

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»  
Проректор по учебно-  
методической работе  
\_\_\_\_\_ Ю.А. Устименко  
«23» июня 2022 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

#### **Б1.О.19 Физика**

Направление подготовки: **01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль): **Математическое и информационное моделирование**

Форма обучения: очная

Курс – 2

Семестр – 3,4

Всего зачетных единиц – 7; часов – 252

Форма отчетности: зачет – 3,4 семестр.

Программу разработала  
кандидат педагогических наук Е.В. Кислякова

Одобрена на заседании кафедры  
«16» июня 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Дюндин

Смоленск  
2022

### 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Физика включена в обязательную часть образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность (профиль) – Математическое и информационное моделирование).

Для освоения дисциплины Физика студент должен обладать базовыми знаниями, умениями и навыками, полученными в результате изучения школьного курса физики и математики, а также дисциплин Алгебра и геометрия, Математический анализ.

Изучение дисциплины Физика позволяет создать условия, необходимые для формирования у студентов современного естественнонаучного мировоззрения и целостной научной картины мира, а также заложить фундамент для более глубокого понимания и осмысленного применения математических знаний в различных областях науки. В результате изучения дисциплины Физика студенты приобретают знания, умения и навыки, необходимые для успешного освоения дисциплин Физическая картина мира и Уравнения математической физики.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
<b>ОПК-1.</b> Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основные законы естественнонаучных дисциплин, необходимые для осуществления профессиональной деятельности; <b>Уметь:</b> применять знания в области естественнонаучных дисциплин для проведения теоретических и экспериментальных исследований в профессиональной деятельности; <b>Владеть:</b> навыками в области естественнонаучного знания, позволяющими осуществлять исследования в профессиональной деятельности.
<b>ОПК-3.</b> Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> базовые методы анализа, модификации и применения математических моделей, современные информационные методы в решении прикладных задач; <b>Уметь:</b> применять аппарат математического моделирования для решения прикладных задач; <b>Владеть:</b> навыками работы с инструментальными средствами математического моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов

### 3. Содержание дисциплины

**Механика.** Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета. Модели материальной точки и абсолютно твердого тела.

*Кинематика материальной точки.* Координатный и векторный способы описания движения. Путь, перемещение, траектория, скорость и ускорение. Прямолинейное равномерное и равноускоренное движение материальной точки. Движение по окружности. Нормальное и тангенциальное ускорение.

*Динамика материальной точки.* Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея, преобразования Галилея. Фундаментальные взаимодействия. Второй и третий законы Ньютона. Закон всемирного тяготения.

*Законы сохранения в механике.* Импульс. Закон сохранения и изменения импульса. Работа сил. Мощность. Механическая энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.

*Механика твердого тела.* Момент силы. Момент инерции. Теорема Штейнера. Основное уравнение динамики вращательного движения.

*Механические колебания и волны.* Колебательное движение. Кинематика гармонических колебаний. Маятники. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Резонанс. Механические волны. Виды волн. Звуковые волны.

**Молекулярная физика и термодинамика.** Макроскопические системы, термодинамический и молекулярно-кинетический методы изучения макросистем.

*Молекулярно-кинетическая теория.* Основные положения МКТ. Масса и размеры молекул. Модель идеального газа. Основное уравнение МКТ идеального газа. Температура. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы. Распределение молекул газа по скоростям и по значениям потенциальной энергии.

*Термодинамика.* Обратимые и необратимые процессы. Внутренняя энергия термодинамической системы. Способы изменения внутренней энергии: теплопередача и совершение работы. Первое начало термодинамики. Энтропия. Второе и третье начала термодинамики. Основы работы тепловых двигателей. Цикл Карно.

*Фазовые равновесия и превращения.* Понятия фазы, фазового перехода, равновесия фаз. Фазовые переходы первого и второго рода. Равновесие жидкости и насыщенного пара. Влажность воздуха.

### **Электродинамика.**

*Электростатика.* Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность и потенциал электрического поля. Принцип суперпозиции. Диэлектрики полярные и неполярные. Поляризация диэлектриков. Проводники в электрическом поле. Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля.

*Постоянный электрический ток.* Электрический ток. Сила тока, плотность тока. Источники тока, электродвижущая сила, напряжение. Сопротивление проводников. Закон Ома. Правила последовательного и параллельного соединения проводников. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля – Ленца. Электрический ток в различных средах.

*Магнитное поле. Электромагнитная индукция.* Индукция магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого проводника с током и кругового тока. Сила Лоренца и сила Ампера. Магнитное поле в веществе. Гипотеза Ампера. Виды магнетиков. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея и правило Ленца. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.

*Электромагнитные колебания и волны.* Колебательный контур. Свободные, затухающие и вынужденные электромагнитные колебания. Переменный электрический ток. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление в цепи переменного тока. Закон Ома для последовательной цепи переменного тока. Электромагнитные волны. Поперечность электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитной волной. Шкала электромагнитных волн.

### **Оптика.**

*Волновая оптика.* Интерференция световых волн. Понятие о когерентности. Интерференционная схема Юнга. Кольца Ньютона. Дифракция световых волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на отверстии. Дифракционная решетка. Дисперсия света. Поляризация света.

*Геометрическая оптика.* Геометрическая оптика как предельный случай волновой. Законы геометрической оптики. Зеркала. Линзы. Построение изображения в тонкой линзе. Формула тонкой линзы. Оптические приборы.

*Квантовая оптика.* Тепловое излучение. Модель абсолютно черного тела. Законы теплового излучения. Ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза Планка. Внешний фотоэлектрический эффект и его законы. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Эффект Комптона.

### **Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц.**

*Элементы квантовой физики.* Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Волновые свойства частиц вещества. Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенностей

Гейзенберга. Волновая функция. Квантовые числа и их физический смысл. Многоэлектронные атомы.

*Ядерная физика.* Атомное ядро, его состав и основные характеристики. Ядерные силы. Дефект массы и энергия связи ядер. Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции и термоядерный синтез.

*Физика элементарных частиц.* Понятие элементарной частицы. Классификация частиц. Понятие о кварках.

#### 4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>3 семестр</b>						
<b>1.</b>	<b>Введение</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	–	<b>2</b>	–
<b>2.</b>	<b>Механика</b>	<b>60</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>20</b>
2.1	Кинематика материальной точки	10	4	2	–	4
2.2	Динамика материальной точки	10	4	2	–	4
2.3	Законы сохранения в механике	10	4	2	–	4
2.4	Механика твердого тела	14	4	2	4	4
2.5.	Механические колебания и волны	16	6	2	4	4
<b>3.</b>	<b>Молекулярная физика и термодинамика</b>	<b>38</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
3.1	МКТ	10	4	2	–	4
3.2	Термодинамика	16	4	4	4	4
3.3	Фазовые равновесия и превращения	12	4	–	4	4
<b>4.</b>	<b>Контрольная работа</b>	<b>6</b>	–	<b>2</b>	–	<b>4</b>
<b>Итого за 3 семестр</b>		<b>108</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>
<b>4 семестр</b>						
<b>5.</b>	<b>Электродинамика</b>	<b>62</b>	<b>16</b>	–	<b>16</b>	<b>30</b>
5.1	Электростатика	10	4	–	–	6
5.2	Постоянный электрический ток	18	2	–	8	8
5.3	Магнитное поле. Электромагнитная индукция	16	4	–	4	8
5.4	Электромагнитные колебания и волны	18	6	–	4	8
<b>6.</b>	<b>Оптика</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	–	<b>16</b>	<b>24</b>
6.1	Волновая оптика	18	4	–	6	8
6.2	Геометрическая оптика	16	2	–	6	8
6.3	Квантовая оптика	16	4	–	4	8
<b>7.</b>	<b>Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	–	–	<b>18</b>
7.1.	Элементы квантовой физики.	10	4	–	–	6
7.2.	Ядерная физика	8	2	–	–	6
7.3.	Физика элементарных частиц	8	2	–	–	6
<b>8.</b>	<b>Контрольная работа</b>	<b>6</b>	–	–	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Итого за 4 семестр</b>		<b>144</b>	<b>34</b>	–	<b>34</b>	<b>76</b>
<b>ИТОГО</b>		<b>252</b>	<b>70</b>	<b>18</b>	<b>52</b>	<b>112</b>

## 5. Виды учебной деятельности

### Занятия лекционного типа

#### 3 семестр

**Лекция № 1.** *Введение. Механика.* Предмет изучения физики, ее связь с другими науками. Механика. Механическое движение. Пространство и время. Относительность механического движения. Система отсчета. Модели материальной точки (МТ) и абсолютно твердого тела.

**Лекция № 2.** *Кинематика МТ. Поступательное движение.* Координатный и векторный способы описания движения. Путь, перемещение, траектория, скорость, ускорение. Прямолинейное равномерное и равноускоренное движение МТ. Графическое описание движения МТ.

**Лекция № 3.** *Кинематика МТ. Движение по окружности. Криволинейное движение.* Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Связь между линейной и угловой скоростью. Нормальное и тангенциальное ускорение. Уравнения равномерного и равноускоренного движения МТ по окружности. Криволинейное движение МТ.

**Лекция № 4.** *Динамика МТ. Законы Ньютона.* Инерция. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.

**Лекция № 5.** *Динамика МТ. Силы.* Фундаментальные взаимодействия в современной физике. Понятие силы. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Движение искусственных спутников Земли. Сила трения. Сила упругости. Закон Гука. Равнодействующая сила.

**Лекция № 6.** *Законы сохранения в механике. Закон сохранения импульса и момента импульса.* Импульс МТ и системы МТ. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения и закон изменения импульса. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.

**Лекция № 7.** *Законы сохранения в механике. Закон сохранения механической энергии.* Работа силы. Мощность. Механическая энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Законы сохранения и изменения механической энергии.

**Лекция № 8.** *Механика твердого тела. Кинематика твердого тела.* Поступательное и вращательное движение твердого тела. Угловая скорость и ускорение твердого тела.

**Лекция № 9.** *Механика твердого тела. Динамика твердого тела.* Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент силы. Момент инерции МТ, системы МТ, твердого тела. Теорема Штейнера.

**Лекция № 10.** *Механические колебания. Кинематика колебаний.* Колебательное движение. Гармонические колебания. Механические колебания. Основные понятия: амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Кинематика гармонических колебаний.

**Лекция № 11.** *Механические колебания. Динамика механических колебаний.* Свободные колебания. Маятники: математический, физический, пружинный. Превращения энергии в колебательном процессе. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Вынуждающая сила. Резонанс.

**Лекция № 12.** *Механические волны.* Волны. Волновая поверхность, фронт волны. Плоские и сферические, продольные и поперечные волны. Особенности распространения механических волн в упругих средах. Длина волны. Скорость распространения волн.

**Лекция № 13.** *Молекулярная физика и термодинамика. Молекулярно-кинетическая теория (МКТ).* Понятие макроскопической системы, термодинамический и молекулярно-кинетический методы изучения макросистем. Основные положения МКТ. Масса и размеры молекул. Модель идеального газа. Давление газа. Основное уравнение МКТ идеального газа.

**Лекция № 14.** *МКТ.* Температура. Степени свободы. Теорема о равнораспределении энергии по степеням свободы. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы. Распределение молекул газа по скоростям и по значениям потенциальной энергии.

**Лекция № 15.** *Термодинамика. Первое начало термодинамики.* Термодинамическая система. Обратимые и необратимые процессы. Внутренняя энергия и способы ее изменения.

Первое начало термодинамики. Теплоемкость газа. Политропические процессы. Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона.

**Лекция № 16.** *Термодинамика. Второе и третье начала термодинамики.* Энтропия. Статистический и термодинамический смысл энтропии. Второе начало термодинамики. Гипотеза о тепловой смерти Вселенной. Третье начало термодинамики. Двигатель внутреннего сгорания. Цикл Карно.

**Лекция № 17.** *Фазовые равновесия и превращения.* Понятия фазы, фазового перехода, равновесия фаз. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Испарение жидкости и конденсация. Кипение жидкости. Динамическое равновесие жидкости и пара.

**Лекция № 18.** *Фазовые равновесия и превращения.* Плавление и кристаллизация. Сублимация. Условия равновесия двух и трех фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояния. Тройная точка.

#### 4 семестр

**Лекция № 1.** *Электростатика.* Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Теорема Гаусса. Работа электростатического поля по перемещению зарядов. Потенциал. Теорема о циркуляции.

**Лекция № 2.** *Электростатика. Электрическое поле в веществе.* Полярные и неполярные диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Индукция электрического поля. Проводники в электрическом поле. Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля.

**Лекция № 3.** *Постоянный электрический ток.* Электрический ток. Носители тока. Сила тока, плотность тока. Источники тока. Сторонние силы. ЭДС. Напряжение. Сопротивление проводников. Явление сверхпроводимости. Закон Ома. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля – Ленца.

**Лекция № 4.** *Магнитное поле. Индукция магнитного поля.* Магнитное поле. Вектор индукции магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого проводника с током, кругового тока. Сила Лоренца. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Магнитное поле в веществе. Гипотеза Ампера. Виды магнетиков. Напряженность магнитного поля.

**Лекция № 5.** *Электромагнитная индукция.* Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея и правило Ленца. Самоиндукция. Самоиндукция при замыкании и размыкании цепи. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

**Лекция № 6.** *Электромагнитные колебания.* Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Свободные, затухающие и вынужденные электромагнитные колебания.

**Лекция № 7.** *Электромагнитные колебания. Переменный электрический ток.* Переменный электрический ток. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление в цепи переменного тока. Закон Ома для последовательной цепи переменного тока. Мощность, выделяющаяся в цепи переменного тока.

**Лекция № 8.** *Электромагнитные волны.* Электромагнитные волны. Поперечность электромагнитных волн. Скорость распространения. Энергия, переносимая электромагнитной волной. Шкала электромагнитных волн.

**Лекция № 9.** *Оптика. Волновая оптика.* Интерференция световых волн. Понятие о когерентности. Условия получения максимумов и минимумов интенсивности. Опыт Юнга, кольца Ньютона.

**Лекция № 10.** *Волновая оптика.* Дифракция световых волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Дифракционная решетка. Дисперсия света. Поляризация света. Закон Малюса.

**Лекция № 11.** *Геометрическая оптика.* Законы геометрической оптики. Зеркала плоские и сферические. Линзы. Формула тонкой линзы. Оптические приборы: лупа, микроскоп, зрительная труба.

**Лекция № 12.** *Квантовая оптика.* Тепловое излучение. Модель абсолютно черного

тела. Законы теплового излучения (Кирхгофа, Стефана-Больцмана, смещения Вина). Ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза Планка.

**Лекция № 13.** *Квантовая оптика.* Внешний фотоэлектрический эффект и его законы. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Фотон. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона.

**Лекция №14.** *Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц. Элементы квантовой физики.* Сложная структура атомов. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Спектр атома водорода. Волновые свойства частиц вещества. Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

**Лекция № 15.** *Элементы квантовой физики.* Волновая функция. Квантовые числа. Многоэлектронные атомы. Периодическая система элементов Менделеева. Объяснение химических свойств веществ.

**Лекция № 16.** *Ядерная физика.* Атомное ядро, его состав и характеристики. Ядерные силы. Дефект массы и энергия связи ядер. Явление радиоактивности.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – распады. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции и термоядерный синтез.

**Лекция № 17.** *Физика элементарных частиц.* Понятие элементарной частицы. Характеристики частиц. Классификации частиц. Кварки.

## Практические занятия

3 семестр

### Практическое занятие №1. Кинематика материальной точки

#### Вопросы для подготовки к занятию

1. Модель материальной точки. Координатный и векторный способы описания движения материальной точки.

2. Основные понятия кинематики материальной точки: путь, перемещение, траектория, скорость, ускорение.

3. Прямолинейное равномерное и равноускоренное движение материальной точки.

4. Движение материальной точки по окружности. Угловая скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение.

#### Задачи для самостоятельного решения

**Задача 1.** Построить графики движений двух тел, описываемых уравнениями  $x_1 = -1 + 2t$  и  $x_2 = 2 + t$ , в одной системе координат и по графикам определить, через сколько времени с момента  $t = 0$  координата этих тел станет одинаковой и какой она будет.

**Задача 2.** Из двух населенных пунктов, расстояние между которыми 162 км, одновременно выехали навстречу друг другу два автомобиля со скоростями 36 км/ч и 54 км/ч. Построить графики их движения и по графикам определить время и место их встречи.

**Задача 3.** Уравнение движения материальной точки  $x = 10 - 4t + 2t^2$ . Найдите координату, в которой скорость точки становится равной нулю.

#### Задачи для решения на занятии

**Задача 1.** Определить путь и перемещение конца минутной стрелки длиной 2 см за 15 мин.

**Задача 2.** Один автомобиль проехал пункт А со скоростью 40 км/ч, двигаясь равномерно. Второй автомобиль проехал этот пункт на 0,5 ч позже, двигаясь равномерно со скоростью 60 км/ч. Построить графики движения автомобилей в одной системе координат и по графикам определить, в какой момент времени и на каком расстоянии от пункта А второй автомобиль догонит первый.

**Задача 3.** Начальная скорость материальной точки 6 м/с, ее ускорение  $-2 \text{ м/с}^2$ . Найдите модуль перемещения и путь, пройденный точкой за 8 с. Начальная координата равна нулю.

**Задача 4.** Автомобиль проехал расстояние между двумя пунктами со скоростью 60 км/ч, а затем, увеличив скорость до 70 км/ч, проехал еще такое же расстояние. Найти среднюю скорость автомобиля за время движения.

**Задача 5.** Зависимость координаты материальной точки от времени задана уравнением  $x = 2 - t + 0,5t^3$ . Определить скорость и ускорение точки через 2 с от начала движения. Считать движение точки прямолинейным.

**Задача 6.** Частота вращения винта самолета 1800 об/мин. Какой путь пролетел самолет, двигаясь прямолинейно и равномерно, за время, в течение которого винт сделал  $5 \cdot 10^4$  оборотов при скорости самолета 240 км/ч?

### **Практическое занятие №2. Динамика материальной точки**

#### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея.

2. Фундаментальные взаимодействия. Силы в механике (сила тяжести, сила упругости, сила трения).

3. Второй и третий законы Ньютона. Закон всемирного тяготения.

#### **Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 1.** Автомобиль массой 2 т движется равномерно по горизонтальному шоссе. Найти силу тяги автомобиля, если коэффициент сопротивления движению 0,02.

**Задача 2.** Брусок массой 2 кг с помощью пружины тянут равномерно по доске, расположенной под углом  $60^\circ$  к горизонту. Какова жесткость пружины, если ее удлинение 10 см. Коэффициент трения бруска о плоскость 0,01.

**Задача 3.** Средняя высота, на которой спутник движется вокруг Земли, 1700 км. Найти скорость обращения спутника и период его обращения, если радиус Земли 6400 км.

#### **Задачи для решения на занятии**

**Задача 1.** Груз массой 100 кг равномерно перемещают по поверхности, прилагая силу  $F$  под углом  $30^\circ$  к горизонту. Коэффициент трения 0,3. Найти величину этой силы.

**Задача 2.** Деревянный брусок массой 5 кг тянут по деревянной доске, расположенной горизонтально, с помощью пружины жесткостью 90 Н/м. Коэффициент трения дерева по дереву 0,3. Найти удлинение пружины.

**Задача 3.** На наклонной плоскости длиной 10 м и высотой 2 м лежит тело массой 20 кг. Какую силу, параллельную наклонной плоскости, надо приложить к телу, чтобы перемещать его равномерно к вершине? Коэффициент трения 0,5.

**Задача 4.** Два груза массами 5 кг и 7 кг связаны нитью, перекинутой через неподвижный и невесомый блок. Грузы неподвижны. За какое время левый груз, масса которого больше массы правого, пройдет расстояние 20 см, если исчезнет сила, удерживающая грузы в неподвижном состоянии?

**Задача 5.** Расстояние от Марса до Солнца на 52% больше расстояния от Земли до Солнца. Какова продолжительность года на Марсе? Масса Солнца  $2 \cdot 10^{30}$  кг, расстояние от Земли до Солнца  $1,5 \cdot 10^8$  км.

### **Практическое занятие №3. Законы сохранения в механике**

#### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Импульс материальной точки и системы материальных точек. Закон сохранения и изменения импульса.

2. Работа сил. Мощность. Механическая энергия тела.

3. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения и изменения энергии.

#### **Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 1.** Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки в направлении ее движения. Какова была скорость лодки до выстрела, если она остановилась после двух сделанных подряд выстрелов? Масса лодки 120 кг, масса охотника 80 кг, масса заряда 25 г. Скорость вылета снаряда из ружья 600 м/с.

**Задача 2.** Равнодействующая сил, действующих на тело, равна 20 Н и направлена



горизонтально. Тело движется так, что его координата изменяется по закону  $x = 10 + 2t + t^2$ . Какую работу совершает сила за 5 с?

**Задача 3.** На какой высоте кинетическая энергия свободно падающего тела равна его потенциальной энергии, если на высоте 20 м скорость тела равна 10 м/с?

#### **Задачи для решения на занятии**

**Задача 1.** Движение материальной точки, масса которой 1 кг, описывается уравнением  $x = 10 - 5t + t^2$ . Найдите изменение импульса точки за первые 8 с ее движения.

**Задача 2.** С неподвижной лодки, масса которой с человеком равна 200 кг, бросают на берег весло массой 2 кг с горизонтальной скоростью относительно земли 10 м/с. Какую скорость приобретет лодка?

**Задача 3.** Какую работу нужно совершить, чтобы поднять груз массой 30 кг на высоту 10 м с ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>?

**Задача 4.** По склону горы длиной 200 м скатываются санки массой 10 кг с высоты 20 м. Определите силу трения, действующую на санки, если у основания горы они имели скорость 5 м/с. Начальная скорость санок равна нулю.

**Задача 5.** Подъемный кран поднимает груз со скоростью 0,05 м/с. Груз какой массы может поднять этот кран, если мощность мотора 1,5 кВт?

**Задача 6.** Тело падает с высоты 25 м на землю. В момент удара о землю скорость тела равна 20 м/с. Определите работу силы сопротивления воздуха и среднее значение этой силы сопротивления.

#### **Практическое занятие №4. Механика твердого тела**

##### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Абсолютно твердое тело. Описание поступательного и вращательного движения твердого тела.

2. Момент силы относительно точки и относительно оси: определение модуля момента силы и направления.

3. Момент инерции. Теорема Штейнера.

4. Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.

5. Условия равновесия абсолютно твердого тела.

##### **Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 1.** Балка массы  $m=300$  кг и длины  $l=8$  м лежит на двух опорах. Расстояния от концов балки до опор:  $l_1=2$  м,  $l_2=1$  м. Найти силы  $F_1$  и  $F_2$ , с которыми балка давит на опоры.

**Задача 2.** Найти момент инерции однородной прямоугольной пластинки массы  $m$ , длины  $a$  и ширины  $b$  относительно перпендикулярной к ней оси, проходящей через: а) центр пластинки, б) одну из вершин пластинки.

**Задача 3.** Полый тонкостенный цилиндр катится вдоль горизонтального участка дороги со скоростью 1,5 м/с. Определите путь, который он пройдет в гору за счет кинетической энергии, если уклон горы равен 5 м на каждые 100 м пути.

##### **Задачи для решения на занятии**

**Задача 1.** Лестница длины  $l=5,00$  м и массы  $m=11,2$  кг прислонена к гладкой стене под углом  $\alpha=70^\circ$  к полу. Коэффициент трения между лестницей и полом  $k=0,29$ . Найти: а) силу  $F_l$ , с которой лестница давит на стену, б) предельное значение угла  $\alpha_0$ , при котором лестница начинает скользить.

**Задача 2.** Выведите формулу для момента инерции тонкого кольца радиусом  $R$  и массой  $m$  относительно оси симметрии.

**Задача 3.** Вентилятор вращается с частотой 600 об/мин. После выключения он стал вращаться равномерно и, сделав 50 оборотов, остановился. Работа сил торможения равна 31,4 Дж. Определите момент сил торможения и момент инерции вентилятора.

**Задача 4.** Определите момент инерции тонкого однородного стержня длиной 50 см и массой 360 г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через 1) конец

стержня; 2) точку, отстоящую от конца стержня на  $1/6$  его длины.

**Задача 5.** Горизонтальная платформа массой  $25 \text{ кг}$  и радиусом  $0,8 \text{ м}$  вращается с частотой  $18 \text{ мин}^{-1}$ . В центре стоит человек и держит в расставленных руках гири. Считая платформу диском, определите частоту вращения платформы, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от  $3,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  до  $1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ .

### **Практическое занятие №5. Механические колебания и волны**

#### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Гармонические колебания. Уравнение гармонического колебания, физический смысл величин, входящих в это уравнение.
2. Динамика гармонических колебаний пружинного маятника.
3. Динамика гармонических колебаний математического маятника.
4. Механические волны. Виды волн. Длина волны. Скорость распространения волн.

#### **Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 1.** Материальная точка массой  $10 \text{ г}$  совершает гармонические колебания с частотой  $0,2 \text{ Гц}$ . Амплитуда колебаний равна  $5 \text{ см}$ . Определить максимальную силу, действующую на точку и полную энергию колеблющейся точки.

**Задача 2.** Запишите уравнение гармонического колебательного движения точки, колеблющейся с амплитудой  $8 \text{ см}$ , если за  $1 \text{ мин}$  совершается  $120$  колебаний и начальная фаза колебаний равна  $\pi/4$ .

**Задача 3.** Плоская синусоидальная волна распространяется вдоль прямой, совпадающей с положительным направлением оси  $x$  в среде, не поглощающей энергию, со скоростью  $15 \text{ м/с}$ . Две точки, находящиеся на этой прямой на расстояниях  $5 \text{ м}$  и  $5,5 \text{ м}$  от источника колебаний колеблются с разностью фаз  $\pi/5$ . Амплитуда волны  $4 \text{ см}$ . Определите длину волны, уравнение волны, смещение первой точки в момент времени  $3 \text{ с}$ .

#### **Задачи для решения на занятии**

**Задача 1.** Гармонические колебания описываются уравнением  $x = 0,02 \cdot \cos(6 \cdot \pi \cdot t + \frac{\pi}{3})$ .

Определите амплитуду колебаний, циклическую частоту, частоту колебаний, период колебаний.

**Задача 2.** Материальная точка совершает гармонические колебания с амплитудой  $4 \text{ см}$  и периодом  $2 \text{ с}$ . Напишите уравнение движения точки, если ее движение начинается из положения  $x_0 = 2 \text{ см}$ .

**Задача 3.** Точка совершает гармонические колебания с амплитудой  $10 \text{ см}$  и периодом  $5 \text{ с}$ . Определите для этой точки максимальную скорость и максимальное ускорение.

**Задача 4.** Груз, подвешенный к пружине, колеблется по вертикали с амплитудой  $8 \text{ см}$ . Определите жесткость пружины, если известно, что максимальная кинетическая энергия груза  $0,8 \text{ Дж}$ .

**Задача 5.** Математический маятник, состоящий из нити длиной  $1 \text{ м}$  и свинцового шарика радиусом  $2 \text{ см}$ , совершает гармонические колебания с амплитудой  $6 \text{ см}$ . Определите скорость шарика при прохождении им положения равновесия; максимальное значение возвращающей силы. Плотность свинца  $11,3 \text{ г/см}^3$ .

**Задача 6.** Волна распространяется в упругой среде со скоростью  $150 \text{ м/с}$ . Определите частоту колебаний, если минимальное расстояние между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно  $0,75 \text{ м}$ .

### **Практическое занятие №6. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы**

#### **Вопросы для подготовки к занятию**

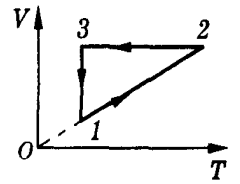
1. Макроскопические и микроскопические параметры. Уравнение состояния идеального газа.
2. Изотермический процесс.
3. Изобарный процесс.
4. Изохорный процесс.

### Задачи для самостоятельного решения

**Задача 1.** Газ сжат изотермически от объема  $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  до объема  $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ , при этом давление возросло на  $4,0 \cdot 10^3 \text{ Па}$ . Каким было первоначальное давление газа?

**Задача 2.** Плотность смеси газов, состоящей из гелия и водорода, при давлении  $2,49 \text{ МПа}$  и температуре  $300 \text{ К}$  равна  $3 \text{ кг} / \text{ м}^3$ . Найти массу водорода в  $2 \text{ м}^3$  смеси.

**Задача 3.** С идеальным газом осуществляется процесс, изображенный на рисунке. Изобразите этот же цикл в координатах  $(p, V)$ .



### Задачи для решения на занятии

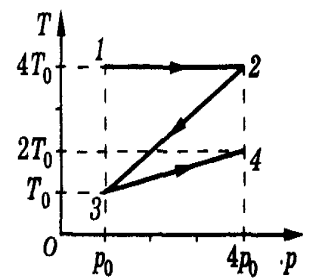
**Задача 1.** Рассчитайте число молекул в  $100 \text{ г}$  углекислого газа. Определите плотность этого газа при нормальных условиях.

**Задача 2.** Из баллона емкостью  $10 \text{ л}$  из-за неисправности вентиля вытекает водород. При температуре  $7^\circ \text{ C}$  давление в баллоне  $5 \cdot 10^6 \text{ Па}$ . Через некоторое время при температуре  $17^\circ \text{ C}$  давление в баллоне становится равным первоначальному. Определите массу водорода, который вытек из баллона.

**Задача 3.** При какой температуре находился газ в закрытом сосуде, если при нагревании его на  $140 \text{ К}$  давление возрастает в  $1,5$  раза?

**Задача 4.** Сколько молекул воздуха находится в комнате объемом  $240 \text{ м}^3$  при температуре  $15^\circ \text{ C}$  и давлении  $10^5 \text{ Па}$ ?

**Задача 5.** С идеальным газом осуществляется процесс, изображенный на рисунке. Изобразите этот же цикл в координатах  $(p, V)$ .



**Практическое занятие №7. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам**

### Вопросы для подготовки к занятию

1. Внутренняя энергия газа и способы ее изменения.
2. Работа газа для различных изопроцессов.
3. Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона.
4. Первое начало термодинамики и его применение для различных процессов.

### Задачи для самостоятельного решения:

**Задача 1.** Один моль кислорода, находясь при температуре  $3,0 \cdot 10^2 \text{ К}$ , изотермически расширился. Во сколько раз увеличился объем кислорода, если ему при расширении было сообщено количество теплоты, равное  $1,7 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ .

**Задача 2.** Баллон емкостью  $10^{-2} \text{ м}^3$  с кислородом при давлении  $8 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $280 \text{ К}$  нагревается до  $288,5 \text{ К}$ . Какое количество теплоты сообщено кислороду?

**Задача 3.** Давление азота в сосуде объемом  $3 \text{ л}$  после нагревания возросло на  $2,2 \text{ МПа}$ . Определить количество теплоты, сообщенное газу.

### Задачи для решения на занятии

**Задача 1.** При уменьшении объема одноатомного газа вдвое его давление увеличилось на  $25\%$ . Во сколько раз изменилась внутренняя энергия этого газа?

**Задача 2.** В цилиндре под поршнем находится кислород массой  $2 \text{ кг}$ . Поршень закреплен. Какое количество теплоты нужно передать кислороду, чтобы его температура повысилась на  $5 \text{ К}$ ? Найти увеличение внутренней энергии кислорода и работу газа.

**Задача 3.**  $2 \text{ моля}$  азота находятся в закрытом сосуде при температуре  $27^\circ \text{ C}$ . Какое количество теплоты надо сообщить азоту, чтобы повысить его давление в  $4$  раза?

**Задача 4.** Некоторая масса газа, занимающего объем  $0,01 \text{ м}^3$ , находится под давлением  $0,1 \text{ МПа}$  и при температуре  $300 \text{ К}$ . Газ нагревается вначале при постоянном объеме до

температуры  $320\text{ K}$ , а затем при постоянном давлении до температуры  $350\text{ K}$ . Найти работу, совершенную газом.

**Задача 5.** Некоторая масса кислорода под давлением  $200\text{ кПа}$  занимала объем  $1\text{ м}^3$ . Газ нагрели сначала изобарно до объема  $3\text{ м}^3$ , а затем изохорно до давления  $500\text{ кПа}$ . Найти приращение внутренней энергии газа, работу, совершенную газом, и количество теплоты, переданное ему.

**Практическое занятие №8. Основы работы тепловых двигателей. Цикл Карно**

**Вопросы для подготовки к занятию**

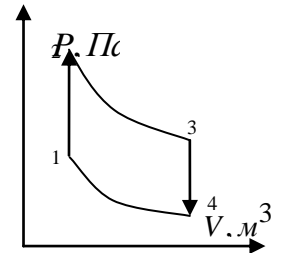
1. Принцип работы теплового двигателя. Коэффициент полезного действия.
2. Цикл Карно. КПД теплового двигателя, работающего по циклу Карно.

**Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 1.** Температура нагревателя идеальной тепловой машины  $t_1 = 117^\circ\text{C}$ , а холодильника  $t_2 = 27^\circ\text{C}$ . Количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя за  $1\text{ с}$ , равно  $Q_1 = 60\text{ кДж}$ . Найти количество теплоты, отдаваемое холодильнику за это время, и мощность машины.

**Задача №2.** Паровая машина мощностью  $14,7\text{ кВт}$  потребляет за  $1\text{ час}$  работы  $8,1\text{ кг}$  угля с удельной теплотой сгорания  $q = 3,3 \cdot 10^7\text{ Дж/кг}$ . Температура котла  $t_1 = 200^\circ\text{C}$ , температура холодильника  $t_2 = 58^\circ\text{C}$ . Найти фактический КПД этой машины. Определить, во сколько раз КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно при тех же температурах нагревателя и холодильника, превосходит КПД этой паровой машины.

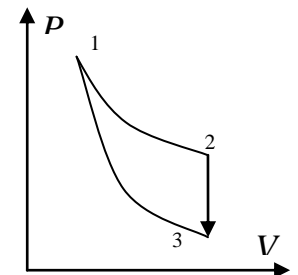
**Задача №3.** С 5 молями идеального одноатомного газа осуществляют круговой цикл, состоящий из двух изохор и двух адиабат:  $P_1 = 2 \cdot 10^5\text{ Па}$ ,  $V_1 = 2\text{ м}^3$ ;  $P_2 = 12 \cdot 10^5\text{ Па}$ ;  $P_3 = 3 \cdot 10^5\text{ Па}$ ,  $V_3 = 6\text{ м}^3$ ;  $P_4 = 1 \cdot 10^5\text{ Па}$ . Определить КПД теплового двигателя, работающего в соответствии с данным циклом. Определить максимальный КПД, соответствующий этому циклу. В состоянии 2 газ находится в тепловом равновесии с нагревателем, в состоянии 4 – с холодильником.



**Задачи для решения на занятии**

**Задача 1.** КПД теплового двигателя  $40\%$ . В результате усовершенствования количество теплоты, полученное от нагревателя, увеличилось на  $5\%$ , но количество теплоты, отданное холодильнику, осталось прежним. Найти КПД усовершенствованного теплового двигателя.

**Задача 2.** КПД идеального теплового двигателя, работающего по круговому циклу, состоящему из изотермы 1-2, изохоры 2-3 и адиабаты 3-1, равен  $\eta$ , а разность максимальной и минимальной температур равна  $\Delta T$ . Какую работу совершает одноатомный идеальный газ массой  $m$  с молярной массой  $M$  в процессе 1-2?



**Задача 3.** При изотермическом расширении газ, совершающий цикл Карно, КПД которого  $50\%$ , производит работу  $1\text{ кДж}$ . Какую работу совершит этот газ при изотермическом сжатии, если он является рабочим веществом в одном и том же тепловом двигателе?

**Задача 4.** В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля тепловой энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа  $300\text{ Дж}$ . Определить КПД машины и температуру нагревателя, если температура холодильника  $280\text{ K}$ .

**Задача 5.** В паровой турбине расходуется  $0,35\text{ кг}$  дизельного топлива для превращения в механическую работу  $1\text{ кВт} \cdot \text{ч}$  тепловой энергии ( $1\text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3,6 \cdot 10^6\text{ Дж}$ ). Вычислить фактический КПД турбины и сравнить его с КПД идеальной тепловой машины, работающей

при тех же температурных условиях, если температура поступающего в турбину пара  $t_1 = 250^\circ\text{C}$ , а температура наружного воздуха  $t_2 = 30^\circ\text{C}$ . Удельная теплота сгорания дизельного топлива  $q = 42 \text{ МДж/кг}$ .

### **Практическое занятие №9. Контрольная работа.**

#### **Лабораторные занятия**

*3 семестр*

**Лабораторная работа № 1 (вводная).** *Определение плотности однородного твердого тела правильной геометрической формы (2 часа)*

##### **Цели работы:**

- изучить устройство штангенциркуля и микрометра и научиться измерять линейные размеры тела с их помощью;
- изучить правила пользования электронными весами и научиться измерять массу тел с их помощью;
- научиться выполнять обработку результатов прямых и косвенных измерений.

**Приборы и принадлежности:** электронные весы, штангенциркуль, микрометр, однородное твердое тело.

##### **Задания:**

- 1) Измерьте массу тела с помощью электронных весов и оцените погрешность проведенного измерения.
- 2) Измерьте линейные размеры тела при помощи штангенциркуля и микрометра и оцените погрешность проведенного измерения.
- 3) Вычислите плотность материала, из которого изготовлено тело, оцените погрешности косвенного измерения.
- 4) Определите, из какого материала изготовлен образец.

##### **Контрольные вопросы:**

- 1) Что такое плотность вещества?
- 2) Как изменяется плотность тела при изменении температуры?
- 3) Как пользоваться микрометром, штангенциркулем, весами? Какова погрешность отсчёта при измерении этими приборами?
- 4) Что называется абсолютной погрешностью? Что является источником систематических и случайных погрешностей? Почему относительная погрешность лучше характеризует качество измерений, чем абсолютная?
- 5) Какие цифры называют верными в приближённом числе, какие сомнительными?
- 6) Каковы правила округления результатов вычислений?
- 7) Что называется стандартной формой записи приближенного числа?
- 8) Как узнать есть ли в отливке внутренние пустоты (раковины), если известен материал, из какого она изготовлена?

**Лабораторная работа № 2\*.** *Проверка основного закона вращательного движения на маятнике Обербека (4 часа)*

##### **Цели работы:**

- изучить основной закон вращательного движения твердого тела;
- экспериментально проверить справедливость основного закона вращательного движения.

**Приборы и принадлежности:** крестообразный маятник Обербека, набор грузов, штангенциркуль, линейка, электронный секундомер-счетчик.

##### **Задания:**

- 1) Проверьте справедливость основного закона вращательного движения твердого тела. Для этого измеряйте время падения грузов различной массы между пластинками приставок «НО» и «НЗ» секундомера-счетчика. По результатам прямых измерений определите угловое ускорение вращения маховика  $\beta$  и момент силы натяжения нити  $M$ .

Постройте график зависимости  $\beta = f(M)$ . Сделайте вывод о справедливости основного закона вращательного движения твердого тела.

2) По графику определите момент инерции маятника. Оцените погрешности измерений. Результат запишите в стандартном виде.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Дайте определение твердого тела.
- 2) Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения твердого тела и запишите его математическую формулу.
- 3) Дайте определение углового ускорения и запишите формулу для нахождения углового ускорения. Как определить направление вектора углового ускорения? угловой скорости?
- 4) Дайте определение момента инерции. Как определить момент инерции материальной точки? твердого тела?
- 5) Как определить момент силы относительно оси по модулю и по направлению.
- 6) Изложите главную идею проверки основного уравнения динамики вращательного движения, применяемую в данной лабораторной работе.

**Лабораторная работа № 3\*.** *Определение коэффициента упругости пружины статическим и динамическим методом (4 часа)*

**Цели работы:**

- изучить закон Гука и теорию колебаний пружинного маятника;
- определить коэффициент упругости пружины статическим и динамическим методами.

**Приборы и принадлежности:** пружина на кронштейне, набор грузов, секундомер, линейка.

**Задания:**

1) Определите коэффициент упругости пружины статическим методом. Для этого подвешивайте на пружину грузы различной массы и измеряйте возникающее удлинение пружины  $\Delta l$ . Постройте график  $\Delta l = f(m)$ . Определите угловой коэффициент построенного графика и коэффициент упругости пружины. Оцените погрешности измерений.

2) Определите коэффициент упругости пружины динамическим методом. Для этого приведите систему «пружина-груз» в колебательное движение и измерьте время 20-30 полных колебаний. Постройте график  $t^2 = f(m)$ . Определите угловой коэффициент графика и вычислите коэффициент упругости пружины. Оцените погрешности измерений.

3) Сравните значения коэффициента упругости, полученные статическим и динамическим методами. Сделайте вывод по итогам лабораторной работы.

**Контрольные вопросы**

- 1) Что называют деформацией? Какие виды деформаций вы знаете?
- 2) Сформулируйте закон Гука для деформации сжатия/растяжения.
- 3) Каков физический смысл коэффициента упругости пружины? От каких параметров пружины зависит ее коэффициент упругости?
- 4) В чем состоит статический метод определения коэффициента упругости пружины?
- 5) Какие колебания называются гармоническими?
- 6) Дайте определения периода и частоты колебаний. Запишите формулу для периода колебаний пружинного маятника. От каких величин зависит период колебаний пружинного маятника?
- 7) В чем состоит динамический метод определения коэффициента упругости пружины?
- 8) Какой из методов: статический или динамический является более точным? Ответ обоснуйте.

\* Студент выполняет одну из лабораторных работ № 2 или № 3 на выбор преподавателя.

**Лабораторная работа № 4\*\*.** Изучение законов колебаний математического и физического маятников (4 часа)

**Цели работы:**

- изучить закономерности гармонических колебаний математического и физического маятников;
- определить период колебаний физического маятника и изохронного ему математического маятника.

**Приборы и принадлежности:** физический маятник в виде стержня с диском, математический маятник, линейка, секундомер.

**Задания:**

1) Определите период колебаний физического маятника в виде стержня и изохронного ему математического маятника, исходя из формулы и экспериментально. Сравните найденные экспериментально периоды колебаний математического и физического маятников. Сделайте вывод, являются ли маятники изохронными? Оцените погрешности проведенных измерений.

2) Определите теоретически и экспериментально период колебаний физического маятника в виде стержня с диском. Сравните найденные экспериментально периоды колебаний математического и физического маятников. Являются ли маятники изохронными? Оцените погрешности проведенных измерений.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Дайте определение математического маятника, физического маятника.
- 2) Как получить уравнение колебаний математического маятника? физического маятника?
- 3) Какие колебания называются гармоническими? Запишите уравнение гармонических колебаний и поясните смысл величин, входящих в это уравнение.
- 4) Запишите формулу для периода колебаний математического маятника. От каких величин зависит период колебаний математического маятника, а от каких – не зависит?
- 5) Запишите формулу для периода колебаний физического маятника и поясните, от каких величин зависит период колебаний физического маятника, а от каких – не зависит.
- 6) Что называется приведенной длиной физического маятника?
- 7) Какие маятники называются изохронными?

**Лабораторная работа № 5\*\*.** Изучение законов колебаний математического маятника (4 часа)

**Цели работы:**

- изучить законы колебаний математического маятника;
- измерить ускорение свободного падения.

**Приборы и принадлежности:** секундомер, метровая линейка, шарики на нитях.

**Задания:**

1) Выберите 5-7 различных значений длины математического маятника. Для каждого значения длины рассчитайте и определите экспериментально значение периода колебаний маятника. На миллиметровой бумаге постройте график зависимости  $T^2 = f(l)$ . Сделайте вывод о зависимости периода колебаний маятника от его длины.

2) Определите по графику значение ускорения свободного падения  $g$ . Рассчитайте погрешности для найденного значения  $g$  и запишите результат измерения в стандартном виде.

3) Определите периоды колебаний двух математических маятников разной массы при одинаковой длине и малых углах отклонения. Сравните периоды колебаний маятников и сделайте вывод.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Дайте определение механических колебаний. Приведите примеры.
- 2) Дайте определение гармонических колебаний. Запишите уравнение

гармонических колебаний и поясните физический смысл всех величин, входящих в это уравнение.

3) Что называют периодом колебаний? частотой колебаний? Как связаны между собой период и частота колебаний?

4) Что представляет собой математический маятник? При каких условиях колебания математического маятника можно считать гармоническими?

5) Как получить уравнение колебаний математического маятника.

6) Запишите формулу для периода колебаний математического маятника и поясните, от каких величин зависит период колебаний маятника, а от каких – нет.

7) Как изменится период колебаний математического маятника, если с ним подняться высоко в гору, не изменяя при этом его длины?

8) Является ли ускорение свободного падения постоянной величиной? Если нет, то от чего зависит значение ускорения свободного падения?

*\*\*Студент выполняет одну из лабораторных работ № 4 или № 5 на выбор преподавателя.*

**Лабораторная работа № 6. Изучение адиабатического процесса и измерение адиабатической постоянной газа (4 часа)**

**Цели работы:**

- изучить классическую теорию теплоемкостей газов и адиабатический процесс;
- изучить метод Клемана и Дезорма определения адиабатической постоянной газа;
- вычислить значение адиабатической постоянной воздуха.

**Приборы и принадлежности:** жидкостный манометр, ручной насос, стеклянный сосуд с влагопоглотителем, соединительные трубки с вентилями.

**Задания:**

- 1) Методом Клемана и Дезорма определите адиабатическую постоянную воздуха.
- 2) Вычислите теоретическое значение адиабатической постоянной воздуха (для воздуха  $i = 5$ ). Сравните найденное экспериментально значение с теоретическим значением.
- 3) Оцените погрешности измерений адиабатической постоянной. Результат измерения запишите в стандартном виде.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Какой процесс называют адиабатическим? В каком случае реальный процесс можно считать адиабатическим?
- 2) Сформулируйте первое начало термодинамики и примените его к адиабатическому процессу.
- 3) Какие параметры состояния системы изменяются при адиабатическом процессе? Какими уравнениями описывается взаимосвязь между изменяющимися параметрами?
- 4) Что называют адиабатической постоянной? Какие теоретические значения принимает эта величина для газа: а) одноатомных молекул; б) двухатомных молекул?
- 5) Как определить число степеней свободы одноатомного, двухатомного и многоатомного газов?
- 6) Что такое молярная теплоемкость? удельная теплоемкость? Какова связь между этими величинами?
- 7) Как определить теплоемкости для различных политропических процессов? Теплоемкость какого процесса больше и почему: изобарного или изохорного?

**Лабораторная работа № 7\*\*\*. Измерение удельной теплоты парообразования при температуре кипения жидкости (4 часа)**

**Цели работы:**

- изучить явления парообразования и конденсации;
- изучить калориметрический метод измерения скрытой теплоты фазового перехода



первого рода;

– вычислить значение удельной теплоты парообразования воды при температуре ее кипения.

**Приборы и принадлежности:** колба, электрическая плитка, калориметр, сосуд, термометр, барометр, весы.

**Задания:**

1) Проведите необходимые прямые измерения. Доведите воду в колбе до кипения и подставьте под трубку, из которой выходит пар, стакан калориметра. Добейтесь повышения температуры воды в калориметре на 15-20 К. Вычислите массу пара.

2) Вычислите значение удельной теплоты парообразования  $q$ . Оцените погрешности.

3) Сравните полученный результат с табличным значением, сделайте вывод по итогам лабораторной работы.

**Контрольные вопросы:**

1) Что называется фазой? Приведите примеры различных фаз вещества.

2) Приведите пример двухфазной и трехфазной систем? При каком условии две фазы вещества могут находиться в равновесии?

3) Что называют фазовым переходом? Чем фазовые переходы первого рода отличаются от фазовых переходов второго рода?

4) Что называется процессом парообразования? конденсации?

5) Опишите, как происходит процесс испарения с точки зрения МКТ.

6) Что называется удельной теплотой парообразования? От чего зависит удельная теплота парообразования?

7) Опишите, как происходит процесс кипения.

8) Чем отличается процесс поверхностного испарения жидкости от ее кипения?

**Лабораторная работа № 8\*\*\*. Изучение явления теплового расширения твердых тел (4 часа)**

**Цели работы:**

– изучить явление теплового расширения твердых тел;

– вычислить среднее значение коэффициента линейного расширения металла.

**Приборы и принадлежности:** прибор для изучения линейного расширения, металлические трубки, электроплитка, индикатор, барометр, термометр, линейка.

**Задания:**

1) Определите значение коэффициента теплового линейного расширения для материала исследуемого образца. Для этого прогрейте металлическую трубку паром и измерьте увеличение длины рабочего участка трубки  $\Delta l$ .

2) Вычислите коэффициент теплового линейного расширения материала образца. Сравните найденное значение с табличным.

3) Оцените погрешности проведенных измерений. Результаты измерений запишите в стандартном виде.

**Контрольные вопросы:**

1) Что называется коэффициентом теплового расширения? Каков его физический смысл?

2) Изобразите график зависимости энергии взаимодействия от расстояния между частицами. Что называется: потенциальной кривой, потенциальной ямой?

3) Объясните механизм явления теплового расширения.

4) Всегда ли при нагревании тел их размеры увеличиваются?

5) Приведите примеры проявления и использования теплового расширения в быту и технике.

**Лабораторная работа № 9\*\*\*. Определение влажности воздуха (4 часа)**

**Цели работы:**

– изучить устройство психрометра и гигрометра и приобрести навыки работы с приборами;

– измерить влажность воздуха.

**Приборы и принадлежности:** психрометр Ассмана, психрометр Августа, барометр, гигрометры конденсационный и волосной «МВ-1».

**Задания:**

- 1) Измерьте влажность воздуха при помощи психрометра Ассмана. Вычислите абсолютную влажность и определите точку росы.
- 2) Измерьте влажность воздуха при помощи психрометра Августа. Вычислите постоянную психрометра Августа.
- 3) Сравните значения относительной влажности воздуха, полученные с помощью разных психрометров. Сделайте вывод.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Что называют испарением? конденсацией? Как объясняются эти процессы с точки зрения молекулярно-кинетической теории?
- 2) Что такое ненасыщенный и насыщенный пар?
- 3) Как зависит давление насыщенного пара от температуры?
- 4) Что такое «точка росы» и как ее определить?
- 5) Что называют абсолютной и относительной влажностью?
- 6) Опишите устройство психрометра.

\*\*\* Студент выполняет одну из лабораторных работ № 7 или № 8 или № 9 на выбор преподавателя.

4 семестр

**Лабораторная работа № 1. Экспериментальное изучение обобщенного закона Ома (4 часа)**

**Цели работы:**

- изучение зависимости между током и разностью потенциалов на участке цепи;
- определение электродвижущей силы источника тока и сопротивления участка цепи.

**Приборы и принадлежности:** аккумулятор, вольтметр, миллиамперметр, резисторы, ключ, переключатель, регулируемый источник тока, соединительные провода.

**Задания:**

- 1) Снимите зависимость силы тока  $I$  от разности потенциалов  $V$  для исследуемого участка цепи с сопротивлением  $R_1$  при положительной ЭДС, отрицательной ЭДС и отключенном аккумуляторе.
- 2) Аналогичным образом проведите измерения для резистора  $R_2$ .
- 3) По данным измерений в одной системе координат постройте графики зависимости  $I = f(V)$  для  $R_1$  и  $R_2$ . По построенным графикам зависимости  $I = f(V)$  определите ЭДС источника и сопротивление участка цепи.
- 4) Оцените абсолютную и относительную ошибки полученных значений ЭДС и сопротивления участка.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Сформулируйте обобщенный закон Ома для участка цепи. Каковы правила знаков при записи закона Ома?
- 2) При каких условиях в цепи будет существовать постоянный электрический ток? Какова роль источника тока в цепи?
- 3) Какие силы называются сторонними? Приведите примеры.
- 4) В чем существенное различие понятий: разность потенциалов, ЭДС источника и напряжение (или падение напряжения) на участке цепи?
- 5) Объясните физический смысл точек пересечения графика зависимости  $I = f(V)$  с осями координат.
- 6) Почему графики для одного сопротивления, но разных полярностей подключения источника ЭДС оказываются параллельными друг другу?

**Лабораторная работа № 2.** *Исследование зависимости полной мощности, полезной мощности и коэффициента полезного действия источника от нагрузки (4 часа)*

**Цели работы:**

- изучение зависимости полной мощности, полезной мощности и коэффициента полезного действия (КПД) источника от тока (сопротивления) нагрузки;
- определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника.

**Приборы и принадлежности:** исследуемый источник, вольтметр, амперметр, магазин сопротивлений, ключ, соединительные провода.

**Задания:**

1) Проведите измерения силы тока и напряжения при различных значениях сопротивления цепи (магазина сопротивлений).

2) По данным измерений постройте график зависимости  $U = f(I)$ . По графику определите ЭДС источника, и максимальный ток, который может дать источник и внутреннее сопротивление источника.

3) Вычислите для каждого значения силы тока величины полной мощности  $P$ , полезной мощности  $P_n$  и КПД  $\eta$ .

4) Постройте в одних и тех же осях, что и график  $U = f(I)$ , графики зависимости полной мощности от силы тока  $P = f(I)$ , полезной мощности от силы тока  $P_n = f(I)$  и КПД от силы тока  $\eta = f(I)$ .

5) Оцените абсолютные и относительные погрешности полученных значений ЭДС, внутреннего сопротивления источника, максимального значения силы тока.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Какую роль в электрической цепи играет источник тока?
- 2) Что такое ЭДС и внутреннее сопротивление источника?
- 3) Какой наибольший ток может дать источник?
- 4) Что называется полной мощностью, полезной мощностью, мощностью потерь и КПД источника?
- 5) Как зависит полная мощность, полезная мощность и КПД источника от тока нагрузки?
- 6) Когда полезная мощность источника наибольшая? Каков при этом КПД источника?
- 7) Когда КПД источника достигает максимального значения?
- 8) Где на практике применяется режим согласованной нагрузки? режим с наибольшим возможным КПД?

**Лабораторная работа № 3.** *Определение горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли (4 часа)*

**Цели работы:**

- познакомиться с методом определения индукции магнитного поля Земли;
- определить горизонтальную составляющую магнитного поля Земли.

**Приборы и принадлежности:** тангенс-гальванометр, амперметр, реостат, двойной переключатель, соединительные провода.

**Задания:**

1) Проведите измерения угла отклонения магнитной стрелки тангенс-гальванометра при различных значениях силы тока и противоположных направлениях тока в катушке.

2) По результатам каждого измерения, определите  $B_x$ . Вычислите среднее значение индукции магнитного поля Земли  $\bar{B}_x$ .

3) Постройте график  $I = f(\operatorname{tg} \varphi)$ , по графику определите значение магнитного поля  $B_x$ .

4) Оцените погрешности измерения  $B_x$ .

5) Сравните значения горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли, полученные двумя способами. Сделайте вывод по итогам лабораторной работы.

### **Контрольные вопросы:**

- 1) При каких условиях в пространстве возникает магнитное поле? Как его можно обнаружить?
- 2) Дайте определение индукции магнитного поля. В каких единицах она измеряется? Как определить направление вектора индукции магнитного поля?
- 3) Что называют линиями магнитной индукции? Нарисуйте линии магнитной индукции прямолинейного тока и кругового тока.
- 4) Что собою представляет магнитное поле Земли?
- 5) В чем заключается сущность метода определения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли?
- 6) Что собою представляет тангенс-гальванометр? Для чего этот прибор используется?
- 7) Какие два способа измерения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли применялись в данной работе? Какой из способов, на Ваш взгляд, является более точным?

### **Лабораторная работа № 4. Изучение последовательной цепи переменного тока (4 часа)**

#### **Цели работы:**

- изучение законов последовательной цепи переменного тока, состоящей из активного сопротивления, конденсатора и катушки индуктивности;
- исследование участка цепи переменного тока с различными значениями активного сопротивления, емкости и индуктивности.

**Приборы и принадлежности:** источник переменного тока (220 В, 50 Гц), автотрансформатор (ЛАТР), амперметр, вольтметр, ваттметр, электрическая лампа (активное сопротивление), дроссель (катушка индуктивности с замкнутым ферромагнитным сердечником), конденсатор, ключи, соединительные провода.

#### **Задания:**

- 1) В качестве исследуемого участка цепи включите электролампу  $L$ . При помощи автотрансформатора  $ЛАТР$  установите указанное преподавателем значение силы тока  $I$ . По показаниям вольтметра определите действующее значение напряжения  $U$  в цепи, по показаниям ваттметра – мощность  $P$ , выделяющуюся на исследуемом участке цепи.
- 2) По результатам прямых измерений определите полное сопротивление цепи  $Z$ , активное сопротивление  $R$ , реактивное сопротивление  $X$ , косинус угла сдвига фаз между силой переменного тока и напряжением  $\cos \varphi$ , а также значение  $\varphi$  сдвига фаз между током и напряжением.
- 3) Аналогичные измерения и вычисления последовательно проделайте для участков цепи, состоящих из: дросселя; конденсатора; лампы и дросселя; лампы и конденсатора; дросселя и конденсатора; лампы, дросселя и конденсатора.
- 4) Определите индуктивность  $L$  и активное сопротивление  $R$  дросселя, а также емкость конденсатора  $C$ . Для  $L$ ,  $R$  и  $C$  оцените погрешности измерений.

#### **Контрольные вопросы:**

- 1) Что называют переменным током? Запишите уравнения, которые определяют колебания силы тока и напряжения в цепи переменного тока.
- 2) Что называют мгновенным значением силы тока и напряжения? амплитудным и действующим значениями? Как связаны между собою амплитудное и действующее значения силы тока, напряжения?
- 3) Как записывается закон Ома для последовательной цепи переменного тока?
- 4) Что называют активным, емкостным и индуктивным сопротивлениями цепи переменного тока? Как найти полное сопротивление цепи переменного тока?
- 5) Выведите формулу для определения сдвига фаз между током и напряжением.

б) Как определить мощность, выделяющуюся на участке цепи переменного тока? Почему  $\cos \varphi$  называют коэффициентом мощности? Зачем и как на практике стремятся к его повышению?

7) Расскажите, как в лабораторной работе определялись полное, активное и реактивное сопротивления цепи, а также сдвиг фаз между током и напряжением.

8) Расскажите, как в данной лабораторной работе определялись индуктивность и активное сопротивление катушки, а также емкость конденсатора.

**Лабораторная работа № 5. Наблюдение колец Ньютона и определение с их помощью радиуса кривизны линзы (3 часа)**

**Цели работы:**

– изучение явления интерференций, условий наблюдения интерференционных минимумов и максимумов;

– наблюдение интерференционных полос равной толщины (кольца Ньютона) в монохроматическом и белом свете;

– определение радиуса кривизны плосковыпуклой стеклянной линзы.

**Приборы и принадлежности:** измерительный микроскоп (типа МБР-1) с окулярным микрометром, источник света, зеленый светофильтр, объективный микрометр, плосковыпуклая стеклянная линза и плоскопараллельная стеклянная пластинка.

**Задания:**

1) Определите цену деления окулярного микрометра при помощи объективного микрометра. Для обеспечения необходимой точности все измерения следует повторить не менее 3 раз.

2) Определите радиус кривизны сферической поверхности линзы. Для этого выберите два темных кольца с номерами  $m$  и  $k$  и измерьте их диаметры  $n_m$  и  $n_k$  при помощи окулярного. Вычислите значение радиуса кривизны  $R$  линзы. Повторите измерения еще не менее двух раз для темных колец с другими порядковыми номерами. Вычислите среднее значение радиуса кривизны линзы  $\bar{R}$ .

3) Оцените погрешности измерения  $R$ . Результат измерения радиуса кривизны сферической поверхности линзы запишите в стандартной форме.

4) Пронаблюдайте интерференционную картину кольца Ньютона в белом свете (для этого удалите светофильтр). Сделайте вывод о различии интерференционной картины в белом и монохроматическом свете.

**Контрольные вопросы**

1) В чем состоит явление интерференции? Какие волны называются когерентными?

2) Почему при наложении когерентных волн наблюдается явление интерференции, а при наложении некогерентных волн – нет?

3) Сформулируйте и запишите условия получения максимума и минимума интенсивности результирующей волны при интерференции?

4) Объясните, как получается интерференционная картина кольца Ньютона.

5) Выведите формулу для определения радиуса темного кольца Ньютона в отраженном свете. Аналогично получите формулу для радиуса светлого кольца Ньютона в отраженном свете.

6) Каким будет центральное пятно интерференционной картины кольца Ньютона в отраженном свете, если вследствие попадания пыли в точке соприкосновения линзы и пластинки возникает зазор, равный  $\lambda/4$ ?  $\lambda/2$ ?

7) Как выглядит интерференционная картина кольца Ньютона при освещении системы белым светом и почему?

**Лабораторная работа № 6. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки (3 часа)**

**Цели работы:**

– изучение явления дифракции световых волн и наблюдение дифракции «белого» света на дифракционной решетке;

- определение длины волны монохроматического света;
- определение постоянной решетки и ее спектральных характеристик.

**Приборы и принадлежности:** оптическая скамья, источник света, экран со шкалой и щелью, дифракционные решетки, линейка.

**Задания:**

- 1) Включите источник света и осветите щель. Рассмотрите щель через дифракционную решетку с известной постоянной и убедитесь, что на миллиметровую линейку проецируются изображения главных максимумов.
- 2) Проведите прямые измерения, необходимые для определения длины волны спектральной линии дифракционного спектра, указанной преподавателем. Для каждого прямого измерения вычислите значение длины световой волны, а затем усредните полученные результаты.
- 3) Оцените погрешность измерения длины световой волны. Результат измерения длины световой волны запишите в стандартном виде.
- 4) Определите неизвестную постоянную дифракционной решетки №2. Для этого повторите все измерения пункта 2, используя решетку с неизвестной постоянной. Вычислите значение постоянной решетки для каждого эксперимента, а затем усредните полученные результаты.
- 5) Сравните спектральные характеристики используемых в работе дифракционных решеток и сделайте вывод, какую из решеток лучше использовать в спектральном анализе.

**Контрольные вопросы**

- 1) Дайте определение явления дифракции света. При каких условиях можно наблюдать дифракцию света?
- 2) В чем отличие дифракции Фраунгофера от дифракции Френеля? Какую дифракцию вы наблюдали в данной работе?
- 3) Что собою представляет дифракционная решетка? Объясните, почему данный прибор позволяет наблюдать дифракционную картину?
- 4) Что называют периодом решетки и как его определить?
- 5) Получите для дифракционной решетки условие наблюдения главных максимумов.
- 6) Почему при освещении решетки «белым» светом возникают дифракционные спектры? Как и почему расположены цвета в дифракционном спектре?
- 7) Назовите спектральные характеристики дифракционной решетки. Как их определить?

**Лабораторная работа № 7. Определение фокусных расстояний тонких линз (3 часа)**

**Цель работы:**

- изучить тонкие собирающие и рассеивающие линзы, их основные характеристики, способы построения изображений в тонких линзах;
- изучить методы измерения фокусных расстояний тонких собирающих и рассеивающих линз;
- определить фокусное расстояние собирающей и рассеивающей линзы.

**Приборы и принадлежности:** оптическая скамья, осветитель, набор линз, экран, линейка.

**Задания:**

- 1) Определите фокусное расстояние собирающей линзы 1 и 2 способами. Все измерения проведите несколько раз для статистической обработки результатов наблюдений. По полученным экспериментальным данным вычислите фокусное расстояние собирающей линзы. Проведите обработку результатов прямых измерений. Сравните значения фокусного расстояния линзы, полученные 1 и 2 способом. Сделайте вывод, какой из способов является более точным.
- 2) Определите фокусное расстояние рассеивающей линзы 3 способом. Прежде чем приступить к измерениям, убедитесь в том, что при данном расположении приборов

получается отчетливое действительное изображение предмета при одновременной работе обеих линз. Измерения лучше проводить при уменьшенном изображении предмета. Все измерения проведите несколько раз для статистической обработки результатов наблюдений. По полученным экспериментальным данным вычислите фокусное расстояние рассеивающей линзы. Проведите обработку результатов прямых измерений.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Что называют сферической линзой? В каком случае сферическую линзу можно считать тонкой?
- 2) Дайте определение главной оптической оси, оптического центра, главных фокусов линзы, фокальной плоскости.
- 3) Какая линза называется собирающей? Рассеивающей?
- 4) Как меняется положение и вид изображения при перемещении предмета из бесконечности до собирающей линзы? до рассеивающей линзы?
- 5) Как записывается формула тонкой линзы? Как выбираются знаки перед величинами в формуле тонкой линзы?
- 6) Что такое оптическая сила линзы? От чего она зависит?
- 7) Почему нельзя определить фокусное расстояние рассеивающей линзы способами 1 и 2?

**Лабораторная работа № 8.** *Определение показателя преломления стеклянной пластинки при помощи микроскопа (3 часа)*

**Цели работы:**

- изучение метода измерения расстояния между двумя горизонтальными плоскостями в прозрачной среде;
- определение показателя преломления этой среды.

**Приборы и принадлежности:** микроскоп типа МБР-I, набор стеклянных пластинок, микрометр.

**Задания:**

- 1) Проведите измерение кажущейся  $x$  и действительной  $d$  толщины пластинки. Все измерения проведите несколько раз для статистической обработки результатов наблюдений.
- 2) По полученным экспериментальным данным вычислите значение показателя преломления для стекла, из которого изготовлена пластинка.
- 3) Проведите обработку результатов прямых измерений. Вычислите абсолютную и относительную ошибки для значения показателя преломления.
- 4) Аналогичные измерения и вычисления проведите для всех стеклянных пластинок, имеющихся в наборе.

**Контрольные вопросы:**

- 1) Сформулируйте основные законы геометрической оптики.
- 2) Каков физический смысл показателя преломления?
- 3) Как объясняется явление преломления света на основе электромагнитной теории света? Через какие величины выражается показатель преломления вещества в электромагнитной теории света?
- 4) Почему кажущаяся толщина стеклянной пластинки меньше действительной?
- 5) Выведите формулу для определения показателя преломления стеклянной пластинки.
- 6) Расскажите о методе определения кажущейся толщины стеклянной пластинки при помощи микроскопа.

**Лабораторная работа № 9.** *Изучение основных законов внешнего фотоэффекта (4 часа)*

**Цели работы:**

- исследование вольт-амперной характеристики вакуумного фотоэлемента;
- исследование зависимости фототока насыщения от освещенности фотокатода.

**Приборы и принадлежности:** сурьмяно-цезиевый вакуумный фотоэлемент СЦВ-3,

вольтметр М106, микроамперметр М 198/1, выпрямитель, потенциометр, осветитель, оптическая скамья.

#### **Задания:**

1) Снимите вольтамперную характеристику фотоэлемента при двух значениях светового потока, падающего на фотокатод. Постройте графики зависимости  $I = f(U)$ .

2) Исследуйте зависимость тока насыщения фотоэлемента от светового потока. Для этого снимите зависимость  $i_n = f(I^{-2})$  при неизменной силе света источника и постоянном напряжении между анодом и катодом фотоэлемента. Постройте график зависимости  $i_n = f(I^{-2})$ .

3) Оцените погрешности измерений и сделайте выводы.

#### **Контрольные вопросы:**

1) В чем заключается явление фотоэффекта? Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта.

2) В чем состояли трудности электромагнитной теории света при объяснении законов фотоэффекта?

3) Объясните законы фотоэффекта на основании квантовой теории.

4) Что называют потоком излучения? освещенностью? Каковы единицы измерения указанных величин? От чего зависит освещенность точки поверхности, создаваемая точечным источником света?

5) Какими способами можно измерить световой поток, падающий на фотокатод?

6) Где применяются фотоэлементы?

#### **Самостоятельная работа**

1) **Подготовка к практическим занятиям** включает в себя подготовку ответов на теоретические вопросы к практическим занятиям и самостоятельное решение задач по теме занятия (приведены в планах практических занятий).

*Методические рекомендации для студентов по подготовке к практическому занятию.* Подготовка к практическим занятиям предполагает подготовку студентом ответов на теоретические вопросы и выполнение практических заданий для самостоятельной работы (решение задач по теме занятия). Перечень вопросов для подготовки к занятию и задания для самостоятельной работы приведены в планах практических занятий. Выполнение студентами данного вида самостоятельной работы проверяется преподавателем на соответствующем практическом занятии.

1) Изучите материал, соответствующий теме практического занятия, по конспекту соответствующей лекции и одному из учебников, предложенному в списке основной литературы.

2) Найдите в тексте учебника и конспекте лекций ответы на вопросы для подготовки к занятию. Рекомендуется составить краткий конспект по каждому из вопросов.

3) Выучите основные понятия и определения, законы и формулы, соответствующие теме практического занятия.

4) Выполните практические задания, предложенные для самостоятельной работы по теме данного занятия.

*Методические рекомендации студенту по самостоятельному решению задач.* Перед решением задач студенту рекомендуется познакомиться с необходимыми физическими теориями и законами, используя материалы лекций, а также источники из списка основной и дополнительной литературы, ресурсы сети «Интернет».

Решение каждой задачи должно содержать следующие пункты:

1) Краткая запись условия размещается в левом верхнем углу листа и отделяется от основного решения вертикальной линией. В краткую запись включаются буквенные обозначения величин, заданных по условию задачи, и их количественные значения в единицах СИ. Также в краткую запись условия включаются величины, значения которых необходимо найти по условию задачи. Незвестные величины отделяются от известных горизонтальной чертой.



2) Рисунок размещается справа от краткой записи условия. На рисунке необходимо схематически изобразить физическую ситуацию, описываемую в условии задачи. Особое внимание следует уделить рисункам к задачам по механике. По возможности, на рисунке следует указать основные величины, известные по условию задачи, а также искомые величины.

3) Анализ условия размещается под рисунком и включает в себя указание тех физических теорий и законов, на применении которых основывается решение задачи. Анализ условия также может включать объяснение явлений и процессов, описываемых в условии задачи.

4) Запись необходимых математических уравнений, отражающих физические теории и законы, используемые при решении задачи. При записи математических уравнений необходимо следить, чтобы в них входили только известные и искомые физические величины.

5) Решение составленной системы математических уравнений приводится в полном объеме, без сокращений и записей вида «путем несложных математических преобразований получим...».

6) Анализ полученного ответа проводится по нескольким направлениям. Следует проверить единицу измерения полученной величины, проанализировать численное значение на соответствие условию задачи и логическую непротиворечивость. После анализа результата, следует записать ответ к задаче.

## **2) Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.**

*Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной подготовки к лабораторным занятиям.* Подготовка к лабораторным занятиям включает в себя изучение теоретического материала по теме занятия, подготовку ответов на вопросы к защите лабораторной работы, а также, в случае необходимости, обработку результатов измерений и вычисление погрешностей. Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы приведены в планах лабораторных занятий. Выполнение студентами данного вида самостоятельной работы проверяется преподавателем на соответствующем лабораторном занятии.

Выполнение лабораторной работы включает в себя три основных этапа:

1) *Самостоятельная подготовка студента к выполнению лабораторной работы.* На данном этапе студент самостоятельно изучает методические указания по выполнению лабораторной работы, учебную литературу по теме лабораторной работы, выполняет заготовку отчета и изучает экспериментальную установку, приборы и оборудование.

2) *Выполнение лабораторной работы (проведение эксперимента) и обработка экспериментальных данных.* На данном этапе студент получает допуск к выполнению лабораторной работы и проводит эксперимент, заносит полученные данные в заготовку отчета. Все проведенные измерения обязательно проверяются преподавателем, который отмечает их правильность своей подписью в отчете. Затем студент самостоятельно проводит необходимую математическую обработку результатов эксперимента и на основании полученных данных делает вывод о достижении цели лабораторной работы.

3) *Защита лабораторной работы* включает в себя проверку преподавателем письменного отчета студента о выполненной лабораторной работе, а также беседу преподавателя со студентом по вопросам, касающимся теории изучаемого явления, методики проведения эксперимента, обработки полученных экспериментальных данных.

## **3. Самостоятельное изучение отдельных вопросов курса**

Часть теоретических вопросов курса выносятся на самостоятельное изучение студентами. При самостоятельном изучении вопроса студент должен познакомиться с содержанием соответствующей темы по одному из учебников, указанных в списке основной литературы, при необходимости могут использоваться источники из списка дополнительной литературы, а также рекомендованные ресурсы сети «Интернет». По каждому вопросу необходимо составить конспект, по возможности включающий следующие пункты:

– краткая история открытия явления, закона, изобретения;

– основные физические законы и теории, на которых основывается объяснение данного явления;

- математическая модель описываемого явления и выводы из нее;
- экспериментальная проверка справедливости теории, модели и выводов из нее;
- практическое применение описываемого явления, процесса.

Конспекты, составленные студентами, проверяются преподавателем во время лабораторных занятий, зачета и экзамена.

*Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение  
3 семестр*

1. Температурные шкалы.
2. Получение характеристических скоростей из распределения Максвелла.
3. Квантовая теория теплоемкости.
4. Расчет работы газа в изотермическом и адиабатном процессах.
5. Вывод уравнения Майера.
6. Адиабатный процесс. Получение уравнений Пуассона.
7. Изменение энтропии в различных процессах

*4 семестр*

1. Расчет электрического поля для нити, плоскости и шара (сферы) с помощью принципа суперпозиции и по теореме Остроградского-Гаусса.
2. Расчет потенциала электрического поля для нити, плоскости и шара (сферы) интегрированием. Проверка соответствия формуле  $\vec{E} = -grad\varphi$ .
3. Расчет емкости и энергии электрического поля сферического и цилиндрического конденсаторов.
4. Расчет индуктивности соленоида и коаксиального кабеля.
5. Решение системы уравнений Максвелла в диэлектрике и магнетике.
6. Расчет цепей переменного тока методом векторных диаграмм.
7. Магнитный и оптический способы записи информации.

## 6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

### 6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

**1. Решение задач для самостоятельной работы** (перечень задач для самостоятельной работы к каждому занятию приведен в планах практических занятий)

#### Критерии оценивания задач для самостоятельного решения

Показатель	Количество баллов
1) Приведена краткая форма условия задачи, включающая перевод единиц измерения в СИ.	0,5
2) Выполнен рисунок к условию задачи, на котором обозначены все необходимые физические и геометрические параметры задачи	0,5
3) Проведен анализ условия задачи, включающий указание основных явлений, о которых идет речь в задаче, а также законов, положенных в основу решения задачи	1
4) Записаны математические уравнения законов, используемых при решении задачи	1
5) Приведено решение математических уравнений и получен численный ответ на вопрос задачи	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

**2. Подготовка конспекта по вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение** (перечень вопросов курса, выносимых на самостоятельное изучение, приведен в разделе «Самостоятельная работа»).

**Критерии оценивания конспектов по прикладным вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение**

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	1
2) Логика изложения материала	1
3) Примеры использования описанных явлений, теорий и устройств на практике	1
4) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	1
5) Оформление работы	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

**3. Выполнение и защита лабораторной работы** (задания к лабораторным занятиям и вопросы для защиты приведены в планах лабораторных занятий)

**Критерии оценивания лабораторной работы**

По результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «зачтено»** при выполнении следующих условий:

1) самостоятельное выполнение эксперимента и получение корректных экспериментальных данных;

2) наличие самостоятельно подготовленного отчета по установленной форме, в котором отражены результаты измерений и вычислений, в том числе погрешностей (при необходимости), а также представлены графики в соответствии с заданиями к лабораторной работе;

3) правильные ответы на все контрольные вопросы к данной лабораторной работе.

При невыполнении хотя бы одного из вышеперечисленных пунктов по результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «не зачтено»**.

#### 4. Контрольная работа (3 семестр)

##### Вариант 1

1. Движение материальной точки задано уравнением  $x = -4t + 2t^2$ . Напишите зависимость скорости от времени и постройте график координаты  $x = x(t)$  и скорости  $v = v(t)$ . Найдите графически путь, пройденной точкой за 2 секунды с момента времени  $t = 0$ .

2. Груз массой 100 кг равномерно перемещают по поверхности, прилагая силу  $\vec{F}$  под углом  $30^\circ$  к горизонту. Коэффициент трения 0,3. Найти величину этой силы.

3. Тело массой 100 г., брошенное вертикально вверх со скоростью 15 м/с, достигло максимальной высоты 15 м. Найдите работу сил сопротивления воздуха в процессе его подъема.

4. Газ сжат изотермически от объема  $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  до объема  $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ , при этом давление возросло на  $4,0 \cdot 10^3 \text{ Па}$ . Каким было первоначальное давление газа?

5. В вертикально расположенном сосуде под поршнем весом 20 Н содержится идеальный одноатомный газ. Между поршнем и неподвижной опорой располагается пружина, жесткость которой 200 Н/м. Расстояние между поршнем и дном сосуда 30 см, при этом пружина не деформирована. Какое количество теплоты нужно сообщить газу, чтобы поршень переместился на 10 см. Атмосферное давление не учитывать.

## Критерии оценивания контрольной работы

Правильное решение каждой задачи оценивается максимально в 1 балл.

Показатель	Количество баллов
1) Приведена краткая форма условия задачи, включающая перевод единиц измерения в СИ.	0,1
2) Выполнен рисунок к условию задачи, на котором обозначены все необходимые физические и геометрические параметры задачи	0,1
3) Проведен анализ условия задачи, включающий указание основных явлений, о которых идет речь в задаче, а также законов, положенных в основу решения задачи	0,3
4) Записаны математические уравнения законов, используемых при решении задачи	0,2
5) Приведено решение математических уравнений и получен численный ответ на вопрос задачи	0,3
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 1

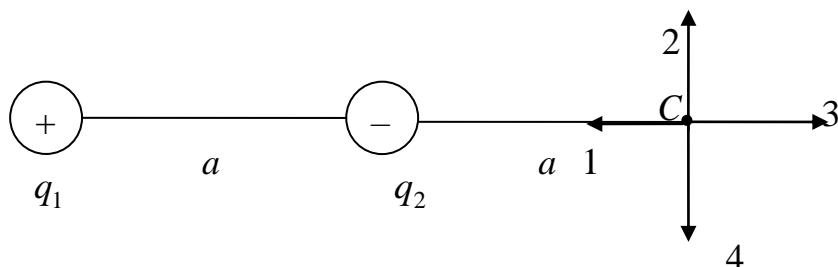
Оценка за контрольную работу определяется суммой баллов, полученных за решение каждой из задач (с учетом округления).

### 5. Контрольная работа (4 семестр)

#### Вариант 1

№1. Электростатическое поле создано двумя одинаковыми по величине точечными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ . Если  $q_1 = +q$ ,  $q_2 = -q$ , а расстояние между зарядами и от заряда  $q_2$  до точки  $C$  равно  $a$ , то вектор напряженности поля в точке  $C$  ориентирован в направлении

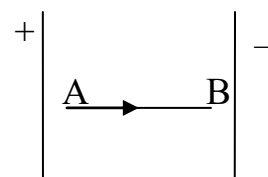
1. 2. 3. 4.



№ 2. В электрическом поле плоского конденсатора перемещается заряд  $+q$  в направлении, указанном стрелкой.

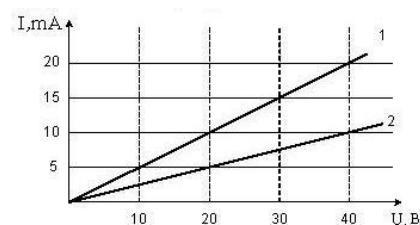
Тогда работа сил поля на участке  $AB$

- 1) положительна      2) отрицательна  
3) равна нулю



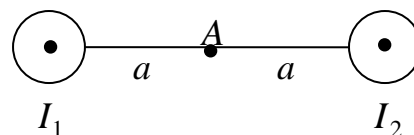
№ 3. Вольт-амперная характеристика двух элементов цепи представлена на рисунке. На элементе 1 при силе тока 15мА выделяется мощность

- 1) 0,30 Вт      2) 15 Вт      3) 450 Вт      4) 0,45 Вт



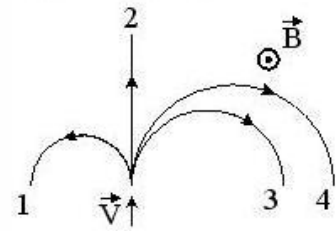
№ 4. Магнитное поле создано двумя параллельными длинными проводниками с токами  $I_1$  и  $I_2$ , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Если  $I_1 = 2I_2$ , то вектор  $\vec{B}$  индукции результирующего поля в точке  $A$  направлен

- 1) вниз    2) влево    3) вправо    4) вверх



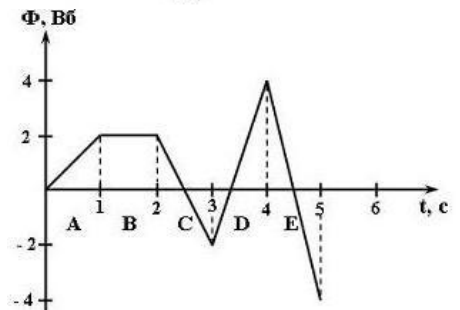
№ 5. На рисунке показаны траектории заряженных частиц, имеющих одинаковую скорость и влетающих в однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости чертежа. При этом для частицы 1

- 1)  $q > 0$       2)  $q < 0$       3)  $q = 0$



№ 6. На рисунке представлена зависимость магнитного потока, пронизывающего некоторый замкнутый контур, от времени. ЭДС индукции не возникает в контуре на интервале:

- 1) А    2) В    3) С    4) D    5) E



№7. В колебательном LC-контуре максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 50 Дж, максимальное значение энергии магнитного поля соленоида равно 50 Дж. Полная энергия электромагнитного поля контура

- 1) не изменяется и равна 100 Дж  
 2) изменяется в пределах от 50 до 100 Дж  
 3) изменяется в пределах от 0 до 100 Дж  
 4) не изменяется и равна 50 Дж

№ 8. Электромагнитные волны являются волнами

- 1) продольными  
 2) поперечными  
 3) в зависимости от среды распространения могут быть как продольными, так и поперечными.

№ 9. Уравнение, описывающее процессы в колебательном контуре  $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L} \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC}q = 0$  является дифференциальным уравнением:

- 1) свободных затухающих колебаний  
 2) свободных незатухающих колебаний  
 3) вынужденных колебаний.

№10. Если увеличить в 2 раза объемную плотность энергии электромагнитной волны и при этом уменьшить в 2 раза скорость ее распространения, то плотность потока энергии

- 1) увеличится в 2 раза    2) уменьшится в 2 раза    3) останется неизменной

№ 11. При прохождении белого света через трехгранную призму, наблюдается его разложение в спектр. Это явление объясняется

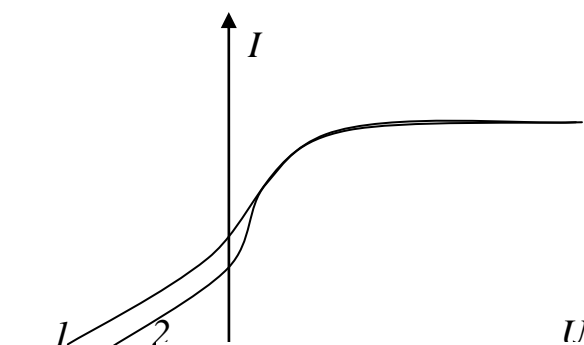
- 1) дисперсией                      2) поляризацией  
 3) дифракцией                    4) интерференцией

№ 12. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. Синяя линия гелия ( $\lambda = 450 \text{ нм}$ ) в спектре третьего порядка накладывается на линию в спектре второго порядка с длиной волны

- 1) 500 нм            2) 300 нм  
 3) 675 нм            4) 760 нм

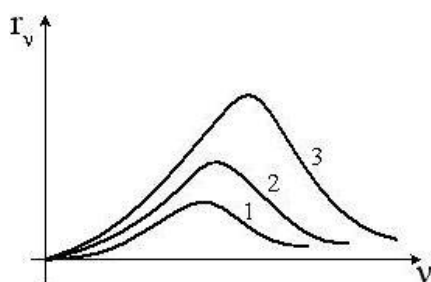
№ 13. На рисунке представлены две вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Если  $E$  – освещенность фотокатода, а  $V$  – частота падающего на него света, то для кривых 1 и 2 справедливы следующие утверждения:

- 1)  $\nu_1 < \nu_2, E_1 = E_2$
- 2)  $\nu_1 = \nu_2, E_1 < E_2$
- 3)  $\nu_1 > \nu_2, E_1 = E_2$
- 4)  $\nu_1 = \nu_2, E_1 > E_2$



№ 14. На рисунке представлены графики зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела при различных температурах. Наибольшей температуре соответствует график

- 1.
- 2.
- 3.



№ 15. Де Бройль обобщил соотношение  $p = \frac{h}{\lambda}$  для

фотона на любые волновые процессы, связанные с частицами, импульс которых равен  $p$ . Тогда, если скорость частиц одинакова, то наименьшей длиной волны обладают

- 1) протоны
- 2) нейтроны
- 3) электроны
- 4)  $\alpha$  - частицы

№ 16. Какая доля радиоактивных атомов распадется через интервал времени, равный двум периодам полураспада

- 1) Все атомы распадутся
- 2) 90%
- 3) 75%
- 4) 50 %
- 5) 25 %

№ 17.  $\alpha$  – излучение представляет собой поток

- 1) квантов электромагнитного излучения
- 2) протонов
- 3) ядер атомов гелия
- 4) электронов

№ 18. Неизвестный радиоактивный химический элемент самопроизвольно распадается по схеме:  $X \rightarrow {}_{36}^{91}\text{Kr} + {}_{56}^{142}\text{Ba} + 3n$ . Ядро этого элемента содержит

- 1) 94 протона и 144 нейтрона
- 2) 94 протона и 142 нейтрона
- 3) 92 протона и 142 нейтрона
- 4) 92 протона и 144 нейтрона

### Критерии оценивания контрольной работы

Отлично – 18-20 правильных ответов

Хорошо – 15-17 правильных ответов

Удовлетворительно – 12-14 правильных ответов

Неудовлетворительно – менее 12 правильных ответов

### 6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

#### Критерии выставления зачета (3 семестр):

Отметка «зачтено» выставляется студенту, который в течение семестра:

1. Посещал лекционные, практические и лабораторные занятия (при наличии пропусков занятий – предоставил преподавателю все выполненные задания по теме занятия).
2. Не имеет оценок «не зачтено» по итогам работы на практических занятиях.
3. Не имеет оценок «не зачтено» по итогам выполнения заданий для самостоятельной работы.

4. Выполнил и защитил 5 лабораторных работ.
  5. Написал контрольную работу на оценку не ниже «удовлетворительно».
- Зачет выставляется студенту при выполнении всех указанных критериев.

### **Критерии выставления зачета (4 семестр):**

Отметка «зачтено» выставляется студенту, который в течение семестра:

1. Посещал лекционные и лабораторные занятия (при наличии пропусков занятий – предоставил преподавателю все выполненные задания по теме занятия).
  2. Не имеет оценок «не зачтено» по итогам выполнения заданий для самостоятельной работы.
  3. Выполнил и защитил 9 лабораторных работ.
  4. Написал контрольную работу на оценку не ниже «удовлетворительно».
- Зачет выставляется студенту при выполнении всех указанных критериев.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **7.1. Основная литература**

- 1) Бордовский Г.А. Общая физика в 2 т. Том 1: учебное пособие для вузов / Г.А. Бордовский, Э.В. Бурсиан. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 242 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/454254>.
- 2) Бордовский Г.А. Общая физика в 2 т. Том 2: учебное пособие для вузов / Г.А. Бордовский, Э.В. Бурсиан. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 299 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/454455>.
- 3) Кравченко Н.Ю. Физика: учебник и практикум для вузов / Н.Ю. Кравченко. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 300 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/450821>.
- 4) Физика: учебник и практикум для вузов / В.А. Ильин, Е.Ю. Бахтина, Н.Б. Виноградова, П.И. Самойленко; под редакцией В.А. Ильина. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 399 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/450506>.

### **7.2 Дополнительная литература**

- 1) Айзензон А.Е. Физика: учебник и практикум для вузов / А.Е. Айзензон. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 335 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/450504>.
- 2) Бекман И.Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения: учебник для вузов / И.Н. Бекман. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 493 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/452506>.
- 3) Горлач В.В. Физика: учебное пособие для вузов / В.В. Горлач. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 215 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/450980>.
- 4) Горлач В.В. Физика. Задачи, тесты. Методы решения: учебное пособие для вузов / В.В. Горлач. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 301 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/455706>.
- 5) Горлач В.В. Физика. Самостоятельная работа студента: учебное пособие для вузов / В.В. Горлач, Н.А. Иванов, М.В. Пластинина. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 168 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/452048>.
- 6) Горлач В.В. Физика: механика. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / В.В. Горлач. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 171 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/455479>.
- 7) Кузнецов С.И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы: учебное пособие для вузов / С.И. Кузнецов. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 301 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/451430>.
- 8) Никеров В. А. Физика: учебник и практикум для вузов / В.А. Никеров. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 415 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/450293>.
- 9) Складорова Е. А. Физика. Механика: учебное пособие для вузов / Е.А. Складорова, С.И. Кузнецов, Е.С. Кулюкина. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 248 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/453993>.
- 10) Дюндин А.В., Кислякова Е.В. Физика. Электродинамика и оптика: учебно-

методическое пособие. – Смоленск, СмолГУ, 2010.

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

1. <http://school-collection.edu.ru/> – Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
2. <http://fcior.edu.ru/> – Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)
3. <http://kvant.mccme.ru/> – Научно-популярный физико-математический журнал «Квант»
4. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/> – Ядерная физика в интернете

## 8. Материально-техническое обеспечение

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа (практических занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная стандартной учебной мебелью.**

**Помещение для самостоятельной работы** – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

**Лабораторные занятия** проводятся в Лаборатории механики, Лаборатории молекулярной физики и термодинамики. Лаборатории электродинамики и Лаборатории оптики физико-математического факультета, оснащенных необходимым оборудованием (перечень оборудования приведен в описании лабораторных работ).

Для проведения лекционных демонстрационных экспериментов используется оборудование кафедры физики и технических дисциплин:

- превращение энергии (маятник Максвелла);
- диффузия (стеклянный цилиндр, стеклянная пластина с наклеенными бумажными полосками, смоченными фенолфталеином, нашатырный спирт, вата);
- работа газа (насос Комовского, бутылка с пробкой);
- зарядка и разрядка конденсатора (конденсатор, источник тока, соединительные провода, лампочка);
- источники тока (электрофорная машина, гальванометр, термоэлемент, спиртовка, фотоэлемент, аккумулятор, батарейка);
- опыт Эрстеда – действие магнитного поля на проводник с током (источник постоянного тока, ключ, соединительные провода, магнитная стрелка);
- магнитные линии (постоянный магнит, железные опилки);
- явление электромагнитной индукции (гальванометр, дроссельная катушка, магнит, соединительные провода).

## 9. Программное обеспечение

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный АО «Лаборатория Касперского», лицензия 1FB6-161215-133553-1-6231.

Microsoft Open License, лицензия 49463448 в составе: Microsoft Windows Professional 7 Russian; Microsoft Office 2010 Russian.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0  
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич  
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022