МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой
*общей физики*
/ Турищев С.Ю. /
*18*.06.2025 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
# Б1.О.06 Физика

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

**2. Профиль подготовки/специализация:** Программно-аппаратные средства информационных систем

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** 0801 кафедра общей физики
**Составители программы:**
Занин Игорь Евгеньевич, доцент, кандидат физико-математических наук

**7. Рекомендована:** Научно-методическим советом физического факультета, протокол №5 от 20.05.2025г.

**8. Учебный год:** 2025/2026, 2026/2027 **Семестр(ы)/Триместр(ы):** 1,2,3,4

**9**. **Цели и задачи учебной дисциплины**
*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

Ознакомление студентов с основными положениями курса общей физики, включающей разделы: механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, оптика. В результате прохождения курса студент должен получить представление о месте физики в современной физической картине мира, информацию об основных физических явлениях и фундаментальных законах, современных методах исследования. Студент должен научиться самостоятельно решать и ставить задачи исследования различных физических систем, проводить количественную оценку физических величин, характеризующих состояние системы, искать и обмениваться научной информацией и оценивать степень её достоверности.

*Задачи учебной дисциплины:*

- овладение фундаментальными понятиями физики механики;
- развитие навыков самостоятельного научного исследования физических задач;
- овладение методами постановки и решения физических задач;
- научить умению ставить цели экспериментального исследования;
- освоение методов экспериментального исследования физических систем;
- уметь интерпретировать результаты физического эксперимента и представлять их в наглядном виде.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина «Физика» относится к дисциплинам базовой части цикла Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению **09.03.01 Информатика и вычислительная техника.** Для освоения дисциплины «Физика» необходимы знания, умения и компетенции, полученные в ходе изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению **09.03.01 Информатика и вычислительная техника.**

В результате прохождения данной дисциплины обучающийся должен приобрести знания, умения, навыки общепрофессиональных компетенций, необходимых для обеспечения трудовых функций профессиональных стандартов 06.001 «Программист» 06.052 «Инженер-программист радиоэлектронных средств и комплексов», 06.015 «Специалист по информационным системам», 06.022 «Системный аналитик».

Данная дисциплина является предшествующей для общепрофессиональных и профессиональных дисциплин, таких как «Электротехника, электроника и схемотехника», «Сети и телекоммуникации». Знания, полученные при освоении дисциплины «Физика», необходимы при прохождении производственных практик и выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы физике.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

| Код | Название компетенции | Код(ы) | Индикатор(ы) | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|---|
| ОПК-1 | Способен применять естественнонаучные и общеинженерн | ОПК-1.1 | Опирается на основы математики, физики, вычислительной | 1. Студент должен:<br>знать основные положения механики и её разделов, таких как: кинематика, динамика частицы и абсолютно твёрдого тела, статика, элементарная |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ые знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; | | техники и программирования при построении модели предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования | теория упругости, основы теории колебаний и волновых процессов, основные положения гидродинамики, основные положения специальной теории относительности;<br>уметь: применять законы механики для анализа явлений природы и технических процессов, создавать элементарные модели механических систем и проводить соответствующие оценочные расчёты;<br>владеть: методами построения простых математических моделей механических систем, методами качественного анализа механических систем<br>2. Студент должен:<br>знать методы решения типовых физических задач анализа термодинамических систем;<br>уметь выбирать оптимальные способы решения задач термодинамики и молекулярной физики, оценивать адекватность найденного решения;<br>владеть методами построения физической модели исследуемого явления.<br>3. Студент должен:<br>знать методы решения типовых физических задач анализа электромагнитных систем;<br>уметь выбирать оптимальные способы решения задач электродинамики, оценивать адекватность найденного решения;<br>владеть методами построения физической модели исследуемого явления.<br>4. Студент должен:<br>знать методы решения типовых физических задач анализа оптических систем;<br>уметь выбирать оптимальные способы решения задач оптики, оценивать адекватность найденного решения;<br>владеть методами построения физической модели исследуемого явления. |
| | | ОПК-1.2 | Планирует решение профессиональ | 1. Студент должен: |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ных задач с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования | знать методы решения типовых физических задач анализа механических систем;<br>уметь выбирать оптимальные способы решения задач механики, оценивать адекватность найденного решения;<br>владеть методами построения физической модели исследуемого явления.<br>2. Студент должен:<br>знать основные положения термодинамики: понятие о температуре и температурных шкалах, понятие о термодинамическом равновесии и процессах равновесной термодинамики, первое и второе начала термодинамики, понятие об энтропии; элементарную кинетическую теорию идеального газа и явлений переноса, распределения Максвелла и Больцмана, свойства жидкостей и растворов, понятие о фазовых переходах;<br>уметь: применять законы термодинамики и молекулярно-кинетической теории для анализа явлений природы и технических процессов, создавать элементарные модели макросистем (газов, жидкостей и твёрдых тел) и проводить соответствующие оценочные расчёты;<br>владеть: методами построения простых математических моделей макросистем, методами качественного анализа тепловых явлений.<br>3. Студент должен:<br>знать основные положения электродинамики и её разделов, таких как: электростатика, магнитостатика, постоянный электрический ток, цепи постоянного тока, электромагнитная индукция, уравнения Максвелла, цепи переменного тока;<br>уметь: применять законы электродинамики для анализа явлений природы и технических процессов, создавать элементарные модели электромагнитных систем и проводить соответствующие оценочные расчёты;<br>владеть: методами построения простых математических моделей электромагнитных систем, методами |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | качественного анализа электромагнитных систем.<br>4. Студент должен:<br>знать основные положения современной оптики и её разделов, таких как: электромагнитные волны в вакууме, шкала электромагнитных колебаний, условия на границе раздела, геометрическая оптика, центрированные оптические системы, основные оптические инструменты, погрешности оптических систем, фотометрия, интерференция световых волн, дифракция световых волн, поляризация света, основы кристаллооптики, электро- и магнитооптические явления, поглощение и рассеяние света, основы теории излучения, основы нелинейной оптики, голография, лазеры;<br>уметь: применять методы оптики для анализа явлений природы и технических процессов, создавать элементарные модели оптических явлений и проводить соответствующие оценочные расчёты;<br>владеть: методами построения простых математических моделей оптических явлений и методами их качественного анализа |
| | | ОПК-1.3 | Анализирует результаты теоретического и экспериментального исследования предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования | 1. Студент должен:<br>знать: основные принципы современных методов исследования механических систем, их достоинства, недостатки и ограничения;<br>уметь: осуществлять поиск научной информации, оценивать её достоверность;<br>владеть: технологиями поиска научной информации<br>2. Студент должен:<br>знать: основные принципы современных методов исследования макросистем как классических многочастичных систем, их достоинства, недостатки и ограничения;<br>уметь: осуществлять поиск научной информации, оценивать её достоверность;<br>владеть: технологиями поиска научной информации.<br>3. Студент должен: |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | знать: основные принципы современных методов исследования электромагнитных явлений, их достоинства, недостатки и ограничения;<br>уметь: осуществлять поиск научной информации, оценивать её достоверность;<br>владеть: технологиями поиска научной информации.<br>4. Студент должен:<br>знать: основные принципы современных методов исследования оптических явлений, их достоинства, недостатки и ограничения;<br>уметь: осуществлять поиск научной информации, оценивать её достоверность;<br>владеть: технологиями поиска научной информации |

**12. Объем дисциплины в зачётных единицах/час.** *(в соответствии с учебным планом)* **–** 16/576

**Форма промежуточной аттестации** экзамен

**13. Трудоёмкость по видам учебной работы**

| Вид учебной работы | | Всего | Трудоёмкость | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | По семестрам | | | |
| | | | 1-й семестр | 2-й семестр | 3-й семестр | 4-й семестр |
| Аудиторные занятия | | 254 | 66 | 66 | 72 | 50 |
| в том числе: | лекции | 130 | 34 | 34 | 36 | 26 |
| | практические | 62 | 16 | 16 | 18 | 12 |
| | лабораторные | 62 | 16 | 16 | 18 | 12 |
| Самостоятельная работа | | 178 | 42 | 42 | 36 | 58 |
| в том числе: курсовая работа (проект) | | – | – | – | | |
| Форма промежуточной аттестации *(экзамен – __час.)* | | 144 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Итого: | | 576 | 144 | 144 | 144 | 144 |

**13.1. Содержание дисциплины: Раздел 1 Механика**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК* |
|---|---|---|---|
| | | | |
| 1.1 | Кинематика | Механика и ее структура. Модели в механике. Система отсчета. Траектория, длина пути, вектор перемещения. Скорость. Ускорение. Кинематика вращательного движения. | Курс общей физики - Механика (edu.vsu.ru) |
| 1.2 | Динамика материальной точки | Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Понятие силы. Масса и импульс тела. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Неинерциальные системы. Силы инерции. | |
| 1.3 | Законы сохранения в механике | Механическая энергия, работа, мощность. Кинетическая энергия механической системы. Потенциальная энергия механической системы. Закон сохранения энергии. Закон сохранения импульса. Момент силы и момент импульса. Закон сохранения момента импульса. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1.4 | Динамика вращательного движения | Момент инерции. Теорема Штейнера. Уравнение динамики вращательного движения. | |
| 1.5 | Элементы механики в жидкости | Давление жидкости в газе. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Внутреннее трение. | |
| 1.6 | Элементы специальной теории относительности | Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца. Релятивистская динамика. | |
| **2. Практические занятия** | | | |
| 2.1 | Кинематика | 1. Равномерное движение.<br>2. Равноускоренное движение. | Курс общей физики - Механика (edu.vsu.ru) |
| 2.2 | Динамика частицы | 3. Движение тел на наклонной плоскости.<br>4. Движение под действием силы сопротивления, силы трения.<br>5. Движение в неинерциальных системах отсчёта.<br>6. Движение тел переменной массы. | |
| 2.3 | Работа и энергия | 7. Работа силы.<br>8. Законы сохранения импульса и энергии<br>9. Контрольная работа. | |
| 2.4 | Механика твёрдого тела | 10. Кинематика твёрдого тела.<br>11. Динамика твёрдого тела. | |
| 2.5 | Упругие свойства твёрдых тел | 13. Упругие свойства твёрдых тел. | |
| 2.6 | Колебания и волны | 14. Гармонические колебания, затухающие колебания.<br>15. Вынужденные колебания. Волны, эффект Доплера. | |
| 2.7 | Основы механики жидкостей и газов | 16. Гидростатика. Течение идеальной жидкости. Течение вязкой жидкости. | |
| 2.8 | Основы специальной теории относительности | 17. Релятивистская механика.<br>18. Контрольная работа. | |
| **3. Лабораторные занятия** | | | |
| 3.1 | Вводное занятие | Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ по механике | Курс общей физики - Механика (edu.vsu.ru) |
| 3.2 | Теория погрешностей | Освоение методики расчёта погрешностей прямых и косвенных измерений на примере определения плотности тела правильной геометрической формы | |
| 3.3. | Лабораторная работа 1 | Определение плотности твёрдого тела, имеющего правильную геометрическую форму. | |
| 3.4 | Лабораторная работа 2 | Измерение скорости пули методом | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | баллистического маятника. | |
| 3.5 | Лабораторная работа 3 | Изучение движения маятника Максвелла. | |
| 3.6 | Лабораторная работа 4 | Изучение вращательного движения тела | |
| 3.7 | Лабораторная работа 5 | Определение осевых и центробежных моментов инерции твёрдого тела. | |
| 3.8 | Лабораторная работа 6 | Экспериментальная проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера | |
| 3.8 | Лабораторная работа 7 | Изучение гироскопа. | |
| 3.9 | Лабораторная работа 8 | Исследование колебательного движения физического и математического маятника. | |
| 3.10 | Лабораторная работа 9 | Определение модуля упругости методом изгиба. | |
| 3.11 | Лабораторная работа 10 | Определение модуля сдвига методом крутильных колебаний. | |
| 3.12 | Лабораторная работа11 | Изучение колебаний связанных систем. | |
| 3.13 | Лабораторная работа12 | Изучение затухающих колебаний. | |
| 3.14 | Заключительное занятие | | |

**13.2. Темы (разделы)** дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (количество часов) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1 | Кинематика | 4 | 2 | 2 | 6 | 14 |
| 2 | Динамика частицы | 6 | 2 | 2 | 6 | 16 |
| 3 | Работа и энергия | 6 | 2 | 2 | 6 | 16 |
| 4 | Механика твёрдого тела | 6 | 2 | 2 | 6 | 16 |
| 5 | Упругие свойства твёрдых тел | 2 | 2 | 2 | 4 | 10 |
| 6 | Колебания и волны | 4 | 2 | 2 | 4 | 12 |
| 7 | Основы механики жидкостей и газов | 2 | 2 | 2 | 4 | 10 |
| 8 | Основы специальной теории относительности | 4 | 2 | 2 | 6 | 14 |
| | Итого: | 34 | 16 | 16 | 42 | 108 |

**13.3. Содержание дисциплины: Раздел 2 Молекулярная физика и термодинамика**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн- |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | курса, ЭУМК* |
| **1. Лекции** | | | |
| 1.1 | Основы термодинамики | 1. Предмет и задачи курса молекулярной физики. Аксиомы термодинамики.<br>2. Термодинамические процессы, работа. Первое начало термодинамики.<br>3. Теплоёмкость. Политропические процессы. Течение газа, скорость звука в газе.<br>4. Второе начало термодинамики. Теорема Карно, термодинамическая шкала температур. Энтропия и неравенство Клаузиуса.<br>5. Метод циклов. Термодинамические потенциалы, соотношения Максвелла. | Курс общей физики - Молекулярная физика (edu.vsu.ru) |
| 1.2 | Основы статистической механики | 6. Статистическое описание систем многих частиц. Основные понятия теории вероятностей.<br>7. Кинетическая теория идеального газа. Классическая теория теплоёмкости.<br>8. Распределения Максвелла по скоростям.<br>9. Распределение Больцмана. Барометрическая формула, атмосферы планет.<br>10. Статистический смысл второго начала термодинамики и энтропия. Формула Больцмана для энтропии.<br>Коллоквиум 1. | |
| 1.3 | Явления переноса | 11. Столкновения молекул, длина свободного пробега.<br>12. Явления переноса: диффузия, вязкость, теплопроводность.<br>13. Ультраразреженные газы и вакуум. | |
| 1.4 | Состояния вещества | 14. Реальные газы. Модель газа Ван дер Ваальса.<br>15. Изотермы газа Ван дер Ваальса, правила Максвелла.<br>16. Жидкости, поверхностные явления.<br>17. Капиллярные явления, формула Лапласа.<br>18. Жидкие кристаллы. Твёрдые тела. | |
| 1.5 | Фазовые превращения | 19. Фазы вещества. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. Диаграммы состояния. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.<br>20. Насыщенный пар. Кипение, тройные точки.<br>21. Метастабильные состояния. Условие равновесия фаз. | |
| 1.6 | Растворы, смеси | 22. Растворы, классификация растворов.<br>23. Осмос. Коллоидные системы.<br>24. Диаграммы состояния бинарных смесей. | |
| **2. Практические занятия** | | | |
| 2.1 | Термодинамика | 1. Процессы с идеальным газом. | Курс общей |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 2. Уравнение состояния идеального газа. Закон Дальтона.<br>3. Теплоёмкость.<br>4. Круговые процессы.<br>5. Энтропия | физики - Молекулярная физика |
| 2.2 | Молекулярно-кинетическая теория | 6. Кинетическая модель идеального газа.<br>7. Распределения Максвелла.<br>8. Распределение Больцмана, барометрическая формула. | |
| 2.3 | Явления переноса | 9. Столкновения молекул в газе.<br>10. Вязкость.<br>11. Теплопроводность. | |
| 2.4 | Состояния вещества | 12. Процессы с газом Ван дер Ваальса<br>13. Внутренняя энергия и энтропия газа Ван дер Ваальса<br>14. Поверхностное натяжение | |
| 2.5 | Фазовые превращения | 15. Процессы с насыщенным паром<br>16. Теплоты плавления, парообразования | |
| **3. Лабораторные занятия** | | | |
| 3.1. | Вводное занятие. | Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ по молекулярной физике | Курс общей физики - Молекулярная физика |
| 3.2 | Лабораторная работа 1 | Изучение закона нормального распределения | |
| 3.3. | Лабораторная работа 2 | Броуновское движение в жидкости | |
| 3.4 | Лабораторная работа 3 | Определение средней длины пробега молекул воздуха | |
| 3.5 | Лабораторная работа 4 | Изучение зависимости коэффициента вязкости от температуры на вискозиметре Оствальда | |
| 3.6 | Лабораторная работа 5 | Определение коэффициента внутреннего трения методом Стокса | |
| 3.7 | Лабораторная работа 6 | Определение коэффициента внутреннего трениярotационного вискозиметра | |
| 3.8 | Лабораторная работа 7 | Определение отношений теплоёмкостей газов методом Клемана и Дезорма | |
| 3.9 | Лабораторная работа 8 | Определение коэффициента поверхностного натяжения методом компенсации разности давлений | |
| 3.10 | Лабораторная работа 9 | Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкостей по методу отрыва кольца | |
| 3.11 | Лабораторная работа 10 | Изучение зависимости коэффициента поверхностного натяжения от температуры методом Кантора-Ребиндера | |
| 3.12 | Лабораторная работа 11 | Определение коэффициента объёмного расширенияжидкостей | |

**13.4. Темы (разделы)** дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (количество часов) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1 | Основы термодинамики | 12 | 6 | 6 | 16 | 40 |
| 2 | Основы статистической механики | 10 | 4 | 4 | 16 | 34 |
| 3 | Явления переноса | 6 | 4 | 4 | 4 | 18 |
| 4 | Состояния вещества | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 |
| 5 | Фазовые превращения | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| 6 | Растворы, смеси | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| | Итого: | 34 | 16 | 16 | 42 | 108 |

**13.5. Содержание дисциплины Раздел 3«Электричество и магнетизм»**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК* |
|---|---|---|---|
| **1. Лекции** | | | |
| 1.1 | Электростатика | 1. Взаимодействие зарядов в вакууме.<br>2. Теорема Гаусса. Напряжённость и потенциал электрического поля.<br>3. Точечный электрический диполь.<br>4. Проводники в постоянном электрическом поле. Электрическая ёмкость, конденсаторы.<br>5. Диэлектрики в постоянном электрическом поле.<br>6. Энергия взаимодействия зарядов. Энергетический метод определения сил в системе зарядов. | Курс общей физики - Электричество и магнетизм |
| 1.2 | Постоянный электрический ток | 7. Плотность тока, уравнение непрерывности.<br>8. Закон Ома. Переходные процессы в цепи с конденсатором. Закон Джоуля-Ленца.<br>9. Цепи постоянного тока, правила Кирхгофа.<br>10. Модель Друде электронов в металле. Электрические разряды в газах. | |
| 1.3 | Магнитостатика | 11. Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Взаимодействие токов, закон Био-Савара.<br>12. Интегральные теоремы магнитостатики.<br>13. Сила Ампера. Элементарный контур с токов в магнитном поле. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 14. Вещество в магнитном поле. Намагниченность.<br>15. Диа-, пара- и ферромагнетики.<br>16. Гальваномагнитные явления. | |
| 1.4 | Энергия электромагнитого поля. Преобразование полей | 17. Энергия взаимодействия зарядов. Плотность энергии электрического и магнитного поля.<br>18. Закон преобразования полей при переходе между инерциальными системами отсчёта. | |
| 1.5 | Электромагнитная индукция | 19. Электромагнитная индукция, правило Ленца.<br>20. Само- и взаимоиндукция.<br>21. Энергия контуров с токами. Сверхпроводимость | |
| 1.6 | Уравнения Максвелла и следствия из них | 22. Ток смещения, система уравнений Максвелла.<br>23. Плотность потока энергии. Вектор Пойнтинга.<br>24. Электрические колебания.<br>25. Вынужденные электрические колебания. Резонанс.<br>26. Цепи переменного тока.<br>27. Заключительная лекция. | |
| **2. Практические занятия** | | | |
| 2.1 | Электростатика | 1. Закон Кулона, принцип суперпозиции.<br>2. Проводники в постоянном электрическом поле. Метод изображений.<br>3. Диэлектрики в постоянном электрическом поле. Поляризованность и вектор электрической индукции.<br>4. Электрическая ёмкость, конденсаторы. | Курс общей физики - Электричество и магнетизм |
| 2.2 | Энергия электрического поля | 5. Силы, действующие на заряды в электрическом поле. Энергия конденсатора. | |
| 2.3 | Постоянный электрический ток | 6. Плотность тока, уравнение непрерывности.<br>7. Закон Ома, электрическое сопротивление.<br>8. Закон Джоуля-Ленца.<br>9. Цепи постоянного тока, ЭДС. Правила Кирхгофа. | |
| 2.4 | Магнитостатика | 10. Расчёт магнитной индукции с помощью закона Био-Савара.<br>11. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции и магнитное поле токов.<br>12. Магнетики. Силы, действующие в магнитном поле. | |
| 2.5 | Электромагнитная индукция и уравнения Максвелла | 13. Электромагнитная индукция.<br>14. Индуктивность. | |
| 2.6 | Электрические колебания | 15. Колебания в контуре с конденсатором и катушкой индуктивности.<br>16. Затухающие колебания в контуре. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2.7 | Переменный электрический ток | 17. Вынужденные электрические колебания, резонанс.<br>18. Цепи переменного тока, реактивное сопротивление, коэффициент мощности. | |
| **3. Лабораторные занятия** | | | |
| 3.1. | Вводное занятие. | Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ по электричеству и магнетизму | Курс общей физики - Электричество и магнетизм |
| 3.2 | Лабораторная работа 1 | Изучение электронного осциллографа | |
| 3.3. | Лабораторная работа 2 | Изучение электростатического поля | |
| 3.4 | Лабораторная работа 3 | Исследование процесса заряда и разряда конденсатора | |
| 3.5 | Лабораторная работа 4 | Определение удельного заряда электрона в вакуумномдиоде | |
| 3.6 | Лабораторная работа 5 | Определение удельного заряда электрона методом магнетрона | |
| 3.7 | Лабораторная работа 6 | Изучение сегнетоэлектриков | |
| 3.8 | Лабораторная работа 7 | Определение температурной зависимости сопротивленияметаллов | |
| 3.9 | Лабораторная работа 8 | Определение температурной зависимости сопротивленияполупроводников. | |
| 3.10 | Лабораторная работа 9 | Определение горизонтальной составляющей магнитногополя Земли при помощи постоянного магнита. | |
| 3.11 | Лабораторная работа 10. | Определение электродинамической постоянной. | |
| 3.12 | Лабораторная работа11 | Определение горизонтальной составляющей магнитногополя Земли при помощи тангенс гальванометра. | |
| 3.13 | Лабораторная работа12 | Исследование петли гистерезиса ферромагнетиков. | |
| 3.14 | Лабораторная работа13 | Полупроводниковые выпрямители | |
| 3.15 | Лабораторная работа14 | Изучение законов постоянного тока | |
| 3.16 | Лабораторная работа15 | Определение работы выхода электронов из металла | |

**13.6. Темы (разделы)** дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (количество часов) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1 | Электростатика | 12 | 4 | 8 | 12 | 36 |
| 2 | Постоянный электрический ток | 6 | 4 | 6 | 6 | 42 |
| 3 | Магнитостатика | 6 | 2 | 4 | 6 | 26 |
| 4 | Энергия электромагнитого поля. Преобразование полей | 2 | 2 | 0 | 4 | 8 |
| 5 | Электромагнитная индукция | 4 | 4 | 0 | 4 | 16 |
| 6 | Уравнения Максвелла и следствия из них | 6 | 2 | 0 | 6 | 16 |
| | Итого: | 36 | 18 | 18 | 36 | 108 |

**13.7. Содержание дисциплины Раздел 4 «Оптика»**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК* |
|---|---|---|---|
| **1. Лекции** | | | |
| 1.1 | Электромагнитные волны | 1. Предмет и задачи курса «Оптика». Плоская электромагнитная волна.<br>2. Условия на границе раздела. Формулы Френеля.<br>3. Шкала электромагнитных колебаний.<br>4. Фотометрические величины. | Курс общей физики - Оптика (edu.vsu.ru) |
| 1.2 | Геометрическая оптика | 5. Геометрическая оптика.<br>6. Матричная оптика.<br>7. Оптические инструменты. Погрешности оптических систем. | |
| 1.3 | Интерференция света | 8. Двухлучевая интерференция, опыт Юнга.<br>9. Классические интерференционные схемы. Многолучевая интерференция.<br>10. Интерферометры. | |
| 1.4 | Дифракция света | 11. Дифракция света. Дифракция Френеля на круглом отверстии, щели.<br>12. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решётка.<br>13. Дифракционный предел разрешающей способности. Голография. | |
| 1.5 | Поляризация света | 14. Поляризация света. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 15. Двойное лучепреломление.<br>16. Интерференция поляризованных волн. Волновые пластинки.<br>17. Искусственное двойное лучепреломление. | |
| 1.6 | Взаимодействие света с веществом | 18. Дисперсия света. Классическая теория дисперсии.<br>19. Групповая скорость.<br>20. Поглощение света. Рассеяние света. | |
| 1.7 | Излучение света | 21. Виды излучения. Тепловое излучение. Абсолютно чёрное тело.<br>22. Законы теплового излучения. Формула Планка.<br>23. Вынужденное излучение. Лазеры. | |
| **2. Практические занятия** | | | |
| 2.1 | Электромагнитные волны | 1. Электромагнитные волны в вакууме.<br>2. Фотометрия. | Курс общей физики - Оптика (edu.vsu.ru) |
| 2.2 | Геометрическая оптика | 3. Преломление света<br>4. Центрированные оптические системы.<br>5. Оптические инструменты | |
| 2.3 | Интерференция света | 6. Двухлучевая интерференция.<br>7. Интерференция в тонких плёнках. | |
| 2.4 | Дифракция света | 8. Дифракция Френеля.<br>9. Дифракция Фраунгофера.<br>10. Разрешающая способность объектива. | |
| 2.5 | Поляризация света | 11. Анализ поляризованного света.<br>12. Двойное лучепреломление. | |
| 2.6 | Взаимодействие света с веществом | 13. Дисперсия света<br>14. Поглощение света | |
| **3. Лабораторные занятия** | | | |
| 3.1. | Вводное занятие. | Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Оптика». | Курс общей физики - Оптика (edu.vsu.ru) |
| 3.2 | Лабораторная работа 1 | Определение фокусного расстояния сложного объектива с помощью оптической скамьи ОСК-2 | |
| 3.3. | Лабораторная работа 2 | Исследование дисперсии стеклянной призмы | |
| 3.4 | Лабораторная работа 3 | Изучение спектрального прибора УМ-2. Определение красной границы фотоэффекта. | |
| 3.5 | Лабораторная работа 4 | Исследование спектров поглощения растворов. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3.6 | Лабораторная работа 5 | Измерение показателя преломления жидкостей с помощью рефрактометра. | |
| 3.7 | Лабораторная работа 6 | Изучение явления интерференции с помощью бипризмы Френеля | |
| 3.8 | Лабораторная работа 7 | Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона | |
| 3.9 | Лабораторная работа 8 | Дифракция Френеля на круглом отверстии. | |
| 3.10 | Лабораторная работа 9 | Изучение дифракции Фраунгофера на щели и тонкой нити. | |
| 3.11 | Лабораторная работа 10 | Изучение дифракции Фраунгофера на отверстиях различной формы и решётках. | |
| 3.12 | Лабораторная работа 11 | Получение и анализ поляризованного света. | |
| 3.13 | Лабораторная работа 12 | Изучение тонкой структуры зелёной линии ртути с помощью интерферометра Фабри-Перо | |
| 3.14 | Лабораторная работа 13 | Дифракция лазерного излучения на различных преградах. | |

**13.8. Темы (разделы)** дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (количество часов) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1 | Электромагнитные волны | 4 | 2 | 0 | 9 | 15 |
| 2 | Геометрическая оптика | 2 | 2 | 2 | 9 | 15 |
| 3 | Интерференция света | 6 | 2 | 4 | 10 | 22 |
| 4 | Дифракция света | 6 | 2 | 2 | 10 | 20 |
| 5 | Поляризация света | 4 | 2 | 2 | 10 | 18 |
| 6 | Взаимодействие света с веществом | 4 | 2 | 2 | 10 | 18 |
| | Итого: | 26 | 12 | 12 | 58 | 108 |

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:**

Работа с конспектами лекций, чтение литературы по предмету; решение задач по курсу; выполнение и оформление лабораторных работ в течение семестра; постепенное освоение математических пакетов (например, *Maxima* и др.).

Самостоятельная работа студентов в течение семестра включает следующие формы работы и виды контроля:

- подготовка к практическим занятиям;

при подготовке к практическим занятиям необходимо проработать теоретические вопросы занятия с использованием материала лекций и рекомендуемой литературы, подробно разобрать примеры решения задач, разобранных на лекциях, выполнить домашние задания по данной теме;

- подготовка к коллоквиуму по лекционному курсу;

при подготовке к коллоквиуму по лекционному курсу необходимо проработать теоретические вопросы данного модуля с использованием материала лекций и рекомендуемой литературы, подробно разобрать примеры, разобранные на лекциях, выполнить домашние задания по данному модулю;

Показателем успешной текущей работы студента является еженедельное выполнение заданий на практических занятиях. Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по курсу включает:

- конспект лекций;
- основную литературу;
- дополнительную литературу;
- учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины**

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|---|---|
| 1 | Сивухин Д.В. Общий курс физики : учебное пособие для студ. физ. специальностей вузов : в 5 т. Т.1: Механика/ Д.В. Сивухин. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 560 с. |
| 2 | Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : учебное пособие для студ. физ. специальностей вузов : в 5 т. / Д.В.Сивухин .— М. : Физматлит. Т. 2: Термодинамика и молекулярная физика .— Изд. 5-е, испр. — 2014 .— 543 с. : ил. — Имен. указ., предм. указ. : с.529-537 .— ISBN 5-9221-0601-5. |
| 3 | Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : [учебное пособие для студ. физ. специальностей вузов] : [в 5 т.] / Д.В. Сивухин .— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014-.Т. 3: Электричество .— Изд. 6-е, стер. — 2015 .— 654 с. : ил. — Указ.: с.646-654 .— ISBN 978-5-9221-1643-5. |
| 4 | Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : [учебное пособие для студ. физ. специальностей вузов] : [в 5 т.] / Д.В. Сивухин .— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012- .— ISBN 5-9221-0229-X. Т. 4: Оптика .— Изд. 3-е, стер. — 2013 .— 791 с. : ил. — Указ.: с.784-791 .— ISBN 5-9221-0228-1. |
| 5 | Детлаф А.А. Курс физики : учеб. пособие для студ. втузов / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – Москва : Издательский центр «Академия», 2015. – 719 с. |
| 6 | Паршаков, Александр Николаевич. Физика в ключевых задачах. Механика. Колебания. Акустика : [учебное пособие] / А.Н. Паршаков .— Долгопрудный : Интеллект, 2013 .— 238, [1] с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-91559-133-1. |
| 7 | *Паршаков, Александр Николаевич*. Физика в ключевых задачах. Тепловые явления и молекулярная физика : [учебное пособие] / А.Н. Паршаков .— Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2018 .— 223, [1] с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-91559-243-7. |
| 8 | Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики : [учебное пособие для студ. |

| | |
|---|---|
| | вузов, обуч. по техн. направлениям и специальностям] : [в 4 т.] / И.В. Савельев ; под общ. ред. В.И. Савельева .— Москва : КНОРУС, 2012- .— ISBN 978-5-406-02586-4. Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика .— 2-е изд., стер. — 2012 .— 570 с. : ил. — Предм. указ: с.565-570 .— ISBN 978-5-406-02589-5. |
| 9 | Паршаков, Александр Николаевич. Оптика в ключевых задачах : [учебное пособие] / А.Н. Паршаков .— Москва : Интеллект, 2016 .— 254, [1] с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-91559-212-3. |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|---|---|
| | |
| 1 | Стрелков С.П. Сборник задач по общему курсу физики : в 5 кн. Кн. 1: Механика / С.П. Стрелков [и др.]; под ред. И.А. Яковлева – М. : Физматлит : Лань, 2006. – 240 с. |
| 2 | Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по техн. направлениям и специальностям] : [в 4 т.] / И.В. Савельев ; под общ. ред. В.И. Савельева .— Москва : КНОРУС, 2012- .— ISBN 978-5-406-02586-4. Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика .— 2-е изд., стер. — 2012 .— 570 с. : ил. — Предм. указ: с.565-570 .— ISBN 978-5-406-02589-5. |
| 3 | *Калашников С.Г.* Электричество : [учебное пособие для студ физ. специальностей вузов] / С. Г. Калашников .— Изд. 6-е, стер. — М. : Физматлит, 2008 .— 624 с. |
| 4 | Иродов И.Е. Задачи по общей физике / И.Е. Иродов. – М.: Лаборатория базовых знаний. 2009 г. 432 с. |
| 5 | Стрелков С.П. Сборник задач по общему курсу физики : в 5 кн. Кн. 1: Механика / С.П. Стрелков [и др.]; под ред. И.А. Яковлева – М. : Физматлит : Лань, 2006. – 240 с. |
| 6 | Клинских А.Ф. Курс общей физики : механика и основы теории относительности : учеб. пособие / А.Ф. Клинских, А.В. Меремьянин, Н.П. Стадная ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 241 с. |
| 7 | Дифракционная оптика и нанофотоника / [Е.А. Безус и др.] ; под ред. В.А. Сойфера .— Москва : Физматлит, 2014 .— 606 с. : ил .— Авт. указаны на обороте тит. л. и в конце кн. — Библиогр. в конце глав .— ISBN 978-5-9221-1571-1. |
| 8 | Практикум по решению задач по общему курсу физики. Колебания и волны. Оптика : [учебное пособие по физике для студ., обуч. по техн. направлениям и специальностям] / Н.П. Калашников [и др.] ; под ред. Н.М. Кожевникова .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013 .— 206 с. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)***:**

| № п/п | Ресурс |
|---|---|
| 1 | Электронная библиотека ВГУ https://lib.vsu.ru |
| 2 | Электронный университет ВГУ https://edu.vsu.ru |
| 3 | ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/ |
| 4 | «Университетская библиотека online» https://biblioclub.ru/ |
| 5 | «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru/ |
| *6* | «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) https://lib.rucont.ru/ |

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы *(учебно-методические рекомендации, пособия, задачники, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)***

| № п/п | Источник |
|---|---|

| | |
|---|---|
| 1 | Лабораторный практикум по курсу общей физики : Механика / О.М. Голицына, И.Е. Занин, А.Ф. Клинских, А.В. Меремьянин, Н.П. Стадная ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 161 с. |
| 2 | Лабораторный практикум по курсу общей физики : Механика / О.М. Голицына, И.Е. Занин; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 161 с. |
| 3 | Иродов И.Е. Механика. Основные законы : учеб. пособие для студ. физ. специальностей вузов / И.Е. Иродов. – М.: Бином. Лаборатория базовых знаний. 2013. – 309 с. |
| 4 | Иродов И.Е. Задачи по общей физике / И.Е. Иродов. – М.: Лаборатория базовых знаний. 2009 г. 432 с. |
| 5 | Миронова, Галина Александровна. Молекулярная физика и термодинамика в вопросах и задачах : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности ВПО 010701 - "Физика" и по направлению подгот. ВПО 010700 - "Физика"] / Г.А. Миронова, Н.Н. Брандт, А.М. Салецкий .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2012 .— 474 с. |
| 6 | Булкин, Петр Сергеевич. Общий физический практикум. Молекулярная физика : Учебное пособие / П.С. Булкин, И.И. Попова .— М. : Изд-во Моск. ун-та, 1988 .— 215 с. |
| 7 | Сборник задач по общему курсу физики / под ред. И.А.Яковлева. – М. : Физматлит, 2006. – Кн. III. Электричество и магнетизм. – 232 с. |
| 8 | Фриш С. Э. Курс общей физики : учебник : в 3 т. / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева .— СПб. [и др.] : Лань, 2006.— Т.3: Оптика. Атомная физика .— Изд. 9-е, стер. — 2007 .— 648 с. |
| 9 | Ландсберг Г. С. Оптика : учебное пособие для физ. специальностей вузов / Г. С. Ландсберг .— Изд. 6-е, стер. — М. : Физматлит, 2006 .— 848 с. |

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

Для реализации учебной дисциплины используются следующие информационные технологии: элементы программирования (для обработки результатов экспериментов в лабораторных работах), работа с электронными ресурсами на порталах www.edu.vsu.ru (лекции на образовательных платформах, выкладывание электронных вариантов задачников, учебных пособий на личных страницах преподавателей в образовательном портале), www.lib.vsu.ru (работа с электронной базой данных библиотеки ВГУ); использование в подготовке материалов лекций и в работе со студентами различных программных математических продуктов, таких как Maxima и др.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория, доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве. Лабораторные работы по механике проводятся в лаборатории кафедры общей физики №145 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Лабораторные проводятся в группе по подгруппам до 15 человек.

Лаборатория оснащена необходимым количеством рабочих мест (28 столов, из них стол для преподавателя, стол для лаборанта, 4 стола без оборудования, 22 стола с оборудованием для выполнения лабораторных работ по курсам «Механика, 45 стульев), компьютером для обработки результатов вычислений, комплектами для выполнения лабораторных работ по механике:

- комплект физических приборов КФП (маятник Обербека, Гироскоп, Универсальный маятник, Крутильный маятник, маятник Максвелла);
- баллистический маятник;

- установка для определения моментов инерции тел и проверки теоремы Гюйгенса-Штейнера (трифилярный подвес, электронный секундомер) – 2 установки;
- крутильный маятник;
- установка для определения моментов инерции твёрдых тел;
- установка для определения модуля упругости;
- штангенциркули (5 инструментов), весы рычажные с разновесами (3 прибора);
- модульный учебный комплекс МУК-М1-ПО «Механика 1» (2 шт);
- модульный учебный комплекс МУК-М2-ПО «Механика 2» (2 шт);
- установка для изучения биений (колебаний связанных систем);
- установка для исследования затухающих колебаний.

*Аудитория для самостоятельной работы студентов кафедры общей физики №134 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Компьютеры DELL – 4 шт., Подключение к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019.*

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|---|---|
| 1.1 | Кинематика | ОПК-1 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практические занятия 1-3. |
| 1.2 | Динамика частицы | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практические занятия 4-6.<br>Отчёт по лабораторной работе 2 |
| 1.3 | Работа и энергия | ОПК-1 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практические занятия 7-9.<br>Контрольная работа 1.<br>Отчёт по лабораторной работе 2,3. |
| 1.4 | Механика твёрдого тела | ОПК-1, ОПК-2 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практические занятия 10-11.<br>Отчёт по лабораторной работе 1,2,3,4,5,6,7.<br>Коллоквиум 1. |
| 1.5 | Упругие свойства твёрдых тел | ОПК-1, ОПК-2 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие 12.<br>Отчёт по лабораторной работе 9,10. |
| 1.6 | Колебания и волны | ОПК-1, ОПК-2 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практические занятия 13-14.<br>Отчёт по лабораторной работе 8,11,12. |
| 1.7 | Основы механики жидкостей и газов | ОПК-1, ОПК-2 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие 15. |
| 1.8 | Основы специальной теории относительности | ОПК-1 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие 16-17. |
| Текущая аттестация форма контроля — зачёт | | | | Перечень вопросов |
| Промежуточная форма контроля — экзамен | | | | Комплект КИМ |

**20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

**20.1. Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

контрольные работы.

**Типовые задания для контрольных работ:**

**Тема:** Кинематика и динамика частицы и системы частиц

**Вариант 1**

Задание 1 Точка движется по окружности радиуса R = 20 см с постоянным тангенциальным ускорением $a_t$ = 5 см/с$^2$. Через сколько времени после начала движения нормальное ускорение $a_n$ точки будет: 1) равно тангенциальному, 2) вдвое больше тангенциального?

Задание 2 Камень брошен горизонтально. Через 0,5 с после начала движения численное значение скорости камня стало в 1,5 раза больше его начальной скорости. Найти начальную скорость камня. Сопротивление воздуха не учитывать.

Задание 3 Точка движется по плоскости так, что ее тангенциальное ускорение $a_т=\alpha$, нормальное ускорение $a_n=\beta t^4$, где α и β- положительные постоянные. В момент t=0 точка покоилась. Найти радиус кривизны R траектории точки как функцию пройденного пути S.

**Вариант 2**

Задание 1 Колесо радиусом R=10 см вращается так, что зависимость линейной скорости точек , лежащих на ободе колеса, от времени движения дается уравнением $v=At+Bt^2$ , A=3 см/с$^2$ и B= 1см/с$^3$. Найти угол, составляемый вектором полного ускорения с радиусом колеса в моменты времени t=0, 1, 2, 3, 4 и 5 с после начала движения.

Задание 2 Радиус-вектор частицы меняется со временем по закону **r**= **b**t(1-αt) , где **b**- постоянный вектор, α- положительная постоянная. Найти:

а) скорость частицы и ускорение как функцию t;

б) время, через которое частица вернется в исходную точку, и пройденный при этом путь.

Задание 3 Под каким углом к горизонту надо бросить шарик, чтобы:

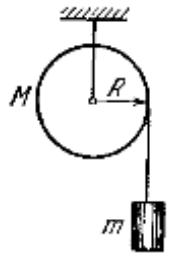
а) радиус кривизны начала его траектории был в η= 8,0 раз больше, чем в вершине;

б) центр кривизны вершины траектории находился на земной поверхности ?

**Тема:** Динамика материальной точки и абсолютно твёрдого тела

**Вариант 1**

Задание 1. На однородный сплошной цилиндр массы M=1,0 кг и радиуса R=10 см плотно намотана легкая нить, к концу которой прикреплён груз массы m=0,3 кг. В момент t=0 система пришла в движение. Пренебрегая трением в оси цилиндра, найти зависимость от времени модуля угловой скорости цилиндра и кинетическую энергию всей системы.




Задание 2. Найти момент инерции тонкой однородной пластинки массой m=200 г, имеющей форму равнобедренного прямоугольного треугольника, относительно оси, совпадающей с одним из катетов, длина которого a=200 мм.

Задание 3. Частица совершает гармонические колебания вдоль оси *x* около положения равновесия *x=0*. Частота колебаний $\omega$=4,00 с$^{-1}$. В некоторый момент времени координата частицы $x_0=25,0$ см и её скорость $v_{x0}=100$ см/с. Найти координату *x* и проекцию скорости $v_x$ частицы через t=2,40 с после этого момента.

Задание 4. Через какое время от начала движения точка, совершающая гармонические колебания, будет иметь смещение от положения равновесия, равное половине амплитуды? Период колебаний 24 с, начальная фаза отсутствует.
Задание 5. На какое расстояние надо отвести от положения равновесия груз массой 640 г, закрепленный на пружине жёсткостью 0,4 кН/м, чтобы он проходил положение равновесия со скоростью 1 м/с.

**Вариант 2**
Задание 1. Найти момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси, проходящей через одну из вершин пластинки перпендикулярно к её плоскости, если стороны пластинки равны a = 5 мм и b = 7 мм, а её масса m = 100 г. Задание 2. Найти угловую частоту и амплитуду гармонических колебаний частицы, если на расстояниях x1 и x2 от положения равновесия её скорость равна соответственно v1 и v2.
Задание 3. Спустя какую часть периода после прохождения колеблющейся точки через положение равновесия ее скорость равна 1/2 от максимальной? На каком расстоянии от положения равновесия будет находиться точка в этот момент?
Амплитуда колебаний 6 см.
Задание 4. Груз, подвешенный к пружине, колеблется с амплитудой 2 см. Жесткость пружины 10 кН/м. Чему равна максимальная кинетическая энергия груза?
Задание 5. За одно и то же время один математический маятник делает 50 колебаний, а другой 30 колебаний. Найти их длины, если один из маятников на 32 см короче другого.

Критерии оценки:
Оценка «отлично» выставляется студенту, если он верно решил все задачи, указав и пояснив решения с помощью соответствующих законов и зависимостей.
Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он верно решил все задачи, но допустил неточности, либо если он верно решил и пояснил решение двух задач.
Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он решил задачи, но не пояснил решение, либо же если он верно решил одну задачу с указанием и пояснением решения.
Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту в случае, если ни одна задача не решена верно.

**Коллоквиумы**

Коллоквиум 1. Кинематика и динамика частицы и системы частиц.

Список вопросов

1. Предмет и задачи механики
2. Кинематика материальной точки
3. Разложение ускорения на компоненты.
4. Движение по окружности.
5. Инерциальные системы отсчёта. Преобразования Галилея, их инварианты.
6. Масса, импульс. Сила, примеры сил.
7. Законы Ньютона.
8. Задача двух тел, центр масс системы тел.
9. Закон сохранения импульса.
10. Динамика точки переменной массы, реактивное движение.
11. Движение в неинерциальных системах отсчёта.
12. Работа, мощность. Работа равнодействующей силы и кинетическая энергия.
13. Классификация сил.
14. Потенциальная энергия и градиент.
15. Закон сохранения механической энергии.
16. Столкновения частиц.
17. Момент импульса и момент сил.
18. Закон сохранения момента импульса.

Коллоквиум 2. Динамика твёрдого тела. Колебания и волны.

Список вопросов

1. Кинематика твёрдого тела. Виды движения твёрдого тела.
2. Момент импульса тела при вращении вокруг закреплённой оси. Главные оси и главные моменты инерции. Работа момента сил. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
3. Динамика твёрдого тела Гироскоп, вынужденная прецессия гироскопа.
4. Особенности движения частицы в центральном поле.
5. Законы Кеплера.
6. Параметры эллиптических орбит.
7. Космические скорости.
8. Понятие об упругих свойствах тел. Виды деформаций.
9. Закон Гука. Растяжение и сжатие стержней.
10. Энергия упругой деформации.
11. Модуль всестороннего сжатия. Сдвиг, модуль кручения.
12. Колебательное движение.
13. Гармонический осциллятор. Уравнение и закон гармонических колебаний.
14. Энергия колебаний.
15. Сложение колебаний. Векторные диаграммы.
16. Затухающие колебания.
17. Вынужденные колебания, резонанс.
18. Волны в упругой среде. Фазовая скорость, перенос энергии в волне.
19. Стоячие волны.
20. Эффект Доплера.

Критерии оценки:

Оценка «отлично»: даны полные, развёрнутые ответы на четыре вопроса коллоквиума. Ответы должны отличаться логической последовательностью, чёткостью, умением делать выводы. Ответ структурирован. Допускаются незначительные недочёты со стороны обучающегося, исправленные им в процессеответа.

Оценка «хорошо»: дан полный аргументированный ответ на три вопроса коллоквиума, при ответе на один вопрос имеются существенные недочёты. Возможнынекоторые упущения в ответах, однако в целом содержание вопроса раскрыто полно.
Оценка «удовлетворительно»: даны неполные ответы на вопросы коллоквиума, либо дан ответ лишь на два вопроса из четырёх. Слабо аргументированный ответ, свидетельствующий об элементарных знаниях по дисциплине.
Оценка «неудовлетворительно»: отмечено незнание и непонимание поставленных вопросов, слабые ответы на вопросы из предоставленных обучающемуся. Отсутствие аргументации при ответе.

**Лабораторные работы**
Перечень лабораторных работ
(12 лабораторных работ)
Лабораторная работа 1. Освоение методики расчета погрешностей прямых и косвенных измерений на примере определения плотности тела правильной геометрической формы
Лабораторная работа 2. Измерение скорости пули методом баллистического маятника.
Лабораторная работа 3. Изучение движения маятника Максвелла.
Лабораторная работа 4. Изучение вращательного движения тела.
Лабораторная работа 5. Определение осевых и центробежных моментов инерции твёрдого тела.
Лабораторная работа 6. Экспериментальная проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера
Лабораторная работа 7. Изучение гироскопа.
Лабораторная работа 8. Исследование колебательного движения физического и математического маятника.
Лабораторная работа 9. Определение модуля упругости методом изгиба.
Лабораторная работа 10. Определение модуля сдвига методом крутильных колебаний.
Лабораторная работа 11. Изучение колебаний связанных систем.
Лабораторная работа 12. Изучение затухающих колебаний.

Комплект вопросов к работам лабораторного практикума.
Лабораторная работа № 1 Освоение методики расчета погрешностей прямых и косвенных измерений на примере определения плотности тела правильной геометрической формы
1. Что называется измерением? Какие виды измерений Вам известны?
2. Перечислите основные характеристики измерений.
3. Что называется систематической погрешностью?
4. Что называется гистограммой? От чего зависит ширина гистограммы: отточности измерительного прибора или от совершенства метода? Ответ обосновать.
5. Как влияет точность измерительного прибора на форму гистограммы? Что называется вероятностью и плотностью вероятности? Как точность метода влияет на ширину доверительного интервала?
6. Изложить методику оценки случайной погрешности при прямых равноточных измерениях.
7. Как оценить и учесть инструментальную погрешность?
8. Изложить методику оценки случайной погрешности косвенных измерений. Привести примеры. Вывести формулу для расчёта случайной погрешности (для указанной преподавателем формулы).
9. Что называется промахом? Как выявляют промахи?
10. Как устроен нониус? Изложить методику его расчёта.
11. Как устроен штангенциркуль? Изложить методику измерений с помощью штангенциркуля.
12. Как устроен микрометр? Изложить методику измерений с помощью микрометра.
13. Что называется случайной погрешностью и как оценить случайную погрешностьпрямых равноточных измерений?

14. Изложить методику оценки и учёта инструментальной погрешности.
15. Изложить устройство и правила определения массы тела на рычажных весах.
16. Вывести формулу расчёта случайной погрешности косвенного определенияплотности цилиндра и прямоугольного параллелепипеда методом точного измерения массы и объёма тела.
17. Изложить правила построения графиков.

Лабораторная работа № 2. Измерение скорости пули методом баллистического маятника.

1. Какие силы называются консервативными? Приведите примеры таких сил.Какое поля называется потенциальным?
2. Получить и сформулировать закон сохранения механической энергии.Обосновать возможность его применения в данной работе.
3. Какая система называется изолированной? Получить закон сохраненияимпульса, исходя из свойств однородности пространства.
4. Сформулировать и записать закон сохранения импульса для вектора импульса и отдельных его проекций. Получить законы сохранения импульса и механическойэнергии как первые интегралы движения.
5. Рассмотреть виды удара, особенности неупругого удара.
6. Вывести рабочую формулу для определения скорости пули.

моментов инерции твердого тела при помощи крутильного маятника.

Лабораторная работа № 3. Изучение движения маятника Максвелла.

1. Что называется абсолютно твёрдым телом, числом степеней свободы? Сколько степеней свободы имеет абсолютно твёрдое тело?
2. Охарактеризуйте плоское движение тела абсолютно твёрдого тела. Сформулируйте и докажите теорему Эйлера для плоского движения.
3. Получите выражение кинетической энергии твёрдого тела при плоскомдвижении.
4. Выведите рабочую формулу для определения момента инерции маятникаМаксвелла, используя закон сохранения механической энергии.
5. Выведите рабочую формулу для определения момента инерции маятникаМаксвелла, используя уравнения движения системы.
6. Каковы возможные погрешности при определении момента инерции маятника Максвелла?
7. Выведите формулу для расчёта погрешности определения момента инерциимаятника Максвелла.

Лабораторная работа № 4. Изучение вращательного движения тела.

1. Основное уравнение динамики вращательного движения для тела, вращающегося вокруг закрепленной оси.
2. Дать определение момента инерции тела относительно оси.
3. Описание экспериментальной установки. Методика определения осевых

Лабораторная работа № 5. Определение осевых и центробежных моментов инерции твёрдого тела.

1. Получить выражение вектора момента импульса **L** твёрдого тела относительно произвольной точки. Сопоставить в общем случае направление вектора **L** и угловой скорости.
2. Вывести выражение осевых и центробежных моментов инерции твёрдого тела.
3. Дать определение главных осей инерции и главных центральных осей инерциитвёрдого тела.
4. Найти главные центральные оси инерции симметричных тел: а) однородного прямоугольного параллелепипеда; б) цилиндра; в) шара.
5. Установить связь между величинами моментов инерции твёрдого тела относительно осей вращения, пересекающихся в одной точке.

Лабораторная работа № 6. Экспериментальная проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера

1. Что называется моментом импульса? Как он направлен? В каких единицах он измеряется?
2. Вывести уравнение моментов.
3. Получить выражение импульса момента силы.
4. Что называется моментом силы? Как он направлен? В каких единицах онизмеряется?
5. Вывести основное уравнение динамики вращательного движения.
6. Привести описание прибора. Вывести рабочие формулы.
7. Вывести формулы для расчёта погрешностей результатов измерений,выполненных в данной работе.

Лабораторная работа № 7. Изучение гироскопа.

1. Дать определение гироскопа. Какой гироскоп называется уравновешенным?
2. Сформулировать свойства гироскопа. При каких условиях они выполняются?
3. Как устроен гироскоп? Начертить карданов подвес.
4. На примере волчка проанализировать свойства гироскопа.
5. Что называется прецессией? Вывести формулу угловой скорости прецессии. Отчего она зависит?
6. Начертить экспериментальную установку. С помощью векторных построенийобъяснить возникновение прецессии.

Лабораторная работа № 8 Исследование колебательного движения физического и математического маятника.

1. Что такое физический маятник?
2. Составьте уравнение движения физического маятника, запишите закон движения, подстановкой докажите, что он является решением уравнениядвижения.
3. Что называется приведённой длиной физического маятника?
4. Докажите, что приведённая длина всегда больше расстояния между центроммасс и точкой подвеса.
5. В чём состоит свойство обратимости физического маятника? Докажите его.
6. Как определить ускорение свободного падения при помощи оборотногомаятника?
7. Как зависит ускорение свободного падения от широты местности и высоты над уровнем моря?

Лабораторная работа № 9. Определение модуля упругости методом изгиба.

1. Дать определение момента инерции относительно оси вращения: а) материальнойточки; б) системы материальных точек; в) сплошного твёрдого тела.
2. Установить связь моментов инерции тела относительно оси и относительноточки.
3. Вывести формулу момента инерции тонкого сплошного диска относительно оси вращения, проходящей через его центр: а) перпендикулярно плоскости диска; б) расположенной в плоскости диска.
4. Доказать теорему Гюйгенса-Штейнера. Как проверить её экспериментально?
5. Вывести формулу момента инерции тонкого стержня относительно оси, перпендикулярной оси симметрии стержня, проходящей: а) через его центров; б)через один из его концов.
6. Какие физические законы применяются при выводе рабочей формулы дляопределения момента инерции? Обосновать возможность их применения.
7. Вывести рабочие формулы для расчёта момента инерции.
8. Вывести формулы для вычисления погрешностей определения момента инерции.

Лабораторная работа № 10 Определение модуля сдвига методом крутильных колебаний.

1. Что называется деформацией, упругой, остаточной деформацией?

2. Записать и сформулировать закон Гука. От чего зависит модуль Юнга? Сформулировать его физический смысл и указать размерность.
3. Изобразить график зависимости напряжения, возникающего в твёрдом теле, от относительной деформации твёрдого тела. Отметить характерные точки этой зависимости и пояснить их смысл.
4. Построить график зависимости $\sigma(\epsilon)$ при постепенном сжатии напряжения с образца, предварительно деформированного до напряжения, превышающего предел пропорциональности.
5. Что называется коэффициентом Пуассона?
6. Проанализировать природу упругой и пластической деформации монокристалла.
7. Вывести расчётную формулу для определения модуля упругости по изгибустержня.
8. Вывести формулу для расчёта погрешности модуля Юнга. Какие величины следует измерять наиболее точно и почему?

Лабораторная работа № 11. Изучение колебаний связанных систем.
1. Дать определение сдвига и относительного сдвига. Как связан относительныйсдвиг с касательным напряжением?
2. Изложить физический смысл модуля сдвига.
3. Рассмотрев деформацию кручения, вывести формулу, связывающую модульсдвига и модуль кручения.
4. Изложить теорию метода и вывести формулы для расчёта модуля кручения и модуля сдвига.
5. Изобразить график зависимости напряжения, возникающего в твёрдом теле, от относительной деформации твёрдого тела. Отметить характерные точки этой зависимости и пояснить их смысл.
6. Построить график зависимости $\sigma(\epsilon)$ при постепенном сжатии напряжения с образца, предварительно деформированного до напряжения, превышающего предел пропорциональности.
7. Что называется коэффициентом Пуассона?
8. Проанализировать природу упругой и пластической деформации монокристалла.
9. Вывести расчётную формулу для определения модуля упругости по изгибу стержня.
10. Вывести формулу для расчёта погрешности модуля Юнга. Какие величины следует измерять наиболее точно и почему?

Лабораторная работа 12. Изучение затухающих колебаний.
1. Колебания при наличии сил вязкого трения.
2. Частота и период затухающих колебаний.
3. Записать уравнение затухающих колебаний в вязкой среде и его решение.
4. Основные величины, характеризирующие процесс затухания. Физический смысл ко эффициента затухания и логарифмического декремента затухания.
5. Методика выполнения лабораторной работы.

Критерии оценки- сдача лабораторных работ
«Зачтено»: лабораторная работа выполнена. К ней оформлен отчёт. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.
«Незачтено»: лабораторная работа не выполнена, либо при выполнении работы не оформлен отчёт. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

**Перечень вопросов к текущей аттестации (зачет):**

1. Кинематика материальной точки; кинематика твердого тела.
2. Динамика частицы. Законы Ньютона.
3. Динамика системы частиц
4. Работа. Энергия. Импульс. Законы сохранения.
5. Динамика твердого тела.
6. Колебательное движение.
7. Основы механики деформируемых тел.

Критерии оценки обучающихся на текущей аттестации (зачёт)

«Зачтено»: сдано не менее 90% лабораторных работ по курсу. Оформлены отчёты по работам. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.

«Незачтено»: сдано менее 90% лабораторных работ по курсу. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

**Список контрольно-измерительных материалов**
**кпромежуточной аттестации (экзамен)**

1. Предмет и задачи механики.
2. Работа и кинетическая энергия.
3. Способы описания движения материальной точки. Скорость и ускорение материальной точки.
4. Движение в неинерциальных системах отсчёта.
5. Движение материальной точки по окружности.
6. Упругие свойства твёрдых тел. Закон Гука. Модуль Юнга, коэффициент Пуассона.
7. Нормальное и тангенциальное ускорение.
8. Волны в упругих средах. Плоская и сферическая волна.
9. Виды движения твёрдого тела. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела.
10. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли, формула Торричелли.
11. Преобразования Галилея. Инварианты преобразований Галилея.
12. Вязкость. Формула Ньютона. Формула Пуазейля.
13. Законы Ньютона.
14. Закон сохранения механической энергии. Особенности одномерного движения в потенциальном поле.
15. Момент импульса, момент силы. Уравнение моментов.
16. Интерференция волн. Стоячие волны.
17. Динамика системы материальных точек. Центр масс.
18. Интервал. Относительность одновременности и причинно-следственная связь.
19. Закон сохранения момента импульса.
20. Лоренцево сокращение длины и изменение формы тел.
21. Закон сохранения импульса.
22. Затухающие колебания.
23. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальное силовое поле.
24. Момент импульса твёрдого тела. Главные оси и главные моменты инерции.
25. Лоренцево замедление времени.
26. Моменты инерции твёрдого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
27. Вынужденные колебания. Резонанс.
28. Гироскопы. Приближенная теория вынужденной прецессии гироскопа.
29. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.
30. Гармонические колебания. Энергия гармонического осциллятора.
31. Движение спутников Земли и космические скорости.
32. Физический маятник.
33. Динамика твёрдого тела. Уравнения движения.

**Пример контрольно-измерительных материалов**
**кпромежуточной аттестации (экзамен)**

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой общей физики
_____ (Турищев С.Ю.)

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Дисциплина Б1.О.06 Физика Форма обучения очная
Вид контроля экзамен Вид аттестации промежуточная

**Контрольно-измерительный материал №**

1. Предмет и задачи механики.
2. Работа и кинетическая энергия.

Составитель _____ Занин И.Е.
*подпись* *расшифровка подписи*

Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен. В приложение к диплому вносится оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.
Критерии оценки (экзамен по теоретическому курсу «Физика»):
Оценка «*отлично*»: уровень сформированности компетенций – высокий (углубленный). Полное соответствие ответа студента на предлагаемый вопрос четырём вышеуказанным показателям и осваиваемым компетенциям. Компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объёме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень.
Оценка «*хорошо*»: уровень сформированности компетенций – повышенный (продвинутый). Ответ студента выявляет недостаточное владение необходимыми теоретическими и практическими навыками. Компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объёме, что выражается в отдельных неточностях (несущественных ошибках) при ответе. Ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой, чем при высоком(углублённом) уровне сформированности компетенций. Однако допущенные ошибки исправляются самим студентом после дополнительных вопросов преподавателя.
Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень.
Оценка «*удовлетворительно*»: ответ студента отличается непоследовательностью, неумением делать выводы, слабым освоением теоретических и практических навыков. Компетенции сформирована в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично, что выражается в допускаемых неточностях и существенных ошибках при ответе, нарушении логики изложения, неумении аргументировать и обосновывать суждения и профессиональную позицию. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу.
Оценка «*неудовлетворительно*»: компетенции не сформированы, что выражается в разрозненных, бессистемных, отрывочных знаниях, допускаемых грубых профессиональных ошибках, неумении выделять главное и второстепенное, связывать теорию с практикой, устанавливать межпредметные связи, формулировать выводы по ответу, отсутствии собственной профессиональной позиции.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объёме и в сроки, определённые графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.
Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Физика» и отражённых в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины: Молекулярная физика и термодинамика**

Лекционная аудитория, доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве.

Лабораторные работы по молекулярной физике проводятся в лаборатории кафедры общей физики №145 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Лабораторные проводятся в группе по подгруппам до 15 человек. Лаборатория оснащена необходимым количеством рабочих мест (28 столов, из них стол для преподавателя, стол для лаборанта, 4 стола без оборудования, 22 стола с оборудованием для выполнения лабораторных работ по курсам «Молекулярная физика», 45 стульев), компьютером для обработки результатов вычислений, комплектами для выполнения лабораторных работ:

- установка для определения длины свободного пробега молекул воздуха (2 шт.);
- вискозиметр Оствальда;
- установка для определения коэффициента внутреннего трения методом Стокса;
- ротационный вискозиметр;
- установка для определения поверхностного натяжения воды;
- установка для определения зависимости поверхностного натяжения воды от температуры (2 шт.);
- установка для определения коэффициент объёмного расширения жидкостей;
- установка для определения скорости звука интерференционным методом;
- ТКО для лаб. «Молекул.физ. и термодинам.»: ФПТ1-1, ФПТ1-3, ФПТ1-6, ФПТ1-8, ФПТ1-10, ФПТ1-11;
- Компьютер HP ProDesk 400 G5 DM с монитором ЖК 22" BenQ BL2283 и колонками (1 шт.).

Аудитория для самостоятельной работы студентов кафедры общей физики №134 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Компьютеры DELL – 4 шт., Подключение к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019.

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Основы термодинамики | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, | Практические занятия 1-5..Отчёт по лабораторной работе 7,11 |
| 2 | Основы статистической механики | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, | Практические занятия 6-8. Контрольная работа 1. Коллоквиум 1.Отчёт по лабораторной работе 1-5. |
| 3 | Явления переноса | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, | Практические занятия 9-11. Вопросы к зачёту по лабораторному практикуму. Отчёт по лабораторной работе 1-5. |
| 4 | Состояния вещества | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, | Практические занятия 12-14.Отчёт по лабораторной работе 8-11. |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Фазовые превращения | ОПК-1 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, | Практические занятия 15-16. |
| Текущая аттестация форма контроля — зачёт | | | | Перечень вопросов |
| Промежуточная форма контроля — экзамен | | | | Комплект КИМ |

**20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

**20.1. Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

**Контрольные работы:**

Контрольная работа № 1.

**Вариант 1.**

Задание 1. Азот первоначально занимал объём 1 л при давлении 100 кПа. Затем его адиабатически сжали и изохорно охладили до начальной температуры, а его давление стало 200 кПа. Определите работу, совершённую над газом, и отданное газом количество теплоты.

Задание 2. Вычислить К.П.Д. цикла, состоящего из изобарного, адиабатного и изотермического процессов, если в результате изобарного процесса газ нагревается от $T_1$ = 300 К до $T_2$ = 600 К.

Задание 3. Найти изменение энтропии при следующих процессах: а) при нагревании 100 г воды от $0^0$С до $100^0$ С и последующем превращении воды в пар той же температуры; б) при изотермическом расширении 10 г кислорода от объёма 25 л до объёма 100 л.

Задание 4. Плотность смеси азота и водорода при температуре t = $470^o$ С и давлении P = $2 \cdot 10^5$ Па равна 0,3 г/л. Найти концентрации молекул азота ($n_1$) и водорода ($n_2$) в смеси.

**Вариант 2.**

Задание 1. Гелий массой 16 г, находящийся при температуре 300 К, сначала изотермически расширяется, в результате чего его давление понижается в три раза. Затем газ адиабатически сжимается до первоначального давления. Определите работу, совершённую газом, и полученное газом количество теплоты.

Задание 2. Идеальный двухатомный газ в количестве v = 0,001 кмоль совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Наименьший объём газа 10 л, наибольший – 20 л, наименьшее давление $2{,}46 \cdot 10^5$ Па, наибольшее – $4{,}1 \cdot 10^5$ Па. Начертить график цикла. Определить температуры газа для характерных точек цикла и его КПД. Задание 3. Найти изменение энтропии при следующих процессах: а) при превращении 1 кг воды при $0^0$ С в пар при $100^0$ С; б) при превращении 30 г льда в пар при $100^0$ С, если начальная температура льда $-40^0$ С.

Задание 4. В баллоне ёмкостью 2 дм³ содержится смесь азота $N_2$ и окиси азота NO. Определить массу окиси азота, если масса смеси равна 14 г, температура 300 К и давление $0{,}6 \cdot 10^6$ Па.

Контрольная работа № 2

**Вариант 1.**

Задание 1. Сколько молекул азота находится в сосуде объёмом в 1 л, если температура азота $27^0$С, а давление равно $10^{-6}$ мм рт ст.?

Задание 2. Вычислить среднюю квадратичную скорость теплового движения молекул водорода при $0^0$С.

Задание 3. Восемь граммов кислорода занимают объём V = 560 л. Определить

давление этого газа в том же объёме при температуре T = 820 К.
Задание 4. Найти среднее число столкновений в 1 с молекул некоторого газа, если средняя длина свободного пробега молекул при этих условиях равна 5 мкм, а средняя квадратичная скорость его молекул равна 500 м/с.

**Вариант 2.**

Задание 1. Сколько молекул находится в одном грамме воды?
Задание 2. Вычислить среднюю квадратичную скорость теплового движения молекул азота при $0^0$C.
Задание 3. В сосуде находится смесь $m_1$ = 7,0 г азота и $m_2$ = 11 г углекислого газа при температуре T = 290 K и давлении $P_0$ = 1,0 атм. Найти плотность этой смеси, считая газы идеальными.
Задание 4. Найти среднюю длину свободного пробега молекул азота при температуре 290 К и давлении 10 кПа.

**Вариант 3.**

Задание 1. Сколько молекул находится в одном кубическом сантиметре воздуха при нормальном давлении и температуре $0^0$C?
Задание 2. Вычислить среднюю квадратичную скорость теплового движения молекул кислорода при $0^0$C.
Задание 3. Требуется найти коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях, если средняя длина свободного пробега молекул при этих условиях равна 0,16 мкм.
Задание 4. Найти коэффициент теплопроводности воздуха при температуре 283 К и давлении 0,1 МПа. Диаметр молекулы воздуха принять равным 0,3 нм.

**Вариант 4.**

Задание 1. Сколько молекул находится в одном грамме воды?
Задание 2. Вычислить среднюю квадратичную скорость теплового движения молекул азота при $0^0$C.
Задание 3. В сосуде находится смесь $m_1$ = 7, 0 г азота и $m_2$ = 11 г углекислого газа при температуре T = 290 K и давлении $P_0$ = 1, 0 атм. Найти плотность этой смеси, считая газы идеальными.
Задание 4. Найти коэффициент теплопроводности водорода, если известно, что коэффициент внутреннего трения для него при этих условиях равен 8,6 мкПас.

Критерии оценки:
Оценка «отлично» выставляется студенту, если он верно решил все задачи, указав и пояснив решения с помощью соответствующих законов и зависимостей.
Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он верно решил все задачи, но допустил неточности, либо если он верно решил и пояснил решение двух задач.
Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он решил задачи, но не пояснил решение, либо же если он верно решил одну задачу с указанием и пояснением решения.
Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту в случае, если ни одна задача не решена верно

Коллоквиум 1. Основы термодинамики. Кинетическая теория газов.

**Список вопросов**

1. Предмет и задачи курса молекулярной физики. Аксиомы термодинамики.
2. Термодинамические процессы, работа.
3. Первое начало термодинамики.
4. Теплоёмкость. Политропические процессы.
5. Течение газа, скорость звука в газе.
6. Второе начало термодинамики.
7. Теорема Карно, термодинамическая шкала температур.
8. Энтропия и неравенство Клаузиуса.
9. Метод циклов.

10. Термодинамические потенциалы, соотношения Максвелла.
11. Статистическое описание систем многих частиц. Основные понятия теории вероятностей.
12. Кинетическая теория идеального газа. Классическая теория теплоёмкости.
13. Распределения Максвелла по скоростям.
14. Распределение Больцмана. Барометрическая формула, атмосферы планет.
15. Статистический смысл второго начала термодинамики и энтропия. Формула Больцмана для энтропии.

Критерии оценки:
Оценка «отлично»: даны полные, развёрнутые ответы на четыре вопроса коллоквиума. Ответы должны отличаться логической последовательностью, чёткостью, умением делать выводы. Ответ структурирован. Допускаются незначительные недочёты со стороны обучающегося, исправленные им в процессеответа.
Оценка «хорошо»: дан полный аргументированный ответ на три вопроса коллоквиума, при ответе на один вопрос имеются существенные недочёты. Возможнынекоторые упущения в ответах, однако в целом содержание вопроса раскрыто полно.
Оценка «удовлетворительно»: даны неполные ответы на вопросы коллоквиума, либо дан ответ лишь на два вопроса из четырёх. Слабо аргументированный ответ, свидетельствующий об элементарных знаниях по дисциплине.
Оценка «неудовлетворительно»: отмечено незнание и непонимание поставленных вопросов, слабые ответы на вопросы из предоставленных обучающемуся. Отсутствие аргументации при ответе.

**Лабораторные работы**

Перечень лабораторных работ
(11 лабораторных работ)

Лабораторная работа 1. Изучение закона нормального распределения.
Лабораторная работа 2. Броуновское движение в жидкости.
Лабораторная работа 3. Определение средней длины пробега молекул воздуха.
Лабораторная работа 4. Изучение зависимости коэффициента вязкости от температуры на вискозиметре Оствальда.
Лабораторная работа 5. Определение коэффициента внутреннего трения методом Стокса.
Лабораторная работа 6. Определение коэффициента внутреннего трения ротационного вискозиметра.
Лабораторная работа 7. Определение отношения теплоёмкостей газов по способу Клемана и Дезорма.
Лабораторная работа 8. Определение коэффициента поверхностного натяжения методом компенсации разности давлений.
Лабораторная работа 9. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкостей по методу отрыва кольца.
Лабораторная работа 10. Изучение зависимости коэффициента поверхностного натяжения от температуры методом Кантора- Ребиндера.
Лабораторная работа 11. Определение коэффициента объёмного расширения жидкостей.

**Комплект вопросов к работам лабораторного практикума.**

Лабораторная работа № 1 Изучение закона нормального распределения

- Понятие случайного явления, вероятности случайного явления, статистического закона.
- Для каких случайных величин справедлив нормальный закон распределения?
- Что такое плотность вероятности?

- Гауссов закон распределения вероятностей случайных погрешностей.
- Понятие дисперсии. Как практически оценивается дисперсия для конечного числа измерений?
- .....Экспериментальная проверка закона нормального распределения случайных погрешностей на механической модели Гальтона.

Лабораторная работа № 2 Броуновское движение в жидкости

- В чём заключается броуновское движение?
- Запишите уравнение Эйнштейна-Смолуховского. От каких параметров зависит движение броуновской частицы?
- Как изменится картина броуновского движения при увеличении температуры
- Как изменится картина броуновского движения, если водную эмульсию заменить эмульсией на глицерине?

Лабораторная работа № 3 Определение средней длины пробега молекул воздуха

- Средняя длина свободного пробега молекул газа, основная формула, зависимость от параметров состояния газа.
- Внутреннее трение в газах, формула Ньютона.
- Коэффициент внутреннего трения, его физический смысл, размерность, зависимость от параметров состояния газа.
- Формула Пуазейля.
- .....Устройство капиллярного вискозиметра, ход работы, особенности метода. Обработка результатов измерений.

Лабораторная работа № 4 Изучение зависимости коэффициента вязкости от температуры на вискозиметре Оствальда

- Механизм внутреннего трения в жидкостях. Физический смысл и размерность коэффициента внутреннего трения.
- Температурная зависимость коэффициента вязкости жидкости, отличие ее от аналогичной зависимости для газов.
- Вывод формулы Пуазейля.
- Устройство и принцип действия вискозиметра Оствальда, методика работы с прибором.

Лабораторная работа № 5 Определение коэффициента внутреннего трения методом Стокса

- Внутреннее трение в жидкостях. Формула Ньютона.
- Коэффициент внутреннего трения, его физический смысл, размерность, зависимость от температуры жидкости.
- Падение шарика в вязкой среде, предельная скорость падения, время установления предельной скорости.
- Метод Стокса, его особенности.
- Как обрабатывают результаты измерений, если условия опыта не воспроизводятся?

Лабораторная работа № 6 Определение коэффициента внутреннего трения ротационного вискозиметра

- Сила внутреннего трения, коэффициент внутреннего трения, его физический смысл, размерность.
- Устройство ротационного вискозиметра, физические основы его работы.

- .....Вывод рабочей формула для определения коэффициента вязкости.

Лабораторная работа № 7 Определение отношения теплоёмкостей газов по способу Клемана и Дезорма

- Первое начало термодинамики.
- Теплоемкость газа. Удельная и молярная теплоемкости.
- Теплоемкости при постоянном давлении и при постоянном объеме. Связь их с числом степеней свободы молекул газа.
- Вывести уравнение Майера.
- Адиабатный процесс. Уравнение этого процесса в переменных $P - V$ (уравнение Пуассона), $P - T$ , $V - T$ . График адиабаты.
- Метод Клемана и Дезорма для определения отношения $C_P/C_V$ .

Лабораторная работа № 8 Определение коэффициента поверхностного натяжения методом компенсации разности давлений

- Природа сил поверхностного натяжения.
- Поверхностное натяжение и связанные с ним явления: капиллярность, смачивание, несмачивание.
- Вывод формулы Лапласа.
- Метод определения коэффициента поверхностного натяжения.
- .....Точность данного метода.

Лабораторная работа № 9 Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкостей по методу отрыва кольца

- Природа сил поверхностного натяжения.
- Поверхностное натяжение и связанные с ним явления: капиллярность, смачивание, несмачивание.
- Какие силы действуют на кольцо, находящееся в контакте с поверхностью жидкости?
- Почему в отсутствие внешних сил капли жидкости принимают форму шара?
- Как зависит от температуры поверхностное натяжение жидкости? Как и почему коэффициент поверхностного натяжения жидкости становится равным нулю?

Лабораторная работа № 10 Изучение зависимости коэффициента поверхностного натяжения от температуры методом Кантора- Ребиндера

- Термодинамика поверхностного натяжения.
- Зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры.
- Метод Кантора – Ребиндера: основа метода, его точность.

Лабораторная работа № 11 Определение коэффициента объёмного расширения жидкостей

- Причина теплового расширения твердых тел с точки зрения их молекулярного строения.
- Коэффициент линейного расширения, его физический смысл, размерность, зависимость от температуры.
- Связь коэффициентов линейного и объемного расширения для изотропных кристаллов.
- Какую из величин – $\Delta L$ или $L_1$ – следует измерять точнее, почему и примерно во сколько раз?
- Почему в качестве $L_0$ может быть взята длина $L_1$ стержня, измеренная при комнатной температуре?

Критерии оценки- сдача лабораторных работ
«Зачтено»: лабораторная работа выполнена. К ней оформлен отчёт. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.
«Незачтено»: лабораторная работа не выполнена, либо при выполнении работы не оформлен отчёт. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

**Перечень вопросов к текущей аттестации (зачет):**
1. Молекулы и межмолекулярные взаимодействия. Статистическое описание системы многих частиц. Идеальный газ как простейшая модель статистической системы.
2. Температура как мера средней кинетической энергии молекул. Броуновское движение. Распределение молекул по скоростям.
3. Уравнение состояния идеального газа. Основные газовые законы.
4. Распределение молекул по длинам пробегов, опыты по измерению средней длины пробегов молекул.
5. Релаксационные процессы в газах: законы Фурье, Ньютона- Стокса, Фика. Явления переноса.
6. Разреженные газы.
7. Применение первого начала термодинамики к идеальному газу.
8. Вычисление работы газа по расширению в изопроцессах. Уравнение адиабаты. Политропические процессы.

Критерии оценки обучающихся на текущей аттестации (зачёт)
«Зачтено»: сдано не менее 90% лабораторных работ по курсу. Оформлены отчёты по работам. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.
«Незачтено»: сдано менее 90% лабораторных работ по курсу. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

**Список контрольно-измерительных материалов**
**кпромежуточной аттестации (экзамен)**

1. Температура. Температурные шкалы.
2. Статистическая модель идеального газа.
3. Предмет и задачи термодинамики.
4. Метод циклов. Производная внутренней энергии по объёму.
5. Состояние термодинамической системы. Термодинамические параметры.
6. Модель газа Ван-дер-Ваальса.
7. Тепловая форма движения материи. Квазистатические процессы.
8. Метод термодинамических функций, соотношения Максвелла.
9. Работа в термодинамике.
10. Изотермы реального газа. Метастабильные состояния.
11. Понятие внутренней энергии в термодинамике.
12. Распространение звука в газах. Скорость истечения газа из малого отверстия.
13. Количество теплоты. Механический эквивалент теплоты.
14. Явления переноса.
15. Первое начало термодинамики.
16. Формула Лапласа. Капиллярные явления.
17. Теплоёмкость.
18. Осмос.
19. Уравнение Майера.
20. Правило фаз Гиббса
21. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
22. Фазовые превращения. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
23. Политропические процессы.
24. Поверхностное натяжение.
25. Второе начало термодинамики. Формулировки Томсона-Планка и Клаузиуса.
26. Средняя длина свободного пробега.
27. Теоремы Карно. Абсолютная термодинамическая шкала температур.
28. Растворы. Законы Генри и Рауля.
29. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Правила Максвелла.
30. Статистический смысл второго начала термодинамики.
31. Эффект Джоуля-Томсона.
32. Распределение Максвелла.
33. Диаграммы состояния бинарных смесей.
34. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
35. Фазовые диаграммы. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.

**Пример контрольно-измерительных материалов**
**кпромежуточной аттестации (экзамен)**

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой общей физики
_____ (Турищев С.Ю.)

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Дисциплина Б1.О.06 Физика Форма обучения очная
Вид контроля экзамен Вид аттестации промежуточная

**Контрольно-измерительный материал №**

1. Предмет и задачи термодинамики.
2. Метод циклов. Производная внутренней энергии по объёму.

Составитель Занин И.Е..
*подпись* *расшифровка подписи*

Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен. В приложение к диплому вносится оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.
Критерии оценки (экзамен по теоретическому курсу «Молекулярная физика»):
Оценка «*отлично*»: уровень сформированности компетенций – высокий (углубленный). Полное соответствие ответа студента на предлагаемый вопрос четырём вышеуказанным показателям и осваиваемым компетенциям. Компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объёме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень.
Оценка «*хорошо*»: уровень сформированности компетенций – повышенный (продвинутый). Ответ студента выявляет недостаточное владение необходимыми теоретическими и практическими навыками. Компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объёме, что выражается в отдельных неточностях (несущественных ошибках) при ответе. Ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой, чем при высоком(углублённом) уровне сформированности компетенций. Однако допущенные ошибки исправляются самим студентом после дополнительных вопросов преподавателя.
Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень.
Оценка «*удовлетворительно*»: ответ студента отличается непоследовательностью, неумением делать выводы, слабым освоением теоретических и практических навыков. Компетенции сформирована в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично, что выражается в допускаемых неточностях и существенных ошибках при ответе, нарушении логики изложения, неумении аргументировать и обосновывать суждения и профессиональную позицию. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу.
Оценка «*неудовлетворительно*»: компетенции не сформированы, что выражается в разрозненных, бессистемных, отрывочных знаниях, допускаемых грубых профессиональных ошибках, неумении выделять главное и второстепенное, связывать теорию с практикой, устанавливать межпредметные связи, формулировать выводы по ответу, отсутствии собственной профессиональной позиции.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определённые графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.
Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Молекулярная физика» и отражённых в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория, доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве.

Лабораторные работы по молекулярной физике проводятся в лаборатории кафедры общей физики №103 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Лабораторные проводятся в группе по подгруппам до 15 человек. Лаборатория оснащена необходимым количеством рабочих мест (28 столов, из них стол для преподавателя, стол для лаборанта, 4 стола без оборудования, 22 стола с оборудованием для выполнения лабораторных работ по курсам «Электричество и магнетизм», 45 стульев), компьютером для обработки результатов вычислений, комплектами для выполнения лабораторных работ:

- лабораторное оборудования для выполнения работ по определению удельного заряда электрона в вакуумном диоде и методом магнетрона, по изучению электронного осциллографа, по изучению электростатического поля, по исследованию процесса заряда и разряда конденсатора, по изучению сегнетоэлектриков, по определению температурной зависимости сопротивления металлов, по определению горизонтальной составляющей магнитного поля Земли различными методами, по исследованию петли гистерезиса ферромагнетиков, по определению электродинамической постоянной, по изучению законов переменного тока, по исследованию полупроводниковых выпрямителей и определению работы выхода; осциллограф С1-178.1 (4 шт.); электронный секундомер;
- лабораторный стенд «Электрические измерения и основы метрологии», модель ЭЛБ-110.004.04 (3 шт.);
- осциллографы цифровые ADS-2031 (5 шт.);
- цифровой счётчик U8533341-230 (4 шт.);
- Компьютер HP ProDesk 400 G5 DM с монитором ЖК 22" BenQ BL2283 и колонками (1 шт.).

Аудитория для самостоятельной работы студентов кафедры общей физики №134 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Компьютеры DELL – 4 шт., Подключение к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019.

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Электростатика | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие 1-5. Контрольная работа 1. Отчет по лабораторной работе 1-6. |
| 2 | Постоянный электрический ток | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие 6-9. Отчет по лабораторной работе 7,8,14,15. |
| 3 | Магнитостатика | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие 10-11. Контрольная работа 2. Отчет по лабораторной работе 9, 12. |
| 4 | Энергия электромагнитого поля. Преобразование полей | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие 12. Отчет по лабораторной работе 15. |
| 5 | Электромагнитная индукция | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие 13-14. Отчет по лабораторной работе 10. |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|---|---|
| 6 | Уравнения Максвелла и следствия из них | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие 15-17<br>Отчет по лабораторной работе 10,13. |
| | | | | Перечень вопросов |
| Промежуточная форма контроля — экзамен | | | | Комплект КИМ |

**20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

**20.1. Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

**Контрольные работы:**

**Тема:** Электростатика. Постоянный электрический ток.

**Вариант 1.**

Задание 1. Найти силу *F* электростатического отталкивания между ядром атома натрия и бомбардирующим его протоном, считая, что протон подошёл к ядру атома натрия на расстояние  м. Заряд натрия в 11 раз больше заряда протона (заряд протона равен по модулю заряду электрона). Влиянием электронной оболочки атома натрия пренебречь.

Задание 2. Мыльный пузырь с зарядом *q* = 222 пКл находится в равновесии в поле плоского горизонтально расположенного конденсатора. Найти разность потенциалов *U* между пластинами конденсатора, если масса пузыря *m* = 0,01 г и расстояние между пластинами *d* = 5 см.

Задание 3.  Тонкое полукольцо радиуса R = 20 см заряжено равномерно зарядом q = 0,70 нКл. Найти модуль напряженности электрического поля в центре кривизны этого $\mathrm{d}_2 = 0,5$ьца.

Задание 4. Между пластинами плоского конденсатора помещено два слоя диэлектрика – слюдяная пластинка () толщиной  мм и парафин () толщиной  мм. Определите напряженность электростатических полей в слоях диэлектрика и электрическую индукцию, если разность потенциалов между пластинами конденсатора U = 500 В.

**Вариант 2.**

Задание 1. Найти силу *F* электростатического отталкивания между ядром атома натрия и бомбардирующим его протоном, считая, что протон подошел к ядру атома натрия на расстояние $r = 6 \cdot 10^{-14}$ м. Заряд натрия в 11 раз больше заряда протона (заряд протона равен по модулю заряду электрона). Влиянием электронной оболочки атома натрия пренебречь.

Задание 2. Мыльный пузырь с зарядом *q* = 222 пКл находится в равновесии в поле плоского горизонтально расположенного конденсатора. Найти разность потенциалов *U* между пластинами конденсатора, если масса пузыря *m* = 0, 01 г и расстояние между пластинами *d* = 5 см.

Задание 3. Тонкое полукольцо радиуса *R* = 20 см заряжено равномерно зарядом *q* = 0, 70 нКл. Найти модуль напряженности электрического поля в центре кривизны этого полукольца.

Задание 4. Между пластинами плоского конденсатора помещено два слоя диэлектрика – слюдяная пластинка ($\epsilon_1 = 7$) толщиной $d_1 = 1$ мм и парафин ($\epsilon_2 = 2$) толщиной $d_2 = 0,5$ мм. Определите напряженность электростатических полей в слоях диэлектрика и электрическую индукцию, если разность потенциалов между пластинами конденсатора *U* = 500 В.

**Тема:** Магнитное поле.

**Вариант 1.**

Задание 1. По круговому витку радиуса R = 100 мм из тонкого провода циркулирует ток I = 1, 00 А. Найти магнитную индукцию: а) в центре витка; б) на оси витка в точке, отстоящей от его центра на x = 100 мм.

Задание 2. Определить индукцию магнитного поля в точке , если проводник с током *I* имеет вид, показанный на Рис. 1а. Радиус изогнутой части проводника равен *R*, прямолинейные участки проводника предполагаются очень длинными.

Задание 3. Квадратная проволочная рамка со стороной *a* и прямой проводник с постоянным током *I* лежат в одно плоскости (см. Рис. 1b). Индуктивность и сопротивление рамки равны *L* и *R*. Рамку повернули на 180 градусов вокруг оси *OO'*, отстоящей от проводника с током на расстояние *b*. Найти количество электричества, протекшее в рамке.

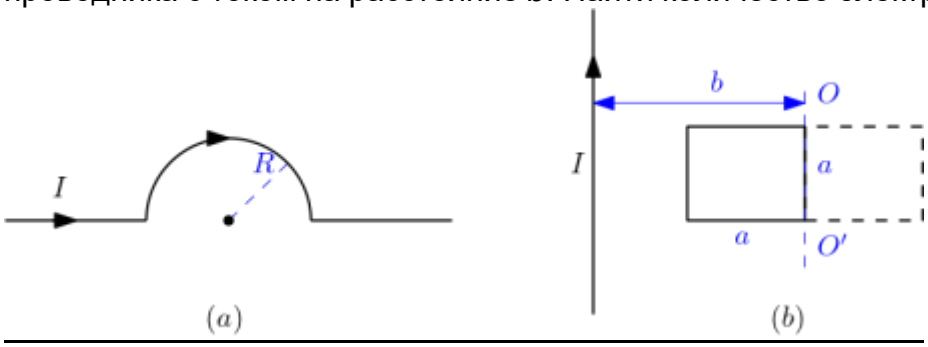
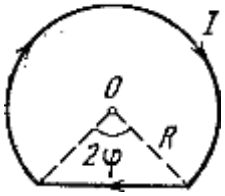



Рис 1.

**Вариант 2.**

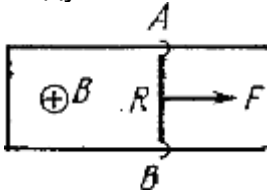
Задание 1. Ток *I* = 5, 0 А течёт по тонкому проводнику, изогнутому, как показано на рис. Радиус изогнутой части проводника *R* = 120 мм, угол $2\varphi = 90^0$. Найти индукцию магнитного поля в точке .




Задание 2. Определить индукцию магнитного поля в точке , если проводник с током *I* имеет вид, показанный на рис. Радиус изогнутой части проводника равен *R*, прямолинейные участки проводника предполагаются очень длинными.

Задание 3. По П-образному проводнику, расположенному в горизонтальной плоскости, может скользить без трения перемычка (рис.). Последняя имеет длину *l*, массу *m* и сопротивление *R*. Вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией , направленном вертикально. В момент *t* = 0 на перемычку начали действовать постоянной горизонтальной силой *F* , и перемычка начала перемещаться поступательно вправо. Найти зависимость от времени *t* скорости перемычки.

Индуктивность контура и сопротивление П-образного проводника пренебрежимо малы.




**Коллоквиумы**

Коллоквиум 1. Электростатика. Постоянный электрический ток. Постоянное магнитное поле. Электромагнитная индукция

Список вопросов

1. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции

2. Закон Кулона. Полевая трактовка закона Кулона
3. Поле диполя
4. Работа сил электрического поля. Потенциальный характер электрического поля
5. Связь между потенциалом и напряженностью электрического поля
6. Теорема Остроградского – Гаусса. Ее применение
7. Работа сил электрического поля
8. Постоянный ток. Дифференциальная форма законов Ома и Джоуля – Ленца
9. Строение ЭДС. Закон Ома для полной цепи
10. Закон взаимодействия токов. Полевая трактовка взаимодействия
11. Закон Био – Савара – Лапласа, его применение
12. Силы, действующие на токи в полях. Сила Лоренца. Обобщенное уравнение движения в полях

Критерии оценки:
Оценка «отлично»: даны полные, развёрнутые ответы на четыре вопроса коллоквиума. Ответы должны отличаться логической последовательностью, чёткостью, умением делать выводы. Ответ структурирован. Допускаются незначительные недочёты со стороны обучающегося, исправленные им в процессе ответа.
Оценка «хорошо»: дан полный аргументированный ответ на три вопроса коллоквиума, при ответе на один вопрос имеются существенные недочёты. Возможны некоторые упущения в ответах, однако в целом содержание вопроса раскрыто полно.
Оценка «удовлетворительно»: даны неполные ответы на вопросы коллоквиума, либо дан ответ лишь на два вопроса из четырёх. Слабо аргументированный ответ, свидетельствующий об элементарных знаниях по дисциплине.
Оценка «неудовлетворительно»: отмечено незнание и непонимание поставленных вопросов, слабые ответы на вопросы из предоставленных обучающемуся. Отсутствие аргументации при ответе

**Лабораторные работы**

Перечень лабораторных работ
(12 лабораторных работ)

Лабораторная работа 1. Изучение электронного осциллографа.
Лабораторная работа 2. Изучение электростатического поля.
Лабораторная работа 3. Исследование процессов заряда и разряда конденсатора.
Лабораторная работа 4. Определение удельного заряда электрона в вакуумном диоде.
Лабораторная работа 5. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.
Лабораторная работа 6. Изучение сегнетоэлектриков.
Лабораторная работа 7. Определение температурной зависимости сопротивления металлов.
Лабораторная работа 8. Определение температурной зависимости сопротивления полупроводников.
Лабораторная работа 9. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи постоянного магнита.
Лабораторная работа 10. Определение электродинамической постоянной.
Лабораторная работа 11. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи тангенс гальванометра .
Лабораторная работа 12. Исследование петли гистерезиса ферромагнетиков.
Лабораторная работа 13. Полупроводниковые выпрямители.
Лабораторная работа 14. Изучение законов постоянного тока.
Лабораторная работа 15. Определение работы выхода электрона из металла.

**Комплект вопросов к работам лабораторного практикума.**

Лабораторная работа № 1. Изучение электронного осциллографа.
1. Назначение осциллографа.

2. Основные части осциллографа, их назначение.
3. Устройство электроннолучевой трубки, чувствительность трубки.
4. Как производится фокусировка луча?
5. Как регулируется яркость изображения на экране?
6. Что такое синхронизация, почему она необходима?
7. Генератор развёртки. Его назначение. Объяснить необходимость пилообразной формы напряжения развёртки.
8. Сложение двух взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
9. Уметь построить изображение сигнала на экране по заданным преподавателем сигналам на ”X” и ”Y” пластинах.
10. Определение частоты сигнала методом Лиссажу.
11. Определение частоты сигнала методом круговой развёртки.
12. Определение сдвига фаз между током и напряжением в RC – цепочке.

Лабораторная работа № 2. Изучение электростатического поля.
1. Понятие об электростатическом поле, его свойствах.
2. Напряженность и потенциал, связь между ними.
3. Силовые линии поля и эквипотенциальные поверхности, их взаимное расположение.
4. Объяснить, почему в работе измеряется распределение потенциалов, а не с напряженностью.
5. Свойство потенциальности электростатических полей. Работа сил электростатического поля.
6. _____ Как по экспериментально полученной картине поля вычислить значение напряженности в данной точке поля?

Лабораторная работа № 3. Исследование процессов заряда и разряда конденсатора.
1. Электроемкость, ее зависимость от свойств среды.
2. Емкость уединенного проводника, плоского конденсатора. Единицы емкости в системах СИ, СГС.
3. Какие токи можно считать квазистационарными?
4. Понятие о токах смещения.
5. Связь между током и напряжением на конденсаторе
6. Какова цель преобразования координат в полулогарифмические при построении зависимостей напряжения заряда и разряда от времени?

Лабораторная работа № 4. Определение удельного заряда электрона в вакуумном диоде.
1. Что такое работа выхода электронов из металла?
2. Причины отклонения термоэлектронного тока от закона Ома.
3. Уравнение Богуславского-Ленгмюра (вывод).
7. Определение удельного заряда электрона из закона термоэлектронной эмиссии

Лабораторная работа № 5. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.
1. Что такое удельный заряд электрона?
2. Как движется заряженная частица в магнитном поле?
3. Сила Лоренца, её определение.
4. Что такое магнетрон, как он устроен?
5. Как определяется критическое значение магнитной индукции для магнетрона? Оценить точность метода.

Лабораторная работа № 6. Изучение сегнетоэлектриков.

1. Какие из диэлектриков относятся к сегнетоэлектрикам.
2. Как можно объяснить природу сегнетоэлектрических явлений.
3. Как с помощью схемы Сойера-Тауэра наблюдается петля диэлектрического гистерезиса.
4. Как производится калибровка осей осциллографа? Указать область применения сегнетоэлектриков.

Лабораторная работа № 7. Определение температурной зависимости сопротивления металлов.
1. Классификация веществ на металлы, полупроводники и диэлектрики. В чём условность такого деления?
2. Различие между металлами и полупроводниками, полупроводниками и диэлектриками.
3. Причина высокой электропроводности металлов.
4. Объяснить причину возрастания электрического сопротивления металлов с температурой.
5. Объяснить методику определения $R_0$ и α по графику R = R(t).
6. Понятие о сверхпроводимости.

Лабораторная работа № 8. определение температурной зависимости сопротивления полупроводников.
1. Объяснить физический механизм проводимости в полупроводниках.
2. Влияние примесей на электропроводность полупроводников.
3. Объяснить причину уменьшения электрического сопротивления полупроводников с температурой.
4. Объяснить методику определения $R_0$ и B по графику зависимости логарифма сопротивления от температуры.

Лабораторная работа № 9. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи постоянного магнита.
1. Магнитное поле, его графическое изображение.
2. Поле постоянных магнитов.
3. Принцип суперпозиции магнитных полей и его применение в данной работе.
4. Элементы формальной теории магнетизма. Понятие магнитной массы. Закон Кулона для магнитных полей.
5. Единицы измерения в системах СИ и СГСМ.

Лабораторная работа № 10. Определение электродинамической постоянной.

Лабораторная работа № 11. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи тангенс гальванометра.
1. Элементы земного магнетизма. Магнитные и географические полюсы. Магнитное склонение. Магнитное наклонение.
2. Понятие магнитного поля. Основная характеристика магнитного поля – индукция. Линии индукции, их свойства.
3. Напряженность и индукция магнитного поля. Единицы измерения и .
4. Принцип суперпозиции полей. Закон Био-Савара-Лапласа. Его применение при расчете поля в центре кругового тока. На чем основан метод определения $H_0$?

Лабораторная работа № 12. Исследование петли гистерезиса ферромагнетиков.
1. Как классифицировать магнетики?
2. Как объясняется природа ферромагнетиков?
3. В чем заключается явление гистерезиса?

4. Что такое магнитная проницаемость вещества?
5. Какой смысл остаточной индукции и коэрцитивной силы?
6. Объяснить методику изучения гистерезиса с помощью осциллографа.
7. Объяснить ход основной кривой намагничения.
8. Как по форме петли гистерезиса определить свойства ферромагнетика и тепловые потери?
9. Как осуществляется калибровка осциллографа в единицах B и H?

Лабораторная работа № 13. Полупроводниковые выпрямители.
1. Назначение выпрямителей.
2. Принцип работы полупроводниковых диодов, их достоинства.
3. Параметры полупроводниковых диодов.
4. Зависимость выпрямительных свойств диода от его вольт-амперной характеристики.
5. Основные схемы выпрямления, их достоинства и недостатки.
6. Объяснить принцип осциллографирования вольт-амперной характеристики диода.
7. Каким образом достигается сглаживание пульсаций выпрямленного тока

Лабораторная работа № 14  Изучение законов постоянного тока

Лабораторная работа № 13 Изучение трёхэлектродной лампы
1. Устройство, принцип работы и назначение триода
2. Явление электронной эмиссии. Работа выхода и энергия Ферми
3. Основные параметры трёхэлектродной пы Лабораторная работа № 15 Определение работы выхода
4. Как возникает термоэлектронная эмиссия?
5. Что называется работой выхода?
6. От чего зависит работа выхода?
7. Чем объясняется появление тока насыщения?

Критерии оценки- сдача лабораторных работ
«Зачтено»: лабораторная работа выполнена. К ней оформлен отчёт. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.
«Незачтено»: лабораторная работа не выполнена, либо при выполнении работы не оформлен отчёт. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

**Перечень вопросов к текущей аттестации (зачёт):**
1. Электромагнитные взаимодействия. Электростатика.
2. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.
3. Постоянный электрический ток.
4. Стационарные магнитные поля. Гиромагнитные эффекты.
5. Электромагнитная индукция.
6. Уравнения Максвелла. Основные свойства электромагнитного поля.
7. Переменный ток. Электропроводность.
8. Контактные явления. Термоэлектронная эмиссия.
9. Электрический ток в газах.

Критерии оценки обучающихся на текущей аттестации (зачёт)

«Зачтено»: сдано не менее 90% лабораторных работ по курсу. Оформлены отчёты по работам. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.
«Незачтено»: сдано менее 90% лабораторных работ по курсу. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

**Список контрольно-измерительных материалов**
**кпромежуточной аттестации (экзамен)**

1. Закон Кулона. Полевая трактовка.
2. Ток смещения. Уравнения Максвелла, их свойства.
3. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.
4. Векторы **H** и **B**, граничные условия.
5. Поле диполя. Силы, действующие на диполь в электрическом поле.
6. Диамагнетики, парамагнетики.
7. Коэффициенты само- и взаимоиндукции.
8. Работа сил электрического поля. Потенциальный характер электростатического поля.
9. Электромагнитная индукция, её ЭДС.
10. Потенциал, его нормировка. Потенциал точечного заряда.
11. Вектор Пойнтинга. Поток энергии электромагнитного поля при протекании тока в прямом проводнике.
12. Связь между потенциалом и напряженностью электрического поля.
13. Закон Био-Савара-Лапласа, его применение.
14. Энергия взаимодействия точечных зарядов.
15. Проводники в электростатическом поле.
16. Вынужденные электрические колебания. Резонанс.
17. Ёмкость уединённого проводника. Конденсаторы.
18. Энергия магнитного поля.
19. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия электрического поля.
20. Активное и реактивное сопротивления. Мощность в цепи переменного тока.
21. Поляризация диэлектриков. Граничные условия.
22. Постоянный ток. Локальная форма законов Ома и Джоуля-Ленца.
23. ЭДС. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа.
24. Поток вектора магнитной индукции. Теорема о циркуляции.
25. Электрические токи в газах.
26. Сила Лоренца. Закон взаимодействия токов.
27. Колебательный контур.
28. Теорема Гаусса. Её применение.
29. Вектор намагниченности. Магнитная восприимчивость.

**Пример контрольно-измерительных материалов**
**кпромежуточной аттестации (экзамен)**

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой общей физики
_____ (Турищев С.Ю.)

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Дисциплина Б1.О.06 Физика Форма обучения очная
Вид контроля экзамен Вид аттестации промежуточная

**Контрольно-измерительный материал №**

1. Закон Кулона. Полевая трактовка.
2. Ток смещения. Уравнения Максвелла, их свойства.

Составитель Занин И.Е.
*подпись* *расшифровка подписи*

Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен. В приложение к диплому вносится оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Критерии оценки (экзамен по теоретическому курсу «Электричество и магнетизм»):

Оценка «*отлично*»: уровень сформированности компетенций – высокий (углубленный). Полное соответствие ответа студента на предлагаемый вопрос четырём вышеуказанным показателям и осваиваемым компетенциям. Компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень.

Оценка «*хорошо*»: уровень сформированности компетенций – повышенный (продвинутый). Ответ студента выявляет недостаточное владение необходимыми теоретическими и практическими навыками. Компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме, что выражается в отдельных неточностях (несущественных ошибках) при ответе. Ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой, чем при высоком (углубленном) уровне сформированности компетенций. Однако допущенные ошибки исправляются самим студентом после дополнительных вопросов преподавателя.

Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень.

Оценка «*удовлетворительно*»: ответ студента отличается непоследовательностью, неумением делать выводы, слабым освоением теоретических и практических навыков. Компетенции сформирована в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично, что выражается в допускаемых неточностях и существенных ошибках при ответе, нарушении логики изложения, неумении аргументировать и обосновывать суждения и профессиональную позицию. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу.

Оценка «*неудовлетворительно*»: компетенции не сформированы, что выражается в разрозненных, бессистемных, отрывочных знаниях, допускаемых грубых профессиональных ошибках, неумении выделять главное и второстепенное, связыватьтеорию с практикой, устанавливать межпредметные связи, формулировать выводы по ответу, отсутствии собственной профессиональной позиции.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Электричество и магнетизм» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория, доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве.

Лабораторные работы по электричеству и магнетизму проводятся в лаборатории кафедры общей физики №427 (по подгруппам до 15 человек). Лаборатория оснащена необходимым количеством рабочих мест (28 столов, из них стол для преподавателя, стол для лаборанта, 4 стола без оборудования, 22 стола с оборудованием для выполнения лабораторных работ по курсу «Колебания и волны, оптика», 45 стульев), компьютером для обработки результатов вычислений, комплектами для выполнения лабораторных работ:

- лабораторные комплексы ЛКО-11, ЛКО-1А, ЛКО-3;
- лабораторные модули МРО-1, МРО-2, МРО-3, МУК-ОВ включающие, в том числе, гелий-неоновый и полупроводниковый лазеры, гониометры, рефрактометр, фотоколориметры, монохроматоры, оптические модульные установки с наборами модулей, объективы, дуговые ртутные лампы с источниками питания, поляриметры, микроскопы, линзы, кюветы, колбы, мензурки, химикаты, голографическая демонстрационная установка);
- поляриметр круговой СМ-3;
- рефрактометр ИФР-454Б2М;
- фотометр КФК-5М;
- дифракционные решётки 530 линий/мм (5 шт.);
- диафрагма с одиночной щелью и нитью (5 шт.);
- кристалл с двухлучевым преломлением (2 шт.);
- лабораторная установка «Дифракция на одной щели» (4 шт.);
- лабораторная установка «Закон Стефана-Больцмана» (2 шт.);
- лабораторная установка «Уравнение линзы» (2 шт.);
- лабораторная установка «Бипризма Френеля» (2 шт.);
- спектрофотометр ПЭ-5300ВИ (2 шт.);
- стеклянная вставка для опытов с кольцами Ньютона (3 шт.);
- Учебная установка "Изучение внешнего фотоэффекта" Модель ЭЛБ-190.028.04 (1 шт.);
- Цифровая фотокамера Olympus;
- Компьютер HP ProDesk 400 G5 DM с монитором ЖК 22" BenQ BL2283 и колонками (1 шт.).

Аудитория для самостоятельной работы студентов кафедры общей физики №134 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Компьютеры DELL – 4 шт., Подключение к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019.

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Электромагнитные волны | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие . Контрольная работа . |
| 2 | Геометрическая оптика | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие . Коллоквиум. |
| 3 | Интерференция света | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие . |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Дифракция света | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие . |
| 5 | Поляризация света | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие . |
| 6 | Взаимодействие света с веществом | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие . |
| 7 | Излучение света | ОПК-1, | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 | Практическое занятие . |
| Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен | | | | Перечень вопросов |

**20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

**20.1. Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

контрольные работы.

Контрольные работы проводятся аудиторно или на портале edu.vsu.ru. Время, отведённое на выполнение контрольной работы: 2 академических часа. При выполнении контрольной работы студент не может пользоваться справочными материалами в любом виде. Допустимо использование простого калькулятора.

**Типовые задания для контрольных работ:**

**Тема:** Отражение и преломление электромагнитных волн. Интерференция и дифракция волн

Задание 1. Определить относительную потерю светового потока за счёт отражений при прохождении параксиального пучка естественного света через центрированную оптическую систему из трёх стеклянных (n = 1,5) линз.

$42^\circ 37'$

Задание 2. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный (n = 1,5) сосуд и отражается от дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом . Найти показатель преломления жидкости.

Задание 3. В схеме опыта Юнга источник света состоит из лампы накаливания и светофильтра, пропускающим свет в интервале 0,48 − 0,52 мкм. Сколько примерно интерференционных полос можно наблюдать на экране?

Задание 4. Плоская монохроматическая световая волна с интенсивностью I0 падает нормально на непрозрачный экран с круглым отверстием. Какова интенсивность света I за экраном в точке, для которой отверстие сделали равным полутора зонам Френеля.

**Тема:** Распространение света в изотропных и анизотропных средах

Задание 1. Степень поляризации частично поляризованного света P=0,25. Найти отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей.

Задание 2. На поверхность воды под углом Брюстера падает пучок плоскополяризованного света. Плоскость колебаний светового вектора составляет угол φ = 45 градусов с плоскостью падения. Найти коэффициент отражения.

Задание 3. Естественный монохроматический свет падает на систему из двух скрещенных поляризаторов, между которыми находится кварцевая пластинка, вырезанная перпендикулярно к оптической оси. Найти минимальную толщину пластинки, при которой эта система будет пропускать η = 0,30 светового потока, если постоянная вращения кварца α = 17 угл.град/мм.

**Коллоквиумы**

Коллоквиум 1. Отражение и преломление электромагнитных волн. Интерференция и дифракция волн. Геометрическая оптика.

Список вопросов.

1. Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла.
2. Отражение электромагнитных волн.
3. Преломление электромагнитных волн.
4. Показатель преломления вещества.
5. Полное внутренне отражение.
6. Постулаты геометрической оптики. Принцип Ферма.
7. Преломление сферической поверхностью. Тонкая линза.
8. Центрированные оптические системы.
9. Оптические инструменты.
10. Погрешности оптических систем.
11. Интерференция электромагнитных волн.
12. Интерференция света при отражении от тонких пластин и плёнок полосы. равного наклона и полосы равной толщины.
13. Кольца Ньютона.
14. Дифракция Френеля на простых объектах.
15. Дифракция Фраунгофера.
16. Дифракционная решётка.
17. Поперечность световых волн. Поляризация света.

Коллоквиум №2. Распространение света в изотропных и анизотропных средах.

Список вопросов.

1. Анизотропные среды. Двойное лучепреломление.
2. Плоские монохроматические волны в анизотропной среде. Одноосные кристаллы.
3. Тензор диэлектрической проницаемости анизотропной среды.
4. Анализ хода лучей в кристаллах с помощью построений Гюйгенса.
5. Кристаллические поляризационные устройства.
6. Интерференция поляризованных лучей.
7. Гиротропия или естественная оптическая активность.
8. Электрооптические и магнитооптические явления.

Критерии оценки:

Оценка «отлично»: даны полные, развёрнутые ответы на четыре вопроса коллоквиума. Ответы должны отличаться логической последовательностью, чёткостью, умением делать выводы. Ответ структурирован. Допускаются незначительные недочёты со стороны обучающегося, исправленные им в процессеответа.

Оценка «хорошо»: дан полный аргументированный ответ на три вопроса коллоквиума, при ответе на один вопрос имеются существенные недочёты. Возможнынекоторые упущения в ответах, однако в целом содержание вопроса раскрыто полно.

Оценка «удовлетворительно»: даны неполные ответы на вопросы коллоквиума, либо дан ответ лишь на два вопроса из четырёх. Слабо аргументированный ответ, свидетельствующий об элементарных знаниях по дисциплине.

Оценка «неудовлетворительно»: отмечено незнание и непонимание поставленных вопросов, слабые ответы на вопросы из предоставленных обучающемуся. Отсутствие аргументации при ответе.

**Лабораторные работы**

Перечень лабораторных работ
(13 лабораторных работ)

Лабораторная работа 1. Определение фокусного расстояния сложного объектива с помощью оптической скамьи ОСК-2.

Лабораторная работа 2. Исследование дисперсии стеклянной призмы.

Лабораторная работа 3. Изучение спектрального прибора УМ-2. Определение красной границы фотоэффекта.

Лабораторная работа 4. Исследование спектров поглощения растворов.

Лабораторная работа 5. Измерение показателя преломления жидкостей с помощью рефрактометра.

Лабораторная работа 6. Изучения явления интерференции с помощью бипризмы Френеля.

Лабораторная работа 7. Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона.

Лабораторная работа 8. Дифракция Френеля на круглом отверстии.

Лабораторная работа 9. Изучение дифракции Фраунгофера на щели и тонкой нити.

Лабораторная работа 10. Изучение дифракции Фраунгофера на отверстиях различной формы и решётках.

Лабораторная работа 11. Получение и анализ поляризованного света.

Лабораторная работа 12. Изучение тонкой структуры зелёной линии ртути с помощью интерферометра Фабри-Перо.

Лабораторная работа 13. Дифракция лазерного излучения на различных преградах.

***Комплект вопросов к работам лабораторного практикума.***

Лабораторная работа № 1. Определение фокусного расстояния сложного объектива с помощью оптической скамьи ОСК-2.

- Преломление в линзе. Формула тонкой линзы.
- Центрированная система, ее кардинальные элементы.
- Построение изображений в центрированной системе.
- Методика измерений (нарисовать и объяснить ход лучей, проанализировать рабочие формулы, сделать оценку погрешностей измерений).

Лабораторная работа № 2. Исследование дисперсии стеклянной призмы.

- Что такое дисперсия света? Физические причины дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия. Характер зависимости показателя преломления от длины волны в области нормальной и аномальной дисперсии.
- Дисперсия вещества. Линейная и угловая дисперсия призмы.
- Назначение и устройство гониометра.
- Методика лабораторной работы. Вывод рабочей формулы. Источники возможных погрешностей и их оценка.

Лабораторная работа № 3. Изучение спектрального прибора УМ-2. Определение красной границы фотоэффекта.

- Монохроматор, спектрометр, спектрограф; их принцип действия, устройство.
- Что такое спектр? Линейчатый, полосатый и непрерывный спектры.
- Понятие о внешнем и внутреннем фотоэффекте. Использование фотоэффекта в приборах.
- Законы фотоэффекта и их объяснение. Уравнение Эйнштейна.

Лабораторная работа № 4. Исследование спектров поглощения растворов.

- Физические причины поглощения света в веществе. Прозрачные окрашенные и неокрашенные вещества.
- Анализ закона Бугера.
- Методика лабораторной работы.

Лабораторная работа № 5. Измерение показателя преломления жидкостей с помощью рефрактометра.

- Явление полного внутреннего отражения (условия возникновения и физическое объяснение). Применение.
- Рассмотреть распространение преломленной и отраженной волны при полном внутреннем отражении.
- Показать, что при полном внутреннем отражении весь поток энергии отражается в первую среду.
- Устройство измерительной головки рефрактометра. Образование границы света и тени в приборе (ход лучей).
- Оптическая схема рефрактометра. Зачем нужна и как работает призма прямого зрения.

Лабораторная работа № 6. Изучения явления интерференции с помощью бипризмы Френеля.

- Интерференция волн. Условия интерференции (доказать необходимость неперпендикулярности и когерентности колебаний для наблюдения интерференции).
- Что такое разность хода, оптическая разность хода? Как и почему они влияют на интерференционную картину? Что такое ширина интерференционной полосы?
- Почему при увеличении размеров источника ухудшается видимость интерференционной картины?
- Интерференционная схема с бипризмой Френеля. Ход лучей. Методика лабораторной работы. Вывод рабочих формул.

Лабораторная работа № 7. Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона.

- Полосы равной толщины, их локализация.
- Кольца Ньютона как пример полос равной толщины. Ход лучей, анализ рабочей формулы.
- Влияние немонохроматичности света на различимость интерференционной картины.

Лабораторная работа № 8. Дифракция Френеля на круглом отверстии.

- Понятие о явлении дифракции. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера. Принцип Гюйгенса-Френеля и его использование для объяснения дифракции.
- Зоны Френеля. Вывод радиуса зоны Френеля для сферического волнового фронта.
- Дифракция Френеля от круглого отверстия. Графическое сложение амплитуд.
- Методика лабораторной работы. Оптическая схема. Анализ рабочих формул.

Лабораторная работа № 9. Изучение дифракции Фраунгофера на щели и тонкой нити.

- Дифракция Фраунгофера на щели.
- Дифракция Фраунгофера на тонкой нити.
- График распределения интенсивности света при дифракции на N щелях (для различных соотношений между a и b).
- Методика работы.

Лабораторная работа № 10. Изучение дифракции Фраунгофера на отверстиях различной формы и решётках

- Дифракция Фраунгофера на щели (вывод выражения для распределения интенсивности).
- Вывод распределения интенсивности света при дифракции на N щелях и его анализ (положения главных и побочных максимумов и минимумов).
- График распределения интенсивности сета при дифракции на N щелях (для различных соотношений между a и b).
- Объяснить результаты дифракции на мелких круглых частицах.
- Влияние угла падения света на решетку.

Лабораторная работа № 11. Получение и анализ поляризованного света

- Вращение плоскости поляризации в кристаллах и аморфных веществах, его причины и объяснение. Удельное вращение. Зависимость удельного вращения от длины волны света. Какие особенности строения вещества приводят к вращению плоскости поляризации?
- Основные представления о двойном лучепреломлении, его физические причины.
- Правила (законы) Малюса, их объяснение. Устройство и назначение призмы Николя. Прохождение света через систему из двух призм Николя.
- Оптическая схема поляриметра. Принцип работы и устройство полутеневого анализатора. Что и почему будет наблюдаться, если убрать светофильтр?

Лабораторная работа № 12. Изучение тонкой структуры зелёной линии ртути с помощью интерферометра Фабри-Перо

- Интерференция света
- Устройство интерферометра Фабри-Перо
- Вывод рабочей формулы
- Методика работы

Лабораторная работа № 13. Дифракция лазерного излучения на различных преградах

- Дифракция Фраунгофера на щели (вывод выражения для распределения интенсивности).
- _____Гра

фик распределения интенсивности света при дифракции на N щелях (для различных соотношений между a и b). Объяснить результаты дифракции на мелких круглых частицах

Критерии оценки- сдача лабораторных работ

«Зачтено»: лабораторная работа выполнена. К ней оформлен отчёт. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.

«Незачтено»: лабораторная работа не выполнена, либо при выполнении работы не оформлен отчёт. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

**Перечень вопросов к текущей аттестации (зачет):**

1. Понятие волнового фронта. Понятие фазовой скорости.
2. Понятие интенсивности света. Почему в оптике широко используется эта величина?
3. Понятие поляризации света. Виды поляризации. При какой разности фаз и каком соотношении между амплитудами линейно поляризованных волн можно смоделировать свет с круговой поляризацией, эллиптически поляризованный свет, естественный свет.
4. Получить формулы Френеля для случая нормального падения света на границу раздела двух диэлектриков.

5. Как от формул Френеля перейти к расчету интенсивностей отраженной и преломленной волны? Как учесть поляризацию световой волны, падающей на границу раздела прозрачных диэлектриков при отражении и преломлении света? Зачем это нужно делать?
6. Угол Брюстера. Частично поляризованный свет. Степень поляризации.
7. Интерференция света. Признак интерференции. Показать, что для наблюдения интерференции необходимо обеспечить неперпендикулярность и согласованность колебаний при наложении волн. Зачем нужно усреднение?
8. Задача с двумя когерентными источниками. Распределение интенсивности в интерференционной картине. Условия интерференционных максимумов и минимумов. Видность интерференции. Ширина интерференционных полос.
9. Дифракция света. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера. Принцип Гюйгенса-Френеля.
10. Дифракция Фраунгофера на щели. Получить распределение интенсивности в дифракционной картине.
11. Дифракционная решётка как спектральный прибор. Критерий Рэлея. Разрешающая способность дифракционной решётки.
12. Что такое дисперсия света? Что такое нормальная и что такое аномальная дисперсия? Когда какая наблюдается? Физический смысл комплексного показателя преломления.
13. Двойное лучепреломление. Когда оно наблюдается? Понятие оптической оси кристалла. Плоскость главного сечения кристалла. Поляризация обыкновенного и необыкновенного луча. Положительные и отрицательные кристаллы.
14. Вывести закон Малюса.
15. Устройство и принцип действия поляризаторов. Принцип действия поляроидных плёнок.

Критерии оценки обучающихся на текущей аттестации (зачёт)

«Зачтено»: сдано не менее 90% лабораторных работ по курсу. Оформлены отчёты по работам. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.

«Незачтено»: сдано менее 90% лабораторных работ по курсу. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

**Список вопросов для контрольно-измерительных материалов кпромежуточной аттестации (экзамен)**

1. Предмет и задачи оптики.
2. Дифракция Фраунгофера. Предел разрешающей способности оптических приборов.
3. Уравнение плоской монохроматической волны.
4. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
5. Условия на границе раздела прозрачных сред. Коэффициенты пропускания и отражения.
6. Дифракция Френеля на отверстии, щели. Зоны Френеля и спираль Корню.
7. Постулаты геометрической оптики. Принцип Ферма.
8. Дифракционная решётка.
9. Диапазоны электромагнитных волн. Видимый свет, кривая относительной спектральной чувствительности глаза.
10. Поляризация света.
11. Фотометрические величины.
12. Формулы Френеля. Угол Брюстера.
13. Преломление на сферической поверхности. Тонкая линза.
14. Двойное лучепреломление.
15. Центрированные оптические системы.
16. Искусственное двойное лучепреломление.
17. Сложение центрированных систем. Толстая линза.
18. Оптическая активность.
19. Погрешности оптических систем и методы их устранения.
20. Дисперсия света. Классическая теория дисперсии.
21. Оптические инструменты.
22. Поглощение и рассеяние света.
23. Светосила объектива.
24. Излучение света. Виды излучения, их особенности.
25. Интерференция, условия её наблюдения. Когерентность.
26. Тепловое излучение. Формула Планка.
27. Опыт Юнга. Длина и ширина когерентности.
28. Вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна.
29. Классические интерференционные схемы.
30. Оптические квантовые генераторы.
31. Интерференция в тонких плёнках.
32. Нелинейная оптика.
33. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо.

**Пример контрольно-измерительных материалов**
**кпромежуточной аттестации (экзамен)**

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой общей физики
_____ (Турищев С.Ю.)

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Дисциплина Б1.О.06 Физика Форма обучения очная
Вид контроля экзамен Вид аттестации промежуточная

**Контрольно-измерительный материал №**

1. Предмет и задачи оптики.
2. Дифракция Фраунгофера. Предел разрешающей способности оптических приборов.

Составитель Занин И.Е.
*подпись* *расшифровка подписи*

Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен. В приложение к диплому вносится оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.
Критерии оценки (экзамен по теоретическому курсу «Механика»):
Оценка «*отлично*»: уровень сформированности компетенций – высокий (углубленный). Полное соответствие ответа студента на предлагаемый вопрос четырём вышеуказанным показателям и осваиваемым компетенциям. Компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объёме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень.
Оценка «*хорошо*»: уровень сформированности компетенций – повышенный (продвинутый). Ответ студента выявляет недостаточное владение необходимыми теоретическими и практическими навыками. Компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объёме, что выражается в отдельных неточностях (несущественных ошибках) при ответе. Ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой, чем при высоком(углублённом) уровне сформированности компетенций. Однако допущенные ошибки исправляются самим студентом после дополнительных вопросов преподавателя.
Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень.
Оценка «*удовлетворительно*»: ответ студента отличается непоследовательностью, неумением делать выводы, слабым освоением теоретических и практических навыков. Компетенции сформирована в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично, что выражается в допускаемых неточностях и существенных ошибках при ответе, нарушении логики изложения, неумении аргументировать и обосновывать суждения и профессиональную позицию. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу.
Оценка «*неудовлетворительно*»: компетенции не сформированы, что выражается в разрозненных, бессистемных, отрывочных знаниях, допускаемых грубых профессиональных ошибках, неумении выделять главное и второстепенное, связывать теорию с практикой, устанавливать межпредметные связи, формулировать выводы по ответу, отсутствии собственной профессиональной позиции.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объёме и в сроки, определённые графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.
Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Механика» и отражённых в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

**Фонд оценочных средств сформированности компетенций**

**Код и наименование компетенции: ОПК-1.1**
Опирается на основы математики, физики, вычислительной техники и программирования при построении модели предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования
**Период окончания формирования компетенции:** 4 семестр

**Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетеции:**
Дисциплины (модули) (блок 1):
Б1.О.06 Физика (1 -4 семестр)
**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**
1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):
1. В каких системах отсчета выполняются законы динамики Ньютона?
а) в любых , **б**) в инерциальных , в) в системах отсчета, движущихся поступательно.
2. Закон сохранения импульса **P** = const выполняется :
**а**) для замкнутой системы тел в инерциальных системах отсчета, б) для любой системы тел в инерциальных системах отсчета, в) для замкнутой системы тел в любых системах отсчета, г) для любой системы тел в любых системах отсчета.
3. Силы называются потенциальными, если:
а) их работа на замкнутом пути равна нулю, б) их работа всегда равна постоянной величине, **в)** их работа не зависит от траектории, по которой перемещается тело из одной точки силового поля в другую.
4. Свободные гармонические колебания совершаются под действием:
а) постоянной силы **F** = const; **б**) упругой (квазиупругой) силы **F** = -k**r**; в) силы, изменяющейся по гармоническому закону $F = F_0 \cos \omega t$
5. В состоянии термодинамического равновесия температура системы
а) может меняться, **б)** всюду постоянна, в) уменьшается.
6. Каким способом можно изменить внутреннюю энергию тела?
1) Только совершением работы.
2) Только теплопередачей.
**3) Совершением работы и теплопередачей**.
4) Внутреннюю энергию тела изменить нельзя.
7. Первое начало термодинамики. Теплота, сообщаемая системе идет на:
**1) совершение работы против внешних сил и изменение** внутренней энергии
2) нагревание
3) охлаждение
4) перемещение системы
8. Записать выражение для вектора напряжённости электрического поля через потенциал поля.
*Ответ:* .E=-gradφ
9. Записать выражение для Напряженности и потенциала поля, создаваемого точечным зарядом
*Ответ:* $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}, \quad \varphi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r}$
10. Какой формулой определяется ёмкость конденсатора?
*Ответ*: $C = Q/\varphi,$.
11. Запишите формулу, выражающую закон Био-Савара для тонкого провода.
*Ответ:* $d\mathbf{B} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi}[d\mathbf{l}\mathbf{r}]\frac{I}{r^3}$ ИЛИ $dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi}\frac{I\sin\alpha}{r^2}dl$
12. К какому диапазону относится излучение с длиной волны 100 нм?
*Ответ:* **а)** ультрафиолетовому, б) видимому, в) ифракрасному.
13. Запишите выражение для вектора напряжённости электрического поля в плоской

монохроматической волне.

$$E = E_0 \cos\left[\omega\left(t - \frac{z}{u}\right) + \alpha\right].$$

*Ответ*:

14. Запишите формулу тонкой линзы в воздухе.

*Ответ:* , 1/a=1/b=1/f г де f – фокусное расстояние линзы, a и b – расстояния от объекта до линзы и от линзы до изображения, соответственно.

15. Перечислите известные вам виды погрешностей оптических систем.

*Ответ:* сферическая аберрация, кома, астигматизм, дисторсия, хроматическая аберрация.

2) <u>расчётные задачи</u>:

1. Тело прошло половину пути с v=4 м/с; вторую половину пути с v=6 м/с. Найти его среднюю скорость.

*Ответ:* 4,8 м/с

2. Колесо радиусом R = 10 см вращается так, что зависимость линейной скорости точек, лежащих на ободе колеса, от времени движения дается уравнением $v = At + Bt^2$, A = 3 см/с$^2$ и B = 1 см/с$^3$. Найти угол, составляемый вектором полного ускорения с радиусом колеса в моменты времени t = 1с после начала движения.

Ответ: $\operatorname{tg}\alpha = a_т/a_n$, $\operatorname{tg}\alpha = 3{,}13$.

3. С противоположных сторон широкого вертикального сосуда, наполненного водой, открыли два одинаковых отверстия, каждое площадью S = 0,50 см². Расстояние между ними по высоте $\Delta h$ = 51 см. Найти результирующую силу реакции вытекающей воды.

*Ответ: $F = 2\rho g S\Delta h = 0{,}50$* Н.

4. Шар массой 198 г наполнен азотом и находится неподвижно в воде на глубине 73 м, где температура воды С. Найти массу азота в шаре. Атмосферное давление равно 100 кПа. Молярная масса азота 28 г/моль, универсальная газовая постоянная 8300 Дж/(кмоль · К).

*Ответ:* 2 г.

5. В сосуде находится смесь $m_1$ = 7,0 г азота и $m_2$ = 11 г углекислого газа при температуре T = 290 К и давлении p = 1,0 атм. Найти плотность этой смеси, считая газы идеальными.

*Ответ: $m_1/m_2 = (1-a/M_2)/(a/M_1 - 1)$* = 0,50, *$a = mRT/(pV)$.*

6. Объем моля идеального газа с показателем адиабаты γ изменяют по закону V = α/T, где α – постоянная. Найти количество тепла, полученное газом в этом процессе, если его температура испытала приращение $\Delta$T.

*Ответ:* $Q = R\Delta T\,(2 - \gamma)/(\gamma - 1)$.

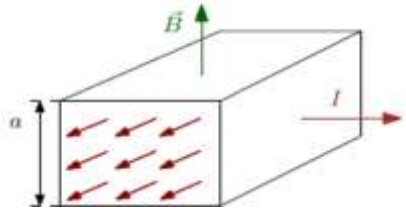
7. Найти капиллярное давление в капельках ртути диаметра d = 1,5 мкм (σ = 487 мН/м).

*Ответ*: $\Delta p = 4\sigma/d$ = 13 атм.

8. Модуль напряженности электрического поля в данной точке при уменьшении заряда создающего поле в 3 раза…

Ответ: уменьшится в 3 раза.

9. В электромагнитном насосе для перекачки расплавленного металла участок трубы с металлом находится в однородном магнитном поле с индукцией *B* (см. рисунок). Через этот участок трубы в перпендикулярном вектору **B** и оси трубы направлении пропускают равномерно распределенный ток *I.* Найти избыточное давление, создаваемое насосом при *B* =0,10 Тл, *I* = 100 А и a = 2,0 см.




*Ответ: $\Delta p = IB/a$* = 0,5 кПа.

10. Имеется бесконечная пластина из однородного ферромагнетика с

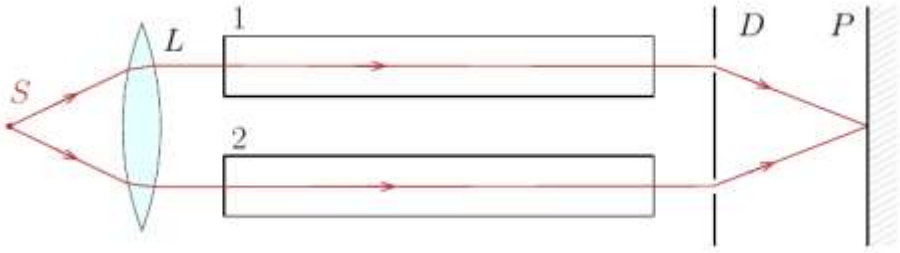
намагниченностью **J**. Найти векторы **B** и **H** внутри и вне пластины, если вектор **J** направлен перпендикулярно поверхности пластины.
*Ответ: B = 0* всюду, вне пластины **H** = 0, внутри **H** = −**J**.

11. Напряжение на концах проводника 8В, сопротивление 4 Ом, сила тока равна …
1) 1А
**2) 2А**
3) 4А
4) 32А

12. Радиолокатор работает на длине волны λ = 50,0 см. Найти скорость приближающегося самолёта, если частота биений между сигналами передатчика и отражёнными от самолёта в месте расположения локатора $\Delta\nu$ = 1,00 кГц.
*Ответ:* $v = \lambda\Delta\nu/2$ = 900 км/ч.

13. Перед выпуклой поверхностью стеклянной выпукло-плоской линзы толщины *d* = 9,0 см находится предмет. Его изображение образуется на плоской поверхности линзы, которая служит экраном. Определить поперечное увеличение, если радиус кривизны выпуклой поверхности линзы *R* = 2,5 см.
*Ответ: β = 1−d(n−1)/nR = −0,20.*

14. На рисунке показана схема интерферометра для измерения показателей преломления прозрачных веществ. На схеме *S* – узкая щель, освещаемая монохроматическим светом λ = 589 нм, 1 и 2 – две одинаковые трубки с воздухом, длина каждой из которых *l* = 10,0 см, *D* – диафрагма с двумя щелями. Когда воздух в трубке 1 заменили аммиаком, то интерференционная картина на экране P сместилась вверх на *N* = 17 полос. Показатель преломления воздуха *n* = 1,000277. Определить показатель преломления аммиака.




*Ответ: n' = n + N λ/l = 1,000377.*

15. Точечный источник света с длиной волны λ =0,50 мкм расположен на расстоянии a = 100 см перед диафрагмой с круглым отверстием радиуса r = 1,0 мм. Найти расстояние b от диафрагмы до точки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии составляет m = 3.
*Ответ:* $b = ar^2/(m\lambda a - r^2)$ = 2,0 мм.

**Код и наименование компетенции: ОПК-1.2**
**Планирует решение профессиональных задач с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования**

**Период окончания формирования компетенции:** 4 семестр

**Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:**
Дисциплины (модули) (блок 1):
Б1.О.06 Физика (1 -4 семестр)
**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**
1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):
1. Мгновенная скорость материальной точки -
**1) векторная величина первой производной радиус–вектора по времени**
2) скалярная величина первой производной пути по времени
3) векторная величина второй производной пути по времени
4) скалярная величина второй производной радиус–вектора по времени
2. Тангенциальное ускорение – …
**1) касательная составляющая вектора ускорения**
2) нормальная составляющая вектора ускорения
3) ортогональная составляющая вектора скорости
4) коллениарная составляющая вектора ускорения
3. При равномерном движении частицы по окружности вектор её ускорения
а) равен нулю, б) направлен по касательной к траектории, **в) направлен к центру**.
4. Энергия гармонических колебаний пропорциональна
**а) квадрату амплитуды**, б) амплитуде, в) частоте колебаний.
5. Вектор момента импульса свободного гироскопа
**а)** совпадает с его осью, б) равен нулю, в) перпендикулярен оси гироскопа.
6. От чего зависит энергия газа Ван дер Ваальса?
а) только от температуры, **б) от объёма и температуры**, в) от давления.
7. Средняя длина свободного пробега молекул газа определяет
**а) коэффициенты переноса**, б) внутреннюю энергию газа, в) давление газа.
8. При температуре выше критической
*Ответ*: а) твёрдую фазу нельзя перевести в жидкое состояние, б) жидкую фазу нельзя перевести в твёрдое состояние, **в)** вещество может существовать только в газовой фазе.
9. Плавление льда сопровождается
*Ответ*: **а)** поглощением теплоты, б) выделением теплоты, в) теплота не выделяется и не поглощается.
10. Поток вектора напряжённости электростатического поля в вакууме сквозь любую замкнутую поверхность
1) **пропорционален алгебраической сумме зарядов, заключённых внутри этой поверхности**
2) пропорционален произведению зарядов, заключённых внутри этой поверхности
3) пропорционален отношению зарядов, заключённых внутри этой поверхности
4) пропорционален сумме модулей зарядов, заключённых внутри этой поверхности

11. Электрический потенциал поля - это величина равная …
**1) потенциальной энергии единичного положительного заряда в данной точке поля.**
2) произведение потенциальной энергии заряда и его величины
3) отношение величины заряда к его потенциальной энергии
4) отношение величины заряда к его кинетической энергии

12. Какой формулой определяется закон Ома для замкнутой(полной) цепи?

*Ответ:* $I = \dfrac{\mathrm{E}}{R + R_i}$

13. Чем определяется мощность, выделяемая в цепи переменного тока? *Ответ:* а) только амплитудами тока и напряжения, **б)** амплитудами тока и напряжения и разностью фаз между ними, в) амплитудой тока и сопротивлением цепи.

14. Чем отличаются люминесценция и тепловое излучение?
*Ответ:* спектром.

15. Как зависит от температуры энергия *E*, излучаемая в равновесных условиях абсолютно чёрным телом? (Закон Стефана-Больцмана).
*Ответ*: а) $E \sim T^2$, б) $E \sim T^3$, **в)** $E \sim T^4$ .

2) расчетные задачи:

1. Пушка и цель находятся на одном уровне на расстоянии 5,1 км друг от друга. Через сколько времени снаряд с начальной скоростью 240 м/с достигнет цели? *Ответ:* Через 0,41 мин.

2. На гладкой горизонтальной поверхности находятся два бруска массами $m_1$ и $m_2$, которые соединены нитью. К брускам в момент $t = 0$ приложили силы, противоположно направленные и зависящие от времени как $F_1 = \alpha_1 t$ и $F_2 = \alpha_2 t$. Найти, через сколько времени нить порвётся, если сила натяжения на разрыв равна $F$. *Ответ:* $t = F (m1 + m2 )/(m1\ \alpha1 + m1\ \alpha1)$.

3. Частица движется на плоскости по закону $x(t)=\alpha t$, $y(t)=\beta t^2$, где α и $\beta$ - некоторые постоянные. Найти радиус кривизны траектории в точке с координатами (0;0). *Ответ:* $R = \alpha^2/(2\beta)$.

4. Частица движется на плоскости по закону $x(t)=\alpha t$, $y(t)=\beta t^2$, где α и $\beta$ - некоторые постоянные. В какой момент времени угол между вектором скорости частицы и осями *x* и *y* будет равен 45º? *Ответ:* $t = \alpha/(2\beta)$.

5. Вычислить осевой момент инерции тонкого однородного диска радиуса *R* массой *m*. Ось проходит через центр диска перпендикулярно его плоскости. *Ответ:* $I = mR^2/2$.

6. Сила всемирного тяготения между двумя телами при увеличении расстояния между ними в 10 раз.
1) Увеличится в 10 раз.
2) Уменьшится в 10 раз.
3) Увеличится в 100 раз.
**4) Уменьшится в 100 раз.**

7. Средняя квадратичная скорость молекул азота при увеличении температуры газа в 4 раза
1) Увеличится в 4 раза.
**2) Увеличится в 2 раза**.
3) Уменьшится в 2раза.
4) Не изменится.

8. При какой температуре (К) среднеквадратическая скорость атомов гелия будет такой же, как и среднеквадратическая скорость молекул водорода при температуре 300 К?
1) 50
2) 400
3) 100
**4) 600**

9. В каком случае КПД цикла Карно повышается больше – при увеличении температуры нагревателя или при уменьшении температуры холодильника?
*Ответ:* При уменьшении температуры.

10. Найти КПД цикла, состоящего из двух изобар и двух адиабат, если в пределах цикла давление идеального газа изменяется в n = 10 раз. Рабочее вещество – идеальный газ с показателем адиабаты γ.

*Ответ*: $\eta = 1 - n^{-(\gamma-1)/\gamma}$.

11. Современные вакуумные насосы позволяют получать давления до $p = 4 \cdot 10^{-10}$ Па (при комнатной температуре). Найти число молекул газа в 1 см³ и среднее расстояние между ними при этом давлении.

*Ответ: n = p/kT* = $10^5$ см$^{-3}$ , <*l*> = 0,2 мм.

12. Кольцо радиуса R из тонкой проволоки имеет заряд q. Найти модуль напряженности электрического поля на оси кольца на расстоянии *l* от центра.

*Ответ*: $E = ql/[4\pi\varepsilon_0(R^2 + l^2)^{3/2}]$.

13. Сила взаимодействия двух отрицательных точечных зарядов, находящихся на расстоянии *R* друг от друга, равна *F*. Заряд одной из частиц увеличили по модулю в два раза. Чтобы сила взаимодействия *F* не изменилась, расстояние между зарядами надо …

а)уменьшить в 2 раза, б) оставить без изменения, в) **увеличить в $\sqrt{2}$ раз**, г)уменьшить в $\sqrt{2}$ раз

14. Свет интенсивности $I_0$ падает нормально на идеально прозрачную пластинку. Считая, что коэффициент отражения каждой поверхности её ρ = 0,05, найти интенсивность *I* прошедшего через пластинку света с учётом только однократных отражений.

*Ответ: I = 0,9 $I_0$* .

15. В некоторой области пространства накладываются две когерентные световые волны интенсивностями *I* и *4I*. Чему будет равна интенсивность в максимуме освещённости?

*Ответ: 9I*.

**Код и наименование компетенции: ОПК-1.3**
Анализирует результаты теоретического и экспериментального исследования предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования
**Период окончания формирования компетенции:** 4 семестр

**Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:**
Дисциплины (модули) (блок 1):
Б1.О.06 Физика (1-4 семестр)

**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**
1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):
1. Запишите закон равноускоренного движения.
*Ответ:* **а)**, б) , в) .
2. Чему равен момент имульса частицы массой *m* при её вращении по окружности радиуса *r* с угловой скоростью ω?
*Ответ:* **а)** , б) , в) .
3. Чему равен период малых колебаний математического маятника?
*Ответ:* **а)** , б) , б) .
4. Чему равен период малых колебаний физического маятника?
*Ответ:* **а)** , б) , в) ,
5. Какой формулой выражается теорема Гюйгенса-Штейнера?
*Ответ:* **а) ,** б) , в) .
6. При равномерном движении частицы по окружности вектор её ускорения
*Ответ*: а) равен нулю, б) направлен по касательной к траектории, **в)** направлен к центру.
7. Энергия гармонических колебаний пропорциональна
*Ответ*: **а)** квадрату амплитуды, б) амплитуде, в) частоте колебаний.
8. Вектор момента импульса свободного гироскопа
*Ответ*: **а**) совпадает с его осью, б) равен нулю, в) перпендикулярен оси гироскопа.
9. От чего зависит энергия газа Ван дер Ваальса?
*Ответ*: а) только от температуры, **б)** от объёма и температуры, в) от давления.
10. Средняя длина свободного пробега молекул газа определяет
*Ответ*: **а)** коэффициенты переноса, б) внутреннюю энергию газа, в) давление газа.
11. При температуре выше критической
*Ответ*: а) твёрдую фазу нельзя перевести в жидкое состояние, б) жидкую фазу нельзя перевести в твёрдое состояние, **в)** вещество может существовать только в газовой фазе.
12. Плавление льда сопровождается
*Ответ*: **а)** поглощением теплоты, б) выделением теплоты, в) теплота не выделяется и не поглощается.
13. Запишите формулу для вектора плотности потока энергии электромагнитного поля.
*Ответ*: .
14. Запишите формулу для периода свободных электрических колебаний.
*Ответ*: .
15. Какой формулой определяется реактивное сопротивление в цепи переменного тока?
*Ответ:* **а)** , б) , в) .
16. Чем определяется мощность, выделяемая в цепи переменного тока?
*Ответ:* а) только амплитудами тока и напряжения, **б)** амплитудами тока и напряжения и разностью фаз между ними, в) амплитудой тока и сопротивлением цепи.
17. Чем отличаются люминесценция и тепловое излучение?
*Ответ:* спектром.
18. Как зависит от длины волны сечение рассеяния света на частицах размером много меньше длины волны?
*Ответ: .*
19. Как зависит от температуры энергия *E*, излучаемая в равновесных условиях

абсолютно чёрным телом? (Закон Стефана-Больцмана).
*Ответ*: а) $E \sim T^2$, б) $E \sim T^3$, **в)** $E \sim T^4$ .

2) расчетные задачи:

1. Пушка и цель находятся на одном уровне на расстоянии 5,1 км друг от друга. Через сколько времени снаряд с начальной скоростью 240 м/с достигнет цели?
*Ответ:* Через 0,41 или 0,71 мин.

2. На гладкой горизонтальной поверхности находятся два бруска массами $m_1$ и $m_2$, которые соединены нитью. К брускам в момент $t = 0$ приложили силы, противоположно направленные и зависящие от времени как $F_1 = \alpha_1 t$ и $F_2 = \alpha_2 t$. Найти, через сколько времени нить порвётся, если сила натяжения на разрыв равна $F$.
*Ответ:* $t = F(m_1 + m_2)/(m_1 \alpha_1 + m_2 \alpha_2)$.

3. Частица движется на плоскости по закону $x(t)=\alpha t$, $y(t)=\beta t^2$, где α и $\beta$ - некоторые постоянные. Найти радиус кривизны траектории в точке с координатами (0;0).
*Ответ:* $R = \alpha^2/(2\beta)$.

4. Частица движется на плоскости по закону $x(t)=\alpha t$, $y(t)=\beta t^2$, где α и $\beta$ - некоторые постоянные. В какой момент времени угол между вектором скорости частицы и осями $x$ и $y$ будет равен 45°?
*Ответ:* $t = \alpha/(2\beta)$.

5. Вычислить осевой момент инерции тонкого однородного диска радиуса $R$ массой $m$. Ось проходит через центр диска перпендикулярно его плоскости.
*Ответ:* $I = mR^2/2$.

6. На горизонтальной плоскости находятся два тела: брусок и электромотор с батарейкой на подставке. На ось электромотора намотана нить, свободный конец которой соединён с бруском. Расстояние между обоими телами равно $l$, коэффициент трения между телами и плоскостью $k$. После включения мотора брусок, масса которого вдвое больше массы другого тела, начал двигаться с постоянным ускорением $a$. Через сколько времени оба тела столкнутся?
*Ответ:* .

7. В каком случае КПД цикла Карно повышается больше – при увеличении температуры нагревателя или при уменьшении температуры холодильника?
*Ответ:* При уменьшении температуры.

8. Найти КПД цикла, состоящего из двух изобар и двух адиабат, если в пределах цикла давление идеального газа изменяется в n = 10 раз. Рабочее вещество – идеальный газ с показателем адиабаты γ.
*Ответ*: $\eta = 1 - n^{-(\gamma-1)/\gamma}$.

9. Современные вакуумные насосы позволяют получать давления до $p = 4 \cdot 10^{-10}$ Па (при комнатной температуре). Найти число молекул газа в 1 см³ и среднее расстояние между ними при этом давлении.
*Ответ:* $n = p/kT = 10^5$ см$^{-3}$ , $\langle l \rangle = 0{,}2$ мм.

10. Кольцо радиуса R из тонкой проволоки имеет заряд q. Найти модуль напряженности электрического поля на оси кольца на расстоянии $l$ от центра.
*Ответ*: $E = ql/[4\pi\varepsilon_0(R^2 + l^2)^{3/2}]$.

11. Потенциал электрического поля имеет вид $\varphi = \alpha(xy - z^2)$, где α – постоянная. Найти

проекцию напряженности электрического поля в точке M (2,1, − 3) на направление вектора $\mathbf{a} = \mathbf{e}_x + 3\mathbf{e}_z$.
*Ответ*: .

12. Точечный заряд $q$ = 100 мкКл находится на расстоянии $l$ = 1,5 см от проводящей плоскости. Какую работу надо совершить против электрических сил, чтобы медленно удалить этот заряд на очень большое расстояние от плоскости? (*Указание. Расчёт вести используя выражение для работы dA = F dx).*
*Ответ*: Дж.

13. Свет интенсивности $I_0$ падает нормально на идеально прозрачную пластинку. Считая, что коэффициент отражения каждой поверхности её ρ = 0,05, найти интенсивность $I$ прошедшего через пластинку света с учётом только однократных отражений.
*Ответ:* $I = 0{,}9\ I_0$ .

14. Определить среднюю освещённость облучаемой части непрозрачной сферы, если на неё падает параллельный световой поток, создающий в точке нормального падения освещённость $E_0$.
*Ответ:* .

15. Сосуд с ртутью равномерно вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω = 1 $c^{-1}$. Поверхность ртути принимает вогнутую форму и используется как зеркало. Определить фокусное расстояние этого зеркала.
*Ответ:* $f = g/2\omega^2$ = 490 см.