

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования  
«Центр детского научного и инженерно-технического творчества»  
города Невинномыска**

СОГЛАСОВАНО  
Педагогическим советом  
протокол №1  
от «29» августа 2022 г.



УТВЕРЖДАЮ  
И.о. директора  
А.А. Белицкая  
«29» августа 2022 г.

**Дополнительная общеобразовательная программа  
естественнонаучной направленности  
ФИЗИКА  
ДЛЯ ХИМИКОВ**

7-11 класс

Срок реализации программы 5 лет

Автор-составитель:  
Румянцева Е.А. педагог  
Баранникова Е.Г. канд техн. наук

Невинномысск, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка
2. Учебно-тематический план и содержание
3. Организационно-педагогические условия реализации программы
4. Список литературы
5. Формы контроля и оценочные материалы
6. Приложения

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная программа по физике естественнонаучной направленности «Физика для химиков» (далее – программа) имеет базовый уровень и предназначена для обучающихся/воспитанников 7-11 классов образовательных центров Фонда Андрея Мельниченко (далее – ОЦФ) по направлению подготовки «Химия».

**Актуальность** программы обусловлена потребностью современного общества в формировании эффективной системы работы с одаренными учащимися в условиях дополнительного образования.

Программа разработана на основе следующих документов:

- закон Российской Федерации «Об образовании» (Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ);
- приказ Министерства просвещения РФ от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- концепция развития дополнительного образования детей (Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. №1726-р);
- постановление Главного государственного санитарного врача от 28.09.2020г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи»;
- постановление Главного государственного санитарного врача от 28.01.2021г. № 2 «Об утверждении санитарных правил СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

**Педагогическая целесообразность** программы определяется развитием интереса учащихся к естественнонаучным и инженерно-техническим дисциплинам. Программа нацелена на обеспечение условий для развития навыков, умений, компетенций предметной области «Физика» у обучающихся ОЦФ, имеющих высокую мотивацию и проявляющих способности в естественнонаучной области, в частности химии.

Программа может быть реализована с помощью дистанционных технологий, технологий смешанного и модульного обучения.

**Актуальность** программы обусловлена потребностью современного общества в создании системы дополнительного образования одарённых детей.

**Новизна** программы заключается в использовании рейтинговой оценки достижений учащихся образовательных центров Фонда Андрея Мельниченко в 7-11 классах по физике для химиков (Приложение А).

**Цель программы** – обеспечение адаптации школьников к жизни в обществе, профессиональной ориентации, а также поддержка интереса учащихся к изучению основ физики и подготовка на уровне, способствующем успешному освоению программ обучения по направлению «Химия».

Достижение цели осуществляется за счет решения следующих **задач**:

- развить критическое и творческое мышление в предметной области «Физика», способности к моделированию научного эксперимента;
- сформировать общие способы интеллектуальной деятельности, характерные для физики и являющиеся основой познавательной культуры, значимой для различных сфер человеческой деятельности;
- обеспечить успешное продолжение образования в области физики и химии и осуществление научной и исследовательской деятельности в этих областях.

**При определении объема, содержания и планируемых результатов** программы осуществлялось установление соответствия с содержанием программы по предмету «Химия».

**Отличительной особенностью** программы является концентрический подход построения программы и междисциплинарные связи физики с другими предметами. Программа обеспечивает готовность к применению физики в химии и является основой для ее успешного усвоения.

**Срок реализации программы** – 5 лет.

**Общий объём программы** составляет 320 часов.

Продолжительность учебного года – 32 недели.

#### **Формы и режим занятий**

Занятия проводятся в группах, сформированных по возрастному принципу, регулярно по 2 часа в неделю.

Занятия проводятся в постоянных группах учащихся, прошедших конкурсный отбор (особые способности в естественнонаучных предметах или двухступенчатый конкурсный отбор, состоящий из письменного экзамена и устного собеседования).

**Ожидаемые результаты** обучения по программе:

- сформированность базовых понятий в физике, подготовленность к индивидуальной научно-исследовательской деятельности;
- особый уровень отношения к физике как к фундаментальной основе естествознания и элементу общечеловеческой культуры;
- выбор учащимися химии как возможной области будущей профессиональной деятельности.

**Результаты освоения** программы определяются с использованием рейтинговой оценки достижений учащихся по учебному предмету. На основании коэффициентов сложности (далее – Ксл) и значимости (далее – Кзн) рассчитывается рейтинг в соответствии с системой рейтинговой оценки достижений учащихся по учебному предмету образовательных центров Фонда Андрея Мельниченко.

**Контроль освоения** программы – текущий, промежуточный и итоговый.

Текущий контроль осуществляется в форме ответов у доски, письменных самостоятельных работ, лабораторных работ и устных ответов, проверки домашнего задания.

Промежуточный контроль осуществляется в форме контрольных работ по темам.

Итоговый контроль проводится после каждого года обучения в форме курсового экзамена, включающего теоретическую и практическую части. Экзамен состоит из устной и письменной частей. Устная часть – ответы на вопросы, письменная часть – решение задач. Программой не предусмотрено использование тестов для итогового контроля.

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ

7

КЛАСС

[64 часа, 2 часа в неделю]

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	в том числе		Ксл.	Кзн.
			теоретические часы	практические часы		
<b>Тема 1</b>	<b>Строение вещества</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>2</b>		
Блок 1	Агрегатные состояния вещества	6	6		2	4
Блок 2	Основные положения о строении вещества	6	6		2	4
Блок 3	Идеальный газ. Газовые законы	10	8	2	3	3
	<i>Контрольная работа по теме 1</i>	2				
<b>Тема 2</b>	<b>Электромагнетизм</b>	<b>38</b>	<b>34</b>	<b>2</b>		
Блок 1	Элементы электростатики	12	10	2	2	4
Блок 2	Электрический ток в средах	12	12		3	3
Блок 3	Магнитные свойства вещества	12	12		3	3
	<i>Контрольная работа по теме 2</i>	2				
<b>Курсовой экзамен</b>		<b>2</b>				
<b>Всего</b>		<b>64</b>	<b>54</b>	<b>4</b>		

[64 часа, 2 часа в неделю]

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	в том числе		Ксл.	Кзн.
			теоретические часы	практические часы		
<b>Тема 1</b>	<b>Законы сохранения</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>2</b>		
Блок 1	Виды энергии	14	14		3	3
Блок 2	Закон сохранения энергии	14	12	2	3	3
	<i>Контрольная работа по теме 1</i>	2				
<b>Тема 2</b>	<b>Элементы квантовой механики</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>0</b>		
Блок 1	Понятие радиоактивности	4	4		3	3
Блок 2	Строение атома и атомного ядра	6	6		4	2
Блок 3	Квантование энергии	4	4		4	2
	<i>Контрольная работа по теме 2</i>	2				
<b>Тема 3</b>	<b>Оптика</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>2</b>		
Блок 1	Законы геометрической оптики	8	6	2	3	3
Блок 2	Элементы волновой оптики	6	6		3	3
	<i>Контрольная работа по теме 3</i>	2				
<b>Курсовой экзамен</b>		<b>2</b>				
<b>Всего</b>		<b>64</b>	<b>52</b>	<b>4</b>		

[64 часа, 2 часа в неделю]

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	в том числе		Ксл.	Кзн.
			теоретические часы	практические часы		
<b>Тема 1</b>	<b>Элементы ядерной физики</b>	<b>16</b>	<b>14</b>			
Блок 1	Закон радиоактивного распада	8	8		3	3
Блок 2	Ядерные и термоядерные реакции	6	6		4	2
	<i>Контрольная работа по теме 1</i>	2				
<b>Тема 2</b>	<b>Термодинамика</b>	<b>36</b>	<b>30</b>	<b>4</b>		
Блок 1	Внутренняя энергия и работа газа	10	6	4	4	3
Блок 2	Теплоемкость, энтальпия, энтропия	8	8		5	3
Блок 3	Фазовые диаграммы	16	16		5	3
	<i>Контрольная работа по теме 2</i>	2				
<b>Тема 3</b>	<b>Электрические явления</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>0</b>		
Блок 1	Устройство и принцип работы источников постоянного тока	4	4		3	3
Блок 2	Электролиз. Законы электролиза	4	4		3	3
	<i>Контрольная работа по теме 3</i>	2				
<b>Курсовой экзамен</b>		<b>2</b>				
<b>Всего</b>		<b>64</b>	<b>52</b>	<b>4</b>		



[64 часа, 2 часа в неделю]

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	в том числе		Ксл.	Кзн.
			теоретические часы	практические часы		
<b>Тема 1</b>	<b>Колебания и волны</b>	<b>34</b>	<b>32</b>	<b>0</b>		
Блок 1	Механические колебания и волны	14	14		3	3
Блок 2	Электромагнитные колебания и волны	18	18		3	3
	<i>Контрольная работа по теме 1</i>	2				
<b>Тема 2</b>	<b>Волновая оптика</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>2</b>		
Блок 1	Интерференция света	6	4	2	4	2
Блок 2	Дифракция света	4	4		4	2
	<i>Контрольная работа по теме 2</i>	2				
<b>Тема 3</b>	<b>Оптическая спектроскопия</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>0</b>		
Блок 1	Оптическая спектроскопия	14	14		4	2
	<i>Контрольная работа по теме 3</i>	2				
<b>Курсовой экзамен</b>		<b>2</b>				
<b>Всего</b>		<b>64</b>	<b>54</b>	<b>2</b>		

[64 часа, 2 часа в неделю]

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	в том числе		Ксл.	Кзн.
			теоретические часы	практические часы		
<b>Тема 1</b>	<b>Постоянное магнитное поле. Магнитное поле постоянного тока. Силы в магнитном поле</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>0</b>		
Блок 1	Сила Ампера	4	4		3	3
Блок 2	Сила Лоренца	6	6		3	3
Блок 3	Магнетизм в веществе. Диа- и парамагнетизм. Ферромагнетизм	4	4		3	2
	<i>Контрольная работа по теме 1</i>	2				
<b>Тема 2</b>	<b>Явление электромагнитной индукции</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>0</b>		
Блок 1	Поток магнитной индукции. ЭДС индукции	6	6		3	3
Блок 2	Явление самоиндукции	6	6		3	3
	<i>Контрольная работа по теме 2</i>	2				
<b>Тема 3</b>	<b>Переменный ток</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>0</b>		
Блок 1	Гармонические колебания в колебательном контуре	6	6		4	2
Блок 2	Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток	10	10		4	2
	<i>Контрольная работа по теме 3</i>	2				
<b>Тема 4</b>	<b>Квантовая физика</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>0</b>		
Блок 1	Корпускулярные свойства света	4	4		4	2
Блок 2	Строение атома. Элементы квантовой механики	8	8		5	2
	<i>Контрольная работа по теме 4</i>	2				
<b>Курсовой экзамен</b>		<b>2</b>				
<b>Всего</b>		<b>64</b>	<b>54</b>	<b>0</b>		

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## 7 КЛАСС

[64 часа, 2 часа в неделю]

### ТЕМА 1. Строение вещества

#### **Блок 1. Агрегатные состояния вещества**

Виды агрегатных состояний вещества. Понятие о фазах и фазовых переходах. Закон сохранения энергии в тепловых процессах. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. График плавления и отвердевания. Преобразование энергии при изменениях агрегатного состояния вещества. Испарение и конденсация. Удельная теплота парообразования и конденсации.

#### **Блок 2. Основные положения о строении вещества**

Гипотеза о дискретном строении вещества. Молекулы. Непрерывность и хаотичность движения частиц вещества. Диффузия. Броуновское движение. Модели газа, жидкости и твердого тела. Виды кристаллических решеток.

#### **Блок 3. Идеальный газ. Газовые законы**

Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование. Размеры и масса молекул, расстояния между ними. Модель идеального газа. Параметры газового состояния. Изопроцессы. Газовые законы.

Л.р. № 1. Изучение закона Бойля-Мариотта.

**Контрольная работа по теме 1.**

### ТЕМА 2. Электромагнетизм

#### **Блок 1. Элементы электростатики**

Электризация тел. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Два вида электрического заряда. Дискретность электрического заряда. Электрон. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Электроскоп. Строение атомов. Объяснение электрических явлений. Напряженность электрического поля. Закон Кулона.

Л.р. №2. Изучение взаимодействия заряженных тел.

#### **Блок 2. Электрический ток в средах**

Проводники и непроводники электричества. Действие электрического поля на электрические заряды. Постоянный электрический ток. Источники электрического тока. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях и газах.

#### **Блок 3. Магнитные свойства вещества**

Постоянные магниты. Магнитное поле постоянного тока. Опыт Эрстеда. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Атом в магнитном поле. Намагничивание вещества. Диа-, пара- и ферромагнетики.

**Контрольная работа по теме 2.**

**КУРСОВОЙ ЭКЗАМЕН ЗА 7 КЛАСС.**

## 8 КЛАСС

[64 часа, 2 часа в неделю]

### ТЕМА 1. Законы сохранения

#### **Блок 1. Виды энергии**

Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Внутренняя энергия. Химическая энергия. Ядерная энергия. Электромагнитная энергия.

#### **Блок 2. Закон сохранения энергии**

Работа силы. Энергия. Закон сохранения механической энергии. Взаимосвязь энергии и работы

Л. р. №1. Скатывание тела с наклонной плоскости.

**Контрольная работа по теме 1.**

### ТЕМА 2. Элементы квантовой механики

#### **Блок 1. Понятие радиоактивности**

Открытие явления радиоактивности. Естественная и искусственная радиоактивность. Виды распадов. Первичные понятия о ядерных реакциях.

#### **Блок 2. Строение атома и атомного ядра**

Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома. Состав атома и атомного ядра. Размеры атомов и атомных ядер.

#### **Блок 3. Квантование энергии**

Теория Планка. Закономерности в атомных спектрах. Квантование энергии. Энергия фотона. Принцип неопределенности Гейзенберга. Корпускулярно-волновой дуализм.

**Контрольная работа по теме 2.**

### ТЕМА 3. Оптика

#### **Блок 1. Законы геометрической оптики**

Закон прямолинейного распространения света. Закон отражения света. Закон преломления света. Полное внутреннее отражение. Простейшие оптические системы.

Л. р. №2. Определение показателя преломления стекла.

#### **Блок 2. Элементы волновой оптики**

Интерференция света. Просветление оптики. Дифракция света. Взаимодействие света с веществом.

**Контрольная работа по теме 3.**

**КУРСОВОЙ ЭКЗАМЕН ЗА 8 КЛАСС.**

## 9 КЛАСС

[64 часа, 2 часа в неделю]

### ТЕМА 1. Элементы ядерной физики

#### **Блок 1. Закон радиоактивного распада**

Виды радиоактивности. Общие закономерности радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада.

#### **Блок 2. Ядерные и термоядерные реакции**

Деление и синтез атомных ядер. Ядерные реакции под действием элементарных частиц. Цепная ядерная реакция. Синтез химических элементов. Синтез легких ядер. Термоядерные реакции.

**Контрольная работа по теме 1.**

### ТЕМА 2. Термодинамика

#### **Блок 1. Внутренняя энергия и работа газа**

Работа газа. Внутренняя энергия газа. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам. Адиабатный процесс.

Л.р. №1. Определение отношения теплоемкостей  $C_p/C_v$  методом Клемана и Дезорма.

Л.р. №2. Изучение работы холодильника.

#### **Блок 2. Теплоемкость, энтальпия, энтропия**

Понятие теплоемкости. Зависимость теплоемкости от вида процессов. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. КПД тепловых процессов. Энтальпия. Энтропия.

#### **Блок 3. Фазовые диаграммы**

Зависимость температуры кипения и кристаллизации от давления. Диаграмма состояния воды. Многокомпонентные системы. Уравнение фаз Гиббса.

**Контрольная работа по теме 2.**

### ТЕМА 3. Электрические явления

#### **Блок 1. Устройство и принцип работы источников постоянного тока**

Постоянный электрический ток. Условия существования тока. Электродвижущая сила. Внутреннее сопротивление источника тока. Устройство и принцип работы гальванического элемента. Устройство и принцип работы аккумулятора.

#### **Блок 2. Электролиз. Законы электролиза**

Проводники первого и второго рода. Электролиты. Электрический ток в электролитах. Законы Фарадея для электролиза.

**Контрольная работа по теме 3.**

**КУРСОВОЙ ЭКЗАМЕН ЗА 9 КЛАСС.**

## 10 КЛАСС

[64 часа, 2 часа в неделю]

### ТЕМА 1. Колебания и волны

#### **Блок 1. Механические колебания и волны**

Гармонические колебания. Амплитуда, период, частота и фаза колебаний. Их роль. Кинематика колебаний. Энергия колебаний. Сведения из теории дифференциальных уравнений. Роль начальных условий. Критерии гармоничности. Малые колебания. Механические колебания. Свободные колебания. Примеры простейших колебательных систем: гармонический осциллятор; математический маятник; физический маятник. Вынужденные колебания. Учет затухания. Резонанс. Механическая волна. Продольные и поперечные волны. Стоячая волна. Звук.

#### **Блок 2. Электромагнитные колебания и волны**

Электрические колебания. Свободные колебания в колебательном контуре. Формула Томсона. Период свободных электрических колебаний. Вынужденные колебания. Резонанс токов. Электромагнитные волны. Следствия из уравнений Максвелла. Скорость распространения. Поперечность волн. Опыты Герца. Элементы радиотехники. Принципы радиосвязи. Модуляция и демодуляция. Выпрямители. Антенна.

**Контрольная работа по теме 1.**

### ТЕМА 2. Волновая оптика

#### **Блок 1. Интерференция света**

Интерференция света. Условие когерентности. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках. Интерференция от двух точечных источников. Просветление оптики.

Л. р. №1. Изучение интерференции света.

#### **Блок 2. Дифракция света**

Дифракция света. Дифракция Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция на отверстиях и на диске. Зонная пластинка. Использование векторных диаграмм для расчета дифракции. Дифракция Фраунгофера Дифракция на прямоугольной щели. Дифракция на N щелях. Дифракционная решетка.

**Контрольная работа по теме 2.**

### ТЕМА 3. Оптическая спектроскопия

#### **Блок 1. Оптическая спектроскопия**

Излучение света веществом. Спектры излучения и поглощения. Взаимодействие света с веществом. Теоретические основы спектроскопии.

**Контрольная работа по теме 3.**

**КУРСОВОЙ ЭКЗАМЕН ЗА 10 КЛАСС.**

## 11 КЛАСС

[64 часа, 2 часа в неделю]

### ТЕМА 1. Постоянное магнитное поле. Магнитное поле постоянного тока. Силы в магнитном поле

#### **Блок 1. Сила Ампера**

Взаимодействие проводов с токами. Опыт Эрстеда. Сила Ампера. Силовая характеристика магнитного поля - вектор магнитной индукции  $\mathbf{B}$ . Правило левой руки для силы Ампера. Гальванометр. Рамка с током в магнитном поле. Электродвигатель.

#### **Блок 2. Сила Лоренца**

Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца. Правило левой руки для силы Лоренца. Работа силы Лоренца. Движение заряда в однородном магнитном поле. Движение зарядов в скрещенных полях.

#### **Блок 3. Магнетизм в веществе. Диа- и парамагнетизм. Ферромагнетизм**

Магнитные моменты электронов и атомов, Атом в магнитном поле. Магнитное поле в веществе. Основные отличия магнитных свойств ферромагнетиков. Доменная структура.

#### **Контрольная работа по теме 1.**

### ТЕМА 2. Явление электромагнитной индукции

#### **Блок 1. Поток магнитной индукции. ЭДС индукции**

Вектор магнитной индукции, пронизывающий замкнутый контур. Угол между вектором  $\mathbf{B}$  и нормалью к контуру. Поток вектора  $\mathbf{B}$ . Закон электромагнитной индукции, правило Ленца, Трактовки Фарадея и Максвелла. Магнито-электрическая индукция. Генераторы.

#### **Блок 2. Явление самоиндукции**

Поле соленоида с током. Индуктивность. Энергия магнитного поля. ЭДС самоиндукции.

#### **Контрольная работа по теме 2.**

### ТЕМА 3. Переменный ток

#### **Блок 1. Гармонические колебания в колебательном контуре**

Свободные и вынужденные колебания в колебательном контуре. Период свободных колебаний в контуре. Уравнение гармонических колебаний в контуре.

#### **Блок 2. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток**

Вынужденные колебания. Резонанс токов. Переменный электрический ток. Получение, измерение, эффективные значения. Фазовые соотношения в цепи переменного тока, реактивные сопротивления, импеданс. Резонанс токов и резонанс напряжений. Цепи с нелинейными элементами. Активное сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи.

#### **Контрольная работа по теме 3.**

### ТЕМА 4. Квантовая физика

#### **Блок 1. Корпускулярные свойства света**

Абсолютно чёрное тело (АЧТ). Законы теплового излучения АЧТ. Гипотеза Планка. Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Давление света. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм света.

#### **Блок 2. Строение атома. Элементы квантовой механики**

Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Корпускулярно-волновой дуализм объектов микромира. Гипотеза де Бройля. Опыты Девиссона и Джермера. Опыт Бете. Соотношение неопределенностей. Смысл соотношений. Отказ от представлений классической физики. Роль измерительного акта и дуализм волны-частицы. Бозоны и фермионы. Вероятностная трактовка квантовой теории.

#### **Контрольная работа по теме 4.**

#### **КУРСОВОЙ ЭКЗАМЕН ЗА 11 КЛАСС.**

### Календарный учебный план

КУРСЫ	7 класс				8 класс				9 класс				10 класс				11 класс			
	2 часа в неделю				2 часа в неделю				2 часа в неделю				2 часа в неделю				2 часа в неделю			
	теор	эсп	к/р	всего	теор	эсп	к/р	всего	теор	эсп	к/р	всего	теор	эсп	к/р	всего	теор	эсп	к/р	всего
МЕХАНИКА					26	2	2	30					24		2	26				
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	20	2	2	24					21	5	2	28								
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ	34	2	2	38					16		2	18	18			18	42		6	48
ОПТИКА					8	6	2	16					8	2	2	12				
КВАНТОВАЯ ФИЗИКА					14		2	16	14		2	16					12		2	14
СПЕКТРОСКОПИЯ													4		2	6				
КУРСОВОЙ ЭКЗАМЕН	2			2	2			2	2			2	2			2	2			2
<b>ИТОГО</b>	<b>56</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>50</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>64</b>	<b>53</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>64</b>	<b>56</b>		<b>8</b>	<b>64</b>



### **3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

#### **Формы и режим занятий**

Занятия проводятся по 2 часа 1 раз в неделю в группах, сформированных по возрастному принципу. Количество участников в группе до 15 человек. При формировании групп учитываются результаты олимпиад, экзаменов и собеседования.

Занятия проводятся в форме теоретических, практических и индивидуальных занятий и консультаций (проектная деятельность, подготовка к олимпиадам, конференциям).

Практико-ориентированная часть программы реализуется за счет проведения практических работ. Учитель самостоятельно распределяет часы на практические работы в зависимости от особенностей группы.

Практические занятия проходят в форме лабораторных практикумов и практикумов по решению задач.

Лабораторный практикум по каждой теме состоит из нескольких лабораторных работ. По некоторым темам в зависимости от материально-технического обеспечения лаборатории лабораторные работы, входящие в каждый лабораторный практикум, педагог выбирает самостоятельно, исходя из предложенных в рабочей программе.

### **МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

#### **Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ**

##### **Инструкция по проведению занятий в учебных лабораториях**

Перед выполнением лабораторных работ все учащиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале инструктажа техники безопасности.

##### **Подготовка к лабораторным занятиям**

Подготовка к работе проводится в часы самостоятельной работы. При подготовке нужно использовать описание работ и литературу. Задания для выполнения лабораторных работ раздаются на отдельных листочках (условие можно вклеить в тетрадь, но в любом случае требуется краткая запись данных задачи при оформлении работы). В конце описания каждой лабораторной работы в помощь для подготовки указана литература, необходимая для изучения данного физического явления или закона, а также вопросы для самоконтроля. На выполнение лабораторной работы отводится определенное время.

##### **Организация учебного процесса в лаборатории**

Для выполнения лабораторных работ используется специальная тетрадь – лабораторный журнал, в который заносятся все результаты измерений, расчеты, графики и фиксируются все существенные моменты, связанные с проведением измерений. Лабораторный журнал ведется отдельно и сдается на

проверку. Обучающийся имеет возможность, получая проверенный журнал, несколько раз за отведенное время попытаться исправить указанные ошибки.

К работе в лаборатории допускаются учащиеся, которые имеют лабораторный журнал, подготовленный к работе, изучили описание работы, имеют представление о том, что и каким методом требуется измерить, как устроена и работает установка.

### **Проведение лабораторной работы**

Выполнение лабораторной работы начинается с изучения приборов и установки, основ их работы. В лабораторном журнале, в подготовленную таблицу «Приборы и оборудование», необходимо записать технические характеристики приборов: пределы измерения, цену деления шкалы, погрешность прибора (класс его точности), режим его работы и т.д.

Измерения должны проводиться аккуратно и с соблюдением правил техники безопасности. После проведения измерений экспериментальные данные, полученные в ходе выполнения работы, должны быть подписаны преподавателем, ведущим занятие. По окончании всех измерений производятся расчеты значений искомых величин, косвенных измерений, погрешностей прямых и косвенных измерений, используются при этом правила округления и строятся графики. Построенные графики вклеиваются в лабораторный журнал. Все промежуточные расчеты делаются в лабораторном журнале. Все записи в журнале делаются шариковой ручкой. Схемы, рисунки и графики выполняются карандашом. Графики выполняются на миллиметровой бумаге. В конце работы учащийся должен написать вывод и сдать лабораторный журнал преподавателю для защиты лабораторной работы.

### **Защита лабораторных работ**

К защите лабораторной работы допускается учащийся, если:

- предоставил полностью оформленную лабораторную работу;
- знает необходимый теоретический материал;
- умеет кратко рассказать о содержании проведённого им эксперимента и обосновать выводы;
- знает типы и виды погрешностей, правила расчета прямых и косвенных измерений, производить вычисления погрешностей прямых и косвенных измерений;
- уметь строить графики с учетом погрешностей и записывать результаты измерений.

## 4 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Учебники и учебные пособия

1. Астахов, А.В. Курс физики. Том 1. Механика. Кинетическая теория материи: учеб. пособие для школьников / А. В. Астахов. – М.: Физматлит, 1977. – 382 с.
2. Бутиков, Е.И. Физика для поступающих в вузы: учеб. пособие для школьников и абитуриентов / Е.И. Бутиков, А.Л. Быков, А.С. Кондратьев. – М.: Наука, 1982. – 608 с.
3. Дик, Ю.И., Кабардин, О.Ф., Орлов, В.А. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики. 10-11 класс: учеб. пособие для школьников / Ю.И. Дик, О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов. – М.: Просвещение, 2002 и др. – 157 с.
4. Кикоин, А.К. Физика. Механика. 10 класс: учеб. пособие для школьников / А.К. Кикоин. – М.: Просвещение, 2012. – 128 с.
5. Матвеев, А. Н. Молекулярная физика: учеб. пособие для вузов / А. Н. Матвеев. – М.: Высшая школа, 1981. – 400 с.
6. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм: учеб. пособие для вузов / А. Н. Матвеев. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2010. – 400 с.
7. Матвеев, А. Н. Механика и теория относительности: учеб. для вузов / А. Н. Матвеев. – 3-е изд. – М.: ООО "Издательский дом "ОНИКС 21 век", ООО "Издательство "Мир и Образование", 2003. – 432 с.
8. Мякишев, Г.Е. Физика. 10 класс: учеб. пособие для школьников / Г.Е. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. – М.: Просвещение, 2010 и др. – 366с.
9. Мякишев, Г.Е. Физика. 11 класс: учеб. пособие для школьников / Г.Е. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 2014 и др. – 400 с.
10. Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг: учеб. пособие для вузов – М.: Наука, 1976.– 928 с.
11. Пинский, А.А. Физика. 10 класс: учеб. пособие для школьников / А.А. Пинский, О.Ф. Кабардин. – М.: 2011 и др. – 431 с.
12. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика: учебное пособие / И. В. Савельев. 5-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Лань, 2006. – 352 с.
13. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебное пособие / И. В. Савельев. – СПб.: Лань, 2006. – 500 с.
14. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элемента: учебное пособие / И. В. Савельев. – СПб.: Лань, 2007. – 308 с.
15. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов / Д.В. Сивухин. – М.: Наука, 1979. – 520 с.
16. Широков, Ю.М. Курс физики, том 2. Электромагнитное поле: учеб. пособие для вузов / Ю.М. Широков, А.В. Астахов. – М.: Наука, 1980. – 360 с.
17. Широков, Ю.М. Курс физики в 3-х томах. Том 3. Квантовая физика: учеб. пособие для вузов / Ю.М. Широков, А.В. Астахов. – М.: Наука, 1983. – 240 с.
18. Яворский, Б.М. Основы физики. Том 1: учеб. пособие для вузов / Б.М. Яворский, А.А. Пинский. – М.: Наука, 2003. – 453 с.
19. Яворский, Б.М., Пинский, А.А. Основы физики. Том 2: учеб. пособие для вузов / Б.М. Яворский, А.А. Пинский. – М.: Наука, 2003.

## Сборники задач

1. Бендриков, Г.А. Физика. Задачи для поступающих в вузы: учеб. пособие для школьников и абитуриентов / Г.А. Бендриков, Б.Б. Буховцев, Г.Я. Мякишев. – М.: МГУ, 2000. – 397 с.
2. Бутиков, Е.И. Физика в примерах и задачах: учеб. пособие для школьников и абитуриентов / Е.И. Бутиков, А.А. Быков, А.С. Кондратьев. – СПб.: Издательство ЛГУ, 1989. – 463 с.
3. Варламов, С.Д. Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах: учеб. пособие для школьников / Варламов С.Д., Зильберман А.Р., Зинковский В.И. – М.: МЦНМО, 2017. – 184 с.
4. Гельфгат, И.М. 1001 задача по физике с решениями: учеб. пособие для школьников / Гельфгат И.М., Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А. – Харьков-Москва: Наука, 1996. – 596 с.
5. Гольдфарб, Н.И. Сборник задач по физике: учеб. пособие для школьников / Н.И. Гольдфарб. – М.: Высшая школа, 1982. – 351 с.
6. Задачи по физике: учеб. пособие для школьников / Савченко О.Я. [и др.]// под ред. Савченко О.Я. – Новосибирск: НГУ, 1999. – 370 с.
7. Зильберман, А. Р. Раз задача, два задача: учеб. пособие для школьников / Зильберман А. Р., Буздин А. И., Кротов С. С. – М.: Наука. Гл. ред. Физматлит, 1990. – 240 с.
8. Малинин, А.Н. Сборник вопросов и задач по физике. 10-11 класс: учеб. пособие для школьников / А.Н. Малинин. – М.: Просвещение, 2002. – 220 с.
9. Меледин, Г.Ф. Физика в задачах: экзаменационные задачи с решениями: учеб. пособие для школьников / Г.Ф. Меледин. – М.: Наука. Гл. ред. Физматлит, 1990. – 272 с.
10. Сборник задач по физике: для 10-11 классов с углубленным изучением физики: учеб. пособие для школьников / Козел С.М. [и др.]// под редакцией С.М. Козела. – М.: Вербум-М, 2003. – 264 с.
11. Тепловые явления. Постоянный ток. Оптика. Сборник задач для подготовки к олимпиадам по физике. 8 класс: учеб. пособие для школьников / Замятин М.Ю [и др.]// под редакцией Замятина М.Ю. – М.: Шанс, 2018. – 358 с.
12. 3800 задач по физике для школьников и поступающих в вузы: учеб. пособие для школьников и абитуриентов / Н.В. Турчин, [и др.]// под редакцией Н.В. Турчина. – М.: Дрофа, 2000. – 672 с.

## 5 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Перечень вопросов к курсовому экзамену

#### 7 класс

1. Виды агрегатных состояний вещества.
2. Понятие о фазах и фазовых переходах.
3. Закон сохранения энергии в тепловых процессах.
4. Плавление и кристаллизация.
5. Удельная теплота плавления.
6. График плавления и отвердевания.
7. Преобразование энергии при изменениях агрегатного состояния вещества.
8. Испарение и конденсация.
9. Удельная теплота парообразования и конденсации.
10. Гипотеза о дискретном строении вещества.
11. Молекулы. Непрерывность и хаотичность движения частиц вещества.
12. Диффузия. Броуновское движение.
13. Модели газа, жидкости и твердого тела.
14. Виды кристаллических решеток.
15. Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование.
16. Размеры и масса молекул, расстояния между ними. Модель идеального газа. Параметры газового состояния.
17. Изотермический процесс.
18. Изобарический процесс.
19. Изохорный процесс.
20. Электризация тел. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Два вида электрического заряда.
21. Дискретность электрического заряда. Электрон.
22. Закон сохранения электрического заряда.
23. Электрическое поле. Электроскоп.
24. Строение атомов. Объяснение электрических явлений.
25. Напряженность электрического поля. Закон Кулона.
26. Проводники и непроводники электричества.
27. Действие электрического поля на электрические заряды.
28. Постоянный электрический ток. Источники электрического тока.
29. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях и газах.
30. Постоянные магниты. Магнитное поле постоянного тока. Опыт Эрстеда.
31. Действие магнитного поля на движущиеся заряды.
32. Атом в магнитном поле. Намагничивание вещества.
33. Диа-, пара- и ферромагнетики.

#### 8 класс

1. Кинетическая энергия.
2. Потенциальная энергия.
3. Внутренняя энергия.
4. Химическая энергия.
5. Ядерная энергия.
6. Электромагнитная энергия.
7. Работа силы.
8. Закон сохранения механической энергии.
9. Взаимосвязь энергии и работы
10. Открытие явления радиоактивности. Естественная и искусственная радиоактивность.

11. Виды распадов.
12. Первичные понятия о ядерных реакциях.
13. Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома.
14. Состав атома и атомного ядра. Размеры атомов и атомных ядер.
15. Теория Планка. Закономерности в атомных спектрах.
16. Квантование энергии. Энергия фотона.
17. Принцип неопределенности Гейзенберга.
18. Корпускулярно-волновой дуализм.
19. Закон прямолинейного распространения света. Закон отражения света.
20. Закон преломления света. Полное внутреннее отражение.
21. Простейшие оптические системы.
22. Интерференция света. Просветление оптики.
23. Дифракция света.
24. Взаимодействие света с веществом.

### 9 класс

1. Виды радиоактивности.
2. Общие закономерности радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада.
3. Деление и синтез атомных ядер.
4. Ядерные реакции под действием элементарных частиц. Цепная ядерная реакция.
5. Синтез химических элементов.
6. Синтез легких ядер. Термоядерные реакции.
7. Работа газа.
8. Внутренняя энергия газа.
9. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам.
10. Адиабатный процесс.
11. Понятие теплоемкости. Зависимость теплоемкости от вида процессов.
12. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. КПД тепловых процессов.
13. Энтальпия. Энтропия.
14. Зависимость температуры кипения и кристаллизации от давления.
15. Диаграмма состояния воды.
16. Многокомпонентные системы. Уравнение фаз Гиббса.
17. Постоянный электрический ток. Условия существования тока.
18. Электродвижущая сила. Внутреннее сопротивление источника тока.
19. Устройство и принцип работы гальванического элемента.
20. Устройство и принцип работы аккумулятора.
21. Проводники первого и второго рода. Электролиты.
22. Электрический ток в электролитах. Законы Фарадея для электролиза

### 10 класс

1. Гармонические колебания. Амплитуда, период, частота и фаза колебаний.
2. Кинематика колебаний. Энергия колебаний.
3. Механические колебания. Свободные колебания.
4. Примеры простейших колебательных систем: гармонический осциллятор; математический маятник; физический маятник.
5. Вынужденные колебания. Учет затухания. Резонанс.
6. Механическая волна. Продольные и поперечные волны.
7. Стоячая волна.
8. Звук.
9. Электрические колебания. Свободные колебания в колебательном контуре.

10. Формула Томсона. Период свободных электрических колебаний.
11. Вынужденные колебания. Резонанс токов.
12. Электромагнитные волны. Следствия из уравнений Максвелла. Скорость распространения.
13. Поперечность волн. Опыты Герца.
14. Элементы радиотехники. Принципы радиосвязи. Модуляция и демодуляция.
15. Выпрямители. Антенна.
16. Интерференция света. Условие когерентности. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона.
17. Интерференция в тонких пленках.
18. Интерференция от двух точечных источников.
19. Просветление оптики.
20. Дифракция света. Дифракция Френеля. Метод зон Френеля.
21. Дифракционная решетка.
22. Излучение света веществом. Спектры излучения и поглощения.
23. Взаимодействие света с веществом.
24. Теоретические основы спектроскопии

### Перечень вопросов к итоговому экзамену

#### 11 класс

1. Гипотеза о дискретном строении вещества. Молекулы. Непрерывность и хаотичность движения частиц вещества. Диффузия. Броуновское движение.
2. Модели газа, жидкости и твердого тела. Виды кристаллических решеток.
3. Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование.
4. Размеры и масса молекул, расстояния между ними. Модель идеального газа. Параметры газового состояния.
5. Работа газа. Внутренняя энергия газа.
6. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам. Адиабатный процесс
7. Понятие теплоемкости. Зависимость теплоемкости от вида процессов.
8. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. КПД тепловых процессов.
9. Энтальпия. Энтропия.
10. Зависимость температуры кипения и кристаллизации от давления.
11. Диаграмма состояния воды.
12. Многокомпонентные системы. Уравнение фаз Гиббса.
13. Постоянный электрический ток. Условия существования тока.
14. Электродвижущая сила. Внутреннее сопротивление источника тока.
15. Устройство и принцип работы гальванического элемента.
16. Устройство и принцип работы аккумулятора.
17. Проводники первого и второго рода. Электролиты.
18. Электрический ток в электролитах. Законы Фарадея для электролиза
19. Сила Ампера. Силовая характеристика магнитного поля - вектор магнитной индукции  $\mathbf{B}$ , правило правого винта. Правило левой руки для силы Ампера.
20. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца. Правило левой руки для силы Лоренца. Движение заряда в однородном магнитном поле.
21. Магнитные моменты электронов и атомов. Атом в магнитном поле.
22. Магнитное поле в веществе. Пара – диамагнетизм.
23. Вектор магнитной индукции, пронизывающий замкнутый контур. Поток вектора магнитной индукции.
24. Закон электромагнитной индукции, правило Ленца. Магнито-электрическая индукция. Генераторы. Явление самоиндукции.

25. Электрические колебания. Свободные колебания в колебательном контуре. Формула Томсона. Период свободных электрических колебаний.
26. Электромагнитные волны. Следствия из уравнений Максвелла. Скорость распространения. Поперечность волн. Опыты Герца.
27. Интерференция света. Условие когерентности. Интерференция в тонких пленках. Интерференция от двух точечных источников. Просветление оптики.
28. Дифракция света. Дифракция Френеля. Метод зон Френеля.
29. Излучение света веществом. Спектры излучения и поглощения.
30. Взаимодействие света с веществом.
31. Теоретические основы спектроскопии
32. Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Давление света. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм света.
33. Корпускулярно-волновой дуализм объектов микромира. Гипотеза де Бройля. Опыты Девиссона и Джермера. Опыт Бете. Соотношение неопределенностей. Смысл соотношений.
34. Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца.
35. Виды радиоактивности. Общие закономерности радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада.
36. Деление и синтез атомных ядер. Ядерные реакции под действием элементарных частиц. Цепная ядерная реакция.
37. Синтез химических элементов. Синтез легких ядер. Термоядерные реакции.

### Примерный перечень задач к курсовому экзамену

#### 7 класс

1. Сколько керосина потребуется, чтобы расплавить 4,6 кг олова, взятого при температуре плавления?
2. В нагревателе сожгли 400 г керосина. Сколько льда, взятого при 0 °С можно расплавить?
3. Какое количество теплоты необходимо для плавления куска олова массой 100 г, взятого при температуре 32 °С?
4. На сколько увеличилась внутренняя энергия расплавленного железного лома массой 2 т начальная температура которого была равна 39°С?
5. На нагревание и плавление меди израсходовано 1233,2 кДж теплоты. Определить массу меди, если ее начальная температура 15 °С.
6. Сколько воды, взятой при 80 °С, потребуется, чтобы довести до температуры 50 °С массу 5 кг льда, взятого при 0 °С?
7. Сколько энергии израсходовано на нагревание воды массой 0,75 кг от 20 до 100 °С и последующее образование пара массой 250 г?
8. Какое количество теплоты потребуется, чтобы 5 кг льда, взятого при -20°С превратить в пар при 100 °С в медной емкости массой 2 кг?
9. На нагревание цинка массой 210 г от температуры 20 °С до температуры плавления и на превращение его в жидкое состояние израсходован бензин массой 10,5 г. Какое количество подведенной теплоты рассеялось?
10. Сколько воды, взятой при 80 °С необходимо, чтобы довести до температуры 50 °С массу 4 кг льда, взятого при -5 °С?
11. Сколько водяного пара, взятого при 100 °С необходимо, чтобы довести до температуры кипения 2 кг льда, взятого при 0 °С, в медной емкости массой 200 г? 91. Какую массу стогоградусного пара необходимо иметь, чтобы из 10 кг льда, взятого при 0 °С, получить воду при 40 °С?



12. Сколько нефти надо сжечь в котельной установке с КПД = 60%, чтобы 4,4 т воды, поступающей из водопровода при 7 °С, нагреть до 100 °С и 10% всей воды превратить при 100 °С в пар?

13. Чему равен КПД плавильной печи, в которой на плавление 1 кг меди, взятой при 85 °С, расходуется 30 г каменного угля?

14. Какое количество чугуна, взятого при 0 °С, можно превратить в жидкость при его температуре плавления в стальной емкости массой 10 кг при полном сгорании 50 кг нефти? КПД установки 80 %.

15. Потребляя 150 т каменного угля, тепловая электростанция вырабатывает в котлах 950 т пара при температуре 560 °С. Определите КПД парового котла.

16. В калориметр с теплоемкостью 63 Дж/К было налито 150 г масла при 12 °С. После опускания в масло медного тела массой 500 г при 100 °С установилась общая температура 33 °С. Определить удельную теплоемкость масла.

17. Смесь из свинцовых и алюминиевых опилок с общей массой 150 г и температурой 100°С погружена в калориметр с водой, температура которой 15°С, а масса 230 г. Окончательная температура установилась 20 °С. Теплоемкость калориметра 42 Дж/К. Сколько свинца и алюминия было в смеси?

18. После опускания в воду, имеющую температуру 10 °С, тела, нагретого до 100 °С, установилась общая температура 40 °С. Какой станет температура воды, если не вынимая первого тела, в нее опустить еще одно такое же тело, нагретое до 100 °С?

19. В сосуд, содержащий 1,5 кг воды при 15 °С, впускают 200 г водяного пара при 100 °С. Какая общая температура установится в сосуде после конденсации пара?

20. Свинцовая пуля, летящая со скоростью, 200 м/с, попадает в земляной вал. На сколько повысится температура пули, если 75% кинетической энергии пули превратилась во внутреннюю энергию?

21. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде при температуре  $t_1 = 5$  °С равна  $\phi_1 = 84$  %, а при температуре  $t_2 = 22$  °С равна  $\phi_2 = 30$  %. Во сколько раз давление насыщенного пара воды при температуре  $t_2$  больше, чем при температуре  $t_1$ ?

22. В сосуде вместимостью 2 м<sup>3</sup> находится 2,4 кг газа. Под каким давлением находится газ, если средняя квадратичная скорость его молекул равна 500 м/с?

23. Двигаясь между двумя точками в электрическом поле, электрон приобрел скорость  $V = 2000$  км/с. Чему равно напряжение между этими точками  $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$  кг,  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  Кл.

24. Между двумя точечными заряженными телами сила электростатического взаимодействия равна 12 мН. Если заряд одного тела увеличить в 3 раза, а заряд другого тела уменьшить в 4 раза и расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то какова будет сила взаимодействия между телами.

25. Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой 0,23 мН. Найти число избыточных электронов на каждом шарике.

26. Какое первоначальное ускорение получит капелька жидкости массой  $1,6 \cdot 10^{-5}$  г, потерявшая 100 электронов, если на расстоянии 3 см от нее поместить заряд 2 мкКл?

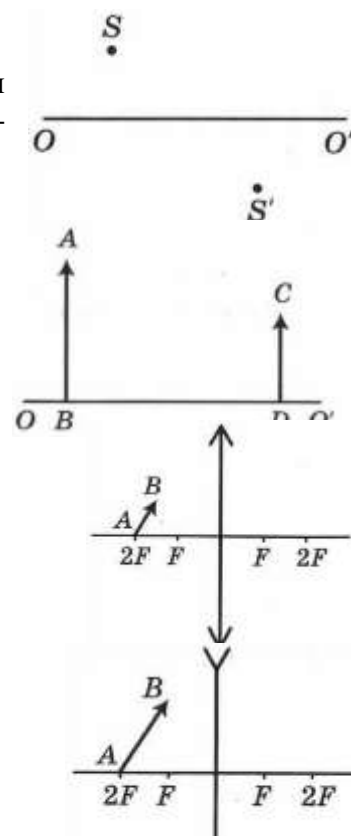
27. Два точечных заряда 5 и 15 нКл находятся на расстоянии 4 см друг от друга в вакууме. Определить силу, с которой эти заряды будут действовать на третий заряд 1 нКл, находящийся посередине между зарядами.

28. Два одинаковых металлических шарика с зарядами -15 и 25 мкКл, вследствие притяжения соприкоснулись и потом разошлись на 5 см. Найти силу взаимодействия между ними после соприкосновения.

29. Во сколько раз изменится сила кулоновского притяжения двух маленьких шариков с одинаковыми по значению зарядами, если, не изменяя расстояния между ними, перенести половину заряда с первого шарика на второй?

## 8 класс

1. Какую работу надо совершить двигателю, чтобы автомобиль массой 800 кг прошел из состояния покоя равноускорено 90 м за 5 секунд? Коэффициент трения равен 0,2.
2. Пуля, попадая в стену, углубляется в нее на 10 см. На сколько углубляется в ту же стену пуля, имеющая вдвое большую скорость?
3. Самолет для взлета должен иметь скорость 25 м/с. Длина разбега перед взлетом 100 с. Определить мощность двигателей, если масса самолета 1000 кг и коэффициент сопротивления 0,02. Движение при разгоне равноускоренное.
4. Тело массой 1,5 кг, брошенное вертикально вверх с высоты 5 м со скоростью 56 м/с, упало на землю со скоростью 5 м/с. Определить работу сил сопротивления воздуха.
5. Шарик массой 200 г падает с высоты 1 м на стальную плиту и отскакивает от нее на высоту 81 см. Какое количество теплоты выделится при ударе?
6. Начальная скорость шайбы 5 м/с. Какой путь пройдет шайба, если коэффициент трения равен 0,1.
7. Пуля массой 12 грамм, летевшая со скоростью 500 м/с, пробила стену толщиной 0.1 м, и вылетела со скоростью 100 м/с. Чему равна средняя сила сопротивления стены.
8. На полу стоит ящик массой 20 кг. Какую работу надо произвести, чтобы поднять ящик на высоту кузова автомашины, равную 1,5 м и переместить его по полу кузова на 5 м, если сила трения при этом – 75 Н ?
9. Определить построением положение линзы и ее фокусов, если  $S$  – точечный источник света,  $S'$  - его изображение,  $OO'$  - оптическая ось линзы.

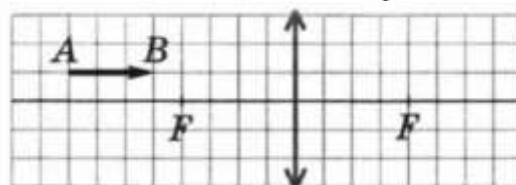


10. Определить положение линзы, если  $AB$  – изображение предмета,  $CD$  – предмет,  $OO'$  - оптическая ось линзы.

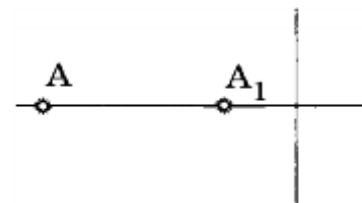
11. Построить изображение предмета  $AB$  в собирающей линзе.

12. Построить изображение предмета  $AB$  в рассеивающей линзе.

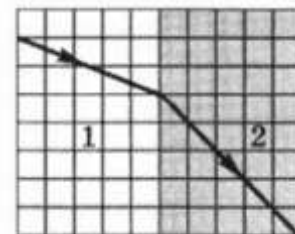
13. Построить изображение предмета  $AB$  в собирающей линзе.



14. Светящаяся точка  $A$  и ее изображение  $A_1$  расположены на оси линзы неизвестной формы. Определить вид линзы (собирающая или рассеивающая). Найти построением фокусы линзы.



15. На рисунке изображено преломление света на границе стекло-воздух. Определить показатель преломления стекла.



16. Круглый бассейн радиусом 5 м залит до краев водой. Над центром бассейна на высоте 3 м от поверхности воды висит лампа. На какое расстояние от края бассейна может отойти человек ростом 1,8 м, чтобы все еще видеть отражение лампы в воде?

17. Собирающая линза дает на экране изображение предмета, увеличенное в 2 раза. Расстояние от предмета до линзы превышает ее фокусное расстояние на 6 см. Найти расстояние между предметом и его изображением.

### 9 класс

1. Один моль одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2 таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объёму. В результате плотность газа уменьшается в  $\alpha = 2$  раза. Газ в ходе процесса получает количество теплоты  $Q = 20$  кДж. Какова температура газа в состоянии 1?

2. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль, на 500 К ему сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определить приращение его внутренней энергии.

3. Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на  $2/3$  заполнен льдом, имеющим температуру  $0^\circ\text{C}$ . Туда быстро долили воду, имеющую температуру  $+100^\circ\text{C}$ , и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лед не всплывает, определите, весь ли лед растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придет в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда  $1000\text{ кг/м}^3$  и  $900\text{ кг/м}^3$  соответственно, удельные теплоемкости воды и льда  $4200\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$  и  $2100\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$  соответственно, удельная теплота плавления льда  $335\text{ кДж/кг}$ .

4. Для отопления обычной московской квартиры площадью  $S = 63\text{ м}^2$  в месяц требуется при сильных морозах, судя по квитанциям ЖКХ, примерно 1 гигакалория теплоты ( $1\text{ кал} = 4,2\text{ Дж}$ ). Она получается в основном при сжигании на московских теплоэлектростанциях природного газа — метана с КПД  $\eta$  преобразования энергии экзотермической реакции в теплоту около 50 %. Уравнение этой химической реакции имеет вид:  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$ , где  $Q = 1,33 \cdot 10^{18}\text{ Дж}$ . Представим себе, что пары воды, получившиеся в результате сжигания метана, сконденсировались, замёрзли на морозе и выпали в виде снега на крыше дома, равной по площади квартире. Будем считать плотность такого снега равной  $100\text{ кг/м}^3$ . Какова будет толщина  $h$  слоя снега, выпавшего за месяц в результате этого процесса?

5. В результате некоторого процесса средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул идеального газа уменьшилась в 3 раза, а давление возросло в 2 раза. Во сколько раз изменилась концентрация молекул газа, если число молекул осталось неизменным?

6. Один моль идеального одноатомного газа, находящегося при температуре  $+27^\circ\text{C}$ , изохорически нагревают. Определите, во сколько раз изменится температура этого газа, если в этом процессе сообщить газу количество теплоты 11218 Дж.

7. Грамм гелия участвует в процессе с молярной теплоемкостью  $C = 20$  Дж/(моль·К). Газ получил  $Q = 20$  Дж в виде тепла. Найти совершенную газом работу.
8. Порция азота расширяется в процессе с молярной теплоемкостью  $2013$  Дж/(моль·К). Как изменится давление газа при увеличении его объема вдвое?
9. Газ изотермически расширяется от  $V$  до  $2V$ , затем от  $2V$  до  $8V$ . В какой из частей процесса газ получил большее количество тепла? Во сколько раз?
10. Моль гелия вначале занимает объем  $10$  литров при давлении  $2$  атм. Газ адиабатически расширяется, пока его давление не уменьшается в  $300$  раз. Какую работу совершает при этом газ?
11. Аргон в количестве  $100$  г имеет начальную температуру  $100^\circ\text{C}$  и находится в сосуде с начальным объемом  $100$  л. Газу сообщено количество теплоты  $100$  Дж, и процесс, в котором это произошло, имел теплоемкость  $100$  МДж/К. На сколько увеличился объем сосуда?
12. В сосуде с жесткими теплоизолирующими стенками находился  $1$  моль метана при температуре  $1000$  К. Во втором таком же сосуде находились  $1000$  молей газообразного гелия при температуре  $1$  К. Сосуды соединили короткой трубкой и газы перемешались. Какой стала равновесная температура?
13. Состояние одного моля идеального газа изменялось вначале по изохоре 1—2, а затем по изобаре 2—3. При этом газом совершена работа  $A$ . Известно, что температура в конечном состоянии 3 равна начальной температуре  $T$ . Определить отношение давлений в состояниях 1 и 2.
14. Моль идеального газа совершает замкнутый цикл, состоящий из двух изобар и двух изохор. Работа газа за цикл  $A = 200$  Дж. Максимальная и минимальная температуры газа в цикле отличаются на  $\Delta T = 60$  К, отношение давлений на изобарах равно  $2$ . Найти отношение объемов газа на изохорах.
15. Моль идеального газа совершает замкнутый цикл, состоящий из двух изобар и двух изохор. Отношение давления на изобарах  $\alpha = 1,25$ , а отношение объемов на изохорах  $\beta = 1,2$ . Найти работу, совершенную газом за цикл, если разность максимальной и минимальной температур газа в цикле составляет  $\Delta T = 100$  К.
16. Моль идеального одноатомного газа переводится из начального состояния с температурой  $T = 300$  К в состояние, в котором его температура возросла в  $3$  раза, а объем уменьшился в  $2$  раза. Найти подведенное к газу тепло, если известно, что из всех путей перевода газа из начального состояния в конечное, на которых давление не падает ниже начального, был выбран путь, на котором над газом совершена минимальная работа.
17. Моль идеального газа охлаждается при постоянном объеме, а затем при постоянном давлении приводится в состояние с температурой, равной начальной  $T_0 = 300$  К. В итоге газ получил тепло  $Q = 1500$  Дж. Во сколько раз конечное давление отличается от начального?
18. В цилиндре под поршнем содержится  $0,5$  моля воздуха при температуре  $200$  К. Во сколько раз увеличится объем газа при сообщении ему тепла  $13,2$  кДж. Молярная теплоемкость воздуха при постоянном давлении  $C_p = 29,1$  Дж/моль·К.
19. Разреженный газ нагревают в сосуде постоянного объема, при этом его удельная теплоемкость оказывается равной  $740$  Дж/(кг·К). Что это за газ?

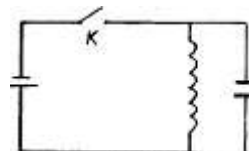
### 10 класс

1. Кубик совершает гармонические колебания с периодом  $1$  с в вертикальной плоскости сферической чаши, внутренний радиус которой много больше ребра кубика. Чаша покоится относительно Земли. С каким ускорением относительно Земли, и в каком направлении по вертикали должна двигаться чаша, чтобы кубик за время  $1,5$  мин совершил  $60$  колебаний.
2. На гладкой горизонтальной плоскости находится груз, соединенный через пружину со стенкой. Частота его собственных колебаний  $\omega$ . Груз отклонили от положения равновесия вправо и отпустили. Через какое время отклонение груза от положения равновесия достигнет  $1/2$ ? Какова его скорость в момент. Когда его ускорение равно  $g$ ?

3. Груз массой 0,4 кг, подвешенный на пружине жесткостью 40 Н/м, совершает гармонические незатухающие колебания. В начальный момент времени груз находится на расстоянии 2 см от положения равновесия и обладает энергией 0,5 Дж. Написать уравнение гармонических колебаний груза и закон изменения возвращающей силы от времени. Найти наибольшее значение возвращающей силы и ее значение через 0,2 периода.

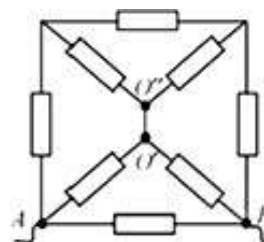
4. При малых колебаниях вблизи положения равновесия математического маятника длиной  $l = 1$  м модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой  $m = 100$  г, меняется в пределах от  $T$  до  $T + \Delta T$ , где  $\Delta T = 15$  мН и  $\Delta T \ll T$ . Найдите амплитуду  $A$  колебаний этого маятника. Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов справедливо приближённое равенство  $\sin \alpha \approx \alpha$ . Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

5. Колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности и емкости, через ключ  $K$  подключен к источнику постоянной ЭДС с внутренним сопротивлением  $R$ . Первоначально ключ  $K$  замкнут. После установления стационарного режима ключ размыкают, и в контуре возникают колебания с периодом  $T$ . При этом амплитуда напряжения на конденсаторе в  $n$  раз больше ЭДС батареи. Найти индуктивность катушки и емкость конденсатора. Омическим сопротивлением катушки пренебречь.

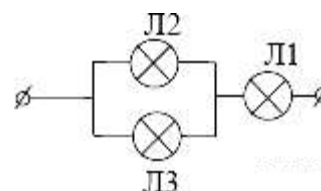


### 11 класс

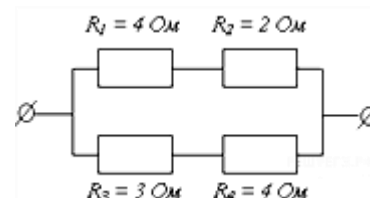
1. Сопротивления всех резисторов в цепи, схема которой изображена на рисунке, одинаковы и равны  $R = 15$  Ом. Найдите сопротивление цепи между точками  $A$  и  $B$  после того, как был удалён проводник, соединявший точки  $O'$  и  $O''$ .



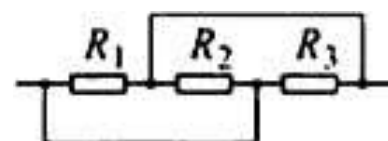
2. Вольтамперные характеристики газовых ламп Л1, Л2 и Л3 при достаточно больших токах хорошо описываются квадратичными зависимостями  $U_1 = \alpha I^2$ ,  $U_2 = 3\alpha I^2$ ,  $U_3 = 6\alpha I^2$ , где  $\alpha$  — некоторая известная размерная константа. Лампы Л2 и Л3 соединили параллельно, а лампу Л1 — последовательно с ними (см. рисунок). Определите зависимость напряжения от силы тока, текущего через такой участок цепи, если токи через лампы таковы, что выполняются вышеуказанные квадратичные зависимости.



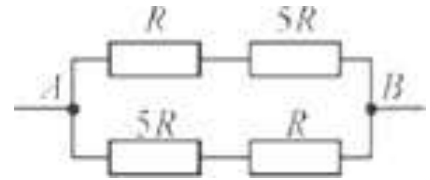
3. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты  $Q_1/Q_2$ , выделившихся на резисторах  $R_2$  и  $R_3$  за одно и то же время? Округлите до десятых.



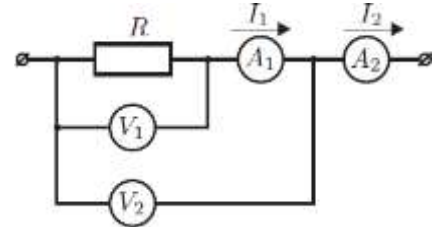
4. Участок цепи, схема которого изображена на рисунке, состоит из трёх резисторов. Сопротивление резистора  $R_1$  равно 7 Ом, сопротивление резистора  $R_2$ , в 2 раза меньше сопротивления резистора  $R_1$ , а сопротивление резистора  $R_3$  в 2 раза меньше сопротивления резистора  $R_2$ . Чему равно общее сопротивление этого участка цепи? Ответ приведите в Ом.



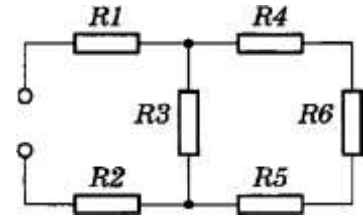
5. Какая мощность выделяется в участке цепи, схема которого изображена на рисунке, если  $R = 27$  Ом, а напряжение между точками  $A$  и  $B$  равно 9 В? Ответ приведите в ваттах.



6. Электрическая цепь состоит из двух одинаковых вольтметров и двух амперметров. Их показания  $U_1 = 10$  В,  $U_2 = 10,5$  В,  $I_1 = 50$  мА,  $I_2 = 70$  мА соответственно. Определите сопротивление резистора  $R$ . (Получите для  $R$  общую алгебраическую формулу.)



7. В цепь подано напряжение 100 В. Сопротивление каждого резистора равно 21 Ом. Найти общее сопротивление цепи, а также распределение токов и напряжений.



8. Имеются источник тока напряжением 6 В, реостат сопротивлением 30 Ом и две лампочки, на которых написано: 3,5 В, 0,35 А и 2,5 В, 0,5 А. Как собрать цепь, чтобы лампочки работали в нормальном режиме?

9. Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380 В, при этом сила тока в его обмотке равна 20 А. Каков КПД установки, если груз массой 1 т кран поднимает на высоту 19 м за 50 с?

10. Троллейбус массой 11 т движется равномерно со скоростью 36 км/ч. Найти силу тока в обмотке двигателя, если напряжение равно 550 В и КПД 80%. Коэффициент сопротивления движению равен 0,02.

11. Электрокипятильник со спиралью сопротивлением  $K=160$  Ом поместили в сосуд, содержащий воду массой 0,5 кг при  $20^\circ\text{C}$ , и включили в сеть напряжением 220 В. Какая масса воды выкипит за 20 мин, если КПД кипятильника 80%?

12. При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите внутреннее сопротивление гальванического элемента.

13. Над планетой массой  $M$  и радиусом  $R$  подвешена гирька на невесомой нерастяжимой нити длиной  $R$  и совершает колебания у самой поверхности.

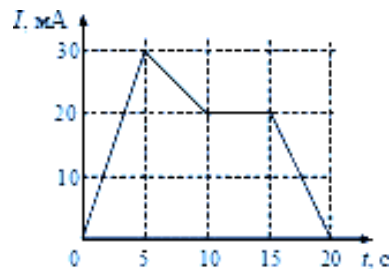
14. По прямолинейному проводнику длиной 1 м течёт ток  $I$ . Найти величину вектора магнитной индукции  $B$  на расстоянии 1 см от его середины.

15. Самолёт, с размахом крыльев  $L$ , летит на одной и той же высоте со скоростью  $V$ , Вертикальная составляющая вектора магнитной индукции равна  $B$ . Найти разность потенциалов между концами крыльев.

16. Плоскость проволочной рамки площадью  $S$ , расположена перпендикулярно вектору магнитной индукции, величина которого равна  $B$ . Найти величину электрического заряда, прошедшего через сечение рамки при её повороте на угол  $90^\circ$ .

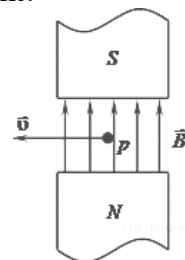
17. Между двумя точечными заряженными телами сила электростатического взаимодействия равна 12 мН. Если заряд одного тела увеличить в 3 раза, а заряд другого тела уменьшить в 4 раза и расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то какова будет сила взаимодействия между телами.

18. На рисунке приведён график зависимости тока  $i$  от времени. Определить ЭДС индукции в интервале времени от 15 до 20 с.

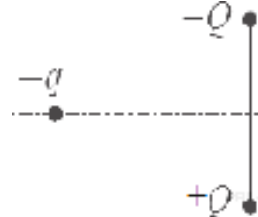


19. Прямолинейный проводник длиной 0.5 м, по которому течёт ток 6 А, находится в однородном магнитном поле. Модуль вектора магнитной индукции 0.2 Тл, проводник расположен под углом 30 град. к  $\vec{B}$ . Какова сила, действующая на проводник?

20. Направление скорости протона  $p$ , влетевшего в зазор между полюсами магнита, перпендикулярно вектору  $\vec{B}$  (см. рис.). Куда направлена Действующая сила Лоренца?



21. Отрицательный заряд находится в поле двух неподвижных зарядов положительного и отрицательного (см. рис.). Куда направлено относительно рисунка ускорение заряда?



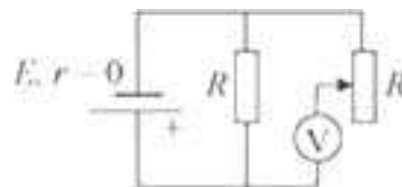
22. Какова работа силы Лоренца в 1 Н, действующей на электрон,двигающийся по дуге длиной 1 м?

23. Сколько процентов ядер некоторого радиоактивного элемента останется через время, равное трем периодам полураспада этого элемента? (Ответ дать в процентах.)

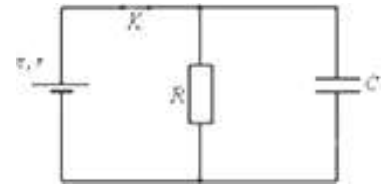
24. В простейшей модели атома водорода считается, что электрон движется вокруг неподвижного протона по окружности радиусом  $5 \cdot 10^{-10}$  м. Каковы в этой модели скорость электрона и частота его обращения? (Элементарный заряд  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг)

25. На горизонтальном полу лежит ящик массой 200 кг. Его начинают тянуть по полу с постоянной скоростью 1 м/с при помощи горизонтального троса, который наматывается на вал электрической лебёдки. Электродвигатель лебёдки питается от источника постоянного напряжения с ЭДС 110 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом. Через обмотку электродвигателя, имеющую сопротивление 3,5 Ом, при этом протекает ток силой 10 А. Пренебрегая трением в механизме лебёдки, найдите коэффициент трения ящика о пол.

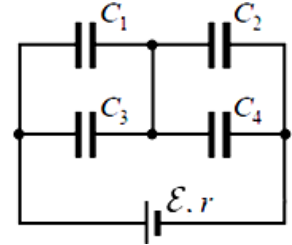
26. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны  $R$ , ЭДС батарейки равна  $E$ , её внутреннее сопротивление ничтожно ( $r=0$ ). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



27. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ  $K$  замкнут. Заряд конденсатора  $q = 2 \text{ мкКл}$ . ЭДС батареи  $24 \text{ В}$ , её внутреннее сопротивление  $r = 5 \text{ Ом}$ , сопротивление резистора  $R = 25 \text{ Ом}$ . Найдите количество теплоты, которое выделяется на резисторе после размыкания ключа  $K$  в результате разряда конденсатора. Потери на излучение пренебречь.

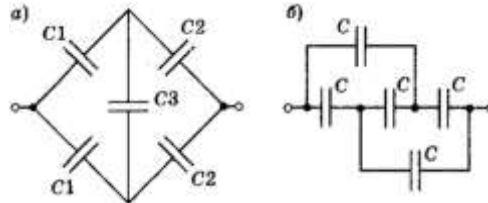


28. Батарея из четырёх конденсаторов ёмкостью  $C_1 = 2C$ ,  $C_2 = C$ ,  $C_3 = 4C$  и  $C_4 = 2C$  подключена к источнику постоянного тока с ЭДС  $E$  и внутренним сопротивлением  $r$  (см. рисунок). Определите энергию конденсатора  $C_1$

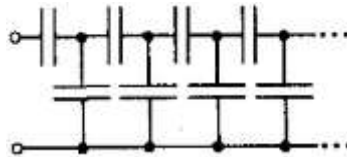


29. Два плоских конденсатора, ёмкостью  $C$  каждый, соединили параллельно. В один из них вставили диэлектрическую пластину с проницаемостью  $\epsilon$ , заполнившую весь объём конденсатора. Какой ёмкости и как необходимо подключить третий конденсатор, чтобы ёмкость системы стала равной  $3C$ ?

30. Найти ёмкость системы конденсаторов, изображенной на рисунке.



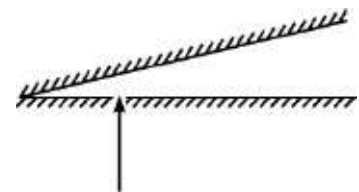
31. Определить ёмкость  $C_x$  бесконечно длинной системы одинаковых конденсаторов, ёмкостью  $C$  каждый, соединенных друг с другом, как показано на рисунке.



32. К воздушному конденсатору, напряжением на котором  $U_0 = 210 \text{ В}$ , присоединили параллельно такой же незаряженный конденсатор, но с диэлектриком из стекла. Какова диэлектрическая проницаемость стекла, если напряжение на зажимах батареи стало  $U = 30 \text{ В}$ ?

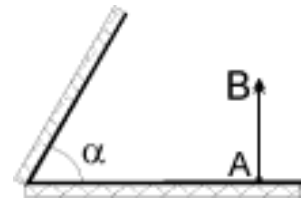
33. На стене висит зеркало высотой  $1 \text{ м}$ . Человек стоит на расстоянии  $2 \text{ м}$  от зеркала. Какова высота участка противоположной стены комнаты, который может увидеть в зеркале человек, не изменяя положения головы? Стена находится на расстоянии  $4 \text{ м}$  от зеркала.

34. Два зеркала оказались сложенными под малым углом (рис.). Алиса направила через маленькое отверстие в одном из зеркал луч лазерной указки перпендикулярно этому зеркалу, а наблюдательная Василиса насчитала только  $12$  отражений от этих зеркал. Под каким (примерно) углом сложены зеркала? - задумались подружки. А какой ответ дадите Вы? Но выразить ответ нужно только в целых градусах





35. Сколько изображений стрелки  $AB$  получится в системе плоских зеркал с углом  $\alpha = 60^\circ$  ?



36. Кубик совершает гармонические колебания с периодом 1 с в вертикальной плоскости сферической чаши, внутренний радиус которой много больше ребра кубика. Чаша покоится относительно Земли. С каким ускорением относительно Земли, и в каком направлении по вертикали должна двигаться чаша, чтобы кубик за время 1,5 мин совершил 60 колебаний.

37. На гладкой горизонтальной плоскости находится груз, соединенный через пружину со стенкой. Частота его собственных колебаний  $\omega$ . Груз отклонили от положения равновесия вправо и отпустили. Через какое время отклонение груза от положения равновесия достигнет  $l/2$ ? Какова его скорость в момент. Когда его ускорение равно  $g$ ?

38. Груз массой 0,4 кг, подвешенный на пружине жесткостью 40 Н/м, совершает гармонические незатухающие колебания. В начальный момент времени груз находится на расстоянии 2 см от положения равновесия и обладает энергией 0,5 Дж. Написать уравнение гармонических колебаний груза и закон изменения возвращающей силы от времени. Найти наибольшее значение возвращающей силы и ее значение через 0,2 периода.

39. При малых колебаниях вблизи положения равновесия математического маятника длиной  $l = 1$  м модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой  $m = 100$  г, меняется в пределах от  $T$  до  $T + \Delta T$ , где  $\Delta T = 15$  мН и  $\Delta T \ll T$ . Найдите амплитуду  $A$  колебаний этого маятника. Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов справедливо приближенное равенство  $\sin \alpha \approx \alpha$ . Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Для оценки уровня знаний учащихся используется РОДУ, которая основывается на введении коэффициентов сложности и значимости. Для каждой темы присвоен коэффициент сложности –  $K_{сл}$ , и коэффициент значимости –  $K_{зн}$ , имеющие следующие значения:

$K_{сл}$	$K_{зн}$
1 – очень легкий;	1– значимость между темами;
2 – легкий;	2– значимость между разделами; 3–
3 – средней сложности;	внутрикурсовая (класс)
4 – высокой сложности;	значимость;
5 – очень высокой сложности	4 – внутрипредметная значимость;
	5 – межпредметная значимость