

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической  
работе \_\_\_\_\_ Е. Г. Елина

\_\_\_\_\_ 2016 г.



Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИКА**

Направление подготовки  
бакалавриата  
**05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Профиль подготовки бакалавриата  
**Прикладная метеорология**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
Заочная

Саратов,  
2016 год

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физика» являются изучение основных законов физики, основных экспериментальных закономерностей, лежащих в основе этих законов, методов описания классических и квантовых систем, а также формирование у студентов знаний и умений, позволяющих моделировать физические явления и проводить численные расчеты соответствующих физических величин. В результате изучения дисциплины студенты должны получить представление о материальности природы, о формах существования материи и ее эволюции, о состояниях в природе, о категориях времени, об изменениях физических величин и их специфике в различных разделах физики. Она также является фундаментом для последующего изучения профессиональных и профильных дисциплин.

Задачи освоения дисциплины:

- сформировать у студентов современное естественнонаучное мировоззрение;
- сформировать у студентов научное мышление, дать прочные знания основных фундаментальных законов классической и современной физики;
- расширить их научно-технический кругозор;
- дать представление о различных физических моделях окружающего мира и границах применимости различных физических теорий;
- показать, что законы физики используются при объяснении явлений природы и процессов, протекающих на Земле, в недрах и окружающем пространстве;
- вооружить студентов последовательной системой физических знаний, которая необходима для становления их естественнонаучного образования, успешного усвоения специальных курсов и могла бы быть использована ими и в их практической деятельности.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Физика» относится к базовой части (Б1.Б.7). Дисциплина адресована профилю «Прикладная метеорология» направления подготовки 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология», изучается в первом, втором и третьем семестрах (первый и второй годы обучения). Она включает в себя теоретическую и практическую части.

Для освоения дисциплины «Физика» студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения физики и математики в общеобразовательной школе, а также при изучении дисциплины «Математика», преподаваемой им в университете.

Эта дисциплина обеспечивает взаимосвязь всех изучаемых в бакалавриате естественнонаучных дисциплин. Успешное освоение дисциплины позволяет перейти к изучению «Динамической метеорологии», «Геофизики», «Физики атмосферы, океана и вод суши», «Электротехники и электроники», «Методов и средств гидрометеорологических измерений» и «Механики жидкости и газа».

Освоение «Физики» является необходимой основой для последующей подготовки к выполнению курсовых работ и выпускной квалификационной работы, продолжения образования в магистратуре.

Программа дисциплины построена блочно-модульно, в ней выделены следующие разделы – «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Колебания и волны, оптика» и «Атомная и ядерная физика».

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Физика»**

Выпускник программы бакалавриата должен обладать следующими компетенциями:

### **б) общепрофессиональные (ОПК):**

– ОПК–1 (частично). Способностью представить современную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук, физики и математики.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**•Знать:**

- основные понятия, законы и модели механики, термодинамики, теории волн, гидродинамики, турбулентности в жидкостях; электромагнитного излучения; электромагнетизма, основных химических реакций в атмосфере и гидросфере и протекающих в них процессов;
- фундаментальные опыты, лежащие в основе законов физики;
- фундаментальные физические константы.

**•Уметь:**

- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;
- употреблять физическую терминологию для выражения количественных и качественных отношений физических объектов;
- применять законы физики при решении расчетных и качественных задач по изученным темам;
- пользоваться простейшими физическими и измерительными приборами;
- использовать основные приемы обработки экспериментальных данных;
- оценивать численные порядки величин, характерных для различных разделов физики;
- работать с графиками физических величин.

**•Владеть:**

- методами построения математических моделей при решении профессиональных задач.

#### **4. Структура и содержание дисциплины «Физика»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 13 зачетных единиц 468 часа.

#### 4.1. Структура преподавания дисциплины

##### Заочная полная программа

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Общая трудоемкость	Лекции	ЛЗ	СРС/КСР	
1.	Механика.	0		<b>36</b>	4	4	28	собеседование, защита ЛР
	<b>Итого за 0-й семестр</b>			<b>36</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>28</b>	
2.	Молекулярная физика.	1		<b>99</b>	4	4	91	защита ЛР, дистанционный контроль в режиме «off-line»
	Аттестация			<b>9</b>				экзамен
	<b>Итого за 1-й семестр</b>			<b>108</b> (с экз.)	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>91</b>	
3.	Электричество и магнетизм.	2		<b>99</b>	8	6	85	защита ЛР, дистанционный контроль в режиме «off-line»
	Аттестация			<b>9</b>				экзамен
	<b>Итого за 2-й семестр</b>			<b>108</b> (с экз.)	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>85</b>	
4.	Колебания и волны, оптика.	3		<b>103</b>	4	5	94	<b>Контрольная работа</b> , защита ЛР, дистанционный контроль в режи-

								ме «off-line»
5.	Атомная и ядерная физика.	3		<b>104</b>	4	5	95	<b>Контрольная работа</b> , защита ЛР, дистанционный контроль в режиме «off-line»
	Аттестация			<b>9</b>				Экзамен
	<b>Итого за 3-й семестр</b>			<b>216</b> (с экз.)	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>189</b>	
	<b>Итого</b>			<b>468</b> (с экз.)	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>393</b>	

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Механика

#### 1.1. Введение

Предмет физики. Методы физического исследования. Связь физики с другими науками. Масштабы материального мира. Мегафизика, макрофизика, микрофизика. Исходные модели материальных объектов. Классическая, полевая и квантово-релятивистская модели материальных объектов. Виды взаимодействий.

#### 1.2. Элементы кинематики

Система отсчета. Принцип относительности Галилея. Траектория, путь, перемещение. Средняя и мгновенная скорости. Среднее и мгновенное ускорения. Понятие о кривизне траектории. Движение по окружности. Угловая скорость и угловое ускорение. Угловая скорость как вектор. Нормальная и тангенциальная составляющие ускорения. Связь угловой и линейной скоростей.

#### 1.3. Динамика материальной точки и системы материальных точек

Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Виды взаимодействий и законы сил в механике. Закон всемирного тяготения. Расчет высоты геостационарного спутника Земли. Центр масс. Уравнение движения центра масс системы. Закон сохранения импульса для системы материальных точек. Мо-

мент силы и момент импульса точки. Уравнение моментов.

#### **1.4. Неинерциальные системы отсчета**

Особенности сил инерции. Центробежная сила инерции. Силы инерции, действующие на тело, движущееся во вращающейся системе отсчета. Кориолисово ускорение. Сила Кориолиса и ее роль на Земле.

#### **1.5. Работа и энергия**

Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения и превращения энергии в механике. Космические скорости спутников, планет и звезд.

#### **1.6. Движение твердого тела**

Твердое тело как система материальных точек. Момент инерции. Уравнение моментов для твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия вращающегося тела. Главные оси инерции. Понятие о гироскопах. Гироскопический эффект. Принцип работы гироскопа. Прецессия земной оси в пространстве.

#### **1.7. Движение жидкостей и газов**

Стационарный поток. Поле скоростей, линии и трубки тока. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли и его приложения (подъемная сила крыла самолета, аэрация почвы). Вязкость. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Формула Стокса. Характер движения водных потоков.

### **Раздел 2. Молекулярная физика**

#### **2.1. Молекулярно-кинетическая теория**

Статистический и термодинамический методы изучения молекулярных систем. Броуновское движение. Состояние вещества. Параметры системы. Модель идеального газа. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение Клайперона-Менделеева. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Атмосфера Земли и других планет. Максвелловское распределение газа по скоростям. Опыт Штерна.

## **2.2. Первый закон термодинамики**

Внутренняя энергия. Теплота и работа. Число степеней свободы молекул. Закон распределения энергии по степеням свободы. Теплоемкость газа. Политропические процессы.

## **2.3. Второй закон термодинамики**

Обратимые и необратимые процессы. Циклические процессы. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия. Понятие об энтропии. Закон возрастания энтропии. Энтропия и беспорядок. Границы применимости второго начала термодинамики.

## **2.4. Реальные газы**

Молекулярные силы в реальных газах. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Переход из газообразного состояния в жидкое. Метастабильные состояния. Внутренняя энергия реальных газов. Эффект Джоуля – Томсона.

## **2.5. Жидкости**

Молекулярные силы в жидкостях. Поверхностное натяжение и коэффициент поверхностного натяжения жидкости. Поверхностно-активные вещества. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Смачивание. Капиллярные явления.

## **Раздел 3. Электричество и магнетизм**

### **3.1. Полевая модель материи**

Понятие поля. Скалярные и векторные поля. Понятие оператора. Оператор Гамильтона. Дифференциальные характеристики векторного поля. Интегральные характеристики векторного поля. Нахождение векторного поля по его интегральным характеристикам. Связь интегральных и дифференциальных характеристик. Гравитационное поле – пример векторного поля. Напряженность и потенциал гравитационного поля. Графические методы изображения полей.

### **3.2. Уравнения электромагнитного поля**

Уравнения Максвелла как обобщение опытных фактов. Запись уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Электростатическое и магнитостатическое поля – частные случаи электромагнитного поля.

### **3.3. Электростатическое поле в вакууме**

Понятие об электрическом заряде. Модели, используемые для описания заряженных тел. Опыт Кавендиша. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса. Потенциальность электростатического поля. Циркуляция, потенциал, разность потенциалов. Связь напряженности с потенциалом. Графическое изображение электростатических полей. Уравнение Лапласа и Пуассона. Электрическое поле Земли.

### **3.4. Электростатическое поле в веществе**

Проводники и диэлектрики. Проводники в электрическом поле. Теорема Фарадея. Диэлектрики в электрическом поле. Теорема Гаусса для диэлектриков. Поляризация, электрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость. Емкость, конденсатор. Энергия системы электрических зарядов. Энергия электростатического поля.

### **3.5. Электрический ток**

Сила тока, плотность тока. Закон Ома в дифференциальной и интегральной формах для участка цепи. ЭДС. Закон Ома для участка цепи, содержащей ЭДС, и для полной цепи. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа.

### **3.6. Магнитное поле**

Опыты Роуланда и Эрстеда. Вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца. Закон Ампера. Гипотеза Ампера. Эквивалентность токов и магнитов. Поток, циркуляция, потенциал магнитного поля в вакууме.

### **3.7. Закон электромагнитной индукции**

Закон сохранения заряда. Закон Фарадея и правило Ленца. Энергия магнитного поля. Уравнение непрерывности. Ток смещения. Уравнения Максвелла в вакууме.

### **3.8. Магнитное поле в веществе**

Молекулярные токи, магнитный момент, вектор намагничивания. Поток и циркуляция магнитного поля в веществе. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Парамагнетики, диамагнетики и ферромагнетики.

### **3.9. Электромагнитное поле**

Уравнения Максвелла для среды. Энергия электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойтинга. Закон сохранения энергии и импульса для электромагнитного поля. Переменное электромагнитное поле в однородной среде и вакууме. Волновое уравнение. Электромагнитное излучение.

## **Раздел 4. Колебания и волны, оптика**

### **4.1. Механические колебания и волны**

Гармонические колебания. Уравнения движения точки под действием упругой силы. Энергия собственных незатухающих колебаний. Математический и физический маятники. Колебания угла наклона земной оси к эклиптике. Затухающие колебания. Декремент затухания. Вынужденные колебания. Резонанс. Явление резонанса в природе.

Волны. Волны поперечные и продольные. Уравнение плоской бегущей волны. Сложение волн. Явление интерференции. Уравнение стоячей волны. Скорость распространения звуковой волны. Эффект Доплера.

### **4.2. Геометрическая оптика**

Основные законы. Принцип Ферма и его применение. Линзы. Построение изображений в линзах.

### **4.3. Интерференция и дифракция света**

Принцип Гюйгенса-Френеля. Интерференция и дифракция, примеры. Полосы

равного наклона и равной толщины. Метод зон Френеля.

#### **4.4. Дисперсия света и взаимодействие света с веществом**

Молекулярная теория дисперсии, формула Зельмейера. Поглощение света, закон Бугера.

#### **4.5. Поляризация света**

Естественный и поляризованный свет. Способы получения поляризованного света. Двойное лучепреломление. Оптически активные вещества.

### **Раздел 5. Атомная и ядерная физика**

#### **5.1. Тепловое излучение, фотоны и их свойства**

Спектры. Спектры излучение и поглощения. Закон Кирхгоффа. Формула Бальмера. Комбинационный принцип Ритца. Абсолютно черное тело. Гипотеза Планка. Принцип эквивалентности Эйнштейна. Фотон. Фотоэффект внешний и внутренний. Формула Эйнштейна для фотоэффекта.

#### **5.2. Строение атома. Элементы квантовой физики**

Опыты Ленарда. Модели атомов Томсона. Опыты Резерфорда. Модель атома Резерфорда. Атом Бора. Постулаты Бора. Эффект Комптона. Гипотеза Луи де Бройля. Опыты Джармера-Девисона, Томсона, дифракция электронов. Волновые свойства электрона. Физический смысл волновой функции. Основные идеи квантовой механики. Уравнение Шредингера.

Элементы матричной механики Гейзенберга и ее основные положения. Принцип неопределенности Гейзенберга. Понятие о полном наборе.

Ядро. Стабильные и нестабильные ядра, их основные характеристики. Масса атомных ядер и энергия связи нуклонов в ядре. Радиоактивность ядер. Закон радиоактивного распада. Основные типы распада ядер.

#### **4.3. Планы лабораторного практикума**

Описание базы лабораторных занятий, форм их проведения:

Для выполнения лабораторного практикума подготовлен ряд лабора-

торных работ по избранным разделам дисциплины «Физика» – «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Колебания и волны, оптика». Занятия проводятся в Общем физическом практикуме им. П.В. Голубкова с соблюдением всех правил техники безопасности.

Лабораторные работы обеспечивают формирование повышенного уровня общепрофессиональной (ОПК-1) компетенции.

Лабораторные работы помогают овладеть навыками применения законов физики для решения расчетных и качественных задач по изученным темам; позволяют научиться, во-первых, пользоваться простейшими физическими и измерительными приборами, во-вторых, использовать основные приемы обработки экспериментальных данных, в третьих, оценивать численные порядки величин и, в четвертых, работать с графиками физических величин.

Избранные лабораторные работы Общего физического практикума им. П.В. Голубкова:

## **Раздел 1. «Механика»**

### **Тема 1.1. Измерение моментов инерции тел.**

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

**Упражнение 1.** Определение момента инерции тела с помощью крутильного маятника.

1. Сформулировать и доказать теорему Штейнера-Гюйгенса.
2. Вывести формулу для расчета момента инерции однородного шара относительно оси, проходящей через его центр.
3. Вывести рабочую формулу для расчета момента инерции вращающегося тела с помощью крутильного маятника.
4. Измерить момент инерции ненагруженной системы  $I_0$ .
5. Измерить момент инерции нагруженной системы  $I_1$ .
6. Измерить момент инерции исследуемого тела  $I_T$ .
7. Определить относительную погрешность метода измерения.
8. Записать окончательный результат измерения момента инерции тела с

учетом найденной погрешности метода  $\Delta I_M$ .

**Упражнение 2.** Определение момента инерции с помощью трифилярного подвеса.

1. Сформулировать и доказать теорему Штейнера-Гюйгенса.
2. Вывести рабочую формулу для расчета момента инерции вращающегося тела.
3. Измерить момент инерции ненагруженной платформы  $I_0$ .
4. Измерить момент инерции нагруженной платформы  $I_1$ .
5. Определить момент инерции исследуемого тела.
6. Определить относительную погрешность измерений методом трифилярного подвеса.
7. Проверить теорему Штейнера-Гюйгенса.

Рекомендуемая литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 560 с.
2. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М. Механика. Берклевский курс физики. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2005. – 480 с.
3. Физический практикум. Механика /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 176 с.

**Тема 1.2.** Измерение ускорения силы тяжести методом физического маятника.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Вывести формулу периода колебаний физического маятника и объяснить ход кривой зависимости периода колебаний от расстояния между точкой подвеса и центром тяжести маятника-стержня.
2. Выяснить, что такое ускорение силы тяжести и от каких факторов зависит его значение.
3. Вывести рабочую формулу для расчета ускорения силы тяжести.
4. Измерить период колебаний  $T$  маятника-стержня при различных значениях расстояния  $a$  между точкой подвеса и центром тяжести маятника-

стержня.

5. По известным значениям  $a$  и  $T$  построить график, отложив по вертикальной оси период  $T$ , по горизонтальной оси расстояние  $a$ .
6. Научиться определять ускорение силы тяжести по кривой зависимости периода колебаний маятника-стержня от расстояния между точкой подвеса и центром тяжести маятника.

Рекомендуемая литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 560 с.
2. Савельев И.В. Курс физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 354 с.
3. Хайкин С.Э. Физические основы механики. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 768 с.
4. Физический практикум. Механика /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 176 с.
5. Физический практикум. Механика и молекулярная физика /Под ред. В.И. Ивероновой. – М.: Наука, 1967. – 352 с.

**Тема 1.3.** Измерение скорости полета пули.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Изучить, в чем заключается баллистический метод измерения скорости полета пули.
2. Выяснить, при каких условиях баллистический маятник можно принять за математический.
3. Сформулировать законы сохранения импульса и механической энергии и указать, как они используются при выводе рабочей формулы.
4. Выяснить, как определяется максимальная относительная погрешность метода измерений.
5. Определить, какими факторами ограничивается точность измерения скорости полета пули в опыте.
6. Измерить на весах массы пули и съемного внутреннего цилиндра маят-

ника.

7. С каждой пулей произвести не менее пяти выстрелов. Опыты проводить с тремя пулями различного веса.
8. По рабочей формуле вычислить скорость пули при каждом выстреле. Для каждой пули вычислить среднее значение скорости пули и среднюю абсолютную погрешность измерения.

Рекомендуемая литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 560 с.
2. Савельев И.В. Курс физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 354 с.
3. Физический практикум. Механика /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 176 с.
4. Физический практикум. Механика и молекулярная физика /Под ред. В.И. Ивероновой. – М.: Наука, 1967. – 352 с.

**Тема 1.4.** Измерение модулей упругости.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

**Упражнение 1.** Определение модуля Юнга из растяжения.

1. Узнать, что происходит с кристаллической структурой твердого тела при упругой и пластической деформациях.
2. Выяснить виды деформации.
3. Начертить диаграмму деформации тела для случая растяжения и сформулировать закон Гука для этого случая.
4. Узнать физический смысл модуля Юнга.
5. Объяснить устройство катетометра.
6. Получить рабочую формулу для модуля Юнга из растяжения.
7. Измерить металлической линейкой длину проволоки от нижнего края верхнего цилиндра до черты указателя.
8. Измерить микрометром диаметр проволоки.
9. Измерить с помощью катетометра абсолютное удлинение проволоки,

вызываемое за счет ее растяжения под действием грузов различной массы.

10. Построить график зависимости удлинения проволоки  $\Delta l$  от действующей нагрузки  $F$  и по графику убедиться, что деформация в исследуемой области является упругой.
11. Вычислить модуль Юнга и сравнить полученное значение с известным табличным значением модуля для данного материала и объяснить причины возможных расхождений.

### **Упражнение 2.** Определение модуля Юнга из изгиба.

1. Узнать, что происходит с кристаллической структурой твердого тела при упругой и пластической деформациях.
2. Выяснить виды деформации.
3. Начертить диаграмму деформации тела для случая изгиба и сформулировать закон Гука для этого случая.
4. Узнать физический смысл модуля Юнга.
5. Вывести рабочую формулу для определения модуля Юнга из изгиба.
6. Измерить линейкой расстояние между стальными призмами прибора, на которые кладется стержень из исследуемого материала.
7. Измерить микрометром диаметр стержня.
8. Измерить на технических весах массу каждого груза, навешиваемого на подвес.
9. Поочередно навешивая на подвес грузы, измерить общее значение стрелы прогиба  $\lambda$ , вызываемое каждый раз суммарным грузом.
10. Построить график зависимости стрелы прогиба  $\lambda$  от нагрузки  $F$  и по графику убедиться, что деформация в исследуемой области является упругой.
11. Получить из опыта значение модуля Юнга, сравнить с табличным значением модуля для данного материала и объяснить причины возможных расхождений.

Рекомендуемая литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 560 с.
2. Стрелков С.П. Механика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2005. – 560 с.
3. Физический практикум. Механика /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 176 с.

**Тема 1.5.** Исследование колебаний пружинного маятника.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Узнать, какие колебания называются гармоническими.
2. Выяснить, при каких условиях обеспечиваются гармонические колебания; какими параметрами они характеризуются.
3. Узнать, от каких величин зависит период колебаний пружинного маятника.
4. Узнать, в чем состоят статический и динамический методы измерения коэффициента жесткости пружины.
5. Выяснить, в чем состоит цель измерений коэффициента жесткости двумя методами.
6. Узнать, какими параметрами характеризуются затухающие колебания.
7. Определить коэффициент жесткости пружины статическим методом.
8. Определить коэффициент жесткости пружины динамическим методом.

Рекомендуемая литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 560 с.
2. Стрелков С.П. Механика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2005. – 560 с.
3. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2009. – 336 с.
4. Физический практикум. Механика /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 176 с.

**Тема 1.6.** Измерение скорости звука в воздухе.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

**Упражнение 1.** Определение скорости звука в воздухе методом интерферен-

ции.

**Упражнение 2.** Определение скорости звука в воздухе методом стоячей волны.

1. Выяснить, как происходит процесс распространения звука в газе.
2. Записать уравнение плоской бегущей волны. Выяснить, какими параметрами характеризуется волна. Нарисовать графики зависимости  $\xi = f(x)$  при  $t = \text{const}$  и  $\xi = f(t)$  при  $x = \text{const}$ . Узнать, как распределяется плотность воздуха вдоль трубки в данный момент времени.
3. Записать уравнение стоячей волны. Нарисовать графики зависимости  $\xi = f(x)$  при  $t = \text{const}$  и  $\xi = f(t)$  при  $x = \text{const}$ . Узнать, как распределяется плотность воздуха вдоль трубки в данный момент времени.
4. Выяснить, как зависит скорость звука от температуры.
5. Выяснить, в чем заключается явление интерференции волн и как амплитуда результирующей волны зависит от разности хода интерферирующих волн.
6. Узнать, при каких условиях в минимуме интенсивность звуковых колебаний имеет конечное значение.
7. Разобраться в том, как устроена экспериментальная установка для определения скорости звука в воздухе методом интерференции.
8. Разобраться в том, как устроена экспериментальная установка для определения скорости звука в воздухе методом стоячей волны..
9. Определить скорость звука в воздухе методом интерференции.
10. Определить скорость звука в воздухе методом стоячей волны.

Рекомендуемая литература:

1. Савельев И.В. Курс физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 354 с.
2. Стрелков С.П. Механика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2005. – 560 с.
3. Физический практикум. Механика /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 176 с.

**Раздел 2. «Молекулярная физика»**

**Тема 2.1.** Определение отношения удельных теплоемкостей газов адиабатическим методом.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Дать определение удельных теплоемкостей газов.
2. Дать характеристику первого и второго начала термодинамики.
3. Выяснить основные представления кинетической теории газов.
4. Вывести рабочую формулу.
5. Описать измерительную установку и последовательность эксперимента.
6. Провести эксперимент и определить отношение удельных теплоемкостей газов адиабатическим методом.

Рекомендуемая литература:

1. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2007. – 480 с.
2. Ландау Л.Д., Ахиезер А.И., Лифшиц Е.М. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. – М.: Добросвет, 2011. – 340 с.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 368 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.
5. Физический практикум. Молекулярная физика /Под ред. А.А. Игнатьева. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1993. – 99 с.

**Тема 2.2.** Определение коэффициента теплопроводности твердого теплоизолятора.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Узнать, что такое теплопроводность вещества.
2. Выяснить единицу теплопроводности в СИ.
3. Узнать, каким методом определяется коэффициент теплопроводности в лабораторной работе и в чем его суть.
4. Выяснить, учитываются ли в данной работе утечки тепла.

5. Выяснить, что означает стационарное температурное состояние измерительной установки.
6. Выяснить, на каком принципе основано измерение температуры.
7. Получить рабочую формулу для определения коэффициента теплопроводности твердого вещества.
8. Провести эксперимент и определить коэффициент теплопроводности твердого вещества.

Рекомендуемая литература:

1. Варгафтик Н.Б. Теплофизические свойства веществ. – М.: Госэнергоиздат, 1956. – 367 с.
2. Чиркин В.С. Теплопроводность промышленных материалов. – М.: Машгиз, 1962. – 247 с.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 368 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.
5. Физический практикум. Молекулярная физика /Под ред. А.А. Игнатьева. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1993. – 99 с.

**Тема 2.3.** Определение коэффициента внутреннего трения жидкостей.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

**Упражнение 1.** Определение коэффициента внутреннего трения жидкостей по методу Стокса.

**Упражнение 2.** Определение коэффициента внутреннего трения жидкостей методом капиллярного вискозиметра.

1. Выяснить, какими явлениями вызвано внутреннее трение жидкостей.
2. Вывести формулу для определения коэффициента внутреннего трения жидкостей (формулу Пуазейля).
3. Выяснить, какими методами измеряется коэффициент внутреннего трения жидкостей.
4. Получить формулы для определения коэффициента внутреннего трения жидкостей.

ния по методу Стокса с помощью твердых шариков и с помощью капиллярного вискозиметра.

5. Описать измерительные установки и порядок проведения эксперимента.
6. Провести эксперимент и определить коэффициент внутреннего трения исследуемой жидкости.

Рекомендуемая литература:

1. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2007. – 480 с.
2. Ландау Л.Д., Ахиезер А.И., Лифшиц Е.М. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. – М.: Добросвет, 2011. – 340 с.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 368 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.
5. Физический практикум. Молекулярная физика /Под ред. А.А. Игнатьева. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1993. – 99 с.

**Тема 2.4.** Определение коэффициента внутреннего трения газов, средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

**Упражнение 1.** Определение коэффициента внутреннего трения воздуха с помощью газометра.

**Упражнение 2.** Определение коэффициента внутреннего трения воздуха по средней скорости капельного истечения жидкости.

1. Описать характер движения и взаимодействия молекул в модели идеального газа.
2. Дать определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул газа.
3. Вывести формулу для коэффициента внутреннего трения газа.
4. Выяснить, какие методы используются в данной лабораторной работе

для исследования газа.

5. Узнать, с помощью каких установок экспериментально определяется коэффициент внутреннего трения газов и принцип их действия.
6. Провести эксперимент и определить коэффициент внутреннего трения воздуха.
7. Используя найденное значение коэффициента внутреннего трения воздуха, вычислить среднюю длину свободного пробега и эффективный диаметр молекул воздуха.

Рекомендуемая литература:

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 368 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.
3. Физический практикум. Молекулярная физика /Под ред. А.А. Игнатьева. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1993. – 99 с.

**Тема 2.5.** Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкостей.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

**Упражнение 1.** Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом капель.

**Упражнение 2.** Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом газовых пузырьков.

1. Описать механизм возникновения поверхностного натяжения жидкостей и дать его количественную характеристику.
2. Выяснить, какие методы определения коэффициента поверхностного натяжения используются в данной лабораторной работе.
3. Вывести рабочие формулы для определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости для метода капель и газовых пузырьков.
4. Дать описание установок для измерений и порядка проведения эксперимента.
5. Провести эксперимент и определить коэффициент поверхностного на-

тяжения жидкости.

Рекомендуемая литература:

1. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2007. – 480 с.
2. Штрауф Е.А. Курс физики. Т.1. Физические основы механики, термодинамики и молекулярная физика. – Л.: Судпромгиз, 1962. – 484 с.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 368 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.
5. Физический практикум. Молекулярная физика /Под ред. А.А. Игнатьева. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1993. – 99 с.

**Тема 2.6.** Определение влажности воздуха.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

**Упражнение 1.** Определение абсолютной и относительной влажности воздуха с помощью конденсационного гигрометра с термоэлектрическим охлаждением.

**Упражнение 2.** Определение постоянной аспирационного психрометра Ассмана.

1. Перечислить основные параметры, определяющие состояние влажного воздуха.
2. Дать определение абсолютной влажности воздуха.
3. Дать определение относительной влажности воздуха.
4. Выяснить, какими методами определяется влажность воздуха и в чем состоит их суть.
5. Описать устройство гигрометров и психрометров.
6. Выяснить, какие погрешности влияют на точность измерения влажности воздуха.
7. Провести эксперимент и определить относительную влажность воздуха и постоянную аспирационного психрометра Ассмана.

Рекомендуемая литература:

1. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2007. – 480 с.
2. Кедров В.Н., Стернзат М.С. Метеорологические приборы. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 544 с.
3. Аверкиев М.С. Метеорология. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1951. – 544 с.
4. Усольцев В.А. Измерение влажности воздуха. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 182 с.
5. Курс метеорологии (физика атмосферы) /Под ред. П.Н. Тверского. – Л.: Гидрометеиздат, 1951. – 887 с.
6. Физический практикум. Молекулярная физика /Под ред. А.А. Игнатьева. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1993. – 99 с.

**Тема 2.7.** Ознакомление со статистическими закономерностями на механических моделях.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Выяснить, в чем заключаются термодинамический и статистический подходы для изучения процессов, происходящих в макроскопических системах.
2. Дать характеристику статистических закономерностей поведения макросистем.
3. Дать определение основных понятий и характеристик теории вероятности.
4. Выяснить, какими законами описываются распределения случайных величин.
5. Описать устройство доски Гальтона и порядок проведения опытов и обработки экспериментальных результатов.
6. Провести эксперимент, определить плотность вероятности и дисперсию случайной величины. Построить график зависимости плотности вероятности случайной величины  $f(i, \sigma)$  попадания в  $i$ -ую ячейку доски Гальтона от номера ячейки  $i$ .

#### Рекомендуемая литература:

1. Щеголев Б.М. Математическая обработка наблюдений. – М.: Наука, 1969. – 344 с.
2. Сквайрс Дж. Практическая физика. – М.: Мир, 1971. – 246 с.
3. Рейф Ф. Статистическая физика. – М.: Наука, 1986. – 336 с.
4. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2007. – 480 с.
5. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 368 с.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 544 с.
7. Физический практикум. Механика и молекулярная физика /Под ред. В.И. Ивероновой. – М.: Наука, 1967. – 352 с.
8. Физический практикум. Молекулярная физика /Под ред. А.А. Игнатьева. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1993. – 99 с.

### **Раздел 3. «Электричество и магнетизм»**

**Тема 3.1.** Изучение электростатического поля методом электролитической ванны.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Выяснить, какими физическими характеристиками описывается электростатическое поле.
2. Узнать, какие существуют методы графического представления электростатического поля.
3. Выяснить, какими основными уравнениями описываются свойства электростатического поля.
4. Узнать, в чем заключается метод моделирования электростатических полей на электролитической ванне.
5. Объяснить методику снятия картин поля с помощью электролитической ванны.
6. Выяснить, как с помощью электролитической ванны исследовать поля

многоэлектродных систем.

7. Выяснить, как можно проверить метод электрических изображений на электролитической ванне.
8. Провести эксперимент и исследовать поле плоского конденсатора, построить эквипотенциальные линии.

Рекомендуемая литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3. Электричество. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 646 с.
2. Парселл Э. Электричество и магнетизм. Берклевский курс физики. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2005. – 416 с.
3. Физический практикум. Ч.1. Электричество и магнетизм /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 192 с.

**Тема 3.2.** Измерение диэлектрической проницаемости жидких диэлектриков.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Выяснить, какие вещества относят к диэлектрикам.
2. Выяснить, что понимают под макроскопическим электрическим полем в диэлектрике.
3. Узнать, в чем состоит явление поляризации диэлектрика.
4. Выяснить, какие существуют механизмы поляризации.
5. Дать определение диэлектрической проницаемости. Выяснить, что характеризует эта величина.
6. Выяснить, как изменяются напряженность поля, разность потенциалов на обкладках и емкость идеального конденсатора при заполнении его диэлектриком.
7. Узнать, каковы особенности поведения диэлектриков в переменных электрических полях.
8. Выяснить, какие существуют методы измерения диэлектрической проницаемости.
9. Рассказать об экспериментальной установке и рабочей формуле.
10. Провести эксперимент и определить значение диэлектрической проницаемости.

цаемости керосина.

Рекомендуемая литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3. Электричество. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 646 с.
2. Савельев И.В. Курс физики. Т.2. Электричество. Волны. Оптика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 500 с.
3. Парселл Э. Электричество и магнетизм. Берклевский курс физики. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2005. – 416 с.
4. Физический практикум. Ч.1. Электричество и магнетизм /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 192 с.

**Тема 3.3.** Измерение сопротивлений при помощи моста постоянного тока.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Перечислить основные характеристики постоянного тока. Рассказать законы постоянного тока.
2. Рассказать правила Кирхгофа. Привести примеры использования этих правил.
3. Выяснить, как объясняет классическая электронная теория электропроводность металлов и зависимость их сопротивления от температуры.
4. Выяснить, в чем состоит суть мостовых методов измерения сопротивлений и их достоинство.
5. Вывести условие равновесия моста постоянного тока.
6. Объяснить рабочую схему моста постоянного тока. Объяснить, зачем введен двойной ключ.
7. Выяснить, при каких условиях чувствительность мостовой схемы наибольшая.
8. Разобрать методы расчета сложных симметричных цепей.
9. Провести эксперимент и измерить сопротивления. Провести расчет сложных цепочек сопротивлений и проверить расчетные результаты.

Рекомендуемая литература:

1. Калашников С.Г. Электричество. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 624 с.

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3. Электричество. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 646 с.
3. Савельев И.В. Курс физики. Т.2. Электричество. Волны. Оптика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 500 с.
4. Физический практикум. Электричество и магнетизм /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 192 с.

**Тема 3.4.** Измерение ЭДС и силы тока компенсационным методом.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Дать определение электродвижущей силы источника тока.
2. Выяснить причины возникновения ЭДС в гальванических элементах.
3. Выяснить, какие элементы называются нормальными. Узнать устройство и принцип действия нормального элемента Вестона. Выяснить, какие требования предъявляются к нормальным элементам.
4. Узнать, в чем сущность компенсационных методов измерения напряжения, ЭДС и других электрических величин, а также каковы достоинства этих методов.
5. Начертить простейшую схему измерения напряжения и ЭДС компенсационным методом. Вывести рабочие формулы.
6. Выяснить, как метод компенсации может быть использован для определения силы тока в электрической цепи и для градуировки миллиамперметра.
7. Провести эксперимент и измерить ЭДС источника постоянного тока.

Рекомендуемая литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3. Электричество. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 646 с.
2. Парселл Э. Электричество и магнетизм. Берклевский курс физики. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2005. – 416 с.
3. Элементарный учебник физики. Т.2. Электричество. Магнетизм /Под ред. Г.С. Ландсберга. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 480 с.
4. Курс электрических измерений /Под ред. В.Т. Прыткова, А.В. Талицко-

го. – М.-Л., 1960. – 342 с.

5. Физический практикум. Электричество и магнетизм /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 192 с.

### **Тема 3.5.** Изучение работы электроизмерительных приборов.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Выяснить принцип действия стрелочных электроизмерительных приборов и их основные характеристики.
2. Выяснить основные типы измерительных механизмов.
3. Узнать, какие бывают классы точности приборов и какие классы точности установлены для электроизмерительных приборов.
4. Найти основные обозначения, применяемые для характеристики приборов.
5. Узнать, как производится градуировка и построение поправочной кривой вольтметра и амперметра.
6. Выяснить, как пользоваться поправочными кривыми и как определяется класс точности прибора.
7. Узнать, как можно расширить пределы измерений вольтметров и амперметров.
8. Выяснить, как оценивается линейность шкалы электроизмерительного прибора.
9. Построить поправочную кривую к приборам вольтметр, амперметр и оценить точность измерений.
10. Определить класс точности прибора.

Рекомендуемая литература:

1. Попов В.С. Электротехнические измерения и приборы. – М.-Л.: Гос-ЭнергоИздат, 1963. – 544 с.
2. Алукер Ш.М. Электроизмерительные приборы. – М.: Высшая школа, 1966. – 280 с.
3. Магаршак Б.Г. Электрические измерения. – Л.: Судпромгиз, 1962. – 339 с.

4. Арутюнов В.О. Электрические измерительные приборы и измерения. – М.-Л.: ГосЭнергоИздат, 1958. – 631 с.
5. Физический практикум. Ч.1. Электричество и магнетизм /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 192 с.

**Тема 3.6.** Изучение работы полупроводниковых диодов и полупроводниковых выпрямителей.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Рассказать о природе носителей тока при собственной и примесной проводимости полупроводников.
2. Рассказать о явлениях, возникших при контакте металла с полупроводником и двух полупроводников. Выяснить, почему такая система обладает односторонней проводимостью.
3. Выяснить, как зависит сопротивление выпрямителя от величины и знака напряжения. Изобразить зависимость графически.
4. Выяснить, что такое вольт-амперная характеристика выпрямителя. Начертить схему для снятия такой характеристики. Объяснить назначение отдельных элементов схемы.
5. Начертить схему для получения вольт-амперной характеристики с помощью электронного осциллографа. Объяснить, как работает такая схема.
6. Начертить схемы однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей. Объяснить, как они работают.
7. Получить вольт-амперную характеристику полупроводникового диода и изучить ее.
8. Увидеть вольт-амперную характеристику диода на экране электронного осциллографа.
9. Исследовать выпрямительные схемы с помощью электронного осциллографа.

Рекомендуемая литература:

1. Калашников С.Г. Электричество. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 624 с.

2. Савельев И.В. Курс физики. Т.2. Электричество. Волны. Оптика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 500 с.
3. Физический практикум. Электричество и оптика /Под ред. В.И. Иверновой. – М.: Наука, 1968. – 815 с.
4. Физический практикум. Ч.1. Электричество и магнетизм /Под ред. В.С. Стальмахова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 192 с.

#### **Раздел 4. «Оптика»**

**Тема 4.1.** Измерение фокусных расстояний линз при помощи малой оптической скамьи.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Напишите без вывода общую формулу тонкой линзы и поясните смысл всех величин, входящих в нее.
2. Рассмотрите различные случаи построения хода лучей в собирающих и рассеивающих линзах.
3. Выясните, какими методами определяются фокусные расстояния линз в настоящей работе.
4. Определите главное фокусное расстояние собирающей линзы различными способами.
5. Определите главное фокусное расстояние рассеивающей линзы различными способами.

Рекомендуемая литература:

1. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 848 с.
2. Матвеев А.Н. Оптика. – М.: Высшая школа, 1985. – 351 с.
3. Савельев И.В. Курс физики. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 406 с.
4. Физический практикум. Электричество и оптика /Под ред. В.И. Иверновой. – М.: Наука, 1968. – 815 с.
5. Чуриловский В.Н. Теория оптических приборов. – Л.: Машиностроение, 1966. – 564 с.

6. Лабораторная работа №1. Измерение фокусных расстояний линз при помощи малой оптической скамьи. /

[http://optics.sgu.ru/\\_media/library/education/opt1lab1.pdf](http://optics.sgu.ru/_media/library/education/opt1lab1.pdf).

**Тема 4.2.** Измерение увеличения зрительной трубы и микроскопа.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Выяснить, с помощью каких формул можно вычислить увеличение объективов зрительной трубы и микроскопа, а также увеличение окуляра.
2. Узнать, где располагается выходной зрачок в зрительной трубе и в микроскопе.
3. Выяснить, от каких параметров зависит увеличение зрительной трубы и микроскопа.
4. Узнать, как может быть измерено расстояние наилучшего зрения.
5. Найти, какими методами измеряется увеличение зрительной трубы и микроскопа.
6. Выяснить, как измеряется поле зрения зрительной трубы.
7. Построить ход лучей в зрительной трубе и микроскопе.
8. Измерить расстояние наилучшего зрения.
9. Определить увеличение зрительной трубы.
10. Измерить увеличение микроскопа.

Рекомендуемая литература:

1. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 848 с.
2. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Т.3. Оптика. Атомная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 656 с.
3. Бегунов Б.Н. Геометрическая оптика. – М.: Изд-во МГУ, 1961. – 261 с.
4. Федин Л.А. Микроскопы, принадлежности к ним и лупы. – М.: Оборонгиз, 1961. – 252 с.
5. Шишловский А.А. Прикладная физическая оптика. – М.: Физматгиз, 1961. – 811 с.
6. Физический практикум. Электричество и оптика /Под ред. В.И. Иверов-

новой. – М.: Наука, 1968. – 815 с.

7. Лабораторная работа №3. Измерение увеличения зрительной трубы и микроскопа. / [http://optics.sgu.ru/\\_media/library/education/opt1lab3.pdf](http://optics.sgu.ru/_media/library/education/opt1lab3.pdf).

**Тема 4.3.** Определение показателя преломления жидкости при помощи рефрактометра ИРФ-22.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Сформулировать закон преломления и пояснить физический смысл относительного и абсолютного показателей преломления.
2. Сформулировать условия, при которых наблюдается полное внутреннее отражение. Получить формулу для определения предельного угла полного внутреннего отражения. Объяснить зависимость величины предельного угла от длины волны.
3. Построить ход лучей в рефрактометре ИРФ-22 при монохроматическом освещении. Выяснить, какую роль играет в приборе компенсатор дисперсии.
4. Выяснить, как формируется изображение в фокальной плоскости зрительной трубы при освещении белым светом.
5. Измерить показатель преломления прозрачной жидкости на ИРФ-22.

Рекомендуемая литература:

1. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 848 с.
2. Савельев И.В. Курс физики. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 406 с.
3. Иоффе Б.В. Рефрактометрические методы химии. – Л.: Химия, 1974. – 406 с.
4. Лабораторная работа №1. Определение показателя преломления жидкости при помощи рефрактометра ИРФ-22. / [http://optics.sgu.ru/\\_media/library/education/opt2lab1.pdf](http://optics.sgu.ru/_media/library/education/opt2lab1.pdf).

**Тема 4.4.** Качественный спектральный анализ с помощью монохроматора УМ-2.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Выяснить, на чем основан качественный спектральный анализ.
2. Найти постулаты Бора, изучить схему уровней энергии атома. Рассмотреть на этой диаграмме переходы, связанные с излучением и поглощением света.
3. Изучить оптическую схему спектрального прибора и выяснить назначение отдельных узлов.
4. Выяснить, как формируется изображение входной щели в фокальной плоскости объектива камеры.
5. Узнать, каково назначение призмы.
6. Найти определения основных характеристик спектрального прибора: дисперсии, разрешающей способности, светосилы.
7. Изучить оптическую схему монохроматора УМ-2 и выяснить принцип действия призмы постоянного угла отклонения (призма Аббе).
8. Проградуировать монохроматор УМ-2.
9. Определить неизвестный элемент по его спектру излучения.

Рекомендуемая литература:

1. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 848 с.
2. Савельев И.В. Курс физики. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008. – 406 с.
3. Лебедева В.В. Техника оптической спектроскопии. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 352 с.
4. Лабораторная работа №2. Качественный спектральный анализ с помощью монохроматора УМ-2. / [http://optics.sgu.ru/\\_media/library/education/opt3lab2.pdf](http://optics.sgu.ru/_media/library/education/opt3lab2.pdf).

**Тема 4.5.** Определение длины волны при наблюдении колец Ньютона.

Перечень заданий выносимых на лабораторную работу

1. Найти основные характеристики колебаний и волн и разобрать их физический смысл (частота, период, круговая частота, волновое число,

- скорость распространения волны, длина волны, амплитуда, фаза).
2. Рассмотреть сложение гармонических колебаний. Записать условия максимума и минимума энергии суммарного колебания.
  3. Вывести формулу, связывающую разность фаз с разностью хода.
  4. Вывести формулу для разности хода интерферирующих лучей в схеме наблюдения колец Ньютона.
  5. Объяснить формы наблюдаемых интерференционных полос и их окраски.
  6. .Определить радиус кривизны линзы.
  7. Определить длину волны.

Рекомендуемая литература:

1. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 848 с.
2. Бутиков Е.И. Оптика. – СПб.: Невский диалект, 2003. – 480 с.
3. Лабораторная работа №2. Определение длины волны при наблюдении колец Ньютона./ [http://optics.sgu.ru/\\_media/library/education/opt4lab2.pdf](http://optics.sgu.ru/_media/library/education/opt4lab2.pdf).

**Тема 4.6.** Изучение эффекта вращения плоскости поляризации.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу:

1. Поясните принцип действия призмы Николя. Выясните, какая часть энергии падающего света проходит через призму Николя, если падающий свет: а) линейно поляризован, б) циркулярно поляризован, в) естественный.
2. Нарисуйте ход лучей в полутеневом сахариметре (с указанием направления колебаний электрического вектора). Объясните, как поле зрения разделяется на две части.
3. Выясните, как объясняется в теории Френеля явление вращения плоскости поляризации света в оптически активных веществах.
4. Выведите формулу для угла поворота плоскости поляризации в оптически активной среде.
5. Определите удельное вращение сахара.
6. Найдите концентрацию сахара в растворе.

Рекомендуемая литература:

1. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 848 с.
2. Бутиков Е.И. Оптика. – СПб.: Невский диалект, 2003. – 480 с.
3. Лабораторная работа №1. Изучение эффекта вращения плоскости поляризации. / [http://optics.sgu.ru/\\_media/library/education/opt5lab1.pdf](http://optics.sgu.ru/_media/library/education/opt5lab1.pdf).

## 5. Образовательные технологии

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются традиционные технологии сообщающего обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде. К ним относятся: **аудиторные занятия в форме лекций** с использованием лекционных демонстрационных опытов и ПК для демонстрации материала; **лабораторные занятия** в лабораториях «Механика, молекулярная физика», «Электричество и магнетизм» и «Оптика» Общего физического практикума; **самостоятельная работа** в научной библиотеке университета, в компьютерном классе с использованием доступа к сети Internet и программного обеспечения для работы с графической, аудио и видео-информацией.

Использование традиционных технологий обеспечивает необходимый уровень профессионального образования для студентов, регулярно посещающих аудиторные занятия. Они также формируют умения систематизировать, обобщать, извлекать из учебно-методической литературы значимую информацию и т.п.

В процессе изучения теоретических разделов курса используются новые образовательные технологии обучения: демонстрационные программы; информационно-справочные системы; электронные учебники.

Данные технологии обеспечивают более наглядную подачу материала за счет мультимедиа. Использование электронных учебников позволяет разгрузить преподавателя и увеличить заинтересованность студентов в предмете. При работе с мультимедийными программами обеспечивается обратная связь, осуществляется быстрый поиск нужной информации, экономится вре-

мя при многократных обращениях к гипертекстовым объяснениям; наряду с кратким текстом, объяснения сопровождаются демонстрацией анимационных эффектов и синхронным озвучиванием.

Помимо традиционных образовательных технологий также применяются дистанционные формы обучения в режимах off-line и on-line, которые позволяют получить полноценное образование студентам, которые по тем или иным причинам не могут регулярно посещать аудиторские занятия.

### **Особенности образовательных технологий для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Выбор методов обучения определяется содержанием дисциплины, уровнем профессиональной подготовки преподавателя, методического и материально-технического обеспечения, особенностями восприятия учебной информации студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья и т.д.

Для слабовидящих студентов в лекционных и учебных аудиториях должна быть предусмотрена возможность просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. Для чтения учебно-методической литературы необходимо предусмотреть наличие электронных луп. При необходимости должна быть предусмотрена возможность записи лекций на диктофон.

Слабослышащие студенты должны получать дополнительную информацию по дисциплине из видеоматериалов, подготовленных преподавателем (см. п.8 пп. в) *программное обеспечение и Интернет-ресурсы* [13-18]).

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов составляют не более 40% аудиторных занятий в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология».

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа студентов заключается в работе со специальной литературой, рабочей программой дисциплины и конспектом лекций для повышения своего профессионального уровня, успешного прохождения текущего контроля успеваемости и сдачи промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Помимо этого студент должен самостоятельно решить контрольную работу.

**6.1. Программа самостоятельной работы студентов**

**0 семестр**

Код формируемой компетенции	Тема	Вид	Форма	Объем учебной работы (часов)
ОПК-1	1.2. Элементы кинематики	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	4
ОПК-1	1.3. Динамика материальной точки и системы материальных точек	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	5
ОПК-1	1.4. Неинерциальные системы отсчета	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	5
ОПК-1	1.5. Работа и энергия	подготовка к экзамену и к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	5
ОПК-1	1.6. Движение твердого тела	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	5
ОПК-1	1.7. Движение жидкостей и газов	подготовка к экзамену и к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	4

**1 семестр**

Код формируемой компетенции	Тема	Вид	Форма	Объем учебной работы (часов)
-----------------------------	------	-----	-------	------------------------------

<b>руемой компетенции</b>				<b>ной работы (часов)</b>
ОПК-1	2.1. Молекулярно-кинетическая теория	подготовка к экзамену и к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	18
ОПК-1	2.2. Первый закон термодинамики	подготовка к экзамену и к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	18
ОПК-1	2.3. Второй закон термодинамики	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	18
ОПК-1	2.4. Реальные газы	подготовка к экзамену и к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	18
ОПК-1	2.5. Жидкости	подготовка к экзамену и к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	19

## 2 семестр

<b>Код формируемой компетенции</b>	<b>Тема</b>	<b>Вид</b>	<b>Форма</b>	<b>Объем учебной работы (часов)</b>
ОПК-1	3.1. Полевая модель материи	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	9
ОПК-1	3.2. Уравнения электромагнитного поля	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	9
ОПК-1	3.3. Электростатическое поле в вакууме	подготовка к экзамену и к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	9
ОПК-1	3.4. Электростатическое поле в веществе	подготовка к экзамену и к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	9
ОПК-1	3.5. Электрический ток	подготовка к экзамену и к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	9
ОПК-1	3.6. Магнитное поле	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	9
ОПК-1	3.7. Закон электромагнитной индукции	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	9
ОПК-1	3.8. Магнитное поле в ве-	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	11

	ществе			
ОПК-1	3.9. Электромагнитное поле	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	11

### 3 семестр

Код формируемой компетенции	Тема	Вид	Форма	Объем учебной работы (часов)
ОПК-1	4.1. Механические колебания и волны	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	27
ОПК-1	4.2. Геометрическая оптика	подготовка к экзамену к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	27
ОПК-1	4.3. Интерференция и дифракция света	подготовка к экзамену к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	27
ОПК-1	4.4. Дисперсия света и взаимодействие света с веществом	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	27
ОПК-1	4.5. Поляризация света	подготовка к экзамену к защите ЛР	СРС без участия преподавателя	27
ОПК-1	5.1. Тепловое излучение, фотоны и их свойства	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	27
ОПК-1	5.2. Элементы квантовой физики	подготовка к экзамену	СРС без участия преподавателя	27

### Содержание СРС

#### Вопросы для самостоятельного изучения:

#### 0 семестр

1. Особенности сил инерции. Центробежная сила инерции.
2. Силы инерции, действующие на тело, движущееся во вращающейся системе отсчета.
3. Кориолисово ускорение.
4. Сила Кориолиса и ее роль на Земле.

5. Стационарный поток. Поле скоростей, линии и трубки тока.
6. Уравнение неразрывности струи.
7. Уравнение Бернулли и его приложения (подъемная сила крыла самолета, аэрация почвы).
8. Вязкость. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса.
9. Формула Стокса.
10. Характер движения водных потоков.

### **1 семестр**

1. Молекулярные силы в реальных газах.
2. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
3. Переход из газообразного состояния в жидкое.
4. Метастабильные состояния.
5. Внутренняя энергия реальных газов.
6. Эффект Джоуля – Томсона.
7. Молекулярные силы в жидкостях. Поверхностное натяжение и коэффициент поверхностного натяжения жидкости.
8. Поверхностно-активные вещества.
9. Давление под изогнутой поверхностью жидкости.
10. Смачивание. Капиллярные явления.

### **2 семестр**

1. Сила тока, плотность тока.
2. Закон Ома в дифференциальной и интегральной формах для участка цепи.
3. ЭДС. Закон Ома для участка цепи, содержащей ЭДС, и для полной цепи.
4. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа.
5. Уравнения Максвелла для среды.
6. Энергия электромагнитного поля.
7. Теорема Умова-Пойтинга.
8. Закон сохранения энергии и импульса для электромагнитного поля.

9. Переменное электромагнитное поле в однородной среде и вакууме.
10. Волновое уравнение.
11. Электромагнитное излучение.

### **3 семестр**

1. Основные законы геометрической оптики.
2. Принцип Ферма и его применение.
3. Линзы. Построение изображений в линзах.
4. Молекулярная теория дисперсии, формула Зельмейера.
5. Поглощение света, закон Бугера.
6. Элементы матричной механики Гейзенберга и ее основные положения.
7. Принцип неопределенности Гейзенберга.
8. Понятие о полном наборе.
9. Ядро. Стабильные и нестабильные ядра, их основные характеристики.
10. Масса атомных ядер и энергия связи нуклонов в ядре.
11. Радиоактивность ядер.
12. Закон радиоактивного распада.
13. Основные типы распада ядер.

#### **Тематика рефератов:**

Написание рефератов по данной дисциплине не предусмотрено.

#### **Тематика докладов:**

Написание докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

#### **Тематика курсовых работ:**

Написание курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено.

#### **Примерный перечень тем контрольной работы :**

##### **«Механика» и «Молекулярная физика»**

Кинематика. Равномерное и равноускоренное движения. Криволинейное движение. Движение тела, брошенного под углом к го-

ризонту. Вращательное движение. Работа и мощность. Закон сохранения энергии в нерелятивистском случае.

Расчет параметров идеального газа в различных состояниях. Первое и второе начала термодинамики. Работа при изопроцессах.

### **«Электричество и магнетизм» и «Оптика»**

Постоянное электрическое поле. Расчет электрических полей и потенциалов различных систем зарядов. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Расчет емкости конденсаторов. Энергия электрического поля.

Электрический ток. Постоянное магнитное поле. Расчет электрических цепей. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Расчет магнитного поля проводников сложной формы. Поле движущихся зарядов. ЭДС индукции.

Закон преломления. Интерференция, дифракция света.

### **Учебно-методические материалы для СРС:**

1. Савельев И.В. Курс физики. Учеб. пособие: в 3-х т. – СПб.; М.; Краснодар: Лань. Т.1: Механика. Молекулярная физика. – 2008. – 354 с.; Т.2: Электричество. Волны. Оптика. – 2008. – 500 с.; Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 2008. – 406 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Учеб. пособие: в 5-ти т. – М.: ФИЗМАТЛИТ. Т.1: Механика. – 2006. – 560 с.; Т.2: Термодинамика и молекулярная физика. – 2006. – 544 с.; Т.3: Электричество. – 2009. – 646 с.; Т.4: Оптика. – 2006. – 792 с.; Т.5: Атомная и ядерная физика. – 2006. – 784 с.
3. Китайгородский А.И. Введение в физику. – М.: Наука, 1973. – 688 с.
4. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Учеб. пособие: в 3-х т. – СПб.; М.; Краснодар: Лань. Т.1: Физические основы механики. Мо-

- лекулярная физика. Колебания и волны. – 2008. – 480 с.; Т.2: Электрические электромагнитные явления. – 2008. – 528 с.; Т.3: Оптика. Атомная физика. – 2008. – 656 с.
5. Зисман Г.А., Годес О.М. Курс общей физики. Учеб. пособие: в 3-х т. – СПб.; М.; Краснодар: Лань. Т.1: Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 2007. – 352 с.; Т.2: Электричество и магнетизм. – 2007. – 352 с.; Т.3: Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц. – 2007. – 512 с.
  6. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 368 с.
  7. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т.1. Теория равновесных систем. Термодинамика. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 240 с.
  8. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 752 с.
  9. Стейси Ф. Физика Земли. – М.: Мир, 1972. – 344 с.

## **6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся студентов.

Текущий контроль успеваемости включает в себя решение контрольной работы, тестов по всем изученным разделам дисциплины (см. п.1 раздела 6.2) и защиту лабораторных работ (темы ЛР см. раздел 4.3 программы).

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзаменов в первом, втором и третьем семестрах.

### **Оценочные средства по дисциплине:**

#### **п.1. Примерные тестовые задания для текущего контроля:**

##### **Раздел «Механика»**

##### **Тест №1.**

*К каждому заданию даны несколько ответов, из которых только один верный. Выбранный Вами ответ следует отметить крестиком (X) в бланке ответов.*

*Знак @-обозначает, что среди ответов 1-4 нет верных. Используются общепринятые обозначения физических величин.*

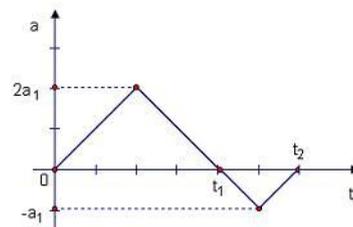
1. Радиус-вектор движущейся точки это:
  - 1) вектор, касательный к траектории движения точки;
  - 2) вектор, соединяющий тело отсчёта и движущуюся точку;
  - 3) вектор, соединяющий начальную и конечную точки траектории;
  - 4) вектор, равный произведению вектора ускорения на время;
  - 5) среди ответов 1-4 нет верных (далее такой ответ обозначается как @).
  
2. Если вектор скорости материальной точки не изменяется по направлению, то это движение:
  - 1) равномерное по окружности;
  - 2) колебательное;
  - 3) прямолинейное;
  - 4) произвольное;
  - 5) @.

3. Кинематическое уравнение равноускоренного движения имеет вид:

1)  $X = 5 + 2t$ ; 2)  $X = 5 + 2t + 4t^2$ ; 3)  $X = 3t(1 + 2t^2)$ ; 4)  $X = 8 + 4t - t^2$ ;

5)  $X = 3t(2 - 3t)$ .

4. На графике показано изменение с течением времени ускорения точки на прямолинейном отрезке пути. Начальная скорость равна нулю. Скорость точки в момент времени  $t_2$  равна ...



1)  $a_1 t_1$ ; 2)  $\frac{3}{2} a_1 t_1$ ; 3)  $\frac{5}{4} a_1 t_1$ ; 4)  $\frac{3}{4} a_1 t_1$ ;

5) @.

5. Зависимость от времени линейной скорости лопадки турбины, расположенной на расстоянии 1 м от оси вращения, задается уравнением  $v = 2t + 0,2t^2$  (в единицах СИ). Через 15 с после пуска величина углового ускорения лопадки турбины будет равна ...

1)  $8 \text{ с}^{-2}$ ; 2)  $10 \text{ с}^{-2}$ ; 3)  $2 \text{ с}^{-2}$ ; 4)  $5 \text{ с}^{-2}$ ; 5)  $7 \text{ с}^{-2}$ .

6. Твердое тело совершает поступательное движение, если:

1) за любые равные промежутки времени поворачивается на равные углы;

2) любая прямая, проведенная в теле остается параллельной самой себе;

3) центр масс твердого тела движется прямолинейно;

4) все точки твердого тела имеют одинаковые угловые скорости;

5) @.

7. Масса тела – это:

1) количество вещества, содержащегося в теле;

2) вес атомов и молекул тела;

3) мера инерции тела;

4) величина, пропорциональная ускорению тела;

5) @.

8. Количественная мера действия одного тела на другое это:

- 1) импульс тела;
- 2) мера инерции;
- 3) изменение скорости, умноженное на массу;
- 4) сила;
- 5) @.

9. Укажите наиболее общую форму второго закона динамики:

- 1)  $F = ma$ ;
- 2)  $F = v \frac{dm}{dt}$ ;
- 3)  $dv = \frac{F}{m} dt$ ;
- 4)  $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ ;
- 5) @.

Здесь  $F$  – приложенная к телу сила;  $m$  – масса;  $v$  – скорость;  $a$  – ускорение;  $p$  – импульс тела.

10. Необходимым условием выполнения законов сохранения в физике является:

- 1) консервативность внутренних сил системы;
- 2) консервативность внешних сил, действующих на систему;
- 3) система должна быть замкнута;
- 4) тела, входящие в систему, не должны взаимодействовать друг с другом;
- 5) @.

11. Работа силы  $F$  на перемещении  $\ell$  в *общем случае* определяется выражением:

- 1)  $A = F\ell$ ;
- 2)  $A = F\ell \cos\alpha$ ;
- 3)  $A = F_{cp}\ell$ ;
- 4)  $A = \int_0^{\ell} F(x)dx$ ;
- 5)  $A = (\vec{F} \cdot \vec{\ell})$ .

Здесь  $A$  – работа;  $\alpha$  – угол между векторами силы и перемещения.

12. Ускорение свободного падения тела вблизи Земли зависит:

- 1) от массы тела;
- 2) от массы и агрегатного состояния тела;
- 3) от высоты над поверхностью Земли и широты местности;
- 4) от произведения массы Земли на массу тела;
- 5) @.

13. На барабан радиусом  $R = 0,5$  м намотан шнур, к концу которого привя-

зан груз массой  $m = 10$  кг. Груз опускается с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. Момент инерции барабана ...

- 1) 12,5 кг·м<sup>2</sup>;    2) 2,5 кг·м<sup>2</sup>;    3) 15 кг·м<sup>2</sup>;  
4) 10 кг·м<sup>2</sup>;    5) 20 кг·м<sup>2</sup>.

14. Тело массой  $m$  движется со скоростью  $v$  и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Удар центральный и неупругий. Количество тепла, выделившееся при ударе, равно ...

- 1)  $Q = \frac{1}{2}mv^2$ ;    2)  $Q = \frac{3}{4}mv^2$ ;    3)  $Q = \frac{1}{4}mv^2$ ;    4)  $Q = \frac{5}{4}mv^2$ ;  
5) @.

## Раздел «Молекулярная физика»

### Тест №1.

*К каждому заданию даны несколько ответов, из которых только один верный. Выбранный Вами ответ следует отметить крестиком (X) в бланке ответов.*

*Знак @-обозначает, что среди ответов 1-4 нет верных. Используются общепринятые обозначения физических величин.*

1. Межмолекулярные силы –это:

- 1) силы отталкивания молекул;  
2) силы притяжения;  
3) силы взаимодействия электронных оболочек атомов;  
4) силы притяжения и отталкивания молекул;  
5) @.

2. Мера средней энергии теплового движения молекулы термодинамической системы это:

- 1) температура в равновесном состоянии системы;  
2) среднее давление;  
3) произведение скорости молекулы на ее импульс;  
4) произведение объёма газа на его давление, отнесенное к количеству молекул;

5) @.

3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа имеет вид:

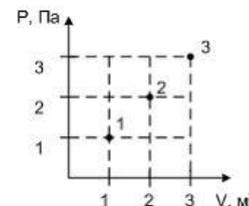
1)  $PV = Const$ ; 2)  $P = nkT$ ; 3)  $\frac{P}{T} = Const$ ; 4)  $\frac{V}{T} = Const$ ; 5)  $PV^n = Const$ .

Здесь  $P$  – давление;  $V$  – объем;  $T$  – температура;

$k$  – постоянная Больцмана,  $n$  – концентрация.

4. Идеальный газ имеет минимальную внутреннюю энергию в состоянии

1) 1, 2, 3; 2) 1; 3) 2; 4) 3; 5) @.



5. Физический смысл первого начала термодинамики в форме  $\partial Q = dU + \partial A$ :

1) устанавливает связь количества тепла и внутренней энергии термодинамической системы;

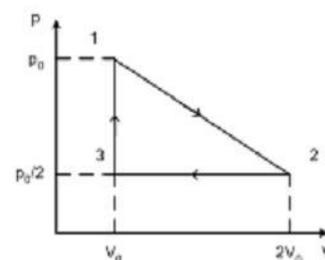
2) есть закон сохранения и превращения энергии в термодинамических процессах;

3) указывает, что нельзя одновременно изменять внутреннюю энергию и совершать работу;

4) устанавливает, что система может только получать тепло извне;

5) @.

6. На рисунке изображен циклический процесс, происходящий с одним молем двухатомного идеального газа. Газ совершает работу только за счет полученного извне тепла на участке...



1) 2-3; 2) 3-1; 3) 1-2; 4) 1-2, 2-3;

5) 2-3, 3-1.

7. Если для многоатомных молекул газа при температурах 100 К вклад энергии колебания ядер в теплоемкость газа пренебрежимо мал, то из предложенных ниже идеальных газов (водород, азот, гелий, водяной пар) изохорную теплоемкость  $C_V = 3R$  ( $R$  – универсальная газовая постоянная) имеет

один моль ...

- 1) водорода;      2) азота;      3) гелия;      4) водяного пара;      5) @.

8. В идеальной тепловой машине, работающей по циклу Карно, абсолютная температура нагревателя в 2 раза превышает температуру холодильника. Если температура холодильника уменьшится вдвое при неизменной температуре нагревателя, то КПД машины станет равным ...

- 1) 75%;      2) 100%;      3) 90%;      4) 50%;      5) 30%.

9. Второе начало термодинамики (изменение энтропии изолированной термодинамической систем) устанавливает:

- 1) энергию системы;  
2) направление течения процессов;  
3) температуру системы;  
4) давление внутри системы;  
5) @.

## Раздел «Электричество и магнетизм»

### Тест №1.

*К каждому заданию даны несколько ответов, из которых только один верный. Выбранный Вами ответ следует отметить крестиком (X) в бланке ответов.*

*Знак @-обозначает, что среди ответов 1-4 нет верных. Используются общепринятые обозначения физических величин.*

1. Какая частица является носителем наименьшего отрицательного заряда?

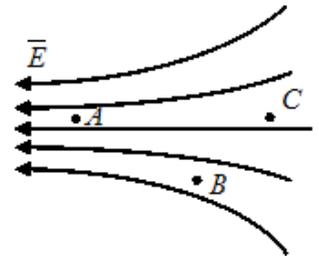
- 1) очень маленькая пылинка;  
2) альфа частица;  
3) протон;  
4) нейтрон;  
5) электрон.

2. Закон Кулона устанавливает:

- 1) величину зарядов;

- 2) массу заряженных частиц;
- 3) силу взаимодействия двух точечных зарядов;
- 4) расстояние между зарядами;
- 5) @.

3. На рисунке изображены силовые линии электростатического поля. Укажите верное соотношение для величины напряженности  $E$  поля в точках  $A$ ,  $B$  и  $C$ .

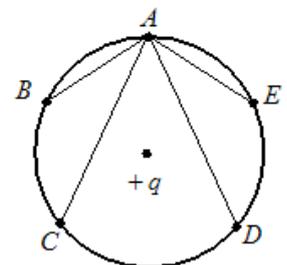


- 1)  $E_A > E_B > E_C$ ;
- 2)  $E_A = E_C > E_B$ ;
- 3)  $E_A = E_C < E_B$ ;
- 4)  $E_A < E_B < E_C$ ;
- 5)  $E_A > E_B < E_C$

4. Разность потенциалов между двумя точками электростатического поля это:

- 1) величина, численно равная работе по перемещению единичного, положительного заряда из первой точки во вторую;
- 2) отношение напряженности поля к расстоянию между точками;
- 3) потенциальная энергия взаимодействия зарядов;
- 4) произведение заряда на расстояние между точками;
- 5) @.

5. В электрическом поле точечного заряда  $q$  (см. рисунок) из точки  $A$  в точки  $B$ ,  $C$ ,  $D$  и  $E$  перемещают заряд  $q_0$ . Для работы по перемещению заряда  $q_0$  ( $q_0 < 0$ ) в поле заряда  $q_0$  справедливо соотношение...



- 1)  $A_{AB} = A_{AC} = A_{AD} = A_{AE} > 0$ ;
- 2)  $A_{AB} = A_{AC} = A_{AD} = A_{AE} < 0$ ;
- 3)  $A_{AB} = A_{AE} < A_{AC} = A_{AD}$ ;
- 4)  $A_{AB} = A_{AC} = A_{AD} = A_{AE} = 0$ ;

- 5) @.
6. Вещества, у которых при нормальных условиях нет свободных носителей зарядов:
- 1) полупроводники;
  - 2) диэлектрики;
  - 3) проводники;
  - 4) электролиты;
  - 5) плазма.
7. Вещества, у которых всегда есть свободные носители зарядов;
- 1) полупроводники;
  - 2) диэлектрики;
  - 3) проводники;
  - 4) газы;
  - 5) @.
8. Вещества, у которых концентрация свободных носителей зарядов увеличивается с ростом температуры:
- 1) полупроводники;
  - 2) диэлектрики;
  - 3) проводники;
  - 4) инертный газ;
  - 5) @.
9. Концентрация свободных электронов ( $n_e$ ) и дырок ( $n_p$ ) в полупроводнике с собственной проводимостью:
- 1)  $n_e > n_p$ ;
  - 2)  $n_e = n_p$ ;
  - 3)  $n_e < n_p$ ;
  - 4)  $n_e = 0, n_p = \text{const}$ ;
  - 5) @.
10. Закон Ома для однородного участка цепи постоянного тока имеет вид:
- 1)  $E = F/q$ ;
  - 2)  $U = IR$ ;
  - 3)  $U = Q/C$ ;
  - 4)  $Q = UC$ ;
  - 5) @.
- Здесь  $E$  – напряженность электрического поля;  $F$  – сила Кулона;  $q$  – заряд;  $U, I, R$  – напряжение, ток и сопротивление участка цепи;  $Q, C$  – заряд и емкость конденсатора.
11. Четыре сопротивления величиной  $R$  каждое соединили сначала после-

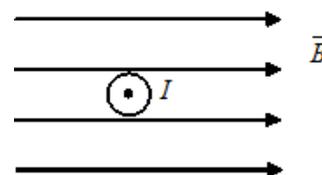
довательно, а затем параллельно. При этом общее сопротивление...

- 1) увеличится в 16 раз;
- 2) увеличится в 4 раза;
- 3) уменьшится в 16 раз;
- 4) уменьшится в 4 раза;
- 5) будет равно  $R$ .

12. Закон электромагнитной индукции Фарадея связывает:

- 1) размеры проводника и его сопротивление;
- 2) индукцию магнитного поля и силу тока в замкнутом проводнике;
- 3) Э.Д.С. индукции в замкнутом проводнике со скоростью изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную этим проводником;
- 4) падение напряжения между двумя точками проводника и его сопротивлением;
- 5) @.

13. Прямолинейный проводник с током помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям (рис.). Ток течет «на нас». Сила Ампера, действующая на проводник, направлена...



- 1) вправо;
- 2) вверх;
- 3) вниз;
- 4) вниз;
- 5) @.

14. Протон и  $\alpha$ -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям, причем скорость протона в 2 раза больше скорости  $\alpha$ -частицы. Отношение модулей сил, действующих на частицы  $F_p/F_\alpha$  со стороны магнитного поля, равно...

- 1) 2;
- 2) 1;

3)  $1/2$ ;

4) 4;

5) 8.

15. В однородном магнитном поле находится плоская проводящая рамка. ЭДС индукции в рамке будет возникать...

1) при вращении рамки вокруг оси, перпендикулярной силовым линиям магнитного поля;

2) при поступательном движении рамки в направлении, перпендикулярном силовым линиям магнитного поля;

3) при вращении рамки вокруг оси, параллельной силовым линиям магнитного поля;

4) при поступательном движении рамки в направлении, параллельном силовым линиям магнитного поля;

5) @.

16. Если в колебательном контуре индуктивность катушки увеличить в 2 раза, то период колебаний ...

1) уменьшится в  $\sqrt{2}$  раз;

2) увеличится в  $\sqrt{2}$  раз;

3) уменьшится в 2 раза;

4) увеличится в 2 раза;

5) не изменится.

17. Закон Ома для цепи переменного тока частоты  $\omega$ , с последовательно соединенными сопротивлением  $R$ , емкостью  $C$  и индуктивностью  $L$ , имеет вид:

1)  $U = I(\omega L + R + 1/\omega C)$ ; 2)  $U = I\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$ ; 3)  $U = U_R + U_L + U_C$ ;

4)  $U = IR$ ; 5) @.

18. Изменяющееся во времени магнитное поле способно породить в окружающем пространстве (согласно теории Максвелла):

1) гравитационное поле;

2) вихревое электрическое поле;

- 3) электростатическое поле;
- 4) электрические заряды;
- 5) @.

19. Изменяющееся во времени электрическое поле способно породить в окружающем пространстве (согласно теории Максвелла):

- 1) гравитационное поле;
- 2) электростатическое поле;
- 3) вихревое магнитное поле;
- 4) электрические заряды;
- 5) @.

20. Поперечность электромагнитных волн соответствует утверждению:

- 1) вектора индукции магнитного поля ( $\vec{B}$ ), напряженности электрического поля ( $\vec{E}$ ) и скорости распространения волны ( $\vec{v}$ ) взаимно перпендикулярны;
- 2)  $\vec{B} \perp \vec{E}$ ,  $\vec{B} \parallel \vec{v}$ ;
- 3)  $\vec{B} \perp \vec{v}$ ,  $\vec{E} \parallel \vec{v}$ ;
- 4)  $\vec{B} \parallel \vec{E} \parallel \vec{v}$ ;
- 5) @.

## Раздел «Колебания и волны, оптика»

### Тест №1.

*К каждому заданию даны несколько ответов, из которых только один верный. Выбранный Вами ответ следует отметить крестиком (X) в бланке ответов.*

*Знак @-обозначает, что среди ответов 1-4 нет верных. Используются общепринятые обозначения физических величин.*

1. Продольными волнами являются ...

- 1) волны, распространяющиеся вдоль струн музыкальных инструментов;
- 2) световые волны в вакууме;
- 3) волны на поверхности жидкости;

4) звуковые волны в воздухе;

5) @.

2. К спиральной пружине жесткостью  $k$ , расположенной горизонтально, прикрепили груз массы  $m$  и поместили всю систему в вязкую среду с коэффициентом сопротивления  $b$ . Если тело сместить из положения равновесия и отпустить, то закон его движения имеет вид ...

1)  $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = \frac{F_0}{m} \cos \omega t$  ;

2)  $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} x = 0$  ;

3)  $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0$  ;

4)  $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} x = \frac{F_0}{m} \cos \omega t$  ;

5) @.

3. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX, имеет вид  $\xi = 0,05 \sin(10^3 t - 0,5x)$ . Длина волны равна...

1) 12,56 м;      2) 2 м;      3) 3,14 м;      4) 0,5 м;      5) 1 м.

4. Показатель преломления среды  $n$ , с точки зрения волновой теории света, равен ...

1)  $n = \frac{\lambda}{\lambda_0}$ , где  $\lambda_0$  – длина волны в вакууме,  $\lambda$  – длина волны в среде;

2)  $n = \operatorname{tgi}$ , где  $i$  – угол падения, соответствующий полной поляризации отраженного луча;

3)  $n = \frac{c}{v}$ , где  $c$  – скорость света в вакууме,  $v$  – скорость света в среде;

4)  $n = \frac{\nu_0}{\nu}$ , где  $\nu_0$  – частота волны в вакууме,  $\nu$  – частота волны в среде;

5) @.

5. Предельным углом полного внутреннего отражения называют:

1) угол падения, при котором луч падающий и отраженный взаимно перпендикулярны;

- 2) угол падения, при котором луч падающий и преломленный взаимно перпендикулярны;
  - 3) угол падения, при котором преломленный луч идет вдоль границы раздела двух сред;
  - 4) угол падения, при котором луч преломленный и отраженный взаимно перпендикулярны;
  - 5) @.
6. Интерференцией называют явление наложения двух когерентных световых волн, в результате которого:
- 1) резко возрастает амплитуда результирующей волны во всех точках экрана;
  - 2) амплитуда результирующей волны уменьшается;
  - 3) наблюдается перераспределение интенсивности света в пространстве;
  - 4) луч света огибает препятствие;
  - 5) @.
7. На пути одного из интерферирующих лучей помещается стеклянная пластинка толщиной 12 мкм. Свет падает на пластинку нормально. Показатель преломления стекла  $n=1,5$ ; длина волны света  $\lambda = 750$  нм. Число полос, на которое сместится интерференционная картина, равно ...
- 1) 8;      2) 16;      3) 24;      4) 48;      5) 64.
8. Дифракцией света называют явление, при котором:
- 1) свет заходит в область тени в результате отражения от края препятствия;
  - 2) свет заходит в область тени в результате преломления на краю препятствия;
  - 3) света отклоняется от прямолинейного распространения, не связанное с отражением или преломлением;
  - 4) разложение белого света на составляющие;
  - 5) @.

9. Дифракционная решетка с известным периодом (ширина соседних светлой и темной щелей) позволяет измерять:

- 1) скорость света;
- 2) длину световой волны;
- 3) амплитуду волны;
- 4) интенсивность света;
- 5) расстояние до источника света.

10. Эффект вращения плоскости поляризации света можно использовать для измерения:

- 1) массы оптически активных веществ;
- 2) коэффициента преломления жидких сред;
- 3) концентрации растворов оптически активных веществ;
- 4) плотности вещества в жидком состоянии;
- 5) коэффициента отражения.

11. Дисперсию иногда определяют как разложение сложного (белого) света на составляющие. Можно ли называть среду дисперсионной, если в ней скорость света зависит от частоты?

- 1) да, можно;
- 2) нет, нельзя;
- 3) можно только для жидких сред;
- 4) можно только при распространении в среде двух волн разных частот;
- 5) @.

## Раздел «Атомная и ядерная физика»

### Тест №1.

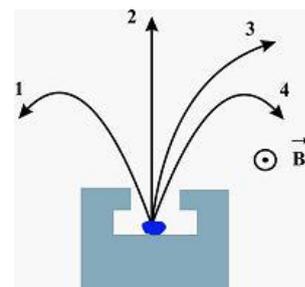
*К каждому заданию даны несколько ответов, из которых только один верный. Выбранный Вами ответ следует отметить крестиком (X) в бланке ответов.*

*Знак @-обозначает, что среди ответов 1-4 нет верных. Используются общепринятые обозначения физических величин.*

1. Фотоэффект это явление выбивания:
  - 1) частиц вещества падающими электронами;
  - 2) электронов из вещества падающими протонами;
  - 3) фотонов из вещества при нагревании;
  - 4) электронов падающим световым потоком;
  - 5) электронов при нагревании вещества.
  
2. Металл облучают светом с длиной волны  $\lambda$ . Красная граница фотоэффекта для этого металла равна  $\lambda_{кр}$ , работа выхода –  $A$ . Если  $\lambda = \frac{\lambda_{кр}}{2}$ , то максимальная кинетическая энергия  $E_{max}$  вырванных электронов ...
  - 1)  $E_{max} = A$ ;
  - 2)  $E_{max} = \frac{3}{2}A$ ;
  - 3)  $E_{max} = \frac{1}{2}A$ ;
  - 4) 0, фотоэффект не происходит;
  - 5) @.
  
3. Электромагнитная теория света и теорема классической физики о равномерном распределении энергии системы по степеням свободы, будучи применены к тепловому равновесному излучению, приводят к...
  - 1) тепловой смерти Вселенной;
  - 2) ультрафиолетовой катастрофе;
  - 3) формуле Планка, представляющей распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела;
  - 4) гипотезе квантов;
  - 5) постулатам Бора.
  
4. Согласно постулатам Бора при переходе электрона с орбиты с энергией  $E_n$  на орбиту с энергией  $E_m$  испускается квант энергии:
  - 1)  $h\nu$  одинаковый для всех орбит ( $n, m$  – любые);
  - 2)  $h\nu = E_n - E_m$ ;
  - 3)  $h\nu = \frac{E_n + E_m}{2}$ ;
  - 4)  $h\nu = E_n$ ;
  - 5) @.
  
5. Какое свойство атомов химических элементов положено в основу спек-

трального анализа:

- 1) разные отношения заряда ядра к массе;
  - 2) различные электрохимические эквиваленты;
  - 3) индивидуальные спектры излучения;
  - 4) разные номера в таблице Менделеева;
  - 5) @.
6. Какое явление положено в основу работы лазера?
- 1) малое время жизни атома в возбужденном состоянии;
  - 2) свойство не испускать и не поглощать энергию в стационарном состоянии;
  - 3) способность атома к вынужденному (индуцированному) излучению;
  - 4) спонтанное излучение энергии;
  - 5) @.
7. Отношение длин волн де Бройля электрона и протона  $\lambda_e/\lambda_p$ , имеющих одинаковую скорость, составляет величину порядка ...
- 1)  $10^3$ ;
  - 2) 10;
  - 3) 1;
  - 4) 0,1;
  - 5)  $10^{-3}$ .
8. Активностью данного радиоактивного вещества называется величина, равная ...
- 1) времени, в течение которого число нераспавшихся ядер уменьшается вдвое;
  - 2) величине, обратной постоянной радиоактивного распада;
  - 3) вероятности распада ядер за одну секунду, т.е. доле ядер, распадающихся за единицу времени;
  - 4) числу распадов за единицу времени;
  - 5) @.
9. Четыре вида радиоактивного излучения  $\alpha$ -,  $\beta^+$ -,  $\gamma$ -лучи отклоняются в магнитном поле, индукция которого направлена на нас (рис.).  $\beta^-$ -лучи отклоняются в направлении ...



10. При  $\beta^-$ -распаде калия  ${}_{19}^{40}\text{K} \rightarrow Y + \beta^- + \tilde{\nu}_e$  в дочернем ядре Y...
- 1) число протонов уменьшится на 1, число нейтронов уменьшится на 1;
  - 2) число протонов увеличится на 1, число нейтронов увеличится на 1;
  - 3) число протонов увеличится на 1, число нейтронов уменьшится на 1;
  - 4) число протонов уменьшится на 1, число нейтронов увеличится на 1;
  - 5) @.

## п.2. Примерный перечень вопросов к зачету / экзамену

### 2.1. Примерный перечень вопросов к экзамену в первом семестре:

1. Основные понятия кинематики: тело отсчета, система отсчета, радиус-вектор материальной точки, перемещение, траектория, путь. Способы задания движения материальной точки.
2. Средняя скорость, среднее ускорение, среднепутевая скорость. Скорость и ускорение. Скорость и ускорение при естественном способе задания движения. Тангенциальное и нормальное ускорения (без вывода).
3. Движение с постоянной скоростью. Движение с постоянным ускорением. Баллистическое движение.
4. Сложное движение материальной точки. Переносная и относительная скорости. Закон сложения скоростей.
5. Вращение АТТ вокруг неподвижной оси. Скорости и ускорения при вращательном движении.
6. Понятия массы, механического импульса, импульса силы. Законы Ньютона.
7. Теорема об изменении импульса механической системы. Частные случаи.
8. Понятие центра масс механической системы. Теорема о движении центра масс.
9. Закон сохранения импульса.
10. Работа и мощность. Потенциальная энергия поля сил тяжести Земли,

- потенциальная энергия деформированной пружины.
11. Закон сохранения полной механической энергии. Абсолютно упругий и неупругий удары.
  12. Момент силы относительно оси вращения, момент инерции тела, теорема Штейнера-Гюйгенса, основное уравнение вращательного движения. Кинетическая Энергия вращательного движения.
  13. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса (без доказательства).
  14. Закон всемирного тяготения. Ускорение свободного падения.
  15. Основные положения МКТ. Средняя, средняя квадратичная и наиболее вероятная скорости (без вывода формул). Идеальный газ. Основное уравнение МКТ газа.
  16. Распределение Максвелла по скоростям. Опыт Штерна.
  17. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
  18. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона). Изопроцессы (изотермический, изохорный, изобарный, адиабатический), газовые законы (Бойля-Мариотта, Шарля, Гей-Люссака). Парциальное давление. Закон Дальтона.
  19. Внутренняя энергия (без вывода формулы). Количество теплоты. Работа газа. Первое начало термодинамики (без доказательства). Теплоемкость. Степени свободы.
  20. Тепловые машины. К.П.Д. Цикл Карно. Теорема Карно (без доказательства).
  21. Фазовые равновесия и превращения. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота процесса. Влажность воздуха. Насыщенные пары.

## **2.2. Примерный перечень вопросов к экзамену во втором семестре:**

1. Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Понятия линейной, поверхностной и объемной плотностей заряда. Закон Кулона.

2. Напряженность и силовые линии электростатического поля. Электрическое поле точечного заряда. Принцип суперпозиции полей.
3. Поток вектора  $E$ . Теорема Гаусса и ее применение к расчету поля.
4. Теорема о циркуляции вектора  $E$ . Потенциал. Потенциал поля точечного заряда и системы зарядов.
5. Связь потенциала и напряженности поля.
6. Проводники в электрическом поле.
7. Поле внутри проводника и у его поверхности. Распределение заряда в проводнике.
8. Электрический диполь. Примеры диполей в природе. Поляризация диэлектриков (объяснение физического явления) и ее виды. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость.
9. Вектор  $D$  (электрическое смещение). Теорема Гаусса для вектора  $D$ .
10. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, электреты, пироэлектрики. Явление диэлектрического гистерезиса.
11. Работа электростатического поля при перемещении зарядов. Частный случай: поле, создаваемое точечным зарядом. Потенциальная энергия взаимодействия двух точечных зарядов.
12. Емкость проводника. Емкость плоского конденсатора. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов. Энергия плоского конденсатора. Плотность энергии электростатического поля.
13. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности.
14. Напряжение. Сопротивление. Проводимость. Закон Ома для однородного проводника. Закон Ома в дифференциальной форме.
15. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для полной цепи.
16. Обобщенный закон Ома в дифференциальной форме. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
17. Правила Кирхгофа. Последовательное и параллельное соединение резисторов.
18. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.

19. Вектор магнитной индукции. Силовые линии магнитного поля. Магнитное поле прямого бесконечно протяженного тока. Принцип суперпозиции для магнитного поля.
20. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца.
21. Теорема Гаусса для вектора  $B$ .
22. Теорема о циркуляции вектора  $B$ , ее применение к расчету полей. Поле соленоида.
23. Магнитный поток. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца.
24. Индуктивность. Явление самоиндукции. Индуктивность соленоида. Энергия соленоида. Плотность энергии магнитного поля.
25. Магнитный момент контура с током. Сила, действующая на контур с током. Работа при перемещении контура с током.
26. Намагниченность. Токи намагничивания.
27. Ферромагнетики, парамагнетики, диамагнетики. Явление магнитного гистерезиса.
28. Циркуляция намагниченности. Вектор  $H$  (напряженность магнитного поля).
29. Теорема о циркуляции вектора  $H$ .
30. Вихревое электрическое поле. Электромагнитное поле. Ток смещения.
31. Уравнения Максвелла. Относительность электрического и магнитного полей.
32. Волновое уравнение для электромагнитной волны. Основные свойства электромагнитной волны: скорость, поперечность, связь между  $E$  и  $H$ .
33. опыты Герца. Опыт Лебедева. Плотность энергии электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга.

### **2.3. Примерный перечень вопросов к экзамену в третьем семестре:**

1. Общее описание колебаний различной природы. Классификация типов

- колебаний по кинематическому принципу и по характеру возбуждения.
2. Незатухающие гармонические колебания с одной степенью свободы на примере математического и физического маятников.
  3. Метод векторных диаграмм. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.
  4. Свободные колебания в диссипативных системах с вязким или сухим трением.
  5. Вынужденные колебания под действием гармонической силы на примере пружинного маятника. Резонанс.
  6. Волны. Волны продольные и поперечные, сферические и плоские. Бегущая и стоячая волны. Принцип суперпозиции. Плоская монохроматическая волна. Волновой вектор, фазовая и групповая скорость.
  7. Волновое уравнение. Уравнение колебаний струны. Скорости в волновом движении.
  8. Сейсмические волны.
  9. Волны в жидкостях и газах. Звуковая волна.
  10. Эффект Доплера.
  11. Законы геометрической оптики. Оптическая длина пути. Принцип Ферма.
  12. Собирающие и рассеивающие линзы. Фокус и фокальное расстояние. Формула тонкой линзы. Построение хода светового луча.
  13. Интерференция света. Когерентность и монохроматичность световых волн. Опыт Юнга.
  14. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников.
  15. Интерференция света в тонких пленках.
  16. Кольца Ньютона.
  17. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
  18. Дифракция Фраунгофера на щели.
  19. Дифракционная решетка.
  20. Дисперсия электромагнитных волн в веществе. Формула Зельмейера.

- Нормальная и аномальная дисперсия.
21. Поглощение света. Закон Бугера.
  22. Поляризация. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Призма Николя.
  23. Способы получения поляризованного света. Закон Брюстера.
  24. Оптически активные вещества. Закон Био.
  25. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
  26. Формула Вина. Закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина.
  27. Формула Рэлея-Джинса.
  28. Формула Планка.
  29. Спектры. Спектры излучения и поглощения. Формула Бальмера. Формула Бальмера-Ритца.
  30. Энергетическая диаграмма. Комбинационный принцип Ритца.
  31. Постулаты Бора. Модель атома Бора. Уровни энергии. Опыт Франка-Герца. Основные серии в атоме водорода.
  32. Строение атома. Опыты Плюккера, Хитторфа и Томсона. Опыты Ленарда. Модели атомов Томсона. Опыты Резерфорда. Модель атома Резерфорда.
  33. Эксперименты по квантовой природе света. Тормозное рентгеновское излучение. Фотоэффект.
  34. Фотоны. Эффект Комптона.
  35. Гипотеза де Бройля. Опыты Девиссона-Джермера и Томсона.
  36. Уравнение Шредингера.
  37. Физический смысл волновой функции.
  38. Потенциальный барьер конечной ширины. Туннельный эффект.
  39. Операторный метод квантовой механики.
  40. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
  41. Квантование атома водорода. Понятие о полном наборе физических величин.
  42. Ядро. Стабильные и нестабильные ядра, их основные характеристики.

Масса атомных ядер и энергия связи нуклонов в ядре.

43. Радиоактивность. Законы радиоактивных превращений. Альфа- и бета-распады.

### **п.3. Примерные задания для контрольной работы, правила оформления и пример ее выполнения**

При изучении курса физики студент-заочник должен выполнить одну контрольную работу. Контрольная работа позволяет закрепить теоретический материал курса. Решение задач является проверкой степени усвоения студентом теоретического курса, а рецензии на работу помогают ему доработать и правильно освоить различные разделы курса физики. При отборе задач автор программы частично воспользовался материалами задачников под редакцией А.Г. Чертова [Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. - М.: Изд-во физико-математической литературы, 2001], которые в предыдущие годы издавались централизованно для студентов-заочников высших учебных заведений. Контрольная работа содержит десять задач. Вариант задания контрольной работы определяется в соответствии с последней цифрой шифра зачетной книжки по следующей таблице вариантов:

Вариант	Номера задач									
1	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191
2	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192
3	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193
4	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194
5	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195
6	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196
7	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197
8	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198
9	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199
0	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200

При выполнении контрольных работ необходимо соблюдать следующие правила:

1) указывать на титульном листе наименование дисциплины, фамилию и инициалы студента, группу и шифр зачетной книжки;

2) контрольную работу следует выполнять аккуратно, оставляя поля для замечаний рецензента;

3) задачу своего варианта переписывать полностью, а заданные физические величины выписать отдельно, при этом все числовые величины должны быть переведены в одну систему единиц;

4) для пояснения решения задачи там, где это нужно, сделать чертеж;

5) решение задачи и используемые формулы должны сопровождаться пояснениями;

6) задачу рекомендуется решить сначала в общем виде, то есть только в буквенных обозначениях, поясняя применяемые при написании формул буквенные обозначения;

7) вычисления следует проводить с помощью подстановки заданных числовых величин в расчетную формулу. Все необходимые числовые значения величин должны быть выражены в СИ.

Контрольные работы, оформленные без соблюдения указанных правил, а также работы, выполненные не по своему варианту, не зачитывают.

## Основные формулы

### Радиус-вектор и координаты

$\vec{r} = x\vec{e}_x + y\vec{e}_y + z\vec{e}_z$ , где  $\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z$  – единичные векторы координатных осей  $x, y, z$ ,

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

### Скорость средняя и мгновенная

$v_{cp} = \frac{s}{t}$ , где  $s$  – путь,  $t$  – время,  $\vec{v}_{мгнов} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ , где  $\vec{r}$  – радиус-вектор

### Уравнение движения

$$\vec{r} = \int \vec{v}(t) dt, \quad x = \int v_x(t) dt, \quad y = \int v_y(t) dt, \quad z = \int v_z(t) dt$$

### Ускорение мгновенное, тангенциальное, нормальное и полное

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}, \quad a_\tau = \frac{dv}{dt}, \quad a_n = \frac{v^2}{R}, \text{ где } R - \text{ радиус кривизны траектории,}$$

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n, \quad a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$

### Угловая скорость и угловое ускорение

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt}, \text{ где } \varphi - \text{ угол поворота, } \vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$

### Связь между поступательными и вращательными параметрами

$$s = \varphi R, \quad v = \omega R, \quad a_\tau = \varepsilon R, \quad a_n = \omega^2 R$$

### Импульс и закон сохранения импульса для замкнутой системы тел

$$\vec{p} = m\vec{v}, \text{ где } m - \text{ масса тела, } \sum \vec{p}_i = \sum (m_i \vec{v}_i) = \text{const}$$

### Закон сохранения импульса при упругом ударе двух тел

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

### Закон сохранения импульса при неупругом ударе двух тел

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$$

### Основное уравнение динамики поступательного движения

$$\vec{F} = m\vec{a}, \quad \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

### Связь силы сухого трения и силы реакции опоры

$$F_{тр} = \mu N, \text{ где } N - \text{ сила реакции опоры, } \mu - \text{ коэффициент трения}$$

### Сила гравитационного взаимодействия двух тел

$$F_{гравит} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \text{ где } G - \text{ гравитационная постоянная}$$

### Напряженность гравитационного поля Земли

$$\vec{g} = G \frac{M}{r^2} \vec{e}_r, \text{ где } \vec{e}_r - \text{ единичный вектор направления, } M - \text{ масса Земли}$$

### Работа силы и мощность

$$A = \int \vec{F} d\vec{l}, \text{ где } d\vec{l} - \text{ элементарное перемещение, } N = \frac{dA}{dt} = \vec{F} \vec{v}$$

### Кинетическая энергия поступательного движения

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$$

### **Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле**

$E_{II} = mgh$ , где  $h$  – расстояние от нулевого уровня отсчета энергии

### **Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия двух тел**

$$E_{II} = -G \frac{m_1 m_2}{r}$$

### **Потенциальная энергия упругодеформированного тела**

$$E_{II} = \frac{kx^2}{2}$$

### **Закон сохранения механической энергии**

$$E = E_K + E_{II} = const$$

### **Момент инерции тела**

$$J = \sum_i m_i r_i^2$$

### **Момент инерции относительно оси, проходящей через центр масс:**

$J_0 = mR^2$  – полого тонкостенного цилиндра или тонкого кольца радиусом  $R$   
(ось вращения совпадает с осью цилиндра или кольца)

$J_0 = \frac{1}{2} mR^2$  – сплошного цилиндра или диска радиусом  $R$  (ось вращения совпадает с осью цилиндра или диска)

$J_0 = \frac{2}{5} mR^2$  – момент инерции шара радиусом  $R$

$J_0 = \frac{1}{12} ml^2$  – момент инерции стержня длиной  $l$  (ось вращения перпендикулярна стержню)

### **Момент инерции тела относительно произвольной оси (теорема Штейнера)**

$J = J_0 + ma^2$ , где  $a$  – расстояние между произвольной осью и осью, проходящей через центр масс и параллельной данной

### **Момент силы и модуль момента силы**

$\vec{M} = [\vec{r} \times \vec{F}]$ , где  $r$  – радиус-вектор точки приложения силы,

$M = r \cdot F \cdot \sin \alpha = F \cdot l$ , где  $l = r \cdot \sin \alpha$  – плечо силы,  $\alpha$  – угол между  $\vec{F}$  и  $\vec{r}$

## Момент импульса и закон сохранения момента импульса для замкнутой системы тел и центральных силовых полей

$$\vec{L} = [\vec{r} \times \vec{p}], \quad \vec{L} = J\vec{\omega}, \quad \sum \vec{L}_i = \sum (J_i \vec{\omega}_i) = const$$

## Основное уравнение динамики вращательного движения

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = J\vec{\varepsilon}$$

## Работа при вращательном движении и кинетическая энергия вращающегося тела

$$A = \int M d\varphi, \quad E_k = \frac{J\omega^2}{2} = \frac{L^2}{2J}$$

## Уравнение гармонических колебаний материальной точки

$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ , где  $A$  – амплитуда колебания,  $\omega t + \varphi_0 = \varphi$  – фаза колебания,  $\varphi_0$  – начальная фаза,  $\omega$  – циклическая частота

## Скорость и ускорение гармонически колеблющейся материальной точки

$$v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0), \quad a = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

## Период колебаний и связь колебательных параметров

$$T = \frac{1}{\nu}, \text{ где } \nu \text{ – частота колебаний, } \omega = 2\pi\nu, \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

## Периоды колебаний физического, математического и пружинного маятника

$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0}{mga}}$ , где  $I_0$  – момент инерции маятника относительно оси, проходящей через точку подвеса,  $a$  – расстояние от точки подвеса до центра масс,  $m$  –

масса физического маятника,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ , где  $l$  – длина математического маятника,

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ , где  $k$  – жесткость пружины

## Преобразования Лоренца для координат и времени (при движении со скоростью $v$ одной системы отсчета относительно другой системы вдоль оси $x$ )

$$\begin{aligned}
x &= \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \beta^2}} & x' &= \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \beta^2}} \\
y &= y' & y' &= y \\
z &= z' & z' &= z \\
t &= \frac{t' + vx'/c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} & t' &= \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}}
\end{aligned}
, \text{ где } \beta = \frac{v}{c}, c - \text{ скорость света в вакууме}$$

### Теорема сложения скоростей

$$u' = \frac{u \mp V}{1 \mp \frac{uV}{c^2}}, \text{ где } u \text{ и } u' - \text{ скорости тела в двух системах } K \text{ и } K', \text{ движущихся}$$

относительно друг друга со скоростью  $V$ , знак « $\leftarrow$ » ставится при совпадении направления скоростей  $u$  и  $V$

### Релятивистское сокращение длины и релятивистское замедление времени

$$l = l_0 \sqrt{1 - \beta^2}, \text{ где } l_0 - \text{ длина покоящегося тела,}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \text{ где } t_0 - \text{ собственное время}$$

### Релятивистская масса и релятивистский импульс

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \text{ где } m_0 - \text{ масса покоя частицы,}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} = \frac{m_0\vec{v}}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

### Полная энергия, энергия покоя и кинетическая энергия релятивистской частицы

$$E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad E_0 = m_0c^2, \quad E_k = E - E_0$$

### Уравнение состояния идеального газа

$$PV = \nu RT, \text{ где } \nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}, m - \text{ масса газа, } M - \text{ молярная масса, } N - \text{ число}$$

молекул в газе,  $N_A$  – число Авогадро,  $R$  – универсальная газовая постоянная

### Работа в термодинамике

$$A = \int_{V_1}^{V_2} PdV, \text{ где } V_1 \text{ и } V_2 \text{ – начальный и конечный объемы системы}$$

Работа при изобарном, изохорном и изотермическом процессе

$$A = P(V_2 - V_1) = P\Delta V, \quad A = 0, \quad A = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

### Первое начало термодинамики

$$Q = \Delta U + A, \quad dQ = dU + dA = dU + PdV$$

Теплоемкость, удельная теплоемкость и молярная теплоемкость

$$C = \frac{dQ}{dT}, \quad c_m = \frac{dQ}{mdT}, \quad C_M = \frac{dQ}{\nu dT}$$

### Уравнения адиабаты

$$PV^\gamma = const, \quad TV^{\gamma-1} = const, \quad T^\gamma P^{1-\gamma} = const, \text{ где } \gamma = \frac{C_P}{C_V} \text{ – показатель адиабаты}$$

Приращение внутренней энергии идеального газа

$$dU = C_V dT = \nu C_{M,V} dT = mc_{m,v} dT$$

### КПД и теорема Карно

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1},$$

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

### Приращение энтропии

$$dS = \frac{dQ}{T} = \frac{dU + dA}{T}$$

Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорость

$$v_{вер} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}, \quad \langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}, \quad v_{кв} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Средняя длина свободного пробега молекул и среднее число столкновений

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} n \pi d_{эфф}^2}, \text{ где } n \text{ – концентрация частиц, } d_{эфф} \text{ – эффективный диаметр}$$

частицы,

$$\langle z \rangle = \frac{\langle v \rangle}{\langle \lambda \rangle}$$

**Капиллярное давление** (формула Лапласа для сферической поверхности)

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{R}, \text{ где } R \text{ – радиус кривизны поверхности жидкости, } \sigma \text{ – коэффициент}$$

поверхностного натяжения жидкости

**Высота подъема жидкости в капиллярной трубке**

$$\Delta h = \frac{2\sigma \cos \alpha}{\rho g r}, \text{ где } r \text{ – радиус трубки, } \rho \text{ – плотность жидкости, } \alpha \text{ – краевой}$$

угол

**Закон Кулона**

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \vec{e}_r, \text{ где } \vec{e}_r \text{ – единичный вектор направления, } \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

– электрическая постоянная,  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды

**Напряженность электростатического поля точечного заряда**

$$\vec{E} = \frac{k Q}{\epsilon r^2} \vec{e}_r$$

Сила Кулона, действующая на заряд  $q$ , находящийся в электрическом поле

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

**Теорема Гаусса**

$$\oint_S E_n dS = \frac{q}{\epsilon_0}$$

Напряженность поля бесконечно длинной заряженной нити

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0 r}, \text{ где } \tau = \frac{q}{l} \text{ – линейная плотность заряда, } r \text{ – расстояние от нити}$$

Напряженность поля равномерно заряженной плоскости

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}, \text{ где } \sigma = \frac{q}{S} \text{ – поверхностная плотность заряда}$$

Напряженность поля между двумя разноименно заряженными плоскостями

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}, \text{ где } \sigma = \frac{q}{S} \text{ – поверхностная плотность заряда}$$

Напряженность поля заряженного шара радиуса  $R$

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \text{ – вне шара } (r > R), \quad E = \frac{qr}{4\pi\epsilon_0 R^3} \text{ – внутри шара } (r < R)$$

## Потенциал поля точечного заряда и энергия системы двух зарядов

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}, \quad W = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$$

## Связь между напряженностью поля и потенциалом

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi = -\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\vec{e}_x + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\vec{e}_y + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\vec{e}_z\right), \quad \varphi_1(\vec{r}_1) - \varphi_2(\vec{r}_2) = \int_{r_1}^{r_2} \vec{E}d\vec{r}, \quad \vec{E} = -\frac{\partial\varphi}{\partial l}\vec{e}_l$$

## Работа перемещения заряда в электростатическом поле

$$A = q \int_1^2 E_l dl = q(\varphi_1 - \varphi_2), \text{ где } \varphi_1 \text{ и } \varphi_2 \text{ потенциалы начальной и конечной точек}$$

## Емкость уединенного проводника и системы проводников

$$C = \frac{q}{\varphi}, \quad C = \frac{q}{\varphi_2 - \varphi_1} = \frac{q}{U}$$

## Емкость шара и емкость плоского конденсатора

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon R, \quad C = \frac{\epsilon_0\epsilon \cdot S}{d}$$

## Энергия поля заряженного конденсатора

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}$$

## Плотность энергии электрического поля

$$w = \frac{1}{2} \vec{E} \cdot \vec{D} = \frac{1}{2} \epsilon\epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \frac{D^2}{\epsilon\epsilon_0}$$

## Сила тока и плотность тока

$$I = \frac{dq}{dt}, \quad j = \frac{dI}{dS},$$

$\vec{J} = nq\vec{v}$ , где  $n$  – концентрация заряженных частиц,  $\vec{v}$  – скорость частиц

## Закон Ома для участка цепи и для замкнутой цепи

$I = U/R$ , где  $R = \rho \frac{l}{S}$  – сопротивление участка,  $\rho$  – удельное сопротивление

$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ , где  $R$  – внешнее сопротивление,  $r$  – внутреннее сопротивление

## Закон Ома в дифференциальной форме

$$\vec{J} = \frac{1}{\rho} \vec{E}$$

### Мощность тока и закон Джоуля–Ленца

$$P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}, \quad dQ = Pdt = IUdt = I^2 Rdt = \frac{U^2}{R} dt$$

### Магнитное поле бесконечно длинного прямого тока

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi b}, \text{ где } b \text{ – расстояние от проводника с током}$$

### Магнитное поле в центре кругового витка с током и на оси кругового тока на расстоянии $r$ от оси

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R}, \text{ где } R \text{ – радиус витка}$$

$$B = \frac{\mu\mu_0 IR^2}{2(R^2 + r^2)^{3/2}}, \text{ где } R \text{ – радиус круга}$$

### Магнитное поле бесконечно длинного соленоида

$$B = \mu\mu_0 nI, \text{ где } n = \frac{N}{l} \text{ – концентрация витков, } l \text{ – длина соленоида}$$

### Сила Ампера и магнитная составляющая силы Лоренца

$$dF = IBdl \sin \alpha, \text{ где } \alpha \text{ – угол между векторами } d\vec{l} \text{ и } \vec{B}$$

$$F_M = qvB \sin \alpha, \text{ где } \alpha \text{ – угол между векторами } \vec{v} \text{ и } \vec{B}$$

### Магнитный момент контура с током и момент силы, действующий на контур с током

$$\vec{p}_m = IS\vec{n}_s, \text{ где } \vec{n}_s \text{ – нормаль, } M = p_m B \sin \alpha, \text{ где } \alpha \text{ – угол между } \vec{p}_m \text{ и } \vec{B}$$

### Теорема о циркуляции вектора $\vec{B}$

$$\oint_L \vec{B}d\vec{l} = \oint_L B_l dl = \mu_0 I, \text{ где } I \text{ – полный ток, охваченный контуром } L$$

### Поток индукции магнитного поля через поверхность $S$

$$\Phi = \int_S B_n dS, \text{ где } B_n \text{ – проекция вектора } \vec{B} \text{ на нормаль к поверхности}$$

$$\Phi = BS \cos \alpha, \text{ где } \alpha \text{ – угол между вектором } \vec{B} \text{ и нормалью к поверхности}$$

### Работа по перемещению контура с током в магнитном поле

$$dA = Id\Phi, \quad A = I\Delta\Phi$$

### Закон электромагнитной индукции

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

### **Связь магнитного потока и тока в контуре**

$\Phi = LI$ , где  $L$  – индуктивность контура

### **Индуктивность бесконечно длинного соленоида**

$L = \mu\mu_0 n^2 V$ , где  $n = N/l$  – концентрация витков,  $V$  – объем соленоида

### **ЭДС самоиндукции**

$\varepsilon_s = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(LI)}{dt} = -\left(I\frac{dL}{dt} + L\frac{dI}{dt}\right)$ . Если  $L = const$ , то  $\varepsilon_s = -L\frac{dI}{dt}$

### **Энергия магнитного поля катушки и плотность энергии магнитного поля**

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

$$\omega = \frac{W}{V} = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} = \frac{BH}{2}$$

### **Абсолютный показатель преломления среды**

$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\varepsilon\mu}$ , где  $c$  – скорость света в вакууме,  $v$  – скорость света в среде

### **Законы отражения и преломления света**

$\alpha = \beta$ ,  $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$ , где  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  – углы падения, отражения и преломления

### **Закон Бугера**

$I = I_0 e^{-\alpha l}$ ,  $l$  – путь, пройденный светом в веществе,  $I$  и  $I_0$  – конечная и начальная интенсивность света,  $\alpha$  – коэффициент поглощения вещества

### **Закон Брюстера**

$\operatorname{tg} \alpha_B = \frac{n_2}{n_1}$ , где  $\alpha_B$  – угол падения, при котором отразившийся луч плоско поляризован

ляризован

### **Формула дифракционной решетки**

$d \sin \varphi = \pm k\lambda$ , где  $k=0,1,2,\dots$ ,  $d$  – период дифракционной решетки

### **Закон Малюса**

$I_a = I_n \cos^2 \alpha$ , где  $I_n$  – интенсивность света, прошедшего поляризатор, а  $I_a$  – интенсивность света, прошедшего анализатор,  $\alpha$  – угол между главными плоскостями кристаллов

### **Энергия и импульс фотона**

$\varepsilon = h\nu$ ,  $p = \frac{\varepsilon}{c}$ , где  $h$  – постоянная Планка,  $\nu$  – частота электромагнитного излучения,  $c$  – скорость света в вакууме

### **Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта**

$\varepsilon = A + T_{\max}$ , где  $A$  – работа выхода электронов из металла,  $T_{\max}$  – максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

### **Красная граница (пороговая длина волны) фотоэффекта**

$\lambda_0 = \frac{hc}{A}$ ,  $\lambda_0$  – пороговая длина волны фотоэффекта,  $A$  – работа выхода электрона

### **Энергия, излучаемая или поглощаемая атомом водорода**

$\varepsilon = E_i \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$ ,  $n_1$  и  $n_2$  – квантовые числа энергетических уровней, между которыми

совершается переход электрона

### **Длина волны де Бройля**

$\lambda = \frac{h}{p}$ , где  $p$  – импульс частицы

### **Закон радиоактивного распада и период полураспада**

$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ ,  $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ , где  $N_0$  и  $N(t)$  – число ядер в моменты времени  $t = 0$  и  $t$ ,  $\lambda$  – постоянная распада

### **Дефект массы атомного ядра**

$\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}$ , где  $m_p$ ,  $m_n$ ,  $M_{\text{я}}$  – масса протона, нейтрона и ядра соответственно,  $Z$  и  $N$  – число протонов и число нейтронов в ядре

### **Энергия связи атомного ядра и удельная энергия связи**

$E_{\text{св}} = \Delta mc^2$ , где  $\Delta m$  – дефект массы,  $\varepsilon = \frac{E_{\text{св}}}{A}$ ,  $A$  – число нуклонов в ядре

## Энергия ядерной реакции

$Q = (M_1 - M_2)c^2$ , где  $M_1, M_2$  – массы покоя частиц до и после реакции

### Разбор варианта 1

**101.** Зависимости координат от времени при движении материальной точки имеют вид:  $x = (3t + 3t^2)$ ,  $y = (2 + 4t^2)$ . Определить модули скорости и ускорения этой точки в момент времени  $t = 5$  с.

#### Решение:

Модуль скорости  $v$  материальной точки можно выразить через проекции вектора скорости на оси  $x$  и  $y$  следующим образом

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}.$$

Проекция вектора скорости на соответствующую ось численно равна первой производной от координаты по времени

$$v_x = \frac{dx}{dt} = 3 + 6t,$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = 8t.$$

В момент времени  $t = 5$  с:

$$v_x = 33 \text{ м/с}, \quad v_y = 40 \text{ м/с}, \quad v = \sqrt{33^2 + 40^2} \cong 51.8 \text{ м/с}.$$

Модуль ускорения  $a$  материальной точки можно выразить через проекции вектора ускорения на оси  $x$  и  $y$  следующим образом

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}.$$

Проекция вектора ускорения на соответствующую ось численно равна первой производной от соответствующей проекции вектора скорости по времени

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = 6 \text{ м/с}^2,$$

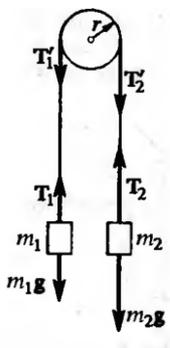
$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = 8 \text{ м/с}^2.$$

В момент времени  $t = 5$  с:

$$a = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ м/с}^2.$$

**111.** Блок в форме диска массой 0,2 кг вращается под действием сил натяжения нити, к концам которой прикреплены грузы массами 0,1 и 0,5 кг. Определить силы натяжения нити  $T_1$  и  $T_2$  по обе стороны блока.

**Решение:**



Применим к решению задачи основные законы поступательного и вращательного движения. На каждый из движущихся грузов действуют две силы: сила тяжести  $mg$ , направленная вниз, и сила  $T$  натяжения нити, направленная вверх.

Так как вектор ускорения  $a$  груза  $m_1$  направлен вверх, то  $T_1 > m_1g$ . Равнодействующая этих сил вызывает равноускорен-

ное

движение и, по второму закону Ньютона, равна  $T_1 - m_1g = m_1a$ , откуда

$$T_1 = m_1g + m_1a. \quad (1)$$

Вектор ускорения  $a$  груза  $m_2$  направлен вниз; следовательно,  $T_2 < m_2g$ .

Запишем формулу второго закона для этого груза:

$$m_2g - T_2 = m_2a, \text{ откуда}$$

$$T_2 = m_2g - m_2a. \quad (2)$$

Согласно основному закону динамики вращательного движения, вращающий момент  $M$ , приложенный к диску, равен произведению момента инерции  $J$  диска на его угловое ускорение  $\varepsilon$ :

$$M = J\varepsilon.$$

Определим вращающий момент. Силы натяжения нитей действуют не только на грузы, но и на диск. По третьему закону Ньютона, силы  $T'_1$  и  $T'_2$ , приложенные к ободу диска, равны соответственно силам  $T_1$  и  $T_2$ , но по направлению им противоположны. При движении грузов диск ускоренно вращается по часовой стрелке; следовательно,  $T'_2 > T'_1$ . Вращающий момент, приложенный к диску, равен произведению разности этих сил на плечо, равное радиусу диска, т. е.  $M = (T'_2 - T'_1)r$ .

Момент инерции диска  $J = mr^2/2$ , угловое ускорение связано с линейным ускорением грузов ношением  $\varepsilon = a/r$ . Подставив в формулу выражения  $M$ ,  $J$  и  $\varepsilon$ , получим

$$(T'_2 - T'_1)r = \frac{mr^2}{2} \frac{a}{r}$$

откуда

$$T'_2 - T'_1 = (m/2)a.$$

Так как  $T'_1 = T_1$  и  $T'_2 = T_2$ , то можно заменить силы  $T'_1$  и  $T'_2$  выражениями по формулам (1) и (2), тогда

$$m_2g - m_2a - m_1g - m_1a = \frac{m}{2}a, \text{ или}$$

$$(m_2 - m_1)g = \left(m_2 + m_1 + \frac{m}{2}\right)a,$$

откуда

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1 + m/2}g.$$

Итак, силы натяжения нитей  $T_1$  и  $T_2$  будут равны соответственно

$$T_1 = \frac{m_1g(2m_2 - \frac{m}{2})}{m_2 + m_1 - \frac{m}{2}}, \quad T_2 = \frac{m_2g(2m_1 - \frac{m}{2})}{m_2 + m_1 - \frac{m}{2}}.$$

Подставляя численные значения, получаем

$$T_1 = 1.764 \text{ Н}, \quad T_2 = 0.98 \text{ Н}.$$

**121.** Определить частоту гармонических колебаний диска относительно оси, проходящей горизонтально через середину радиуса диска перпендикулярно его плоскости. Радиус диска равен 20 см.

**Решение:**

Частота колебаний физического маятника определяется по формуле

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mgl_C}{J}},$$

где  $J$  – момент инерции маятника относительно оси колебаний;  $m$  – его масса;  $l_C$  – расстояние от центра масс маятника до оси колебаний.

Момент инерции диска найдем, воспользовавшись теоремой Штейнера

$$J = J_0 + ma^2$$

где  $J$  – момент инерции относительно произвольной оси;  $J_0$  – момент инерции относительно оси, проходящей через центр масс параллельно заданной оси;  $a$  – расстояние между указанными осями.

Момент инерции диска относительно оси, перпендикулярной ему и проходящей через его центр масс, определяется по формуле  $J_0 = mR^2/2$ , где  $R$  – радиус диска.

Применив теорему Штейнера к диску и учтя, что  $a = R/2$ , получим

$$J = mR^2/2 + m(R/2)^2 = 3mR^2/4.$$

Расстояние от центра масс маятника до оси колебаний  $l_C = R/2$ .

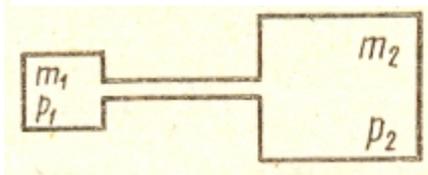
С учетом вышеизложенного, получаем

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mgl_C}{J}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mgR/2}{3mR^2/4}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2g}{3R}}$$

Подставляя численные значения находим, что  $v = 0.91$  Гц.

**131.** Два баллона емкостями 3 и 4 л соединены трубкой с краном и содержат один и тот же газ под давлениями 0,2 и 0,1 Па. Температуры газов одинаковые. Какое давление установится после открытия крана?

**Решение:**



Здесь следует рассмотреть три состояния одного и того же газа. В левом сосуде газ массой  $m_1$ , находился в объеме  $V_1$  под давлением  $p_1$ . при температуре  $T$ . В правом сосуде газ имел параметры  $m_2$ ,  $V_2$ ,  $p_2$ ,  $T$ . После соединения сосудов газ занял объем  $V_1 + V_2$ , его масса стала равной  $m_1 + m_2$ , давление  $p$ , а температура  $T$  осталась прежней согласно условию задачи. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для каждого состояния.

Для левого сосуда

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{M} RT,$$

для правого сосуда

$$p_2 V_2 = \frac{m_2}{M} RT,$$

после соединения сосудов

$$p(V_1 + V_2) = \frac{m_1 + m_2}{M} RT.$$

Проведя простые математические преобразования можно легко получить, что

$$p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2}.$$

Подставляя численные значения, получаем, что  $p = 0.14$  Па.

**141.** Идеальный газ совершает цикл Карно при температуре нагревателя 870 К и температуре холодильника 270 К. Как и во сколько раз изменится КПД цикла, если температура нагревателя возрастет до 1170 К?

**Решение:**

КПД цикла Карно вычисляется по формуле

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} 100\%,$$

где  $T_1$  – температура нагревателя, а  $T_2$  – температура холодильника.

В первом случае КПД цикла Карно равен

$$\eta_1 = \frac{870 - 270}{870} 100\% \cong 69\%,$$

а во втором случае

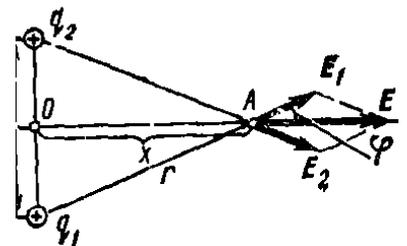
$$\eta_2 = \frac{1170 - 270}{1170} 100\% \cong 77\%.$$

Следовательно, при возрастании температуры нагревателя КПД цикла Карно увеличивается, и оно становится больше в  $\eta_2/\eta_1 \cong 1.11$  раз.

**151.** Два одинаковых точечных заряда по 2 нКл каждый находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $r = 10$  см. Определить напряжённость электрического поля в третьей вершине.

**Решение:**

Согласно принципу суперпозиции электрических полей, каждый заряд создает поле независимо от присутствия в пространстве других зарядов. Поэтому напряжённость  $\vec{E}$  электрического поля в иско-



мой точке может быть найдена как векторная сумма напряженностей  $\vec{E}_1$  и  $\vec{E}_2$  полей, создаваемых каждым зарядом в отдельности:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2.$$

Напряженности электрического поля, создаваемого в вакууме первым и вторым зарядами, соответственно равны

$$E_1 = k \frac{q_1}{r^2} \quad \text{и} \quad E_2 = k \frac{q_2}{r^2}. \quad (E_1 = E_2 = k \frac{q_1}{r^2})$$

Расстояния от зарядов до точки  $A$  одинаковы и равны стороне равно-стороннего треугольника.

Вектора  $\vec{E}_1$  и  $\vec{E}_2$  направлены по силовой линии от зарядов  $q_1$  и  $q_2$ , так как заряды  $q_1 > 0$  и  $q_2 > 0$ .

Модуль вектора  $\vec{E}$  найдем геометрически

$$E = 2E_1 \cos 30^\circ = \sqrt{3}E_1$$

$$E = \sqrt{3}k \frac{q_1}{r^2}.$$

Подставляя численные значения, получаем

$$E = \sqrt{3} \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-9}}{0.1^2} \cong 3.1 \cdot 10^3 \text{ В/м.}$$

**161.** На концах медного провода длиной 10 м поддерживается разность потенциалов 10 В. Определить плотность тока в проводе. Удельное сопротивление меди равно  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

**Решение:**

Плотность тока в проводе численно равна  $j = \frac{I}{S}$ .

Силу тока найдем, используя закон Ома для участка цепи

$$I = U/R,$$

где  $R = \rho \frac{l}{S}$  – сопротивление участка,  $\rho$  – удельное сопротивление.

$$\text{Тогда } j = \frac{U}{RS} = \frac{US}{\rho l S} = \frac{U}{\rho l}.$$

Подставляя численные значения, получаем

$$j = \frac{10}{1.7 \cdot 10^{-8} \cdot 10} \cong 0.59 \cdot 10^8 \text{ А/м}^2.$$

**171.** В середине соленоида, содержащего 10 витков/см, помещен круговой виток диаметром 2 см. Плоскость витка расположена под углом  $60^\circ$  к оси соленоида. Определить поток магнитного поля, пронизывающий виток, если по обмотке соленоида течет ток силой 1 А.

**Решение:**

Магнитное поле бесконечно длинного соленоида

$B = \mu\mu_0 nI$ , где  $n = N/l$  – концентрация витков,  $l$  – длина соленоида.

Поток магнитного поля, пронизывающий виток, можно определить по формуле

$$\Phi = BS \cos \alpha,$$

где  $\alpha$  – угол между вектором  $\vec{B}$  и нормалью к поверхности.

Площадь витка равна  $S = \frac{\pi d^2}{4}$ .

Следовательно,

$$\Phi = \frac{1}{4} \mu\mu_0 nI \pi d^2 \cos \alpha.$$

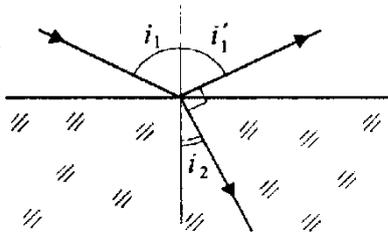
Учитывая, что магнитная проницаемость  $\mu = 1$ , магнитная постоянная  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м.

Подставляя численные значения, получаем

$$\Phi = \frac{1}{4} 4 \cdot 3.14 \cdot 10^{-7} \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 3.14 \cdot 0.02^2 \cos 60^\circ \cong 0.2 \cdot 10^{-6} \text{ Вб.}$$

**181.** Луч света переходит из воздуха в стекло с показателем преломления 1.4. Найти углы падения и преломления, если отраженный и преломленный лучи перпендикулярны.

**Решение:**



Из условия задачи следует, что  $i'_1 + i_2 = 90^\circ$ ,  
 где  $i'_1$  – угол отражения,  $i_2$  – угол преломления.

Согласно закону преломления

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21},$$

где  $i_1$  – угол падения,  $n_{21}$  – относительный показатель преломления второй среды по отношению к первой, который равен

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}, \quad \text{причем } n_2 = 1.4, \text{ а } n_1 = 1 \text{ (т.к. первая среда воздух).}$$

Согласно закону отражения  $i'_1 = i_1$ , поэтому  $i_2 = 90^\circ - i'_1 = 90^\circ - i_1$ .

Тогда получаем, что  $\sin i_2 = \sin(90^\circ - i_1) = \cos i_1$ .

Подставим это значение в закон преломления света.

$$\frac{\sin i_1}{\cos i_1} = \operatorname{tg} i_1 = \frac{n_2}{n_1}.$$

Отсюда  $i_1 = \operatorname{arctg} \frac{n_2}{n_1}, \quad i_2 = 90^\circ - \operatorname{arctg} \frac{n_2}{n_1}.$

Подставив числовые данные, получаем  $i_1 \cong 54^\circ, \quad i_2 \cong 36^\circ.$

**191.** На металл падает рентгеновское излучение с длиной волны 1 нм. Пренебрегая работой выхода, определить максимальную скорость фотоэлектронов.

**Решение:**

Максимальную скорость фотоэлектронов определим из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта:

$$E = A + T_{\max}.$$

Энергия фотона вычисляется по формуле  $E = hc/\lambda$ ,  $A$  – работа выхода, ею по условию задачи можно пренебречь.

Кинетическая энергия фотоэлектрона в зависимости от того, какая скорость ему сообщается, может быть выражена или по классической формуле

$$T = \frac{m_0 v^2}{2}, \quad (\text{A})$$

или по релятивистской

$$T = (m - m_0)c^2. \quad (\text{B})$$

Скорость фотоэлектрона зависит от энергии фотона, вызывающего фотоэффект: если энергия фотона  $E$  много меньше энергии покоя электрона  $E_0$ , то может быть применена формула (А); если же  $E$  сравнима по размеру с  $E_0$ , то вычисление по формуле (А) приводит к грубой ошибке, в этом случае кинетическую энергию фотоэлектрона необходимо выражать по формуле (В).

Вычислим теперь энергию фотона рентгеновского излучения:

$$E = hc/\lambda = \frac{6.64 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{10^{-9}} = 19.89 \cdot 10^{-17} \text{ Дж} = 0.0012 \text{ МэВ}.$$

Это значение энергии фотона много меньше энергии покоя электрона (0.51 МэВ). Следовательно, для данного случая максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона в формуле может быть выражена по классической формуле

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2E}{m_0}}$$

Вычислим искомую скорость

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 19.89 \cdot 10^{-17}}{9.1 \cdot 10^{-31}}} \approx 20.9 \cdot 10^6 \text{ м/с}.$$

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

### Задачи

101. Зависимости координат от времени при движении материальной точки имеют вид:  $x = (3t + 3t^2)$ ,  $y = (2 + 4t^2)$ . Определить модули скорости и ускорения этой точки в момент времени  $t = 5$  с.

102. Две материальные точки движутся прямолинейно согласно законам:  $x_1 = 4t + 8t^2 - t^3$ ,  $x_2 = 2t - 4t^2 + t^3$ . В какой момент времени ускорения

этих точек будут одинаковыми? Найти скорости точек в этот момент времени.

103. Материальная точка начинает двигаться прямолинейно. Зависимость ее ускорения от времени дается равенством  $a = (10 - 2t)$ . Определить: 1) скорость точки в момент времени  $t = 2$  с; 2) путь, пройденный точкой за первые 2 с.

104. Материальная точка движется вдоль оси  $ox$ , а ее скорость меняется со временем по закону  $v_x = (4 + 5t^2)$ . Определить: момент времени  $t_1$ , в который ускорение  $a_x = 20$  м/с<sup>2</sup>.

105. Стартовав одновременно из одного пункта без начальных скоростей, две материальные точки движутся прямолинейно. При этом их ускорения зависят от времени по следующим законам:  $a_{1x} = (5 + 4t)$  и  $a_{2x} = (11 - 2t)$ . В какие моменты времени  $t_1$  и  $t_2$  точки будут иметь равные скорости?

106. Нормальное ускорение материальной точки, движущейся по окружности радиусом 1 м, меняется по закону  $a_n = 4t^2$ . Определить скорость точки в момент времени  $t = 2$  с и путь, пройденный точкой за первые 3 с.

107. Материальная точка движется по окружности радиусом 3 м. При этом зависимость ее линейной скорости от времени имеет вид  $v = (1 + 0,5t^2)$ . Определить ускорение точки в момент времени  $t = 2$  с и путь, пройденный точкой за первые 2 с.

108. Материальная точка движется по окружности радиусом 1 м без начальной скорости. Ее угловое ускорение зависит от времени по закону  $\varepsilon = (4 + 2t - t^2)$ . Найти линейную скорость и нормальное ускорение через 3 с после начала движения.

109. Зависимость угловой скорости от времени для материальной точки, движущейся по окружности радиусом 2 м, дается равенством

$\omega = \pi(1 + 2t)$ . Определить для момента времени  $t = 5$  с число оборотов, совершенных точкой, и ее угловое ускорение.

110. Материальная точка движется по окружности радиусом 1 м. Зависимость ее угла поворота от времени дается равенством  $\varphi = t + \frac{t^3}{3}$ . Найти для момента времени  $t = 2$  с линейную и угловую скорости, а также нормальное, тангенциальное и полное ускорения точки.

111. Блок в форме диска массой 0,2 кг вращается под действием сил натяжения нити, к концам которой прикреплены грузы массами 0,1 и 0,5 кг. Определить силы натяжения нити  $T_1$  и  $T_2$  по обе стороны блока.

112. На обод маховика диаметром 40 см намотан шнур, к которому привязан груз массой 1 кг. Найти момент инерции маховика, если он, вращаясь равноускоренно, за 2 с приобрел угловую скорость 6 рад/с.

113. Спутник вращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте  $h = 700$  км. Определить линейную и угловую скорости спутника. Ускорение свободного падения у поверхности Земли и ее радиус считать известными.

114. Определить напряженность гравитационного поля Земли на высоте  $h = 10000$  км от ее поверхности. Ускорение свободного падения у поверхности Земли и ее радиус считать известными.

115. В деревянный шар массой 8 кг, подвешенный на нити длиной 1 м, попадает горизонтально летящая пуля массой 8 г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась от вертикали на угол  $\alpha = 30^\circ$ . Размером шара пренебречь, а удар считать прямым и центральным.

116. Шар массой 5 кг движется со скоростью 1 м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой 2 кг. Определить скорости шаров после удара, если удар абсолютно упругий, прямой и центральный.

117. Шар массой 3 кг движется со скоростью 2 м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой 5 кг. Какая работа будет совершена при деформации шаров, если удар абсолютно неупругий, прямой и центральный?

118. Какую работу нужно совершить, чтобы пружину жесткостью 1000 Н/м, сжатую на 1 см, дополнительно сжать еще на 1 см?

119. Горизонтальная платформа массой 150 кг вращается с частотой 10 мин<sup>-1</sup> вокруг неподвижной вертикальной оси, проходящей через центр платформы. На краю платформы стоит человек массой 100 кг. С какой угловой скоростью начнет вращаться платформа, если человек перейдет с края платформы в ее центр? Считать платформу однородным диском, а человека – материальной точкой.

120. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках вертикально по оси вращения скамьи стержень длиной 2 м и массой 5 кг. Скамья с человеком равномерно вращается со скоростью 2 рад/с, а центры инерции человека и стержня находятся на оси вращения скамьи. Суммарный момент инерции скамьи с человеком равен 5 кг·м<sup>2</sup>. С какой угловой скоростью станет вращаться скамья с человеком, если он повернет стержень в горизонтальное положение?

121. Определить частоту гармонических колебаний диска относительно оси, проходящей горизонтально через середину радиуса диска перпендикулярно его плоскости. Радиус диска равен 20 см.

122. Тонкий обруч радиусом 60 см, подвешенный на вбитый в стену гвоздь, совершает гармонические колебания в плоскости, параллельной стене. Определить период колебаний обруча.

123. Частица массой 100 г совершает гармонические колебания с периодом 2 с. Полная энергия колеблющейся частицы равна 1 мДж. Определить амплитуду колебаний и максимальное значение силы, действующей на частицу.

124. Чашка пружинных весов массой 0,1 кг совершает вертикальные гармонические колебания с амплитудой 10 см. Когда чашка находилась в крайнем нижнем положении, на нее положили груз массой 0,1 кг. В результате колебания прекратились. Определить первоначальный период колебаний чашки.

125. Брусок массой 100 г совершает на гладком столе под действием пружины гармонические колебания с амплитудой 10 см и периодом 1 с. Вдоль оси движения летит кусок пластилина массой 10 г и, попав в брусок в момент прохождения им положения равновесия, прилипает к бруску. Определить скорость куска пластилина, если в результате столкновения колебания прекратились.

126. Две частицы движутся навстречу друг другу со скоростями  $0,9c$  и  $0,8c$ , где  $c$  – скорость света в вакууме. Найти относительную скорость этих частиц.

127. При какой скорости частицы ее кинетическая энергия и энергия покоя равны?

128. Скорость частицы  $0,8c$ , где  $c$  – скорость света в вакууме. Какую долю ее полной энергии составляет кинетическая энергия?

129. Каков импульс электрона, имеющего энергию 1 ГэВ?

130. Протон движется со скоростью  $0,8c$ , где  $c$  – скорость света в вакууме. Найти импульс и кинетическую энергию протона.

131. Два баллона емкостями 3 и 4 л соединены трубкой с краном и содержат один и тот же газ под давлениями 0,2 и 0,1 Па. Температуры газов одинаковые. Какое давление установится после открытия крана?

132. Баллон емкостью 20 л заполнен азотом при температуре 400 К. После израсходования части газа, давление в баллоне понизилось на 100 кПа. Определить массу израсходованного газа, если процесс изотермический.

133. В начале сжатия температура газа в цилиндре двигателя внутреннего сгорания была равна  $57^{\circ}\text{C}$ . Найти температуру в конце сжатия, если при этом давление возрастает в 10 раз, а объем газа уменьшается в 5 раз.

134. Определить показатель адиабаты идеального газа, если при температуре 350 К и давлении 0,4 МПа он занимает объем 300 л и имеет теплоемкость  $C_p = 860$  Дж/К.

135. Определить работу, которую совершит азот, и изменение его внутренней энергии, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты 21 кДж.

136. При изотермическом расширении азота при температуре 280 К его объем увеличился в 2 раза. Определить совершенную при этом работу, изменение внутренней энергии газа и количество теплоты, полученное газом.

137. Во сколько раз увеличится объем 2 молей водорода, если при изотермическом расширении он получит количество теплоты 800 Дж при температуре 300 К?

138. При адиабатическом сжатии воздуха его давление увеличилось от 10 кПа до 0,1 МПа, а затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление воздуха в конце всего процесса.

139. В результате изохорного нагревания одного моля двухатомного газа его температура увеличилась в 1,5 раза. Найти изменение энтропии газа.

140. Азот массой 7 г изотермически расширился от объема 2 л до объема 5 л. Найти приращение энтропии газа в этом процессе.

141. Идеальный газ совершает цикл Карно при температуре нагревателя 870 К и температуре холодильника 270 К. Как и во сколько раз изменится КПД цикла, если температура нагревателя возрастет до 1170 К?

142. Идеальный газ, совершая цикл Карно, отдал холодильнику 60% количества теплоты, полученного от нагревателя. Определить температуру нагревателя, если температура холодильника равна 240 К.

143. Как изменяется средняя длина свободного пробега молекул двухатомного газа при падении давления в 1,5 раза в изотермическом процессе?

144. Как изменяется среднее число столкновений молекул одноатомного газа в единицу времени при увеличении давления в 1,5 раза в изохорическом процессе?

145. Как изменится среднее время между двумя последовательными столкновениями молекул двухатомного газа, если его объем адиабатически увеличить в 1,1 раза?

146. Найти среднюю длину свободного пробега, среднюю скорость и среднее время между двумя последовательными столкновениями молекул водорода при нормальных условиях. Эффективный диаметр молекулы водорода равен 0,23 нм.

147. Найти добавочное давление внутри мыльного пузыря диаметром 10 см. Определить также работу, совершаемую при изотермическом выдувании этого пузыря. Коэффициент поверхностного натяжения мыльной воды равен 40 мН/м.

148. Определить энергию, которая выделится при слиянии двух капель ртути радиусом 1 мм каждая в одну большую каплю. Процесс считать изотермическим. Коэффициент поверхностного натяжения ртути равен 500 мН/м.

149. Глицерин поднялся на высоту 20 мм в капиллярной трубке с внутренним диаметром 1 мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения глицерина, если смачивание полное, а плотность глицерина равна 1,26 г/см<sup>3</sup>.

150. Из капилляра вытекло 100 капель спирта общей массой 0,7 г. Определить коэффициент поверхностного натяжения спирта, если диаметр шейки капли в момент ее отрыва от капилляра равен 1 мм.

151. Два одинаковых точечных заряда по 2 нКл каждый находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a = 10$  см. Определить напряженность электрического поля в третьей вершине.

152. Три одинаковых точечных заряда по 3 мкКл каждый находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a = 1$  см. Определить силу, действующую на один из зарядов со стороны двух других.

153. Определить напряженность электрического поля равномерно заряженного с линейной плотностью 200 нКл/м тонкого прямого стержня в

точке, лежащей на продолжении оси стержня на расстоянии 10 см от ближайшего конца, если длина стержня равна 20 см.

154. На тонком стержне длиной 2 м равномерно распределен заряд с линейной плотностью 2 нКл/м. Найти потенциал электрического поля в точке, расположенной на оси стержня и удаленной от ближайшего конца на расстояние 1 м.

155. Электрическое поле создано длинным равномерно заряженным цилиндром, линейная плотность заряда которого 2 нКл/м, а радиус равен 2 см. Определить разность потенциалов двух точек поля, отстоящих от оси цилиндра на расстоянии 1 и 6 см.

156. Электрон, обладавший кинетической энергией 10 эВ, влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов 8 В?

157. Найти отношение скоростей ионов  $\text{Cu}^{++}$  и  $\text{K}^+$ , прошедших одинаковую разность потенциалов.

158. Ион атома лития  $\text{Li}^+$  прошел ускоряющую разность потенциалов 400 В, а ион атома  $\text{Na}^+$  – 200 В. Найти отношение скоростей этих ионов, если начальные скорости ионов были равны нулю.

159. Два конденсатора ёмкостями 5 мкФ и 3 мкФ соединены последовательно и присоединены к батарее с ЭДС, равной 100 В. Найти энергию электрического поля каждого из конденсаторов.

160. Два конденсатора ёмкостями 2 нФ и 4 нФ соединены параллельно и присоединены к батарее с ЭДС, равной 100 В. Найти энергию электрического поля каждого из конденсаторов.

161. На концах медного провода длиной 10 м поддерживается разность потенциалов 10 В. Определить плотность тока в проводе. Удельное сопротивление меди равно  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

162. Определить силу тока короткого замыкания батареи, если при внешнем сопротивлении 10 Ом сила тока в цепи равна 1 А, а при внешнем сопротивлении 15 Ом сила тока равна 0,6 А.

163. К источнику питания сначала подсоединяют резистор с сопротивлением 5 Ом, а потом резистор с сопротивлением 10 Ом. Найти внутреннее сопротивление батареи, если в резисторах выделяется одинаковое количество теплоты.

164. В проводнике за 10 с при равномерном нарастании тока от 1 до 2 А выделилась теплота в количестве 5 кДж. Найти сопротивление проводника.

165. В проводнике сопротивлением 100 Ом равномерно возрастает ток с нулевого значения. Определить заряд, прошедший через сечение этого проводника в течение 10 с, если за это время выделилась теплота в количестве 100 Дж.

166. Найти кинетическую энергию электрона, движущегося по окружности радиусом 10 мм в однородном магнитном поле с индукцией 2 мТл.

167. Протон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Найти период обращения протона.

168. Определить магнитную индукцию на оси тонкого проволочного кольца радиусом 10 см в точке, расположенной на расстоянии с 20 см от центра кольца, если в центре кольца индукция равна 100 мкТл.

169. По двум длинным прямым параллельным проводам, расстояние между которыми равно 10 см, текут одинаковые и сонаправленные токи силой 10 А. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной от каждого провода на расстояние 1 м.

170. По двум длинным прямым проводникам, скрещенным под прямым углом, текут токи силой 10 и 20 А. Расстояние между проводниками равно 10 см. Определить индукцию магнитного поля в точке, лежащей на середине общего перпендикуляра к проводникам.

171. В середине соленоида, содержащего 10 витков/см, помещен круговой виток диаметром 2 см. Плоскость витка расположена под углом  $60^\circ$  к оси

соленоида. Определить поток магнитного поля, пронизывающий виток, если по обмотке соленоида течет ток силой 1 А.

172. Плоский контур площадью  $100 \text{ см}^2$  находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Определить поток магнитного поля через контур, если его плоскость расположена под углом  $30^\circ$  к направлению линий магнитной индукции.

173. Электрон, влетев в однородное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл, стал двигаться по окружности радиуса 5 см. Определить магнитный момент эквивалентного кругового тока.

174. Магнитный момент проводящего кольца радиуса 10 см составляет  $1 \text{ А} \cdot \text{м}^2$ . Определить индукцию магнитного поля в центре кольца.

175. На немагнитный каркас длиной 1 м и диаметром 10 см плотно намотан в один слой провод диаметром 300 мкм. Вычислить индуктивность такого соленоида.

176. Индуктивность соленоида без сердечника равна 0,5 мГн. Длина соленоида равна 0,6 м, а диаметр равен 2 см. Определить концентрацию витков соленоида.

177. По катушке радиусом 10 см и содержащей 300 витков, течет ток силой 1 А. Определить объемную плотность энергии в центре кольца.

178. Магнитный поток в соленоиде, содержащем 1000 витков, равен 0,1 мВб. Определить энергию магнитного поля соленоида, если сила тока, протекающего по виткам соленоида, равна 1 А.

179. По двум длинным проводам, расстояние между которыми 10 см, текут одинаковые токи силой 1 А. Определить объемную плотность энергии магнитного поля в точке, удаленной от одного из проводников на расстояние 10 см, а от другого – на расстояние 20 см.

180. По двум длинным параллельным проводам, расстояние между которыми 10 см, текут противоположно направленные токи силой 1 А. Найти объемную плотность энергии магнитного поля в точке, удаленной от каждого проводника на расстояние 1 м.

181. Луч света переходит из воздуха в стекло с показателем преломления 1,4. Найти углы падения и преломления, если отраженный и преломленный лучи перпендикулярны.

182. Луч света переходит из стекла с показателем преломления 1,5 в воду с показателем преломления 1,33. Найти предельный угол полного внутреннего отражения.

183. На дифракционную решетку с периодом 14 мкм падает нормально монохроматическая световая волна. На экране, удаленном от решетки на 2 м, расстояние между спектрами второго и третьего порядка равно 8,7 см. Какова длина волны падающего света?

184. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол, соответствующий первому дифракционному минимуму, равен  $30^\circ$ . Определить, сколько длин волн укладывается на ширине щели.

185. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол, соответствующий первому дифракционному минимуму, равен  $30^\circ$ . Определить ширину щели, если длина волны падающего света равна 0,6 мкм.

186. Пучок света переходит из жидкости в стекло. Угол падения пучка равен  $60^\circ$ , угол преломления равен  $50^\circ$ . Найти угол Брюстера.

187. Определить угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через них, уменьшилась в 4 раза.

188. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора изменился от  $30^\circ$  до  $45^\circ$ . Определить изменение интенсивности прошедшего через них света.

189. Угол падения пучка естественного света на стекло равен  $60^\circ$ . При этом отраженный луч максимально поляризован. Определить угол преломления света.

190. Пучок естественного света переходит из кристалла в жидкость, частично отражаясь и частично преломляясь. При угле падения  $40^\circ$  отражен-

ный пучок максимально поляризован. Определить показатель преломления кристалла, если показатель преломления жидкости равен 1,55.

191. На металл падает рентгеновское излучение с длиной волны 1 нм. Пренебрегая работой выхода, определить максимальную скорость фотоэлектронов.

192. Какова должна быть длина волны электромагнитного излучения, падающего на платиновую пластину, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна  $3 \cdot 10^6$  м/с? Работа выхода электронов из платины равна 6,3 эВ.

193. Фотон, соответствующий длине волны электромагнитного излучения 0,2 мкм, вырывает с поверхности натрия фотоэлектрон, кинетическая энергия которого равна 2 эВ. Определить работу выхода и красную границу фотоэффекта.

194. На пластину падает монохроматический свет с длиной волны 0,42 мкм. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 0,95 В. Определить работу выхода электронов с поверхности пластины.

195. На цинковую пластину падает монохроматический пучок света. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 1,5 В. Найти длину волны света, падающего на пластину. Работа выхода электронов из цинка равна 4 эВ.

196. Определить энергию фотона, поглощенного атомом водорода, если электрон перешел из основного состояния на второй энергетический уровень.

197. Вычислить длину волны де Бройля электрона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов 1 В.

198. Период полураспада изотопа стронция  $^{90}\text{Sr}_{38}$  равен 27 лет. Определить, сколько ядер из 1 г этого изотопа распадается в течение одного года.

199. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра изотопа  $^7\text{Li}_3$ , масса которого равна 7,01546 а.е.м.

200. Определить удельную энергию связи ядра кислорода  $^{16}\text{O}_8$ , если его масса равна 15,99436 а.е.м.

## Приложение

### Физические постоянные

Наименование	Обозначение	Численное значение
Ускорение свободного падения	g	9,81 м/с <sup>2</sup>
Гравитационная постоянная	G	6,67·10 <sup>-11</sup> м <sup>3</sup> /(кг·с <sup>2</sup> )
Масса Земли	M <sub>з</sub>	5,98·10 <sup>24</sup> кг
Радиус Земли (средний)	R <sub>з</sub>	6,37·10 <sup>6</sup> м
Газовая постоянная	R	8,31 Дж/мольК
Постоянная Больцмана	k	1,38·10 <sup>-23</sup> Дж/К
Число Авогадро	N <sub>A</sub>	6,02·10 <sup>23</sup> моль <sup>-1</sup>
Скорость света в вакууме	c	3·10 <sup>8</sup> м/с
Атомная единица массы	а.е.м.	1,66·10 <sup>-27</sup> кг
Элементарный заряд	e	1,6·10 <sup>-19</sup> Кл
Электрическая постоянная	ε <sub>0</sub>	8,85·10 <sup>-12</sup> Ф/м
Магнитная постоянная	μ <sub>0</sub>	12,56·10 <sup>-7</sup> Гн/м
Масса электрона	m <sub>e</sub>	9,1·10 <sup>-31</sup> кг
Масса протона	m <sub>p</sub>	1,672·10 <sup>-27</sup> кг
Масса нейтрона	m <sub>n</sub>	1,675·10 <sup>-27</sup> кг
Масса α - частицы	m <sub>α</sub>	6,64·10 <sup>-27</sup> кг
Постоянная Планка	h	6,63·10 <sup>-34</sup> Дж·с
Энергия ионизации атома водорода	E <sub>i</sub>	13,6 эВ

### Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
экса	Э	10 <sup>18</sup>	деци	д	10 <sup>-1</sup>
пэта	П	10 <sup>15</sup>	санتي	с	10 <sup>-2</sup>
тера	Т	10 <sup>12</sup>	милли	м	10 <sup>-3</sup>
гига	Г	10 <sup>9</sup>	микро	мк	10 <sup>-6</sup>
мега	М	10 <sup>6</sup>	нано	н	10 <sup>-9</sup>
кило	к	10 <sup>3</sup>	пико	п	10 <sup>-12</sup>
гекто	г	10 <sup>2</sup>	фемто	ф	10 <sup>-15</sup>
дека	да	10 <sup>1</sup>	атто	а	10 <sup>-18</sup>

### Греческий алфавит

Обозначение букв	Название букв	Обозначение букв	Название букв	Обозначение букв	Название букв
Α, α	альфа	Ι, ι	иота	Ρ, ρ	ро
Β, β	бета	Κ, κ	каппа	Σ, σ	сигма
Γ, γ	гамма	Λ, λ	ламбда	Τ, τ	тау
Δ, δ	дельта	Μ, μ	мю	Υ, υ	ипсилон
Ε, ε	эпсилон	Ν, ν	ню	Φ, φ	фи
Ζ, ζ	дзета	Ξ, ξ	кси	Χ, χ	хи
Η, η	эта	Ο, ο	омикрон	Ψ, ψ	пси
Θ, θ	тэта	Π, π	пи	Ω, ω	омега

### 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Баллы по соответствующим видам учебной деятельности заносятся в столбцы 2–7; для результатов промежуточной аттестации предусмотрен столбец 8.

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
0	5	10	0	0	0	0	0	15
1	5	15	0	15	5	15	30	85
Итого	10	25	0	15	5	15	30	100

Таблица 1.2 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
2	10	25	0	15	5	15	30	100

3	10	25	0	15	5	15	30	100
---	----	----	---	----	---	----	----	-----

## Программа оценивания учебной деятельности студента

### 0 семестр

#### Лекции

Посещаемость, активность; количество баллов – от 0 до 5.

Критерии оценки:

- менее 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов;
- не менее 51% занятий – 5 баллов.

#### Лабораторные занятия

Посещаемость лабораторных занятий, теоретический отчет по лабораторной работе, самостоятельность при выполнении лабораторной работы, грамотность в оформлении отчета, правильность проведения измерений – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

<p>При освоении студентом данной части дисциплины на «отлично» необходимо, чтобы студент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выполнил теоретические отчеты по всем заданным лабораторным работам в полном объеме;</li> <li>• посетил не менее 91% от числа занятий в семестре;</li> <li>• при необходимости самостоятельно собрал установку, на которой должен проводить измерения;</li> <li>• выполнил самостоятельно или в группе лабораторную работу, следуя указаниям, записанным в методическом пособии;</li> <li>• записал результаты измерений с учетом погрешностей;</li> <li>• провел правильные расчеты либо в системе СИ, либо в системе СГС;</li> <li>• все результаты измерений и вычислений занес в таблицы с</li> </ul>	от 7 до 10 баллов
--	-------------------

<p>соблюдением обозначений и единиц измерения; при необходимости построил графики, чертежи, схемы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оформил отчет о проделанной работе согласно требованиям, предъявляемым к оформлению лабораторных работ;</li> <li>• правильно выполнил вычисление погрешностей, если это предусмотрено в выполняемой лабораторной работе;</li> <li>• провел анализ полученного результата и в случае возможности сравнил с его известным теоретическим результатом и объяснил возможные расхождения;</li> <li>• соблюдал технику безопасности при выполнении лабораторной работы.</li> </ul>	
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«хорошо»</b> необходимо, чтобы работа студента удовлетворяла основным требованиям к ответу на оценку «отлично», но студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не ответил на два-три вопроса при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил не менее 71% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел опыт в условиях, не обеспечивающих достаточную точность измерений;</li> <li>• допустил негрубые ошибки при оформлении отчета по лабораторной работе (отсутствуют единицы измерения; имеются вычислительные ошибки, не приводящие к ошибочному результату; краткий анализ полученного результата), недочеты или описки, не повлиявшие на результаты выполнения работы.</li> </ul>	от 4 до 6 баллов
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«удовлетворительно»</b> необходимо, чтобы студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ответил на большую часть вопросов при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> </ul>	от 1 до 3 баллов

<ul style="list-style-type: none"> <li>• посетил не менее 51% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел измерения (они могут оказаться некорректными и приводить к получению результата с большой погрешностью);</li> <li>• оформил отчет по лабораторной работе, но в нем могли быть допущены ошибки (в записи единиц измерения, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не имеющие принципиального значения.</li> </ul>	
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на «неудовлетворительно» необходимо, чтобы студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не ответил на большую часть вопросов при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил менее 51% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел неверные измерения, вычисления;</li> <li>• некорректно или вовсе не оформил отчет по лабораторной работе;</li> <li>• нарушил технику безопасности при выполнении лабораторной работы.</li> </ul>	0 баллов

### **Практические занятия**

Не предусмотрены.

### **Самостоятельная работа**

Не предусмотрена.

### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

### **Другие виды учебной деятельности**

Не предусмотрены.

## **Промежуточная аттестация**

Не предусмотрена.

### **1 семестр**

#### **Лекции**

Посещаемость, активность; количество баллов – от 0 до 5.

Критерии оценки:

- менее 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов;
- не менее 51% занятий – 5 баллов.

#### **Лабораторные занятия**

Посещаемость лабораторных занятий, теоретический отчет по лабораторной работе, самостоятельность при выполнении лабораторной работы, грамотность в оформлении отчета, правильность проведения измерений – от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«отлично»</b> необходимо, чтобы студент: <ul style="list-style-type: none"><li>• выполнил теоретические отчеты по всем заданным лабораторным работам в полном объеме;</li><li>• посетил не менее 91% от числа занятий в семестре;</li><li>• при необходимости самостоятельно собрал установку, на которой должен проводить измерения;</li><li>• выполнил самостоятельно или в группе лабораторную работу, следуя указаниям, записанным в методическом пособии;</li><li>• записал результаты измерений с учетом погрешностей;</li><li>• провел правильные расчеты либо в системе СИ, либо в сис-</li></ul>	от 10 до 15 баллов
--	--------------------

<p>теме СГС;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• все результаты измерений и вычислений занес в таблицы с соблюдением обозначений и единиц измерения; при необходимости построил графики, чертежи, схемы;</li> <li>• оформил отчет о проделанной работе согласно требованиям, предъявляемым к оформлению лабораторных работ;</li> <li>• правильно выполнил вычисление погрешностей, если это предусмотрено в выполняемой лабораторной работе;</li> <li>• провел анализ полученного результата и в случае возможности сравнил с его известным теоретическим результатом и объяснил возможные расхождения;</li> <li>• соблюдал технику безопасности при выполнении лабораторной работы.</li> </ul>	
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«хорошо»</b> необходимо, чтобы работа студента удовлетворяла основным требованиям к ответу на оценку «отлично», но студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не ответил на два-три вопроса при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил не менее 71% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел опыт в условиях, не обеспечивающих достаточную точность измерений;</li> <li>• допустил негрубые ошибки при оформлении отчета по лабораторной работе (отсутствуют единицы измерения; имеются вычислительные ошибки, не приводящие к ошибочному результату; краткий анализ полученного результата), недочеты или опiski, не повлиявшие на результаты выполнения работы.</li> </ul>	от 5 до 9 баллов
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«удовлетворительно»</b> необходимо, чтобы студент</p>	от 1 до 4 баллов

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ответил на большую часть вопросов при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил не менее 51% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел измерения (они могут оказаться некорректными и приводить к получению результата с большой погрешностью);</li> <li>• оформил отчет по лабораторной работе, но в нем могли быть допущены ошибки (в записи единиц измерения, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не имеющие принципиального значения.</li> </ul>	
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«неудовлетворительно»</b> необходимо, чтобы студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не ответил на большую часть вопросов при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил менее 51% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел неверные измерения, вычисления;</li> <li>• некорректно или вовсе не оформил отчет по лабораторной работе;</li> <li>• нарушил технику безопасности при выполнении лабораторной работы.</li> </ul>	0 баллов

### **Практические занятия**

Не предусмотрены.

### **Самостоятельная работа**

Выполнение практических заданий, выданных в начале семестра; количество баллов – от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом практических заданий – 15 баллов;

- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – от 8 до 12 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

### **Автоматизированное тестирование**

Максимально можно набрать 5 баллов.

Автоматизированное тестирование осуществляется системой автоматически, и баллы заносятся автоматически в соответствующую колонку таблицы после прохождения студентом теста on-line.

Для загрузки теста на портал необходимо предоставить материалы теста (вопросы с правильными ответами) в Институт открытого образования.

### **Другие виды учебной деятельности**

Итоговый опрос, проводимый в конце семестра – от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом заданий опроса – 15 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – 10 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

### **Промежуточная аттестация**

Форма промежуточной аттестации в первом семестре – экзамен; количество баллов – от 0 до 30 баллов.

Экзамен проводится в устной форме в виде ответов на вопросы билета и три дополнительных вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации. Билет содержит два вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации.

Критерии оценки ответа на каждый вопрос при проведении промежуточной аттестации:

- на вопрос дан правильный, полный, развернутый ответ (допускаются незначительные погрешности) – 6 баллов;
- на вопрос дан правильный, но неполный ответ (например, при объяснении явления, изложении метода имеются отдельные логические недочеты; допущена ошибка при вычислении; имеются другие неточности) – 4-5 баллов;
- на вопрос дан краткий ответ, содержащий только верно сформулированные факты (допускаются незначительные погрешности) – 3 балла;
- в остальных случаях – 0 баллов.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 10 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге и т.п.). При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за первый семестр по дисциплине «Физика» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Физика» в оценку (экзамен):

86-100 баллов	«отлично»
76-85 баллов	«хорошо»
61-75 баллов	«удовлетворительно»

0-60 баллов	«не удовлетворительно»
-------------	------------------------

## 2 семестр

### **Лекции**

Посещаемость, активность; количество баллов – от 0 до 10.

Критерии оценки:

- менее 1% от числа занятий в семестре – 0 баллов;
- от 1% до 10% от числа занятий в семестре – 1 балл;
- от 11% до 20% – 2 балла;
- от 21% до 30% – 3 балла;
- от 31% до 40% – 4 балла;
- от 41% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 60% – 6 баллов;
- от 61% до 70% – 7 баллов;
- от 71% до 80% – 8 баллов;
- от 81% до 90% – 9 баллов;
- не менее 91% занятий – 10 баллов.

### **Лабораторные занятия**

Посещаемость лабораторных занятий, теоретический отчет по лабораторной работе, самостоятельность при выполнении лабораторной работы, грамотность в оформлении отчета, правильность проведения измерений – от 0 до 25 баллов.

Критерии оценки:

При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«отлично»</b> необходимо, чтобы студент: <ul style="list-style-type: none"> <li>• выполнил теоретические отчеты по всем заданным лабораторным работам в полном объеме;</li> </ul>	от 18 до 25 баллов
--	--------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>• посетил не менее 91% от числа занятий в семестре;</li> <li>• при необходимости самостоятельно собрал установку, на которой должен проводить измерения;</li> <li>• выполнил самостоятельно или в группе лабораторную работу, следуя указаниям, записанным в методическом пособии;</li> <li>• записал результаты измерений с учетом погрешностей;</li> <li>• провел правильные расчеты либо в системе СИ, либо в системе СГС;</li> <li>• все результаты измерений и вычислений занес в таблицы с соблюдением обозначений и единиц измерения; при необходимости построил графики, чертежи, схемы;</li> <li>• оформил отчет о проделанной работе согласно требованиям, предъявляемым к оформлению лабораторных работ;</li> <li>• правильно выполнил вычисление погрешностей, если это предусмотрено в выполняемой лабораторной работе;</li> <li>• провел анализ полученного результата и в случае возможности сравнил с его известным теоретическим результатом и объяснил возможные расхождения;</li> <li>• соблюдал технику безопасности при выполнении лабораторной работы.</li> </ul>	
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«хорошо»</b> необходимо, чтобы работа студента удовлетворяла основным требованиям к ответу на оценку «отлично», но студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не ответил на два-три вопроса при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил не менее 71% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел опыт в условиях, не обеспечивающих достаточную точность измерений;</li> <li>• допустил негрубые ошибки при оформлении отчета по лабо-</li> </ul>	<p>от 9 до 17 баллов</p>

<p>рапорной работе (отсутствуют единицы измерения; имеются вычислительные ошибки, не приводящие к ошибочному результату; краткий анализ полученного результата), недочеты или описки, не повлиявшие на результаты выполнения работы.</p>	
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«удовлетворительно»</b> необходимо, чтобы студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ответил на большую часть вопросов при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил не менее 51% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел измерения (они могут оказаться некорректными и приводить к получению результата с большой погрешностью);</li> <li>• оформил отчет по лабораторной работе, но в нем могли быть допущены ошибки (в записи единиц измерения, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не имеющие принципиального значения.</li> </ul>	<p>от 1 до 8 баллов</p>
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«неудовлетворительно»</b> необходимо, чтобы студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не ответил на большую часть вопросов при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил менее 51% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел неверные измерения, вычисления;</li> <li>• некорректно или вовсе не оформил отчет по лабораторной работе;</li> <li>• нарушил технику безопасности при выполнении лабораторной работы.</li> </ul>	<p>0 баллов</p>

### Практические занятия

Не предусмотрены.

### **Самостоятельная работа**

Выполнение практических заданий, выданных в начале семестра; количество баллов – от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом практических заданий – 15 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – от 8 до 12 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

### **Автоматизированное тестирование**

Максимально можно набрать 5 баллов.

Автоматизированное тестирование осуществляется системой автоматически, и баллы заносятся автоматически в соответствующую колонку таблицы после прохождения студентом теста on-line.

Для загрузки теста на портал необходимо предоставить материалы теста (вопросы с правильными ответами) в Институт открытого образования.

### **Другие виды учебной деятельности**

Итоговый опрос, проводимый в конце каждого семестра – от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом заданий опроса – 15 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – 10 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

### **Промежуточная аттестация**

Форма промежуточной аттестации во втором семестре – экзамен; количество баллов – от 0 до 30 баллов.

Экзамен проводится в устной форме в виде ответов на вопросы билета и три дополнительных вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации. Билет содержит два вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации.

Критерии оценки ответа на каждый вопрос при проведении промежуточной аттестации:

- на вопрос дан правильный, полный, развернутый ответ (допускаются незначительные погрешности) – 6 баллов;
- на вопрос дан правильный, но неполный ответ (например, при объяснении явления, изложении метода имеются отдельные логические недочеты; допущена ошибка при вычислении; имеются другие неточности) – 4-5 баллов;
- на вопрос дан краткий ответ, содержащий только верно сформулированные факты (допускаются незначительные погрешности) – 3 балла;
- в остальных случаях – 0 баллов.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 10 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге и т.п.). При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за второй семестр по дисциплине «Физика» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Физика» в оценку (экзамен):

86-100 баллов	«отлично»
76-85 баллов	«хорошо»
61-75 баллов	«удовлетворительно»
0-60 баллов	«не удовлетворительно»

### **3 семестр**

#### **Лекции**

Посещаемость, активность; количество баллов – от 0 до 10.

Критерии оценки:

- менее 1% от числа занятий в семестре – 0 баллов;
- от 1% до 10% от числа занятий в семестре – 1 балл;
- от 11% до 20% – 2 балла;
- от 21% до 30% – 3 балла;
- от 31% до 40% – 4 балла;
- от 41% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 60% – 6 баллов;
- от 61% до 70% – 7 баллов;
- от 71% до 80% – 8 баллов;
- от 81% до 90% – 9 баллов;
- не менее 91% занятий – 10 баллов.

#### **Лабораторные занятия**

Посещаемость лабораторных занятий, теоретический отчет по лабораторной работе, самостоятельность при выполнении лабораторной работы, грамот-

ность в оформлении отчета, правильность проведения измерений – от 0 до 25 баллов.

Критерии оценки:

<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«отлично»</b> необходимо, чтобы студент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выполнил теоретические отчеты по всем заданным лабораторным работам в полном объеме;</li> <li>• посетил не менее 91% от числа занятий в семестре;</li> <li>• при необходимости самостоятельно собрал установку, на которой должен проводить измерения;</li> <li>• выполнил самостоятельно или в группе лабораторную работу, следуя указаниям, записанным в методическом пособии;</li> <li>• записал результаты измерений с учетом погрешностей;</li> <li>• провел правильные расчеты либо в системе СИ, либо в системе СГС;</li> <li>• все результаты измерений и вычислений занес в таблицы с соблюдением обозначений и единиц измерения; при необходимости построил графики, чертежи, схемы;</li> <li>• оформил отчет о проделанной работе согласно требованиям, предъявляемым к оформлению лабораторных работ;</li> <li>• правильно выполнил вычисление погрешностей, если это предусмотрено в выполняемой лабораторной работе;</li> <li>• провел анализ полученного результата и в случае возможности сравнил с его известным теоретическим результатом и объяснил возможные расхождения;</li> <li>• соблюдал технику безопасности при выполнении лабораторной работы.</li> </ul>	<p>от 18 до 25 баллов</p>
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«хорошо»</b> необходимо, чтобы работа студента удовлетворяла основным тре-</p>	<p>от 9 до 17 бал-</p>

<p>бованиям к ответу на оценку «отлично», но студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не ответил на два-три вопроса при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил не менее 71% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел опыт в условиях, не обеспечивающих достаточную точность измерений;</li> <li>• допустил негрубые ошибки при оформлении отчета по лабораторной работе (отсутствуют единицы измерения; имеются вычислительные ошибки, не приводящие к ошибочному результату; краткий анализ полученного результата), недочеты или описки, не повлиявшие на результаты выполнения работы.</li> </ul>	<p>ЛОВ</p>
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«удовлетворительно»</b> необходимо, чтобы студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ответил на большую часть вопросов при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил не менее 51% от числа занятий в семестре;</li> <li>• провел измерения (они могут оказаться некорректными и приводить к получению результата с большой погрешностью);</li> <li>• оформил отчет по лабораторной работе, но в нем могли быть допущены ошибки (в записи единиц измерения, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не имеющие принципиального значения.</li> </ul>	<p>от 1 до 8 баллов</p>
<p>При освоении студентом данной части дисциплины на <b>«неудовлетворительно»</b> необходимо, чтобы студент</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не ответил на большую часть вопросов при теоретическом отчете по лабораторной работе;</li> <li>• посетил менее 51% от числа занятий в семестре;</li> </ul>	<p>0 баллов</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• провел неверные измерения, вычисления;</li> <li>• некорректно или вовсе не оформил отчет по лабораторной работе;</li> <li>• нарушил технику безопасности при выполнении лабораторной работы.</li> </ul>	
--	--

### **Практические занятия**

Не предусмотрены.

### **Самостоятельная работа**

Выполнение контрольной работы, выданной в конце второго семестра; количество баллов – от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом контрольной работы – 15 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – от 8 до 12 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

### **Автоматизированное тестирование**

Максимально можно набрать 5 баллов.

Автоматизированное тестирование осуществляется системой автоматически, и баллы заносятся автоматически в соответствующую колонку таблицы после прохождения студентом теста on-line.

Для загрузки теста на портал необходимо предоставить материалы теста (вопросы с правильными ответами) в Институт открытого образования.

### **Другие виды учебной деятельности**

Итоговый опрос, проводимый в конце каждого семестра – от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом заданий опроса – 15 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – 10 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

### **Промежуточная аттестация**

Форма промежуточной аттестации в третьем семестре – экзамен; количество баллов – от 0 до 30 баллов.

Экзамен проводится в устной форме в виде ответов на вопросы билета и три дополнительных вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации. Билет содержит два вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации.

Критерии оценки ответа на каждый вопрос при проведении промежуточной аттестации:

- на вопрос дан правильный, полный, развернутый ответ (допускаются незначительные погрешности) – 6 баллов;
- на вопрос дан правильный, но неполный ответ (например, при объяснении явления, изложении метода имеются отдельные логические недочеты; допущена ошибка при вычислении; имеются другие неточности) – 4-5 баллов;
- на вопрос дан краткий ответ, содержащий только верно сформулированные факты (допускаются незначительные погрешности) – 3 балла;
- в остальных случаях – 0 баллов.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 10 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге и т.п.). При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за третий семестр по дисциплине «Физика» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Физика» в оценку (экзамен):

86-100 баллов	«отлично»
76-85 баллов	«хорошо»
61-75 баллов	«удовлетворительно»
0-60 баллов	«не удовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Физика»

### *а) основная литература:*

1. Грабовский Р.И. Курс физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. И. Грабовский. - Москва : Лань, 2012. - 608 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). Перейти к внешнему ресурсу [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3178](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3178) ЭБС «Лань».

### *б) дополнительная литература:*

1. Рогачев Н.М. Курс физики [Электронный ресурс] / Н. М. Рогачев. - Москва : Лань, 2010. - 448 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). Перейти к внешнему ресурсу [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=633](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=633) ЭБС «Лань».
2. Курс физики [Электронный ресурс] : в 3-х т. / И. В. Савельев. - СПб. : Лань, 2007 - . - ISBN RU\VSPU\BOOKS\60416(ошибочный). **Т. 1** : Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. - Москва : Лань, 2008. – 352 с. Перейти к внешнему ресурсу [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71762](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71762) **Т. 2** : Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. / И. В. Савельев. - Москва : Лань, 2008. - 352 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике). Перейти к внешнему ресурсу [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=347](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=347) **Т. 3** : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - Москва : Лань", 2016. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). Перейти к внешнему ресурсу [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71763](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71763) ЭБС «Лань».
3. Фриш С.Э. Курс общей физики [Электронный ресурс] : учеб. : / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. **Т. 2.** Электрические и электромагнитные

ния. - Москва : Лань, 2008. - 519 с. : ил. - (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике). Перейти к внешнему ресурсу [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=418](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=418) ЭБС «Лань».

4. Зисман Г.А., Тодес. О.М. Курс общей физики [Электронный ресурс] : в 3-х т. / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. - СПб. : Лань, 2007- Т. 1 : Механика, молекулярная физика, колебания и волны. - Москва : Лань, 2007. - 352 с. : ил., табл. Перейти к внешнему ресурсу [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=151](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=151) ЭБС «Лань».
5. Курс физики [Электронный ресурс] : в 2 т. : учебник для студ. вузов (гриф МО / под ред. В. Н. Лозовского. Т. 2. - Москва : Лань, 2009. - 608 с. : ил. Перейти к внешнему ресурсу [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=236](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=236) ЭБС «Лань».
6. Кикоин А.К. Молекулярная физика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин . - Москва : Лань, 2008. - 480 с. : ил. ; 21 см. - (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов. Специальная литература). Перейти к внешнему ресурсу [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=185](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=185) ЭБС «Лань».

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Саратовский государственный университет обеспечен комплектом лицензионного программного обеспечения.

Программное обеспечение: пакет программ Microsoft Office – MS Word, Excel, PowerPoint; пакет бесплатного ПО для работы с графическими, аудио- и видеоматериалами.

1. Физическая энциклопедия. Компьютерная программа. 2 CD-ROM. –

М.: БРЭ, 2003.

1. Физический практикум. Механика. [Электронный ресурс] /Под ред. В.С. Стальмахова. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. – 176 с. URL: <http://www.sgu.ru/node/302/materialy-dlya-studentov/opisaniya-laboratornyh-rabot>
2. Физический практикум. Молекулярная физика. [Электронный ресурс] /Под ред. А.А. Игнатъева. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1993. – 99 с. URL: <http://www.sgu.ru/node/302/materialy-dlya-studentov/opisaniya-laboratornyh-rabot>
3. Физический практикум. Электричество и магнетизм. [Электронный ресурс] В 2-х частях. /Под ред. В.С. Стальмахова. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988. URL: <http://www.sgu.ru/node/302/materialy-dlya-studentov/opisaniya-laboratornyh-rabot>
4. Руководство к лабораторным работам. Оптика. [Электронный ресурс] Выпуск 1-6. /Под ред. А.Г. Величко, М.Л. Каца. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1987. URL: <http://optics.sgu.ru/library/education/laboptics>
5. Виртуальный лекторий – <http://optics.sgu.ru/lectorium/nikolsky>
6. Лекции по общей физике – <http://ferro.phys.msu.su/study/estestv/kuprianov.html>
7. Электронный учебник по физике. – <http://www.physbook.ru/>
8. Большая научная библиотека – <http://sci-lib.com/>
9. Научная электронная библиотека – <http://www.elibrary.ru/>
10. Библиотека СГУ – <http://library.sgu.ru/>
11. Интернет-ресурс: «Мир математических уравнений» – <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>
12. Сайт «Видеолекции и открытые образовательные материалы Физтеха» <http://lectoriy.mipt.ru/>
13. Интернет-ресурс: «ЦОР. Коллекция интерактивных заданий по физике» – <http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/fb011676-b857-2653-941d-4dbaef589fa5/>

14. Сайт «Анимация физических процессов» – <http://physics.nad.ru/physics.htm>
15. Сайт «Виртуальные лабораторные работы по физике» – [http://www.all-fizika.com/article/index.php?id\\_article=110](http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=110)
16. Сайт «Virtulab» – <http://www.virtulab.net/>
17. Сайт «Виртуальная лаборатория» – [http://www.physexperiment.narod.ru/virt\\_lab.htm](http://www.physexperiment.narod.ru/virt_lab.htm)

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Физика»**

1. Экспериментальные установки в лабораториях «Механика, молекулярная физика», «Электричество и магнетизм» и «Оптика» Общего физического практикума.
2. Лекционные демонстрационные опыты (банк лекционных демонстраций кафедры общей физики содержит лекционные демонстрации по всем разделам курса физики).
3. Мультимедийное оборудование.
4. Компьютерные демонстрационные программы.
5. Дисплейный класс, оснащенный современным оборудованием.
6. Учебно-методическая литература.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология» и профилю подготовки – «Прикладная метеорология».

Автор: к.ф.-м.н., доцент  Чурочкина С.В.

Программа разработана в 2014 г. (одобрена на заседании кафедры прикладной физики, протокол № 3, от 27 октября 2014 года)

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, протокол № 1 от 8 сентября 2016 года).

Зав. кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН  
профессор, д.ф.-м.н.



В.М. Аникин

Декан физического факультета  
профессор, д.ф.-м.н.



В.М. Аникин

Декан географического факультета  
д.г.н., профессор



Макаров В.З.