студентов, пробудить в них интерес к будущей профессии.

При изучении дисциплины осуществляются текущий, промежуточный и итоговый контроль по дисциплине.

Текущий контроль (ТК) основан на устном опросе раз в неделю. Основная цель ТК: своевременная оценка успеваемости студентов, побуждающая их работать равномерно, исключая малые загрузки или перегрузки в течение семестра.

Промежуточный контроль (ПК) – осуществляется в форме рубежных контрольных работ (РКР). И тестирования по разделам. Цель ПК: побудить студентов отчитаться за усвоение раздела дисциплины накопительным образом,



т.е. сначала за первый, затем за второй разделы курса. Успешное написание РКР позволяет студенту рассчитывать на выставление досрочной экзаменационной оценки. За цикл обучения предусмотрено 6 РКР и 6 сеансов тестирования.

Итоговый контроль по дисциплине (ИКД) - это проверка уровня учебных достижений студентов по всей дисциплине за семестр. Формы контроля: зачет. Проводится традиционным способом. Цель итогового контроля: проверка базовых знаний дисциплины, полученных при ее изучении, достаточных для последующего обучения и будущей профессиональной деятельности.

**Рекомендации по работе с литературой:** прослушанный материал лекции студент должен проработать. Для этого в процессе освоения теоретического материала дисциплины студенту необходимо вести конспект лекций и добавлять к лекционному материалу информацию, полученную из рекомендуемой литературы или интернет источников.

Конспект лекций рекомендуется начинать с плана излагаемого материала, чтобы для себя структурировать соответствующую тему лекции. Конспект не должен быть дословным. Желательно записывать лекционный материал кратко, только самое существенное. Рекомендовано использовать поля для заметок или вопросов, которые студент не понял во время лекции, для того, чтобы их уточнить у преподавателя, но предварительно попытавшись найти ответ самостоятельно.

К лекциям необходимо готовиться. Для этого студент должен просмотреть материал будущей лекции заранее, отметить для себя наиболее сложные или непонятные материалы лекции, с тем, чтобы задать во время лекции соответствующие вопросы преподавателю. Такой подход позволит легче и более детально усвоить данную дисциплину.

Практические занятия нацелены на закрепление лекционного материала. К ним студент должен готовиться заранее самостоятельно, изучив план занятия, соответствующую тему лекции, рекомендованную преподавателем литературу и вопросы для подготовки. Проведение практического занятия в аудитории начинается с устного опроса, такой подход дает возможность преподавателю

оценить готовность студента к выполнению поставленных задач в соответствующей практической работе, а самому студенту подойти ответственно к подготовке к занятию, что способствует лучшему усвоению изучаемого материала.

Лабораторный практикум проводится в лабораториях кафедры физики. Для подготовки к занятию студенту необходимо изучить методические указания по данной работе. При выполнении лабораторной работы студенты приобретают навыки проведения физического эксперимента и обработки экспериментальных данных. Во время лабораторного практикума студенты знакомятся с устройством и принципами действия физических приборов и их элементов.

Внеаудиторная самостоятельная работа нацелена на углубление и закрепление знаний студентов по данной дисциплине. Самостоятельная работа опирается на лекционный материал, материал практических занятий и лабораторных работ, кроме того дополнительно студент должен изучать соответствующую литературу по дисциплине «Физика», рекомендованную преподавателем. Вид самостоятельной работы: подготовка к лекциям, к практическим занятиям и к лабораторным работам.

**Рекомендации по подготовке к экзамену:** по данной дисциплине предусмотрен экзамен (2,3 семестр).

На зачётной неделе и в период сессии необходимо иметь полный конспект лекций и проработанные практические занятия. Перечень вопросов к экзамену помещены в фонде оценочных средств (приложение 2). Готовиться к сдаче экзамена лучше систематически: прослушивая очередную лекцию, проработав очередное практическое занятие, выполнив и защитив лабораторные работы.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для осуществления образовательного процесса данной дисциплины лекции проводятся в мультимедийных аудиториях в виде презентации, практические занятия проводятся в аудиториях, лабораторный практикум проводится в

специализированных лабораториях кафедры физики. В мультимедийных аудиториях установлено следующее оборудование: проектор, ноутбук, экран, телевизор, документ-камера.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Физика»**

**Направление подготовки 30.05.02 Медицинская биофизика**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2019**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	18.09-20.12	Подготовка к занятиям	10	Устный опрос
2	01.10-20.10	Подготовка к тестированию № 1 и к РКР №1	10	Тесты, РКР
3	01.11-20.11	Подготовка к тестированию № 2 и к РКР №2	10	Тесты, РКР
4	01.12-20.12	Подготовка к тестированию № 3 и к РКР №3	15	Тесты, РКР

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	19.02- 06.06.	Подготовка к занятиям	10	Устный опрос
2	06.03- 28.03	Подготовка к тестированию № 1 и РКР № 1	10	Тесты, РКР
3	01.04-30.04	Подготовка к тестированию № 2 и РКР № 2	10	Тесты, РКР
4	01.05-31.05	Подготовка к тестированию № 3 и РКР № 3	10	Тесты, РКР

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

- стимулирование ритмичной учебной, познавательной и творческой деятельности в течение всего семестра;

- совершенствование навыков поиска необходимой научной и учебно-методической литературы;
- совершенствование умений решать физические задачи различного уровня сложности;
- развитие аналитического мышления и коммуникативных способностей.

При подготовке к практическим занятиям студенты изучают научную, учебную и методическую литературу по соответствующей теме (см. темы занятий практической части курса).

При подготовке к тестированию и РКР студенты руководствуются требованиями к их подготовке, представленными в медиапрезентации «Краткий курс лекций по дисциплине «Физика»». Примерные варианты РКР и тестовых заданий, а также критерии их оценивания представлены в приложении 2 «Фонд оценочных средств».

### **1. Работа с теоретическим материалом.**

**Цель:** получить хорошие знания по дисциплине и научиться работать самостоятельно.

#### **Задачи:**

- приобретение навыков самостоятельной работы с лекционным материалом;
- приобретение навыков самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой, пользоваться интернет – ресурсами;
- умение анализировать практические задачи, ставить и решать аналогичные задачи.

Работа с теоретическим материалом должна осуществляться на основе лекционного курса дисциплины. Для этого студент должен вести конспект лекций и уметь работать с ним.

Работа с литературой предполагает самостоятельную работу с учебниками, книгами, учебными пособиями, учебно-методическими пособиями по выполнению курсовой работы и выпускной квалификационной работы, с нормативно-правовыми источниками. Перечень литературы: основной, дополнительной, нормативной и интернет-ресурсов приведен в разделе V

«Учебно-методическое обеспечение дисциплины» настоящей рабочей программы.

Умение самостоятельно работать с литературой является одним из важнейших условий освоения дисциплины. Поиск, изучение и проработка литературных источников формирует у студентов научный способ познания, вырабатывает навыки умения учиться, позволяет в дальнейшем в практической работе после окончания университета продолжать повышать самостоятельно свою квалификацию и приобретать нужные компетенции для дальнейшего роста в профессии.

Самостоятельная работа с литературными источниками требует от студента усидчивости, терпения и сосредоточенности. Чтобы лучше понять существо вопроса, желательно законспектировать изучаемый материал, сделать нужные пометки, отметить вопросы для консультации с преподавателем.

## **2. Подготовка к контрольным работам.**

**Цель:** получить хорошие знания по дисциплине и научиться работать самостоятельно.

### **Задачи:**

- приобретение навыков самостоятельной работы решения задач;
- приобретение навыков самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой, пользоваться интернет – ресурсами;
- умение анализировать практические задачи, ставить и решать аналогичные задачи.

Контрольные работы позволяют закрепить теоретический материал курса. В процессе изучения физики студент должен выполнить в каждом семестре три контрольные работы. Решение задач контрольных работ является проверкой степени усвоения студентом теоретического курса, а оценка преподавателя на работу помогают ему доработать и правильно освоить различные разделы курса физики. Перед выполнением контрольной работы необходимо внимательно ознакомиться с примерами решения задач по данной контрольной работе, уравнениями и формулами, а также со справочными материалами.

### **Методические указания к выполнению контрольной работы.**

Контрольную работу следует выполнять аккуратно. Для пояснения решения задачи там, где это нужно, аккуратно сделать чертеж; решение задачи и используемые формулы должны сопровождаться пояснениями; в пояснениях к задаче необходимо указывать те основные законы и формулы, на которых базируется решение данной задачи; при получении расчетной формулы для решения конкретной задачи приводить ее вывод; задачу рекомендуется решить сначала в общем виде, т. е. только в буквенных обозначениях, поясняя применяемые при написании формул буквенные обозначения; вычисления следует проводить с помощью подстановки заданных числовых величин в расчетную формулу. Все необходимые числовые значения величин должны быть выражены в системе СИ (см. справочные материалы). По окончании решения проверить единицы полученных величин по расчетной формуле и тем самым подтвердить ее правильность; константы физических величин и другие справочные данные выбирать из таблиц.

### **Выполнение лабораторных работ.**

**Цель:** получить хорошие знания по дисциплине и научиться работать самостоятельно.

#### **Задачи:**

- приобретение навыков самостоятельной работы при выполнении лабораторного практикума знакомство с устройством и принципами действия физических приборов и их элементов;

- приобретение навыков самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой, пользоваться интернет – ресурсами;

- умение анализировать результаты физического эксперимента, ставить и решать аналогичные задачи.

При прохождении лабораторного практикума каждый студент выполняет несколько лабораторных работ. Перед выполнением лабораторной работы студент должен ознакомиться с методическими указаниями к данной работе, подготовиться к устному опросу по теоретическому материалу, который там приведен, разобраться с методикой проведения физического эксперимента и



обработки экспериментальных данных; ответить на контрольные вопросы, составить отчет.

### Критерии оценки самостоятельной работы – лабораторной работы

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии Выполнение лабораторной	<b>Содержание критериев</b>			
	Работа не выполнена	Работа выполнена не полностью. Выводы не сделаны	Работа выполнена в соответствии с заданием. Не все выводы сделаны и обоснованы	Работа выполнена в соответствии с требованиями, аккуратно, все расчёты правильные. Выводы обоснованы.
представление	Работа не представлена	Представленные расчёты и отчет не последовательны и не систематизированы	Представленные расчёты выполнены последовательно, систематизированы Отчет выполнен с небольшими недочётами	Работа представлена в виде отчета со всеми пояснениями. Все расчёты выполнены с помощью компьютерных программ
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Теоретический материал не усвоен Только ответы на элементарные вопросы	Теоретический материал подготовлен Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, хорошо ориентируется в теоретическом материале приведением примеров и пояснений. Использована дополнительная литература

**КУРСОВЫЕ РАБОТЫ – НЕ ПРЕДУСМОТРЕНЫ.**

#### Рекомендации по написанию и оформлению реферата

Реферат является одной из форм самостоятельного исследования научной

проблемы на основе изучения литературы, личных наблюдений и практического опыта. Написание реферата помогает выработке навыка самостоятельного научного поиска и способствует к приобщению студентов к научной работе.

Требования к написанию и оформлению реферата:

- реферат печатается на стандартном листе формата А4, левое поле 30 мм, правое поле 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, шрифт Times New Roman, размер шрифта 14, межстрочный интервал – 1,5. Объем реферата должен быть не менее 15 страниц, включая список литературы, таблицы и графики;

- работа должна включать: введение, где обосновывается актуальность проблемы, цель и основные задачи исследования; основную часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключения, в котором обобщаются выводы; списка использованной литературы;

- каждый новый раздел начинается с новой страницы, страницы реферата с рисунками должны иметь сквозную нумерацию. Первой страницей является титульный лист, номер страницы не проставляется. Номер листа проставляется в центре нижней части листа. Название раздела выделяется жирным шрифтом, точка в конце названия не ставится, название не подчеркивается. Фразы, начинающиеся с новой строки, печатаются с отступом от начала строки 1,25 см;

- в работе можно использовать только общепринятые сокращения и условные обозначения;

- при оформлении ссылок следует соблюдать следующие правила: цитаты приводятся с сохранением авторского написания и заключаются в кавычки, каждая цитата должна сопровождаться ссылкой на источник; при цитировании текста в квадратных скобках указывается ссылка на литературный источник по списку использованной литературы и номер страницы, на которой помещен в этом источнике цитируемый текст, например [6, с. 117-118].

- список литературы должен включать не менее 10 источников.

Трудоемкость работы над рефератом включается в часы самостоятельной работы.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Физика»**

**Направление подготовки 30.05.02 Медицинская биофизика**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2019**

## Паспорт

### фонда оценочных средств по дисциплине Физика

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК – 1 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знает	основные физические законы и концепции: законы классической механики, важнейшие концепции статистической физики и термодинамики; наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки;
	Умеет	применять физические законы к анализу наиболее важных частных случаев и простейших задач; проводить измерения физических величин и оценку погрешностей измерений;
	Владеет	основным экспериментальным материалом, основными навыками поиска научной информации, необходимого для разработки собственных проектных решений в исследуемой предметной области

<b>ОПК – 5</b> ГОТОВНОСТЬЮ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИХ, МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИНЫХ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ И МЕТОДОВ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ	Знает	основные положения классической электродинамики, теорию колебаний и волн, исходные принципы квантовой механики; основные понятия физики атомов, атомного ядра и элементарных частиц; связь физики с техникой, производством, другими науками,
	Умеет	применять сведения из электродинамики, теории колебаний и волн, физики атомного ядра при решении конкретных задач;
	Владеет	навыками работы с приборами; опытными фактами, которые лежат в основе наиболее важных физических законов

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Физические основы механики	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-16
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Тест (ПР-1)	Экзамен Вопросы 1-16
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 1-16
2	Раздел 2.		Знает	Устный опрос	Экзамен

	Основы термодинамики и молекулярной физики	ОК-1 ОПК-5		(УО-1)	Вопросы 17-35
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Тест (ПР-1)	Экзамен Вопросы 17-35
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 17-35
3	Раздел 3. Электростатика и постоянный электрический ток	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 36-53
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Тест (ПР-1)	Экзамен Вопросы 36-53
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 36-53
4	Раздел 4. Электромагнетизм	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 54-75
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Тест (ПР-1)	Экзамен Вопросы 54-75
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Реферат	Экзамен Вопросы 54-75
		ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 76-99
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 76-99
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 76-99
5	Раздел 5. Волновая оптика	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 100-111
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная	Экзамен Вопросы 100-111

				работа (ПР-2)	
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 100-111
6	Раздел 6. Квантовая физика	ОК-1 ОПК-5	Знает	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 112-126
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 112-126
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Реферат	Экзамен Вопросы 112-126

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<p><b>ОК – 1</b> способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу</p> <p><b>ОПК – 5</b> готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач</p>	знает	(пороговый уровень)	<p>знание физических законов; основных методов и приемов проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальных данных; основы взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки</p>	<p>способность сформулировать основные физические законы; способность провести физический эксперимент и осуществить обработку экспериментальных данных; способность сформулировать основные взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки</p>

			физической науки	
	умеет (продвинутый)	применять законы физики для объяснения различных процессов; применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач; научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач	умение на основе физических законов решать задачи; умение использовать методы и приемы проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальных данных; умение применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач; научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач	способность решить задачу, воспользовавшись основными физическими законами; способность провести физический эксперимент и осуществить обработку экспериментальных данных; научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач



	владеет (высокий)	методами теоретических и экспериментальных исследований в физике; навыками решения задач профессиональной деятельности с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	владение навыками выбора оптимального пути решения задач и приемов проведения физического эксперимента и способов обработки экспериментальных данных с использованием вычислительных программ;	способность произвести выбор оптимального способа решения задач, способность использования вычислительных программ при обработки экспериментальных данных при проведении физического эксперимента;
--	----------------------	--	--	--

### **Методических рекомендации, определяющих процедуры оценивания результатов освоения дисциплины «Физика»**

При изучении дисциплины осуществляются текущий, промежуточный и итоговый контроль по дисциплине.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Физика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В соответствии с рабочим учебным планом по направлению подготовки 30.05.02 Медицинская биофизика видами промежуточной аттестации студентов в процессе изучения дисциплины «Физика» является экзамен (5 семестр).

Экзамен может проводиться как в виде устного, и так письменного опроса. Цель итогового контроля: проверка базовых знаний дисциплины, полученных при ее изучении, достаточных для последующего обучения и будущей профессиональной деятельности.

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Физика» проводится в соответствии с локальными нормативными

актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Физика» проводится в форме контрольных работ, лабораторного практикума и устного опроса (УО-1) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценка освоения учебной дисциплины «Физика» является комплексным мероприятием, которое в обязательном порядке учитывается и фиксируется ведущим преподавателем. Такие показатели этой оценки, как посещаемость всех видов занятий и своевременность выполнения лабораторных работ фиксируется в журнале посещения занятий и в графике выполнения контрольных работ.

Степень усвоения теоретических знаний оценивается такими контрольными мероприятиями как устный опрос и, выполнением контрольных работ.

Уровень овладения практическими навыками и умениями, результаты самостоятельной работы оцениваются работой студента над лабораторным практикумом, его оформлением, представлением к защите и сама защита.

## Вопросы на экзамен

### Блок 1–5. Темы № 1-49.

#### *Физика и другие науки:*

1. Физика в системе естественных наук.
2. Физические методы изучения строения Земли.
3. Физика и математика.
4. Физика и техника
5. Физика и научно-технический прогресс

#### *Темы работ по механике*

##### *Нерелятивистское движение*

##### *Движение тел переменной массы.*

6. Реактивное движение.
7. Трение и его роль в жизни и технике.
8. Трение в жидкостях и газах.

##### *Релятивистское движение*

9. Земля как неинерциальная система отсчета.
10. Кинематика СТО.
11. Динамика СТО.

##### *Термодинамика и МКТ*

12. Второе начало термодинамики и тепловые машины.
13. История создания классической термодинамики
14. История создания молекулярно–кинетической теории строения вещества.
15. Температура и методы ее измерения.
16. Тепловые свойства кристаллов.
17. Использование гидротермальных источников энергии.
18. Термодинамика и проблемы экологии.
19. Термодинамика необратимых процессов.
20. Физика низких температур. Методы получения, применение в физике, технике и медицине
21. Самоорганизация и хаос (термодинамика неравновесных процессов).
22. Теплопроводность металлов и полупроводников. (Классическое рассмотрение)
23. Применение физических законов для очистки газообразных и жидких сред.
24. Энергетика и охрана окружающей среды.
25. Физика и экологические проблемы современности.
26. Пластическая деформация металлов. Физические механизмы явления и его применение
27. Дефекты в кристаллах.
28. Дислокации в кристаллах и механические свойства твердых тел.
29. Механизмы разрушения твердых тел.
30. Механические свойства твердых тел и биологических тканей.
31. Полимеры и происхождение жизни.
32. Полимеры. Структура, получение, применение.
33. Жидкие кристаллы, история открытия жидких кристаллов, становление физики жидких кристаллов.
34. Жидкие кристаллы, структура и физические свойства жидких кристаллов.
35. Применение жидких кристаллов в науке и технике.
36. Жидкие кристаллы в медицине и биологии.

##### *Методы и техника физических измерений*

37. Измерение механических величин.
38. Измерение тепловых физических величин.
39. Международная система единиц измерения (СИ) в механике, термодинамике и МКТ
40. Измерение времени

##### *Электропроводность вещества*

42. Классическая электронная теория электропроводности металлов.
43. Контактные явления в металлах и полупроводниках.

44. Экспериментальное обоснование электронной теории металлов.
45. Электролиз и его применение.
46. Электрические явления в атмосфере. Шаровая молния.
47. Физика атмосферных процессов и влияние на них человеческой деятельности.
48. Проводимость атмосферы и ее измерение.
49. Электролиты. Химические источники энергии.

## Блок 6–10. Темы

### *Электромагнитные поля и заряды*

50. Нерелятивистское движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.
51. Релятивистское движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях.
52. Ускорители заряженных частиц. Физические принципы и применение.
53. Электронный микроскоп. Синхротронное излучение.

### *Магнетизм*

54. Ферромагнетизм. Физические основы явления.
55. Магнитные материалы для микроэлектроники. (Материалы с ЦМД)
56. Магнитные поля. Получение свойства, применение.
57. Новые магнитные материалы.
58. Классический эффект Холла. Физика явления и применение.
59. Физические основы магнитной записи информации.
60. Магнитогидродинамические генераторы. Физические принципы работы и применение.

### *Волновая оптика.*

61. Волоконная оптика. Физические основы и применение..
62. Оптика кристаллов.
63. Оптическая микроскопия.
64. Физика цветового зрения и ее использование в технике.
65. Оптика глаза. Физические и физиологические принципы работы глаза. Недостатки оптической системы глаза и методы их устранения.
66. Голография. Физические основы явления и применение.
67. Магнитооптические эффекты: эффекты Фарадея и Керра. Физические основы явлений и их применение.
68. Дифракционная теория оптических изображений.
69. Дисперсия световых волн в веществе. Классическая теория явления и его применение.
70. Поляризация электромагнитных волн.
71. Дифракция света на ультразвуковых колебаниях.
72. Дифракция света.
73. Интерференция световых волн

### *Колебания и волны*

74. Метод комплексных амплитуд и его применение к анализу колебательных процессов. Связанные колебательные механические системы.
75. Метод векторных диаграмм и его применение при изучении механических и электромагнитных колебаний.
76. Звуковые волны в различных средах.
77. Ультразвуковые волны, их генерация и применение.
78. Ударные волны, получение применение.
79. Акустика. Использование механических колебаний в науке, технике и медицине. (Ультразвук, инфразвук, вибрации).
80. Акустика. Физика слуха.
81. Солитоны.
82. Электромагнитные колебания и волны.
83. Электромагнитные волны сверхвысоких частот и их использование.
84. Физические аспекты распространения радиоволн
85. Физические основы радиолокации.
86. Физические основы телевидения.

*Квантовая оптика*

87. Люминесценция. Природа явления и применение.
88. Действие лазерного излучения на вещество.
89. Корпускулярно-волновой дуализм света.
90. Лазеры и их применение.
91. Оптические квантовые генераторы света. Физические принципы работы.
92. Нелинейная оптика.
93. Нелинейная рентгеновская оптика
94. Внешний фотоэффект. Применение. Экспериментальная проверка уравнения Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.

*Физические методы измерения*

95. Измерение электрических величин.
96. Физические измерения и их значение для науки и практики.
97. Измерение неэлектрических величин электрическими методами.
98. Международная система единиц измерения (СИ) в механике, термодинамике.
99. Физические методы изучения строения Земли.

*Квантовая физика.*

100. Сверхпроводимость. Физические основы явления. Применение.
101. Высокотемпературная сверхпроводимость. Основные экспериментальные данные, перспективы.
102. Квантовая теория электропроводности полупроводников.
103. Квантовая теория электропроводности металлов (теория свободного электронного газа, электрон в периодическом поле кристалла)
104. Одномерные задачи квантовой механики (Квантовый гармонический осциллятор, прохождение микрочастиц через потенциальные барьеры).
105. Квантовый усилитель СВЧ
106. Туннельный эффект и его применение в электронике.
107. Сверхтекучесть.
108. Периодическая система элементов и строение атомов.
109. Квантовые явления в твердых телах, эффект Джозефсона.
110. Эффект Гана.
111. Классический и квантовый эффект Холла.

*Атомная и ядерная физика*

112. Физика рентгеновских лучей.
113. Ядерные реакции деления. Физические основы явления.
114. Ядерные реакции синтеза. Управляемые термоядерные реакции.
115. Холодный ядерный синтез.
116. Модели атомного ядра.
117. Элементарные частицы. История открытия (хронологический и физический аспекты).
118. Элементарные частицы. Систематика элементарных частиц.
119. Элементарные частицы. Кварковые модели элементарных частиц.
120. Периодическая система элементов и сверхтяжелые элементы (далекие трансураны)
121. Физические основы методов изучения элементарных частиц.
122. Строение и эволюция Вселенной.
123. Биологическое действие ионизирующих излучений.
124. Корпускулярно-волновой дуализм материи.
125. Мысленный эксперимент и его роль в развитии физики.
126. Нобелевские лауреаты по физике.
127. Оптико-механическая аналогия и её роль в развитии волновой (квантовой) механики.
128. Роль физического эксперимента в становлении квантовых представлений.

## 1. Контрольные работы.

**Контрольная работа №1 по теме: Кинематика и динамика материальной точки. Законы сохранения энергии и импульса.**

### Вариант № 1

1. Камень бросили вертикально вверх на высоту  $h_1 = 10$  м. Через какое время он упадет на Землю? На какую высоту  $h_2$  поднимется камень, если начальную скорость камня увеличить вдвое?
2. Шар на нити подвешен к потолку трамвайного вагона. Вагон тормозится, и его скорость за время  $t = 3$  с равномерно уменьшается от  $v_1 = 18$  км/ч до  $v_2 = 6$  км/ч; На какой угол отклонится при этом нить с шаром?
3. С башни высотой  $h = 25$  м горизонтально бросили камень со скоростью  $v_0 = 15$  м/с. Найти кинетическую  $W_k$  и потенциальную  $W_n$  энергии камня через время  $t = 1$  с начала движения. Масса камня  $m = 0,2$  кг.
4. Молекула массой  $m = 4,65 \cdot 10^{-26}$  кг, летящая по нормали к стенке сосуда со скоростью  $v = 600$  м/с, ударяется о стенку и упруго отскакивает от нее без потери скорости. Найти импульс силы  $F\Delta t$ , полученный стенкой за время удара.

### Вариант № 2

1. Расстояние между двумя станциями метрополитена  $l = 1,5$  км. Первую половину этого расстояния поезд проходит равноускоренно, вторую — равнозамедленно с тем же по модулю ускорением. Максимальная скорость поезда  $v = 50$  км/ч. Найти ускорение  $a$  и время  $t$  движения поезда между станциями.
2. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = 45^\circ$ . Пройдя путь  $s = 36,4$  см, тело приобретает скорость  $v = 2$  м/с. Найти коэффициент трения  $k$  тела о плоскость.
3. Самолет поднимается и на высоте  $h = 5$  км достиг скорости  $v = 360$  км/ч. Во сколько раз работа  $A_1$  совершаемая при подъеме против силы тяжести, больше работы  $A_2$ , идущей на увеличение скорости самолета?
4. Из ружья массой  $m_1 = 5$  кг вылетает пуля массой  $m_2 = 5$  г со скоростью  $v_2 = 600$  м/с. Найти скорость  $v_1$  отдачи ружья.

### Вариант № 3

1. Зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  дается уравнением  $s = At^2 - Bt^2 + Ct^3$ , где  $A = 2$  м/с,  $B = 3$  м/с<sup>2</sup> и  $C = 4$  м/с<sup>3</sup>. Найти: а) зависимость скорости  $v$  и ускорения  $a$  от времени  $t$ ; б) расстояние  $s$ , пройденное телом, скорость  $v$  и ускорение  $a$  тела через время  $t = 2$  с после начала движения.
2. Трамвайный вагон массой  $m = 5$  т идет по закруглению радиусом  $R = 128$  м. Найти силу бокового давления  $F$  колес на рельсы при скорости движения  $v = 9$  км/ч.
3. Какую работу  $A$  надо совершить, чтобы заставить движущееся тело массой  $m = 2$  кг: а) увеличить скорость  $v_1 = 2$  м/с до  $v_2 = 5$  м/с; б) остановиться при начальной скорости  $v_0 = 8$  м/с?
4. Граната, летящая со скоростью  $v = 10$  м/с, разорвалась на два осколка. Большой осколок, масса которого составляла 0,6 массы всей гранаты, продолжал двигаться в прежнем направлении, но с увеличенной скоростью  $u_1 = 25$  м/с. Найти скорость  $u_2$  меньшего осколка.

### Вариант № 4

1. Тело брошено со скоростью  $v_0 = 14,7$  м/с под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Найти нормальное  $a_n$  и тангенциальное  $a_t$  ускорения тела через время  $t = 1,25$  с после начала движения.
2. Гирька массой  $m = 50$  г, привязанная к нити длиной  $l = 25$  см, описывает в горизонтальной плоскости окружность. Частота вращения гирьки  $n = 2$  об/с. Найти силу натяжения нити  $T$ .
3. Трамвай движется с ускорением  $a = 49,0$  см/с<sup>2</sup>. найти коэффициент трения  $k$ , если известно, что 50% мощности мотора идет на преодоление силы трения и 50% — на увеличение скорости движения.
4. Молекула массой  $m = 4,65 \cdot 10^{-26}$  кг, летящая со скоростью  $v = 600$  м/с, ударяется о стенку сосуда под углом  $\alpha = 60^\circ$  к нормали и упруго отскакивает от нее без потери скорости. Найти импульс силы  $F\Delta t$ , полученный стенкой за время удара.

### Вариант № 5

1. Точка движется по окружности радиусом  $R = 10$  см с постоянным тангенциальным ускорением  $a_t$ . Найти тангенциальное ускорение  $a_t$  точки, если известно, что к концу пятого оборота после начала движения линейная скорость точки  $v = 79,2$  см/с.
2. Диск вращается вокруг вертикальной оси с частотой  $n = 30$  об/мин. На расстоянии  $r = 20$  см от оси вращения на диске лежит тело. Каким должен быть коэффициент трения  $k$  между

телом и диском, чтобы тело не скатилось с диска?

3. Найти работу  $A$ , которую надо совершить, чтобы увеличить скорость движения тела массой  $m = 1$  т от  $v_1 = 2$  м/с до  $v_2 = 6$  м/с на пути  $s = 10$  м. На всем пути действует сила трения  $F_{\text{тр}} = 2$  Н.
4. Тело массой  $m_1 = 5$  кг ударяется о неподвижное тело массой  $m_2 = 2,5$  кг, которое после удара начинает двигаться с кинетической энергией  $W'_{k2} = 5$  Дж. Считая удар центральным и упругим, найти кинетические энергии  $W_{k1}$  и  $W'_{k1}$  первого тела до и после удара.

### Релейная контрольная работа №2 по термодинамике и молекулярной физике

#### Вариант №1

1. 6 г углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и 5 г закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) заполняют сосуд объемом в  $2 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>. Каково общее давление в сосуде при температуре  $127^\circ \text{C}$ ?
2. Найти среднюю квадратичную скорость молекул газа, плотность которого при давлении 750 мм. рт. ст. равна  $8,2 \cdot 10^{-5}$  г/см<sup>3</sup>. 2) Чему равна масса одного киломоля этого газа, если значение плотности дано для температуры  $17^\circ \text{C}$ ?
3. 7 г углекислого газа было нагрето на  $10^\circ$  в условиях свободного расширения. Найти работу расширения газа и изменение его внутренней энергии.
4. Идеальная холодильная машина, работающая по обратному циклу Карно, совершает за один цикл работу, равную 3,7 кДж. При этом она берет тепло от тела с температурой  $t_2 = -10^\circ \text{C}$  и передает тепло телу с температурой  $+17^\circ \text{C}$ . Найти: 1) к. п. д. цикла; 2) количество тепла, отнятого у холодного тела за один цикл; 3) количество тепла, переданного горячему телу за один цикл.

#### Вариант №2

1. Баллон емкостью 12 л наполнен азотом при давлении 8,1 МПа и температуре  $17^\circ \text{C}$ . Какая масса азота находится в баллоне?
2. Найти удельную теплоемкость при постоянном давлении газовой смеси, состоящей из 3 кмоль аргона и 2 кмоль азота.
3. До какой температуры охладится воздух, находящийся при температуре  $0^\circ \text{C}$ , если он расширяется адиабатически от объема  $V_1$  до объема  $V = 2V_1$ ?
4. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, получает за каждый цикл от нагревателя 2,512 кДж. Температура нагревателя  $400^\circ \text{K}$ , температура холодильника  $300^\circ \text{K}$ . Найти работу, совершаемую машиной за один цикл, и количество тепла, отдаваемого холодильнику за один цикл.

#### Вариант №3

1. 5 г азота, находящегося в закрытом сосуде объемом 4 л при температуре  $20^\circ \text{C}$ , нагреваются до температуры  $40^\circ \text{C}$ . Найти давление газа до и после нагревания.
2. 12 г азота находятся в закрытом сосуде объемом 2 л при температуре  $10^\circ \text{C}$ . После нагревания давление в сосуде стало равно  $10^4$  мм рт. ст. Какое количество тепла было сообщено газу при нагревании? .
3. В закрытом сосуде находится 20 г азота и 32 г кислорода. Найти изменение внутренней энергии этой смеси газов при охлаждении ее на  $28^\circ$ .
4. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. При этом 80% тепла, получаемого от нагревателя, передается холодильнику. Количество тепла, получаемое от нагревателя, равно 6,28 кДж. Найти 1) к. п. д. цикла, 2) работу, совершенную при полном цикле.

#### Вариант №4

1. 12 г газа занимают объем  $4 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup> при температуре  $7^\circ \text{C}$ . После нагревания газа при постоянном давлении его плотность стала равна  $0,6$  кг/м<sup>3</sup>. До какой температуры нагрели газ?
2. Какое количество тепла надо сообщить 12 г кислорода, чтобы нагреть его на  $50^\circ$  при постоянном давлении
3. 5.56. 1) Найти среднюю квадратичную скорость молекул газа, плотность которого при давлении 750 мм. рт. ст. равна  $8,2 \cdot 10^{-5}$  г/см<sup>3</sup>. 2) Чему равна масса одного киломоля этого газа, если значение плотности дано для температуры  $17^\circ \text{C}$ ?
4. Идеальная холодильная машина, работающая по обратному циклу Карно, передает тепло от холодильника с водой при температуре  $0^\circ \text{C}$  кипятильнику с водой при температуре  $100^\circ \text{C}$ . Какое количество воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар 1 кг воды в кипятильнике?

#### Вариант №5

- 10 г кислорода находятся под давлением  $p = 304$  кПа при температуре  $10^\circ \text{C}$ . После расширения вследствие нагревания при постоянном давлении кислород занял объем 10 л. Найти: 1) объем газа до расширения, 2) температуру газа после расширения, 3) плотность газа до расширения, 4) плотность газа после расширения.
- В закрытом сосуде находится 20 г азота и 32 г кислорода. Найти изменение внутренней энергии этой смеси газов при охлаждении ее на  $28^\circ$ .
- 1) Найти среднюю квадратичную скорость молекул газа, плотность которого при давлении 750 мм. рт. ст. равна  $8,2 \cdot 10^{-5}$  г/см<sup>3</sup>. 2) Чему равна масса одного киломоля этого газа, если значение плотности дано для температуры  $17^\circ \text{C}$ ?
- Найти изменение энтропии при плавлении 1 кг льда, находящегося при  $0^\circ \text{C}$ .

### Контрольная работа № 3 по теме постоянный ток.

#### Вариант 1.

Задача 1. Сила тока в металлическом проводнике  $I = 0,8$  А, сечение проводника  $s = 4$  мм<sup>2</sup>. Принимая, что в каждом см<sup>3</sup> металла содержится  $n_0 = 2,5 \cdot 10^{22}$  свободных электронов, определить среднюю скорость их направленного движения.

Задача 2. Как надо соединить обмотки двух нагревателей опущенных в стакан с водой, чтобы вода скорее закипела? (Параллельно, т.к. сопротивление уменьшается: при одинаковом напряжении питания количество теплоты  $Q$  обратно пропорционально сопротивлению нагрузки.)

Задача 3. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение на зажимах лампочки  $U = 40$  В, а сопротивление реостата  $R = 10$  Ом. Внешняя цепь потребляет мощность  $P = 120$  Вт. Найти силу тока в цепи.

Задача 4. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора с ЭДС 2 В, замкнутого проводником сопротивлением 2 Ом, если сила тока в цепи равна 0,8 А.

#### Вариант 2

Задача 1. В цепь включены параллельно медная и стальная проволока равной длины и сечения. В какой из них выделится большее количество теплоты за одно и то же время?

(В медной проволоке, т.к. ее сопротивление при одинаковых геометрических размерах меньше, а при одинаковом напряжении питания количество теплоты  $Q$  обратно пропорционально сопротивлению нагрузки.)

Задача 2. При силе тока  $I = 3$  А во внешней цепи батареи выделяется мощность  $P_1 = 18$  Вт, при силе тока  $I_2 = 1$  А, соответственно  $P_2 = 10$  Вт. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

Задача 3. Из никелиновой ленты толщиной 0,2 мм и шириной 3 мм нужно изготовить реостат на 2,5 Ома. Какой длины нужно взять ленту и какое максимальное напряжение можно подать на этот реостат, если допустимая плотность тока для никелина  $j = 0,2$  А/мм<sup>2</sup>,  $\rho = 4 \cdot 10^{-7}$  Ом·м.

Задача 4. К генератору с ЭДС 230 В подключено сопротивление 2,2 Ом. Чему равно сопротивление генератора, если напряжение на его зажимах при этом равно 220 В?

#### Вариант 3

Задача 1. Высокочастотный провод однородного сечения и длиной 10 м замыкает батарею с ЭДС в 30 В. Чему равна напряженность поля в этом проводнике?

Задача 2. Ток короткого замыкания источника постоянного тока с ЭДС 12 В составляет 40 А. Найти сопротивление, которое необходимо подключить во внешнюю цепь, чтобы получить от этого источника ток 1 А?

Задача 3. Электронагревательные приборы на которых указано  $P_1 = 600$  Вт,  $U_1 = 220$  В и  $P_2 = 400$  Вт,  $U_2 = 220$  В подключены последовательно в сеть с напряжением 220 В. Какая мощность будет выделяться на каждом из них?

Задача 4. Электрическую лампочку сопротивлением 240 Ом, рассчитанную на напряжение 120 В, надо питать от сети с напряжением 220 В. Как надо подключить дополнительное сопротивление и какой длины должен быть проводник из нихрома сечением  $s = 0,55$  мм<sup>2</sup>, чтобы



лампочку можно включить в сеть 220 В? (Удельное сопротивление никелина равно  $110 \cdot 10^{-8}$  Ом·м).

#### Вариант 4

Задача 1. Ток течет по проводнику, форма которого показана на рис.1. Одинакова или различна напряженность поля в местах с узким и широким сечением? Ответ обосновать.

Задача 2. Найдите разность потенциалов между точками А и В (В и С) см. рис.2, если  $E_1 = 2$  В,  $E_2 = 2$  В,  $R_1 = 0,5$  Ом,  $R_2 = 5$  Ом,  $r_1 = 1$  Ом,  $r_2 = 1,5$  Ом.

Задача 3. Ток в проводнике сопротивлением  $r = 100$  Ом равномерно нарастает от  $I_0 = 0$  до  $I_2 = 10$  А в течение  $\tau = 30$  с. Чему равно количество теплоты, выделившееся за это время в проводнике?

Задача 4. Определите плотность тока  $j$  в железном проводнике длиной  $L = 10$  м, если провод находится под напряжением  $U = 6$  В. (Удельное сопротивление железа  $\rho = 9,8 \cdot 10^{-8}$  Ом·м).

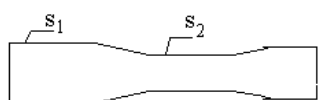


Рис. 1.

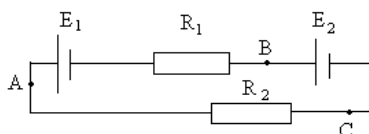
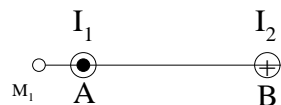


Рис. 2.

### Контрольная работа № 4. Магнитное поле в вакууме».

#### Вариант 1.

1. Линейный проводник длиной 20 см при силе тока в нем 5 А находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,2 Тл. Если угол, образованный проводником с направлением вектора магнитной индукции, равен  $30^\circ$ , то на проводник действует сила, модуль которой равен: 1) 0,1 Н. 2) 10,0 Н. 3) 0,2 Н. 4) 20,0 Н. 5) 1,0 Н.
2. Прямолинейный проводник с током длиной 5 см перпендикулярен линиям индукции однородного магнитного поля. Чему равен модуль индукции магнитного поля, если при токе в 2 А на проводник действует сила, модуль которой равен 0,01 Н? 1) 0,0001 Тл 2) 0,001 Тл 3) 0,1 Тл 4) 1 Тл 5) 10 Тл.
3. Если заряженная частица, заряд которой  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$ , то модуль импульса частицы равен: 1)  $qR/B$  2)  $qB/R$  3)  $qBR$  4)  $B/qR$  5)  $R/qB$ .
4. На рис. изображено сечение двух прямолинейных бесконечно длинных проводников с током. Расстояние  $AB$  между проводниками равно 10 см,  $I_1 = 20$  А,  $I_2 = 30$  А. Найти напряженность магнитного поля, вызванного токами  $I_1$  и  $I_2$  в точке  $M_1$ . Расстояние  $M_1A = 2$  см.
5. Катушка диаметром 10 см. имеющая 500 витков, находится в магнитном поле. Чему будет равно среднее значение ЭДС индукции в этой катушке, если индукция магнитного поля увеличивается в течение 0,1 с от 0 до 2 Тл?
6. В однородном магнитном поле, индукция которого равна  $0,5$  Вб/м<sup>2</sup>, движется равномерно проводник длиной 10 см. По проводнику течет ток силой 2 А. Скорость движения проводника 20 см/с и направлена она перпендикулярно к направлению магнитного поля. Найти: 1) работу перемещения проводника за 10 сек движения, 2) мощность, затраченную на это движение.

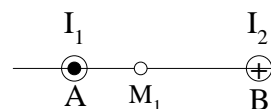


#### Вариант 2.

1. Линейный проводник длиной 60 см при силе тока в нем 3 А находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Если проводник расположен по направлению линий индукции магнитного поля, то на него действует сила, модуль которой равен: 1) 0,18 Н 2) 18,00 Н 3) 2,00 Н 4) 0,30 Н 5) 0,00 Н
2. Прямолинейный проводник, по которому течет постоянный ток, находится в однородном магнитном поле и расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции. Если этот

проводник повернуть так, чтобы он располагался под углом  $30^\circ$  к линиям магнитной индукции, то сила Ампера, действующая на него: 1) уменьшится в 4 раза; 2) уменьшится в 2 раза; 3) останется неизменной; 4) увеличится в 2 раза; 5) увеличится в 4 раза.

- В однородном магнитном поле с индукцией  $B$  вращается частица массой  $m$ , имеющая заряд  $q$ . Как изменится радиус окружности, если индукция  $B$  уменьшить в 2 раза, заряд не изменять, а массу увеличить в 3 раза? 1) уменьшится в  $2/3$  раза; 2) увеличится в 1,5 раза; 3) уменьшится в 6 раз; 4) увеличится в 6 раз; 5) уменьшится в 1,5 раза.
- В однородном магнитном поле, индукция которого  $0,1$  Тл, движется проводник длиной  $10$  см. Скорость движения проводника  $15$  м/с и направлена она перпендикулярно магнитному полю. Чему равна индуцированная в проводнике ЭДС?
- На рис. изображено сечение двух прямолинейных бесконечно длинных проводников с током. Расстояние  $AB$  между проводниками равно  $10$  см,  $I_1 = 20$  А,  $I_2 = 30$  А. Найти напряженность магнитного поля, вызванного токами  $I_1$  и  $I_2$  в точке  $M_1$ . Расстояние  $M_1A = 4$  см.
- Круговой контур помещен в однородное магнитное поле так, что плоскость контура перпендикулярна силовым линиям поля. Напряженность магнитного поля  $150$  кА/м. По контуру течет ток силой  $2$  А. Радиус контура  $2$  см. Какую работу надо совершить, чтобы повернуть контур на  $90^\circ$  вокруг оси, совпадающей с диаметром контура?



### Вариант 3.

- Какую размерность в системе СИ имеет единица измерения магнитной индукции? 1) кг/(А·с<sup>2</sup>·м); 2) А·с<sup>2</sup>/(кг·м); 3) Н/(А·м<sup>2</sup>); 4) Н/(А·м); 5) А·м (кг·с<sup>2</sup>).
- Электромагнитный ускоритель представляет собой два провода, расположенные в горизонтальной плоскости на расстоянии  $20$  см друг от друга, по которым может скользить без трения металлическая перемычка с массой  $2$  кг. Магнитное поле с индукцией  $B = 1$  Тл перпендикулярно плоскости движения перемычки. Какой ток следует пропустить по перемычке, чтобы она, пройдя путь  $2$  м, приобрела скорость  $10$  м/с? 1)  $10$  А 2)  $50$  А 3)  $100$  А 4)  $250$  А 5)  $300$  А
- Если два протона движутся в однородном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной линиям индукции магнитного поля, по окружностям радиусов  $R_1$  и  $R_2$ , то отношение их кинетических энергий  $K_1/K_2$  равно: 1)  $R_2^2/R_1^2$ ; 2)  $R_1^2/R_2^2$ ; 3)  $R_2/R_1$ ; 4)  $R_1/R_2$ ; 5) 4.
- На рис. изображено сечение двух прямолинейных бесконечно длинных проводников с током. Расстояние  $AB$  между проводниками равно  $10$  см,  $I_1 = 20$  А,  $I_2 = 30$  А. Найти напряженность магнитного поля, вызванного токами  $I_1$  и  $I_2$  в точке  $M_1$ . Расстояние  $BM_1 = 3$  см.
- В магнитном поле, индукция которого  $B = 0,05$  Тл, вращается стержень длиной  $l = 1$  м с угловой скоростью  $\omega = 20$  рад/с. Ось вращения проходит через конец стержня и параллельна магнитному полю. Найти ЭДС индукции  $\epsilon$ , возникающую на концах стержня.
- Два прямолинейных длинных параллельных проводника находятся на некотором расстоянии друг от друга. По проводникам текут токи, равные по величине и по направлению. Найти силу тока, текущего по каждому из проводников, если известно, что для того, чтобы раздвинуть эти проводники на вдвое большее расстояние, пришлось совершить работу (на единицу длины проводников), равную  $5,5$  мкДж/м.

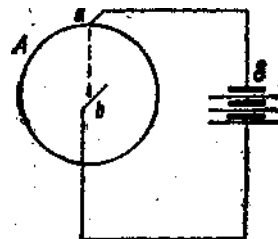
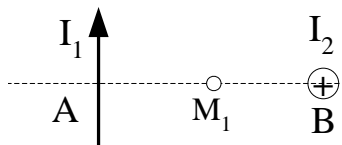


### Вариант 4.

- Какую размерность в системе СИ имеет единица измерения магнитного потока? 1) Н/(А·м<sup>2</sup>); 2) кг/(с<sup>2</sup>·А); 3) Н·м<sup>2</sup>/(А); 4) кг·м/(с<sup>2</sup>·А); 5) Н·м/А.
- Электрон, ускоренный разностью потенциалов  $U = 100$  В, влетает в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны направлению его движения. Индукция магнитного поля  $B = 2 \cdot 10^{-3}$  Тл. Радиус окружности, по которой движется электрон, равен: 1)  $0,5 \cdot 10^{-2}$  м 2)  $1,0 \cdot 10^{-2}$  м 3)  $1,7 \cdot 10^{-2}$  м 4)  $3,4 \cdot 10^{-1}$  м 5)  $5,0$  м
17. Если два электрона с кинетическими энергиями  $K_1$  и  $K_2$  соответственно движутся по окружностям в однородном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной линиям индукции

поля, то отношение их периодов обращения  $T_1/T_2$  равно: 1)  $K_1/K_2$ ; 2)  $K_2/K_1$ ; 3)  $(K_1/K_2)^{1/2}$ ; 4)  $(K_2/K_1)^{1/2}$ ; 5) 1.

4. Два прямолинейных бесконечно длинных проводника расположены перпендикулярно друг к другу и находятся во взаимно-перпендикулярных плоскостях (см. рис.) Найдите напряженность магнитного поля в точке  $M_1$ , если  $I_1 = 2$  А,  $I_2 = 3$  А. Расстояния  $AM_1 = 1$  см и  $AB = 2$  см.



5. В однородном магнитном поле, индукция которого  $B = 0,8$  Тл, равномерно вращается рамка с угловой скоростью  $\omega = 15$  рад/с. Площадь рамки  $S = 150$  см<sup>2</sup>. Ось вращения находится в плоскости рамки и составляет угол  $\alpha = 30^\circ$  с направлением магнитного поля. Найдите максимальную ЭДС индукции  $\mathcal{E}_{\text{макс}}$  во вращающейся рамке.

6. Медный диск радиусом  $r = 5$  см, плоскость которого перпендикулярна к направлению магнитного поля, вращается с частотой  $\nu = 3$  об/сек. Индукция магнитного поля  $B = 0,2$  Тл. Ток  $I = 5$  А проходит по радиусу диска  $ab$  ( $a$  и  $b$  — скользящие контакты).. Найдите мощность такого двигателя.

## Контрольная работа № 5 по теме «Современные представления о строении атомов».

### Вариант 1.

1. Объясните результаты опытов Франка и Герца, см. рис. 1. Какова длина волна света излучаемого атомами ртути при переходе их в нормальное состояние?

2. Во сколько раз увеличится радиус орбиты электрона в атоме водорода, находящегося в основном состоянии при возбуждении его квантом света с энергией 12,09 эВ?

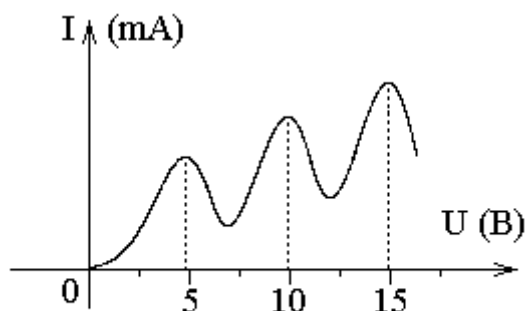


Рис. 1.

3. Волновая функция, описывающая 2S -состояние электрона в атоме водорода имеет вид:  $\psi(\rho) = 1/4 \sqrt{2\pi} (2 - \rho) \exp(-\rho/2)$ , где  $\rho$  - расстояние электрона от ядра выраженное в атомных единицах. Определить расстояние от ядра, на котором вероятность обнаружения электрона имеет максимальное значение?  $\rho = r/a$  - первый боровский радиус орбиты.

4. Написать формулы электронного строения атомов: 1) бора ( $Z = 5$ ), 2) углерода ( $Z = 6$ ), 3) натрия ( $Z = 11$ ).

5. Определить порядковый номер элемента в периодической системе Менделеева, если граничная частота К-серии характеристического рентгеновского излучения составляет  $5,55 \cdot 10^{15}$  Гц.

6. Определить максимальное значение орбитального момента импульса электрона и возможные значения его проекций на направление внешнего магнитного поля в состоянии, определяемом главным квантовым числом  $n = 4$ .

### Вариант 2.

1. При каком условии в спектре атома водорода возникают все серии излучения его спектра? Поясните на схеме происхождение одной из серий излучения спектра атомов водорода.

2. Фотон с энергией 16,5 эВ выбил из невозбужденного атома водорода электрон. Какую скорость будет иметь этот электрон вдали от ядра атома?

3. Электрон атома водорода в основном состоянии описывается волновой функцией:  $\psi = C \cdot \exp(-r/a)$ . Определить отношение вероятностей  $w_1/w_2$  пребывания электрона в сферическом слое толщиной  $r = 0,01a$  и радиусами  $r_1 = 0,25a$ , и  $r_2 = 2a$ .

4. Написать формулы электронной конфигурации для атомов: 1) кислорода ( $Z = 8$ ), 2) хлора ( $Z =$

17).

5. Определить порядковый номер элемента в периодической системе элементов Менделеева, если длина волны  $\lambda$   $K_{\alpha}$ -серии его характеристического излучения составляет 72 пм.

6. Почему для обнаружения электрона в опытах Штерна и Герлаха используют пучки атомов, принадлежащих первой группе периодической системы, причем, в основном состоянии

### Вариант 3.

1. Определить наименьшую энергию, которую необходимо сообщить атому водорода для возбуждения его полного спектра.

2. В покоящемся атоме водорода электрон перешел с 5-го энергетического уровня в основное состояние. Какую скорость приобрел атом за счет испускания фотона?

3. Пси – функция электрона в основном состоянии атома имеет вид:  $\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} \cdot e^{-r/a}$ . Найти среднее расстояние  $\langle r \rangle$  электрона от ядра.

4. Написать формулу электронной конфигурации атомов: 1) алюминия ( $Z = 13$ ), 2) аргона ( $Z=18$ ).

5. Определите длину волны самой длинноволновой линии  $K_{\alpha}$  – серии рентгеновского характеристического спектра, если анод рентгеновской трубки изготовлен из платины. Постоянную экранирования  $\sigma$  принять равной 1.

6. Может ли вектор магнитного момента орбитального момента импульса электрона установиться строго вдоль линий магнитной индукции? Ответ обосновать.

### Вариант 4.

1. Сравните минимальную частоту серии Лаймана  $\nu_{\min}$  и максимальную частоту  $\nu_{\max}$  линии излучения серии Бальмера.

2. Фотон с энергией 25,0 эВ выбывает электрон из покоящегося атома водорода, находящегося в первом возбужденном состоянии. С какой скоростью будет двигаться электрон вдали от ядра?

3. Электрон в атоме водорода находится в основном состоянии, описываемом волновой функцией:  $\psi = A \exp(-r/r_1)$ . Найти энергию электрона  $E$  и радиус первой боровской орбиты  $r_1$ . (Указание: Используйте уравнение Шредингера).

4. Какие из формул электронной конфигурации являются верными? Каким элементам они соответствуют? 1).  $1s^2 2s^1 3s^2 3p^3$ . 2).  $1s^2 2s^2$ . 3).  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ . 4).  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3 3p^6$ .

5. Определите постоянную экранирования  $\sigma$  для L серии рентгеновского характеристического излучения, если при переходе электрона в атоме вольфрама с M оболочки на L оболочку длина волны испускаемого фотона составляет 140 нм.

6. Определить минимальный угол между направлением внешнего магнитного поля и орбитальным механическим моментом импульса электрона с главным квантовым числом  $n = 3$ .

### Вариант 5.

1. Какая из схем энергетических уровней, приведенных на рис.1-3 соответствует электрону в

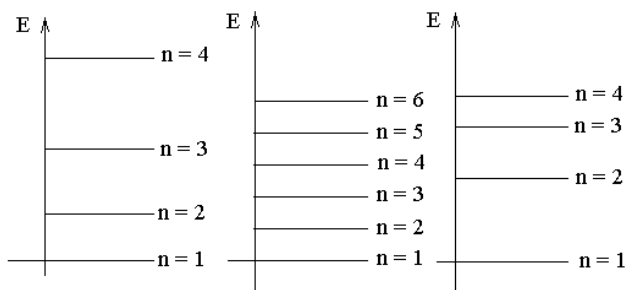


Рис. 1.

Рис. 2.

Рис. 3.

атоме водорода, в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками, квантовому гармоническому осциллятору?

2. Определить длину волны де Бройля для электрона, находящегося в атоме водорода на второй боровской орбите.

3. Собственная функция, описывающая

состояние электрона в атоме водорода, имеет вид: находится в состоянии, описываемом волновой функцией:  $\psi(r) = C \exp(-r/a)$ , где  $a = 4\pi\epsilon_0\hbar^2/(me^2)$  – первый борковский радиус. Определить расстояние, на котором вероятность нахождения электрона максимальна.

**4.** Написать формулы электронного строения атомов:

1) кальция ( $Z=20$ ), 2) азота ( $Z=7$ ), 3) неона ( $Z=10$ ).

**5.** В атоме вольфрама электрон перешел с  $M$  – оболочки  $L$  - оболочку. Определить энергию испущенного фотона. Принять постоянную экранирования  $\sigma = 5,63$ .

**6.** Электрон находится в  $f$  – состоянии. Найти орбитальный момент импульса электрона и максимальное значение проекции момента импульса  $L_H$  на направление внешнего магнитного поля.

## Контрольная работа №6 по теме « Квантовая физика»

### Вариант № 1

**Задача 1.** Какую ускоряющую разность потенциалов  $U$  должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля  $\lambda$  была равна  $0,1$  нм?

**Задача 2.** Электрон с кинетической энергией  $T = 15$  эВ находится в металлической пылинке диаметром  $d=1$ мкм. Оценить относительную неточность  $\Delta v/v$ , с которой может быть определена скорость электрона.

**Задача 3.** Написать уравнение Шредингера для электрона, находящегося в водородоподобном атоме.

**Задача 4.** Германиевый образец нагревают от  $0$  до  $17$  °С. Принимая ширину запрещенной зоны германия  $\Delta E = 0,72$  эВ, определить, во сколько раз возрастет его удельная проводимость.

### Вариант №2

**Задача 1.** Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны  $\lambda = 3$  нм.

**Задача 2.** Используя соотношение неопределенностей  $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$  найти выражение, позволяющее оценить минимальную энергию  $E$  электрона, находящегося в одномерном потенциальном ящике шириной  $l$ .

**Задача 3.** Доказать, что если  $\Psi$ -функция циклически зависит от времени, т.е.  $\psi(x,t) = \exp(-\frac{i}{\hbar}Et)\psi(x)$ , то плотность вероятности есть функция только координаты.

**Задача 4.** Определить уровень Ферми  $E_F$  в собственном полупроводнике, если энергия  $\Delta E_0$  активации равна  $0,1$  эВ. За нулевой уровень отсчета кинетической энергии электронов принять низший уровень зоны проводимости.

### Вариант № 3.

**Задача 1.** Электрон движется по окружности радиусом  $r = 0,5$  см в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 8$  мТл. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  электрона. ( $0,1$  нм).

**Задача 2.** Приняв, что минимальная энергия  $E$  нуклона в ядре равна  $10$  МэВ, оценить, исходя из соотношения неопределенностей, линейные размеры ядра.

**Задача 3.** Электрон находится в бесконечно глубоком прямоугольном одномерном потенциальном ящике шириной  $l$ . Написать уравнение Шредингера и его решение (в тригонометрической форме) для области  $2$  ( $0 < x < l$ ).

**Задача 4.** Оценить температуру  $T_{кр.}$  вырождения калия, если принять, что на каждый атом калия приходится по одному свободному электрону. Плотность калия  $860$  кг/м<sup>3</sup>. Молярная масса калия  $M = 39,1$  г/моль. (Указание: температура вырождения определяется выражением

$$T_{ед.} = \frac{2\pi^2\hbar^2}{km} n^{2/3}.$$

**Вариант № 4.**

**Задача 1.** Электрон движется со скоростью  $v = 200$  Мм/с. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$ , считая движение электрона релятивистским.

**Задача 2.** Используя соотношение неопределенности  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$ , оценить ширину  $\Gamma$  энергетического уровня в атоме водорода, находящегося: 1) в основном состоянии; 2) в возбужденном состоянии (время  $\tau$  жизни атома в возбужденном состоянии равно  $10^{-8}$  с).

**Задача 3.** Известна волновая функция, описывающая состояние электрона в потенциальном ящике шириной  $l$ :  $\psi(x) = C_1 \sin kx + C_2 \cos kx$ . Используя граничные условия  $\psi(0) = 0$  и  $\psi(l) = 0$  определить коэффициент  $C_2$  и возможные значения волнового вектора  $k$ , при котором существуют нетривиальные решения.

**Задача 4.** Определить максимальную скорость электронов в металле при температуре  $T = 0$  К, если уровень Ферми  $\epsilon_F = 5$  эВ.

**Вариант № 5.**

**Задача 1.** Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  электрона, если его кинетическая энергия  $T = 1$  кэВ.

**Задача 2.** Используя соотношение неопределенностей  $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$  оценить низший энергетический уровень электрона в атоме водорода. Принять линейные размеры атома  $l \approx 0,1$  нм.

**Задача 3.** Частица в потенциальном ящике находится в основном состоянии. Какова вероятность  $W$  нахождения частицы: 1) в средней трети ящика; 2) в крайней трети ящика?

**Задача 4.** Определить ширину запрещенной зоны собственного полупроводника, если при температурах  $T_1$  и  $T_2$  ( $T_2 > T_1$ ) его сопротивления соответственно равны  $R_1$  и  $R_2$ .

**III.3. Тесты для текущего контроля.****3. Тесты для текущего контроля.**

Модуль 1–5. Из тем 1-10 по выбору преподавателя выполняется в семестре 7-8 тестов.

**1. Кинематика материальной точки**

- 1.1. Модели механики: частица (материальная точка), система частиц, абсолютно твердое тело, сплошная среда.
- 1.2. Системы отсчета.
- 1.3. Координатный, векторный, естественный способы описания движения материальной точки. Связь между векторным и координатным способами описания движения.
- 1.4. Перемещение, путь, скорость, ускорение материальной точки. Нормальное и тангенциальное ускорения частицы при криволинейном движении.

**2. Динамика материальной точки**

- 2.1. Первый закон Ньютона, (закон инерции), масса, единицы измерения массы.
- 2.2. Силы в механике: сила тяготения, сила тяжести, вес тела, сила сухого трения, сила вязкого трения, сила упругости, сила Архимеда, сила кулоновского взаимодействия, сила Лоренца.
- 2.3. Второй, третий законы Ньютона, единицы измерения силы.

**3. Кинематика и динамика вращательного движения.**

- 3.1. Угловая скорость и угловое ускорение при движении по окружности, их связь с линейной скоростью и линейными ускорениями.
- 3.2. Поступательное и вращательное движение твердого тела.
- 3.3. Уравнение движения тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент силы и момент инерции тела относительно оси.
- 3.4. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.
- 3.5. Движение в центральном поле.
- 3.6. Работа, мощность, кинетическая энергия при вращательном движении.

**4. Работа, мощность, энергия, законы сохранения.**

- 4.1. Закон сохранения импульса. Закон движения центра инерции. Реактивное движение. Формула Циолковского.
- 4.2. Работа. Мощность.
- 4.3. Кинетическая энергия.
- 4.4. Энергия взаимодействия. Потенциальная энергия упругости. Потенциальная энергия тяготения.
- 4.5. Связь потенциальной силы с потенциальной энергией.
- 4.6. Закон сохранения энергии в механике.

**4.7.** Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени. Консервативные и диссипативные системы. Внутренняя энергия. Общефизический закон сохранения энергии.

### **5. Специальная теория относительности (СТО).**

**5.1.** Постулаты Эйнштейна. Относительность одновременности.

**5.2.** Преобразования Лоренца. Инвариантность законов природы относительно преобразований Лоренца.

**5.3.** Длина тел в различных системах отсчета. Длительность событий в разных системах отсчета. Релятивистский закон сложения скоростей.

**5.4.** Интервал между событиями.

**5.5.** Основной закон релятивистской динамики (2-й закон Ньютона в СТО).

**5.6.** Энергия в релятивистской динамике. Энергия покоя.

### **6. Основы МКТ газов.**

**6.1.** Термодинамические параметры. Температура.

**6.2.** Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.

**6.3.** Уравнение состояния идеального газа.

**6.4.** Законы идеальных газов.

**6.5.** Максвелловское распределение молекул идеального газа по скоростям. Опыт Штерна.

**6.6.** Идеальный газ в силовом поле. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.

**6.7.** Распределение Максвелла–Больцмана.

### **7. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам и классической теории теплоемкости идеального газа.**

**7.1.** Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия. Работа газа при изменении его объема.

**7.2.** Теплоота. Теплоемкость.

**7.3.** Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс. Уравнения Пуассона. Работа газа в адиабатном процессе.

**7.4.** Классическая теория теплоемкости идеального газа.

### **8. Второе начало термодинамики.**

**8.1.** Второе начало термодинамики. Невозможность вечного двигателя второго рода. Другие формулировки второго начала термодинамики.

**8.2.** Изолированные и неизолированные термодинамические системы. Обратимые и необратимые процессы и циклы.

**8.3.** Цикл Карно. Максимальный КПД тепловой машины. Холодильная машина.

**8.4.** Энтропия. Термодинамический и

статистический смысл понятия энтропии.

**8.5.** Понятие термодинамической вероятности. Статистический смысл второго начала термодинамики. Энтропия как количественная мера стремления от порядка к хаотичности в состоянии теплового равновесия.

**8.6.** Принцип возрастания энтропии открытой системы.

**8.7.** Идеи синергетики. Самоорганизация в живой и неживой природе.

### **9. Электростатика**

**9.1.** Закон Кулона. Напряженность электростатического поля.

**9.2.** Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема

Остроградского–Гаусса.

**9.3.** Работа и потенциальная энергия. Связь между напряженностью и потенциалом.

**9.4.** Диполь во внешнем электростатическом поле

**9.5.** Диэлектрики. Поляризованность, диэлектрическая восприимчивость, диэлектрическая проницаемость вещества.

**9.6.** Векторы напряженности и электрического смещения, их связь с вектором поляризованности. Теорема Остроградского–Гаусса для поля в диэлектрике.

**9.7.** Проводники в электростатическом поле.

**9.8.** Електроемкость проводника. Конденсаторы.

**9.9.** Энергия заряженного проводника, конденсатора. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.

### **10. Постоянный ток.**

**10.1.** Природа тока в металлах. Опыты Мандельштама и Папалекси, Толмена и Стюарта.

**10.2.** Электрический ток. Связь силы тока с вектором плотности тока.

**10.3.** Законы Ома и Джоуля–Ленца в локальной (дифференциальной) форме и их обоснование с позиций классической теории электропроводности металлов.

**10.4.** Законы Ома и Джоуля–Ленца для однородного участка цепи.

**10.5.** Сопротивление проводника. Последовательное и параллельное соединение сопротивлений.

**10.6.** Условия существования тока. Сторонние силы. Э.Д.С.

**10.7.** Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи.

**10.8.** Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей.

**Модуль 6–10. По выбору преподавателя из данного списка выполняется 7-8 тестов.**

### **11. Магнитное поле в вакууме**

- 11.1.** Магнитное поле. Магнитная индукция. Линии магнитной индукции.
- 11.2.** Закон Био–Савара–Лапласа.
- 11.3.** Напряженность магнитного поля. Магнитное поле прямого тока, кругового тока, соленоида с током. Магнитное поле движущегося заряда.
- 11.4.** Циркуляция вектора магнитной индукции. Магнитное поле длинного соленоида и тороида.
- 11.5.** Поля вихревые и потенциальные. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля.

## **12. Электромагнитная индукция**

- 12.1.** Электромагнитная индукция. Вывод закона электромагнитной индукции из закона сохранения энергии.
- 12.2.** Правило Ленца.
- 12.3.** Э.Д.С. индукции в движущихся и неподвижных проводниках.
- 12.4.** Принцип действия генераторов переменного тока.
- 12.5.** Вихревые токи.
- 12.6.** Индуктивность контура. Индуктивность соленоида.
- 12.7.** Явление самоиндукции. Э.Д.С. самоиндукции.
- 12.8.** Токи при замыкании и размыкании цепи постоянного тока.
- 12.9.** Явление взаимной индукции. Трансформаторы.
- 12.10.** Магнитная энергия тока. Плотность энергии магнитного поля.

## **13. Магнитное поле в веществе**

- 13.1.** Магнитные свойства вещества. Орбитальные и спиновые магнитные моменты электронов.
- 13.2.** Намагничивание парамагнетиков и диамагнетиков.
- 13.3.** Намагниченность. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость вещества.
- 13.4.** Напряженность магнитного поля. Циркуляция напряженности (закон полного тока).
- 13.5.** Условия на границе раздела двух магнетитов.
- 13.6.** Ферромагнетики и их свойства. Доменная структура.
- 13.7.** Магнитный гистерезис. Работа перемагничивания ферромагнетика. Магнострикция. Точка Кюри. Ферриты.

## **14. Механические и электромагнитные колебания**

- 14.1.** Уравнение гармонических колебаний. Упругая и квазиупругая сила.
- 14.2.** Дифференциальное уравнение движения пружинного маятника, его решение.
- 14.3.** Амплитуда, круговая частота, фаза гармонического колебания.

- 14.4.** Векторная диаграмма.
- 14.5.** Энергия гармонического колебания.
- 14.6.** Математический маятник. Физический маятник.
- 14.7.** Колебательный контур.
- 14.8.** Сложение одинаково направленных колебаний одной частоты, близких частот, кратных частот. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
- 14.9.** Колебания пружинного маятника с трением. Дифференциальное уравнение его движения. Решение уравнения. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент. Добротность. Период затухающих колебаний.
- 14.10.** Свободные затухающие колебания в колебательном контуре. Дифференциальное уравнение и его решение. Характеристики затухания.
- 14.11.** Вынужденные колебания осциллятора под действием внешней синусоидальной силы. Дифференциальное уравнение и его решение. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Вынужденные электромагнитные колебания. Частотные зависимости амплитуд тока, напряжений, сдвига фаз между током и напряжением.

## **15. Переменный ток**

- 15.1.** Квазистационарный ток.
- 15.2.** Действующее и среднее значения переменного тока.
- 15.3.** Сопротивление, индуктивность и емкость в цепи переменного тока.
- 15.4.** Закон Ома для цепей переменного тока.
- 15.5.** Векторные диаграммы и метод комплексных амплитуд.
- 15.6.** Резонанс в последовательной и параллельной цепи.

## **16. Уравнения Максвелла**

- 16.1.** Основные экспериментальные законы электромагнетизма: закон Фарадея–Максвелла, закон полного тока, теорема Остроградского–Гаусса для статического электрического и магнитного полей.
- 16.2.** Физический смысл каждого из уравнений Максвелла.
- 16.3.** Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной форме в среде и в вакууме.
- 16.4.** Уравнения Максвелла в дифференциальной форме, их роль.
- 16.5.** Полная система уравнений Максвелла. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн: поперечный характер электромагнитных волн, скорость, поляризация, плотность энергии



электромагнитных волн, поток энергии, интенсивность электромагнитных волн.

### **17. Механические и электромагнитные волны.**

- 17.1. Волновое движение. Продольные и поперечные волны. Скорость распространения волнового фронта.
- 17.2. Волновое уравнение. Уравнение плоской бегущей волны. Длина волны, волновое число.
- 17.3. Энергия бегущей волны. Поток энергии. Вектор Умова. Интенсивность волны.
- 17.4. Стоячие волны. Уравнение стоячей волны. Узлы и пучности стоячей волны. Собственные колебания стержней и струн.
- 17.5. Электромагнитные волны. Уравнение плоской электромагнитной волны. Волновое уравнение. Фазовая скорость электромагнитных волн.
- 17.6. Вектор Умова–Пойнтинга.
- 17.7. Источники электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.

### **18. Интерференция**

- 18.1. Интерференция волн. Когерентность волн.
- 18.2. Методы получения когерентных источников света и наблюдения интерференции.
- 18.3. Общие условия интерференционных максимумов и минимумов света двух когерентных волн.
- 18.4. Интерференционные полосы от двух щелей на плоском экране (метод Юнга).
- 18.5. Интерференция в тонких пленках. Полосы равного наклона. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
- 18.6. Просветление оптики. Интерферометры.

### **19. Дифракция световых волн.**

- 19.1. Дифракция света. Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракция Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция на круглом отверстии и диске.
- 19.2. Дифракция Фраунгофера на щели и на дифракционной решетке.
- 19.3. Спектральное разложение. Разрешающая способность спектральных приборов.
- 19.4. Интерференция и дифракция света при голографической записи и воспроизведении информации.
- 19.5. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа–Брэгга.

### **20. Взаимодействие света с веществом**

- 20.1. Естественный и поляризованный свет. Поляризаторы. Закон Малюса.
- 20.2. Поляризация света при отражении и преломлении света. Закон Брюстера.
- 20.3. Поляризация света при двойном лучепреломлении. Поляризационные призмы и поляроиды.
- 20.4. Искусственная оптическая анизотропия. Эффект Керра.

- 20.5. Оптическая активность. Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея.
- 20.6. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.
- 20.7. Элементарная электронная теория дисперсии.
- 20.8. Поглощение света. Закон Бугера.

### **21. Тепловое излучение**

- 21.1. Излучение черного тела. Основные свойства и характеристики теплового излучения: электромагнитная природа теплового излучения, равновесность, лучеиспускательная (спектральная плотность энергетической светимости) лучепоглощательная способность. Абсолютно черное тело, серое тело.
- 21.2. Правило Прево, закон Кирхгофа.
- 21.3. Закон Стефана–Больцмана. Закон смещения Вина.
- 21.4. Формула Вина, формула Релея–Джинса.
- 21.5. Квантовая гипотеза Планка. Формула Планка для теплового излучения.
- 21.6. Оптическая пирометрия.

### **22. Внешний фотоэффект. Экспериментальные подтверждения квантовых свойств света.**

- 22.1. Фотоэлектрический эффект. Работы А.Г. Столетова. Законы внешнего фотоэффекта.
- 22.2. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.
- 22.3. Импульс фотона, масса фотона, энергия фотона. Обоснование давления света с позиций квантовой теории.
- 22.4. Эффект Комптона.

### **23. Экспериментальное обоснование квантовой механики. Спектры атомов. Волны де Бройля.**

- 23.1. Линейчатые спектры атомов.
- 23.2. Модель атомов по Резерфорду и Бору.
- 23.3. Теория Бора для атомного ядра водорода.
- 23.4. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов.
- 23.5. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.

### **24. Простейшие задачи квантовой механики.**

- 27.21. Уравнение Шредингера. Статистический смысл волновой функции.
- 27.22. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Решение уравнения Шредингера. Собственные волновые функции и энергетический спектр.
- 27.23. Потенциальный барьер. Туннельный эффект.
- 27.24. Линейный гармонический осциллятор.
25. **Современные представления о строении атомов.**
- 25.1. Частица в сферически симметричном поле. Водородоподобные атомы в квантовой механике. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
- 25.2. Энергетические уровни. Энергия возбуждения и ионизации.

- 25.3. Спектры атомов. Волновые функции. Квантовые числа.
- 25.4. Пространственное распределение плотности вероятности для электрона в атоме водорода.
- 25.5. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули.
- 25.6. Структура энергетических уровней в многоэлектронных атомах.
- 25.7. Периодическая система элементов Менделеева.
- 25.8. Рентгеновское излучение. Закон Мозли. Тормозное рентгеновское излучение.
- 26. Зонная теория твердых тел**
- 26.1. Зонная структура энергетического спектра электронов твердого тела.
- 26.2. Заполнение зон: металлы, диэлектрики и полупроводники.
- 26.3. Распределение Ферми. Уровень Ферми.
- 27. Квантовая теория электропроводности металлов и полупроводников**
- 27.1. Электропроводность металлов. Вырождение электронного газа в металлах. Температурная зависимость электропроводности металлов.
- 27.2. Явление сверхпроводимости. Куперовские электронные пары. Понятие высокотемпературной сверхпроводимости.
- 27.3. Магнитные свойства сверхпроводника. Захват и квантование магнитного потока.
- 27.4. Туннельный контакт. Эффект Джозефсона и его применение.
- 27.5. Электропроводность полупроводников. Понятие дырочной проводимости.
- 27.6. Собственные и примесные полупроводники. Электронный и дырочный полупроводник.
- 27.7. Донорные и акцепторные энергетические уровни. Уровень Ферми в полупроводниках.
- 27.8. Температурная зависимость электропроводности полупроводников.
- 28. Строение атомного ядра**
- 28.1. Строение атомного ядра.
- 28.2. Дефект массы. Энергия связи.
- 28.3. Модели ядра.
- 28.4. Природа ядерных сил.
- 28.5. Радиоактивное излучение и его виды. Приборы для регистрации радиоактивных излучений и частиц.
- 28.6. Закон радиоактивного распада.
- 28.7. Закономерности  $\alpha$ -распада и  $\beta$ -распада.
- 29. Ядерные реакции**
- 29.1. Ядерные реакции. Превращение ядер.
- 29.2. Роль нейтронов. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления. Ядерный реактор.
- 29.3. Термоядерный синтез. Энергия звезд. Управляемый термоядерный синтез.
- 30. Элементарные частицы**
- 30.1. Иерархия структур материи. Частицы и античастицы.
- 30.2. Физический вакуум.
- 30.3. Стандартная модель элементарных частиц. Кварки, лептоны, кванты фундаментальных полей.
- 30.4. Фундаментальные взаимодействия. Адроны.
- 30.5. Ядра атомов. Атомы. Молекулы.

### Экзаменационные вопросы: Физика. 2-3-й семестры

1. Механическое движение. Основные кинематические характеристики м.т. Перемещение, скорость, нормальное и тангенциальное ускорения частицы при криволинейном движении. Вращательное движение м.т.
2. Законы Ньютона. Принцип относительности Галилея. Преобразование Галилея. Классический закон сложения скоростей. Первый закон Ньютона. Понятие инерциальной системы отсчета. Масса. Второй закон Ньютона. Импульс тела. Уравнение движения. Третий закон Ньютона. Основная задача динамики м.т.
3. Закон сохранения импульса и его применение. Закон движения центра инерции. Реактивное движение.
4. Работа. Мощность. Кинетическая и потенциальная энергия. Потенциальная энергия упругости. Потенциальная энергия тяготения. Связь потенциальной силы с потенциальной энергией.
5. Закон сохранения энергии в механике. Консервативные и диссипативные системы. Внутренняя энергия. Общефизический закон сохранения энергии.
6. Момент силы и момент инерции тела относительно оси. Уравнение движения тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Работа, мощность, кинетическая энергия при вращательном движении.
7. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Движение в центральном поле.
8. Основные положения МКТ. Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа. Законы идеальных газов.
9. Идеальный газ в силовом поле. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Максвелловское распределение молекул идеального газа по скоростям. Опыт Штерна.
10. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия. Работа газа при изменении его объема. Теплота. Теплоемкость. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
11. Второе начало термодинамики. Тепловые машины. Цикл Карно. Энтропия. Статистический смысл второго начала термодинамики. Энтропия как количественная мера стремления от порядка к хаотичности в состоянии теплового равновесия. Принцип возрастания энтропии открытой системы.
12. Твердые тела. Строение кристаллических и аморфных твердых тел. Кристаллические решетки. Типы кристаллов. Дефекты кристаллической решетки. Теплоёмкость кристаллов
13. Электростатика. Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электрического поля. Принцип суперпозиции.
14. Теорема Остроградского – Гаусса для поля в вакууме и ее применение. Поле равномерно заряженных тел: нити (цилиндра), плоскости, сферы, шара.
15. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Поляризованность, диэлектрическая восприимчивость, диэлектрическая проницаемость вещества. Вектор электрического смещения, и их связь с вектором поляризованности. Теорема Гаусса для поля в диэлектрике.
16. Проводники в электростатическом поле. Емкость проводника. Конденсаторы. Энергия заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.
17. Электрический ток. Законы Ома и Джоуля–Ленца в дифференциальной и интегральной формах, и их обоснование с позиций классической теории электропроводности металлов. Сопротивление проводника. Последовательное и параллельное соединение сопротивлений.
18. Условия существования тока. Сторонние силы. Э.Д.С. Закон Ома для

неоднородного участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей.

**19.** Магнитное поле. Магнитная индукция. Линии магнитной индукции. Закон Био–Савара–Лапласа. Напряженность магнитного поля. Циркуляция вектора магнитной индукции. Поля вихревые и потенциальные. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме.

**20.** Силовое действие магнитного поля. Сила Ампера, сила Лоренца. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

**21.** Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Э.Д.С. индукции в движущихся и неподвижных проводниках. Принцип действия генераторов переменного тока.

**22.** Индуктивность контура. Индуктивность соленоида. Явление самоиндукции. Э.Д.С. самоиндукции. Магнитная энергия тока. Плотность энергии магнитного поля.

**23.** Магнитные свойства вещества. Орбитальные и спиновые магнитные моменты электронов. Намагничивание парамагнетиков и диамагнетиков. Намагниченность. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость вещества. Ферромагнетики и их свойства. Доменная структура. Магнитный гистерезис.

**24.** Физические основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Закон электромагнитной индукции в форме Максвелла. Вихревое электрическое поле. Закон полного тока в форме Максвелла. Ток смещения. Система уравнений Максвелла.

**25.** Свободные механические колебания без трения и при наличии трения. Упругая и квазиупругая сила. Дифференциальные уравнения движения пружинного маятника с трением и без трения и их решения. Амплитуда, круговая частота, фаза гармонического колебания. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент. Добротность. Период затухающих колебаний.

**26.** Вынужденные механические колебания осциллятора под действием внешней синусоидальной силы. Дифференциальное уравнение и его решение. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс.

**27.** Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток. Частотные зависимости амплитуд тока, напряжений, сдвига фаз между током и напряжением.

**28.** Волновое движение. Продольные и поперечные волны. Скорость распространения волнового фронта. Уравнение плоской бегущей волны. Длина волны, волновое число. Волновое уравнение. Плотность потока энергии (вектор Умова). Интенсивность волны.

**29.** Электромагнитные волны. Уравнение плоской электромагнитной волны. Волновое уравнение. Фазовая скорость электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга. Источники электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.

**30.** Геометрическая оптика. Законы геометрической оптики и их применение (призмы, плоские и сферические зеркала, линзы).

**31.** Интерференция волн. Когерентность волн. Методы получения когерентных источников света и наблюдения интерференции. Общие условия интерференционных максимумов и минимумов света двух когерентных волн. Интерференция в тонких пленках. Полосы равного наклона. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.

**32.** Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера на щели и на дифракционной решетке. Спектральное разложение.

**33.** Естественный и поляризованный свет. Поляризаторы. Закон Малюса. Поляризация света при отражении и преломлении света. Закон Брюстера. Поляризация света при двойном лучепреломлении. Поляризационные призмы и поляроиды.

**34.** Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Элементарная электронная теория дисперсии.

**35.** Противоречия классической физики. Излучение черного тела. Закон Кирхгофа.

Закон Стефана-Больцмана Закон смещения Вина. Квантовая гипотеза Планка. Формула Планка для теплового излучения. Оптическая пирометрия.

**36.** Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Импульс фотона. Давление света. Эффект Комптона.

**37.** Экспериментальное обоснование основных идей квантовой механики. Линейчатые спектры атомов. Модель атомов по Резерфорду и Бору. Теория Бора для атома водорода.

**38.** Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Статистический смысл волновой функции.

**39.** Частица в прямоугольной потенциальной яме. Решение уравнения Шредингера. Собственные волновые функции и энергетический спектр. Потенциальный барьер. Туннельный эффект.

**40.** Частица в сферическом симметричном поле. Водородоподобные атомы в квантовой механике. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Энергетические уровни. Энергия возбуждения и ионизации. Спектры атомов. Волновые функции. Квантовые числа. Пространственное распределение плотности вероятности для электрона в атоме водорода.

**41.** Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. Структура энергетических уровней в многоэлектронных атомах. Периодическая система элементов Менделеева. Рентгеновское излучение. Закон Мозли. Тормозное рентгеновское излучение.

**42.** Атомы в магнитном поле. Расщепление энергетических уровней. Эффект Зеемана. Аномальное расщепление. Спин электрона. Атом в молекуле. Молекулярные спектры.

**43.** Элементы квантовой теории излучения. Вынужденное и спонтанное излучение фотонов. Коэффициенты Эйнштейна. Тепловое равновесное излучение. Люминесценция. Принцип работы квантового генератора. Открытый резонатор. Свойства лазерного излучения и его применение.

**44.** Зонная структура энергетического спектра электронов твердого тела. Заполнение зон: металлы, диэлектрики и полупроводники. Распределение Ферми. Уровень Ферми. Вырождение электронного газа в металлах.

**45.** Электропроводность металлов. Температурная зависимость. Явление сверхпроводимости. Куперовские электронные пары. Магнитные свойства сверхпроводника. Захват и квантование магнитного потока. Туннельный контакт. Эффект Джозефсона и его применение. Понятие высокотемпературной сверхпроводимости.

**46.** Электропроводность полупроводников. Понятие дырочной проводимости. Температурная зависимость электропроводности. Собственные и примесные полупроводники. Электронный и дырочный полупроводник. Донорные и акцепторные энергетические уровни. Уровень Ферми в полупроводниках.

**47.** Контакт электронного и дырочного полупроводников. Потенциальный барьер p-n перехода. Вольтамперная характеристика полупроводникового диода. Транзистор.

**48.** Строение атомного ядра. Дефект массы. Энергия связи. Модели ядра. Природа ядерных сил.

**49.** Радиоактивное излучение и его виды. Приборы для регистрации радиоактивных излучений и частиц. Закон радиоактивного распада. Закономерности  $\alpha$ -распада и  $\beta$ -распада.

**50.** Ядерные реакции. Превращение ядер. Роль нейтронов. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления. Ядерный реактор. Термоядерный синтез. Энергия звезд. Управляемый термоядерный синтез.

**51.** Современная физическая картина мира. Иерархия структур материи. Частицы и античастицы. Физический вакуум. Стандартная модель элементарных частиц. Кварки, лептоны, кванты фундаментальных полей. Фундаментальные воздействия. Адроны. Горячая модель и эволюция Вселенной.