

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Сыктывкарский лесной институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический  
университет имени С.М. Кирова»  
(СЛИ)**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЦДО

\_\_\_\_\_ Л. С. Жучкова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор

\_\_\_\_\_ Л. А. Гурьева

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Общеобразовательная общеразвивающая программа

**«ФИЗИКА»**

**Сыктывкар 2017**

## 1. Цель реализации программы

Целью преподавания дисциплины «Физика» является повышение уровня общеобразовательной подготовки слушателей, реализация образовательных программ, подготовка к ЕГЭ, а так же овладение конкретными физическими знаниями, необходимыми для поступления в ВУЗ и сдачи ЕГЭ, для применения в практической деятельности, для изучения смежных дисциплин, для продолжения образования; интеллектуальное развитие слушателей, формирование качеств мышления, характерных для научной деятельности.

## 2. Планируемые результаты освоения программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ✓ **слушатель должен знать:**
  - *смысл понятий:* физическое явление, физическая величина, модель, гипотеза, принцип, постулат, теория, пространство, время, инерциальная система отсчета, материальная точка, вещество, взаимодействие, идеальный газ, резонанс, электромагнитные колебания, электромагнитное поле, электромагнитная волна, атом, квант, фотон, атомное ядро, дефект массы, энергия связи, радиоактивность, ионизирующее излучение, планета, звезда, галактика, Вселенная;
  - *смысл физических величин:* перемещение, скорость, ускорение, масса, сила, давление, импульс, работа, мощность, механическая энергия, момент силы, период, частота, амплитуда колебаний, длина волны, внутренняя энергия, средняя кинетическая энергия частиц вещества, абсолютная температура, количество теплоты, удельная теплоемкость, удельная теплота парообразования, удельная теплота плавления, удельная теплота сгорания, элементарный электрический заряд, напряженность электрического поля, разность потенциалов, электроемкость, энергия электрического поля, сила электрического тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, электродвижущая сила, магнитный поток, индукция магнитного поля, индуктивность, энергия магнитного поля, показатель преломления, оптическая сила линзы;
  - *смысл физических законов, принципов и постулатов* (формулировка, границы применимости): законы динамики Ньютона, принципы суперпозиции и относительности, закон Паскаля, закон Архимеда, закон Гука, закон всемирного тяготения, законы сохранения энергии, импульса и электрического заряда, основное уравнение кинетической теории газов, уравнение состояния идеального газа, законы термодинамики, закон Кулона, закон Ома для полной цепи, закон Джоуля–Ленца, закон электромагнитной индукции, законы отражения и преломления света, постулаты специальной теории относительности, закон связи массы и энергии, законы фотоэффекта, постулаты Бора, закон радиоактивного распада;
- ✓ **слушатель должен уметь:**
  - описывать и объяснять результаты наблюдений и экспериментов: независимость ускорения свободного падения от массы падающего тела; нагревание газа при его быстром сжатии и охлаждение при быстром расширении; повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде; броуновское движение; электризация тел при их контакте; взаимодействие проводников с током; действие магнитного поля на проводник с током; зависимость сопротивления полупроводников от температуры и освещения; электромагнитная индукция; распространение электромагнитных волн; дисперсия, интерференция и дифракция света; излучение и поглощение света атомами, линейчатые спектры; фотоэффект; радиоактивность;

- приводить примеры опытов, иллюстрирующих, что наблюдения и эксперимент служат основой для выдвижения гипотез и построения научных теорий; эксперимент позволяет проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять явления природы и научные факты; физическая теория позволяет предсказывать еще неизвестные явления и их особенности; при объяснении природных явлений используются физические модели; один и тот же природный объект или явление можно исследовать на основе использования разных моделей; законы физики и физические теории имеют свои определенные границы применимости;
- описывать фундаментальные опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики;
- применять полученные знания для решения физических задач;
- определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле; продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа;
- измерять скорость, ускорение свободного падения; массу тела, плотность вещества, силу, работу, мощность, энергию, коэффициент трения скольжения, влажность воздуха, удельную теплоемкость вещества, удельную теплоту плавления льда, электрическое сопротивление, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, показатель преломления вещества, оптическую силу линзы, длину световой волны; представлять результаты измерений с учетом их погрешностей;
- приводить примеры практического применения физических знаний: законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио- и телекоммуникаций; квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;
- ✓ **слушатель должен владеть:**
  - основными физическими понятиями, законами, величинами;
  - принципами построения современной физической картины мира (система, состоящая из недоступных наблюдению уравнений, описывающая реальную действительность) ;
  - эмпирическими (наблюдение, эксперимент, измерение) и теоретическими (анализ, синтез, моделирование, дедукция, индукция) методами познания физических явлений;
  - математическим аппаратом для решения физических задач (свод правил и законов, формул, условий, соотношений, с помощью которых доказывается физическое явление);
  - техникой проведения эксперимента (техника подготовки и постановки эксперимента, техника работы с измерительной аппаратурой, техника обработки и оформления результатов измерений);
  - методами решения физических задач (при решении физических задач могут быть использованы арифметический, алгебраический, графический, геометрический способы решения).

**3. Трудоемкость обучения** составляет 68 часов

**4.**

**Учебный план**  
 довузовской подготовки по дисциплине  
**«Физика»**

Категория слушателей – учащиеся 11 классов, лица, имеющие среднее профессиональное образование

Срок обучения - 68 академических часов

Форма обучения - очно-заочная

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			лекции	практические занятия	
1.	Кинематика	10	1	9	Контрольная работа
2.	Законы динамики	8	1	7	
3.	Работа и энергия	8	1	7	
4.	Жидкости и газы	4	1	3	
5.	Молекулярная физика и термодинамика	8	1	7	Контрольная работа
6.	Электростатика	8	1	7	
7.	Законы постоянного тока	6	1	5	
8.	Электромагнетизм	4	1	3	
9.	Колебания и волны	4	1	3	Контрольная работа
10.	Волновая и квантовая оптика	4	1	3	
11.	Физика атома и ядра	4	1	3	
	<b>Итого аудиторных:</b>	68	11	57	

**Учебно-тематический план**  
 довузовской подготовки по дисциплине  
 «Физика»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			лекции	практ. занят.	
<b>1.</b>	<b><i>Введение, система единиц. Кинематика</i></b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	контрольная работа
1.1.	Путь и перемещение	3	1	2	
1.2.	Скорость, средняя скорость, прямолинейное движение	2	-	2	
1.3.	Некоторые виды сложного движения. Вращательное движение	3	-	3	
1.4.	Свободное падение вращательного движения	2	-	2	
<b>2.</b>	<b><i>Динамика</i></b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	
2.1	Законы движения	4	1	3	
2.2.	Законы Ньютона. Сила. Импульс	2	-	2	
2.3.	Типы сил в механике	2	-	2	
<b>3.</b>	<b><i>Работа и энергия</i></b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	
3.1.	Механическая работа	2	1	1	
3.2.	Потенциальная и кинетическая энергия	3	-	3	
3.3.	Импульс. Законы сохранения энергии и импульса	3	-	3	
<b>4.</b>	<b><i>Жидкости и газы</i></b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	
4.1.	Закон Паскаля	2	1	1	
4.2.	Закон Архимеда	1	-	1	
4.3.	Условия плавания тел	1	-	1	
<b>5.</b>	<b><i>Молекулярная физика и термодинамика</i></b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	контроль-

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			лекции	практ. занят.	
5.1.	Основные положения МКТ. Газовые законы	2	1	1	ная работа
5.2.	Уравнение состояния идеального газа	2	-	2	
5.3.	Работа расширения газа	2	-	2	
5.4.	Первый закон термодинамики	1	-	1	
5.5.	Принцип работы тепловых двигателей	1	-	1	
<b>6.</b>	<b>Электростатика</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	
6.1.	Закон Кулона	3	1	2	контроль-ная работа
6.2.	Электрическое поле. Напряженность электрического поля	1	-	1	
6.3.	Работа поля по перемещению зарядов	2	-	2	
6.4.	Потенциал поля	1	-	1	
6.5.	Емкость. Конденсаторы. Соединения конденсатора	1	-	1	
<b>7.</b>	<b>Законы постоянного тока</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	
7.1.	Условия существования тока. Сила и плотность тока	2	1	1	
7.2.	Закон Ома для участка цепи	1	-	1	
7.3.	Работа и мощность тока	1	-	1	
7.4.	Закон Ома для полной цепи	1	-	1	
7.5.	Закон Джоуля – Ленца	1	-	1	
<b>8.</b>	<b>Электромагнетизм</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	
8.1.	Магнитное поле тока	1	1	-	
8.2.	Закон Ампера	1	-	1	
8.3.	Сила Лоренца	1	-	1	
8.4.	Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция. Энергия	1	-	1	
<b>9.</b>	<b>Колебания и волны</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	
9.1.	Гармонические колебания	1	1	-	
9.2.	Математический и пружинный маятник	1	-	1	
9.3.	Колебательный контур. Формула Томсона	1	-	1	
9.4.	Волны в механике. Электромагнитные волны	1	-	1	
<b>10.</b>	<b>Волновая и квантовая оптика</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	
10.1.	Законы отражения и преломления света	1	-	1	
10.2.	Линзы	2	-	2	
10.3.	Интерференция. Дифракция	1	-	1	
<b>11.</b>	<b>Квантовая физика</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	
11.1.	Планетарная модель атома. Постулаты Бора	2	1	1	
11.2.	Состав атомного ядра	1	-	1	
11.3.	Естественная радиоактивность	1	-	1	
	<b>Всего часов</b>	<b>68</b>	<b>10</b>	<b>58</b>	

## 5. Рабочие программы по разделам, темам

### Учебная программа довузовской подготовки по дисциплине «Физика»

#### Раздел 1. Введение система единиц. Кинематика (10 часов)

Материальная точка. Система отсчета. Траектория. Путь и перемещение. Скорость и ускорение. Относительность движения. Сложения скоростей. Равноускоренное движение. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения.

##### Перечень практических работ

Номер темы	Наименование практического занятия
1.1.	Путь и перемещение (2 часа);
1.2.	Скорость, средняя скорость, прямолинейное движение (2 часа);
1.3.	Некоторые виды сложного движения. Вращательное движение (3 часа);
1.4.	Свободное падение вращательного движения (2 часа).

#### Раздел 2. Динамика (8 часов)

Равномерное движение по окружности. Линейная и угловая скорости. Центростремительное ускорение. Первый закон Ньютона. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Закон всемирного тяготения. Гравитационная постоянная. Сила тяжести. Сила упругости. Закон Гука. Силы трения. Коэффициент трения.

##### Перечень практических работ

Номер темы	Наименование практического занятия
2.1.	Законы движения (3 часа);
2.2.	Законы Ньютона. Сила. Импульс (2 часа);
2.3.	Типы сил в механике (2 часа).

#### Раздел 3. Работа и энергия (8 часов)

Импульс тела. Закон сохранения импульса. Механическая работа. Мощность. Энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.

Сложение сил. Момент силы. Условие равновесия тела с неподвижной осью вращения.

##### Перечень практических работ

Номер темы	Наименование практического занятия
3.1.	Механическая работа (1 час);
3.2.	Потенциальная и кинетическая энергия (3 часа);
3.3.	Импульс. Законы сохранения энергии и импульса (3 часа).

#### Раздел 4. Жидкости и газы (4 часа)

Давление. Закон Паскаля. Давление жидкости на дно и стенки сосуда при действии на нее силы тяжести. Сообщающиеся сосуды. Архимедова сила, действующая на тело в жидкостях и газах. Условия плавания тел.

##### Перечень практических работ

Номер темы	Наименование практического занятия
4.1.	Закон Паскаля (1 час);
4.2.	Закон Архимеда (1 час);
4.3.	Условия плавания тел (1 час).

### **Раздел 5. Молекулярная физика и термодинамика (8 часов)**

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Броуновское движение. Диффузия. Движение молекул в газах, жидкостях и твердых телах.

Температура. Уравнение состояния идеального газа. Частные газовые законы.

Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Внутренняя энергия тела. Первый закон термодинамики. Плавление. Удельная теплота плавления. Парообразование. Удельная теплота парообразования. Испарение. Кипение.

Тепловые двигатели. КПД тепловых двигателей.

#### **Перечень практических работ**

Номер темы	Наименование практического занятия
5.1.	Основные положения МКТ. Газовые законы (1 час)
5.2.	Уравнение состояния идеального газа (2 часа)
5.3.	Работа расширения газа (2 часа)
5.4.	Первый закон термодинамики (1 час)
5.5.	Принцип работы тепловых двигателей

### **Раздел 6. Электростатика (8 часов)**

Электрические заряды. Закон сохранения зарядов в замкнутой системе. Закон Кулона. Диэлектрическая проницаемость вещества.

Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Напряженность поля точечного заряда. Силовые линии электрического поля. Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Потенциал электрического поля. Разность потенциалов. Связь потенциала с напряженностью. Электроемкость. Конденсаторы. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.

Электрический ток. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление и зависимость его от температуры. Последовательное и параллельное соединение проводников. Электродвижущая сила. Закон Ома для замкнутой цепи.

#### **Перечень практических работ**

Номер темы	Наименование практического занятия
6.1.	Закон Кулона (2 часа)
6.2.	Электрическое поле. Напряженность электрического поля (1 час)
6.3.	Работа поля по перемещению зарядов (2 часа)
6.4.	Потенциал поля (1 час)
6.5.	Электроемкость. Конденсаторы. Соединения конденсатора (1 час)

### **Раздел 7. Законы постоянного тока (6 часов)**

Работа и мощность постоянного тока. Энергия электрического поля и ее преобразование в другие виды энергии. Закон Джоуля-Ленца.

Взаимодействие токов. Магнитное поле. Магнитная индукция. Линии магнитной индукции. Сила Ампера. Сила Лоренца.

Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Э.д.с. индукции. Правило Ленца. Явление самоиндукции. Индуктивность.

#### Перечень практических работ

Номер темы	Наименование практического занятия
7.1.	Условия существования тока. Сила и плотность тока (1 час)
7.2.	Закон Ома для участка цепи (1 час)
7.3.	Работа и мощность тока (1 час)
7.4.	Закон Ома для полной цепи (1 час)
7.5.	Закон Джоуля – Ленца (1 час)

#### Раздел 8. Электромагнетизм (8 часов)

Взаимодействие токов. Магнитное поле. Магнитная индукция. Линии магнитной индукции. Сила Ампера. Сила Лоренца.

Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Э.д.с. индукции. Правило Ленца. Явление самоиндукции. Индуктивность.

#### Перечень практических работ

Номер темы	Наименование практического занятия
8.2.	Закон Ампера (1 час)
8.3.	Сила Лоренца (1 час)
8.4.	Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция. Энергия (1 час)

#### Раздел 9. Колебания и волны (4 часа)

Гармонические колебания. Период и частота колебаний. Период колебаний математического маятника. Резонанс.

Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Превращение энергии в колебательном контуре. Зависимость периода колебаний в контуре от индуктивности и емкости.

Переменный ток. Генератор переменного тока. Период и частота переменного тока. Действующее значение переменного тока.

Поперечные и продольные волны. Скорость волны. Длина волны. Зависимость между длиной волны, скоростью и частотой.

Звуковые волны. Скорость звука. Громкость, высота тона.

Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн.

#### Перечень практических работ

Номер темы	Наименование практического занятия
9.2.	Математический и пружинный маятник (1 час)
9.3.	Колебательный контур. Формула Томсона (1 час)
9.4.	Волны в механике Электромагнитные волны (1 час)

#### Раздел 10. Оптика (4 часа)

Прямолинейность распространения света. Скорость света. Закон отражения света. Закон преломления света. Показатель преломления. Полное отражение. Ход лучей в приз-



ме. Собирающие и рассеивающие линзы. Формула тонкой линзы. Лупа. Построение изображения в линзах. Дисперсия света. Спектры излучения и поглощения. Фотоэлектрический эффект. Уравнение Эйнштейна. Электромагнитная природа световых волн. Понятие о световых и квантовых свойствах света. Шкала электромагнитных волн.

#### Перечень практических работ

Номер темы	Наименование практического занятия
10.1.	Математический и пружинный маятник (1 час)
10.2.	Колебательный контур. Формула Томсона (2 часа)
10.3.	Волны в механике Электромагнитные волны (1 час)

#### Раздел 11. Квантовая физика (4 часа)

Явление, подтверждающее сложное строение ядра. Строение атома. Постулаты Бора. Излучение и поглощение энергии атомами. Составные части ядра. Протоны и нейтроны. Энергия связи атомных ядер. Цепная реакция. Выделение энергии при делении тяжелых ядер. Термоядерная реакция.

#### Перечень практических работ

Номер темы	Наименование практического занятия
11.1.	Планетарная модель атома. Постулаты Бора (1 час)
11.2.	Состав атомного ядра (1 час)
11.3.	Естественная радиоактивность (1 час)

#### 6. Материально-технические условия

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитории	Лекции, практические занятия	Переносной или стационарный мультимедийный комплекс, состоящий из проектора, экрана или интерактивной доски, а также ноутбука или персонального компьютера с установленным программным обеспечением: операционная система Microsoft Windows 7/8, офисный пакет Libreoffice, файловый менеджер FAR-manager, архиватор 7-zip, антивирус Kaspersky Endpoint Security.

#### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б., Чаругин В. М. Физика 11класс.-М.: Просвещение, 2012.
2. Рымкевич А. П. Сборник задач по физике 10-11 класс.-М.: Дрофа, 2009.

3. О. И. Громцева. Тематические контрольные и самостоятельные работы 11класс. Издательство Экзамен. Москва 2012.г
4. ЕГЭ-2014. Физика. Тематические и типовые экзаменационные варианты. 32 варианта. Демидова М. Ю., Грибов В. А., Берков А. В.: Национальное образование, 2014 г.

Вместо источников могут быть использованы другие доступные пособия для подготовки к ЕГЭ.

### 8. Кадровые условия

№	Ф.И.О. преподавателя, реализующего программу	Условия привлечения (штатный, внутренний совместитель, внешний совместитель, по договору)	Должность, ученая степень, ученое звание	Перечень читаемых дисциплин	Уровень образования, наименование специальности, направления переподготовки, наименование присвоения квалификации	Сведения о дополнительном профессиональном образовании	Стаж работы, лет
1	Варнавин Андрей Владимирович	по договору	-	физика, 11 кл			37

9. Календарный учебный график представлен в форме расписания занятий при наборе группы на обучение

### 10. Оценка качества освоения программы

Производится по результатам итогового теста, состоящего из заданий 1 – 15 (по структуре профильного уровня ЕГЭ 2016 года). Продолжительность теста – 2 академических часа. Задачи 1 – 14 предполагают ответ, задача 15 требует развернутое решение.

### 11. Составители программы

Соловьев П. В. – к.т. н., доцент кафедры «Теплотехника и гидравлика» СЛИ

**Согласовано:**

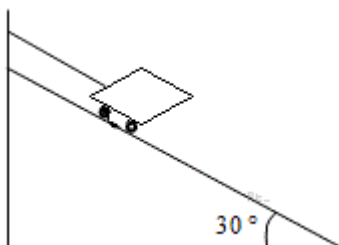
Начальник УМУ

\_\_\_\_\_ З. А. Боровлева

Форма контроля (тест ЕГЭ)

Динамика

**Задание 1.** Тележка массой 0,1 кг удерживается на наклонной плоскости с помощью нити (см. рисунок).

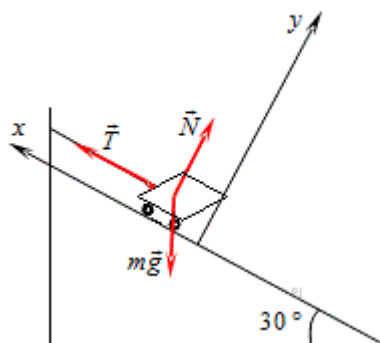


Сила натяжения нити равна

- 1) 0,5 Н
- 2) 1,0 Н
- 3) 1,5 Н
- 4) 2,0 Н

**Решение.**

На тележку действует три силы: сила тяжести, сила реакции опоры и сила натяжения нити. Все силы изображены на рисунке.



Второй закон Ньютона в проекции на ось  $Ox$  приобретает вид:

$$T - mg \sin 30^\circ = 0.$$

Следовательно, сила натяжения нити равна

$$T = mg \sin 30^\circ = 0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \sin 30^\circ = 0,5 \text{ Н}.$$

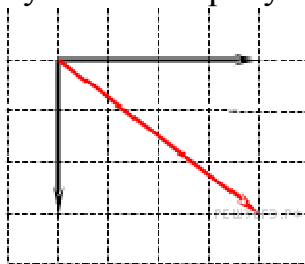
**Правильный ответ: 1.**

**Задание 2.** Две силы 3 Н и 4 Н приложены к одной точке тела, угол между векторами сил равен  $90^\circ$ . Чему равен модуль равнодействующей сил?

- 1) 1 Н
- 2) 5 Н
- 3) 7 Н
- 4) 25 Н

**Решение.**

Силы и их равнодействующая указаны на рисунке.

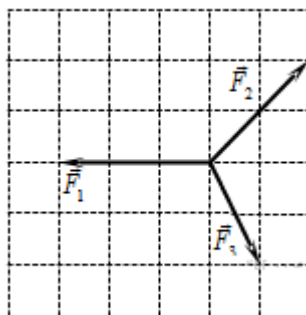


По теореме Пифагора, модуль равнодействующей сил равен

$$\sqrt{(3 \text{ Н})^2 + (4 \text{ Н})^2} = 5 \text{ Н}$$

**Правильный ответ: 2.**

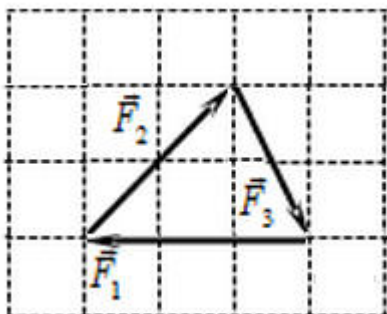
**Задание 3.** На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости.



Модуль вектора силы  $F_1$  равен 3 Н. Модуль равнодействующей векторов  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$  равен

- 1) 9 Н
- 2) 8 Н
- 3) 6 Н
- 4) 0 Н

**Решение.**



Сложим вектора сил, чтобы найти равнодействующую. Для этого перерисуем картинку. Из нового рисунка видно, что равнодействующая векторов сил  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$  равна нулю.

**Правильный ответ: 4.**

**Задание 4.** Брусok массой  $m = 2$  кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом

$\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Модуль этой силы  $F = 12$  Н. Коэффициент трения между бруском и плоскостью  $\mu = 0,2$ . Чему равен модуль силы трения, действующей на брусок? Ответ приведите в Ньютонах.

**Решение.**

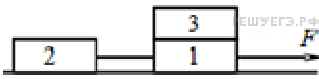
Воспользуемся вторым законом Ньютона. Спроецируем все силы действующие на брусок на вертикальную ось. Брусок движется по горизонтальной плоскости, следовательно, у него нет вертикальной составляющей ускорения. Из второго закона Ньютона имеем:

$$N + F \sin \alpha - mg = 0,$$

где  $N$  — сила реакции опоры. Отсюда, для модуля силы трения скольжения имеем:

$$F = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha) = 0,2 \cdot (2 \cdot 10 - 12 \cdot \sin 30^\circ) = 2,8 \text{ Н.}$$

**Ответ:** 2,8 Н.

**Задание 5.**  Одинаковые бруски, связанные нитью, движутся под действием внешней силы  $F$  по гладкой горизонтальной поверхности (см. рисунок). Найдите во сколько раз увеличится  $T$ , если третий брусок переложить с первого на второй.

**Решение.**

Поскольку бруски связаны нерастяжимой нитью, они двигаются с одинаковым ускорением. Второй закон Ньютона для второго бруска и для первого вместе с третьим приобретает вид:  $T = ma$ ,  $F - T = 2ma$ . Отсюда получаем, что

изначально  $T = \frac{F}{3}$ . После перекладывания второй закон Ньютона для второго

бруска с третьим и первого:  $T' = 2ma$ ,  $F - T' = ma$ . Следовательно,  $T' = \frac{2F}{3}$ . Таким образом, сила натяжения нити увеличится в 2 раза при перекладывании третьего бруска.

**Ответ:** 2.

### Молекулярная физика и термодинамика

**Задание 1.** Какое из утверждений правильно?

- А. Диффузия наблюдается только в газах и жидкостях.
- В. Диффузия наблюдается только в твердых телах.
- С. Диффузия наблюдается в газах, жидкостях и твердых телах.

- 1) А
- 2) В
- 3) С
- 4) ни А, ни В, ни С

**Решение.**

Диффузия — это процесс взаимного проникновения молекул одного вещества между молекулами другого за счет теплового движения. Тепловое дви-

жение молекул присуще всем агрегатным состояниям, так что диффузия наблюдается и в газах, и в жидкостях, и в твердых телах.

**Правильный ответ: 3.**

**Задание 2.** В баллоне емкостью 20 л находится кислород при температуре  $16^{\circ}\text{C}$  под давлением  $10^7$  Па. Какой объем займет этот газ при нормальных условиях? Ответ выразите в кубических метрах и округлите с точностью до сотых.

- 1)  $1,53$  м<sup>3</sup>
- 2)  $1,89$  м<sup>3</sup>
- 3)  $3,12$  м<sup>3</sup>
- 4)  $1,19$  м<sup>3</sup>

**Решение.**

Нормальными условиями называется давление в  $10^5$  Па и температура  $0^{\circ}\text{C}$ . Кислород подчиняется уравнению Клапейрона-Менделеева, следовательно, поскольку количество газа не изменяется, выполняется соотношение

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}. \text{ А значит, объем газа будет равен}$$
$$V_2 = \frac{p_1 T_2}{p_2 T_1} \cdot V_1 = \frac{10^7 \text{ Па} \cdot 273 \text{ К}}{10^5 \text{ Па} \cdot 289 \text{ К}} \cdot 0,02 \text{ м}^3 \approx 1,89 \text{ м}^3$$

**Правильный ответ: 2.**

**Задание 3.** При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза, при этом давление газа

- 1) увеличилось в 16 раз
- 2) увеличилось в 2 раза
- 3) увеличилось в 4 раза
- 4) не изменилось

**Решение.**

Давление идеального газа пропорционально произведению концентрации молекул газа и квадрата средней квадратичной скорости их теплового движения:

$$p = \frac{1}{3} n m \overline{v^2} \equiv \frac{1}{3} n m \bar{v}^2$$

При неизменной концентрации и увеличении средней квадратичной скорости теплового движения в 4 раза давление газа увеличится в 16 раз.

**Правильный ответ: 1.**

**Задание 4.** Твердое вещество нагревалось в сосуде. В таблице приведены результаты измерений его температуры с течением времени.

Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35
-------------	---	---	----	----	----	----	----	----

Температура, °C	25	55	85	115	115	115	125	135
-----------------	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

Через 22 минуты после начала измерений в сосуде находилось вещество

- 1) только в твердом состоянии
- 2) только в жидком состоянии
- 3) и в жидком, и в твердом состоянии
- 4) и в жидком, и в газообразном состоянии

**Решение.**

Из таблицы видно, что в интервале времени между 15 минут и 25 минуты температура содержимого сосуда не изменялась. Следовательно, в это время шел процесс плавления. Таким образом, через 22 минуты после начала измерений в сосуде находилось вещество и в твердом, и в жидком состояниях.

**Правильный ответ: 3.**

**Задание 5.** Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом, равна

- 1) 400 Дж
- 2) 200 Дж
- 3) -400 Дж
- 4) -200 Дж

**Решение.**

Согласно первому началу термодинамики, тепло, переданное системе, идет на изменение внутренней энергии и совершение работы против внешних сил:

$Q = \Delta U + A$ . Отсюда находим работу, совершенную газом:

$$A = Q - \Delta U = -300 \text{ Дж} - (-100 \text{ Дж}) = -200 \text{ Дж}.$$

**Правильный ответ: 4.**

### Электромагнетизм

**Задание 1.** При проведении опытов по изучению электромагнитной индукции измеряют изменение магнитного потока  $\Delta\Phi$ , пронизывающего замкнутый проволочный контур, и заряд  $\Delta q$ , протекший в результате этого по контуру. Ниже приведена таблица, полученная в результате этих опытов. Чему равно сопротивление контура?

$\Delta\Phi$ , Вб	0,01	0,02	0,03	0,04
$\Delta q$ , мКл	5	10	15	20

- 1) 2 мОм
- 2) 500 Ом
- 3) 2 Ом
- 4) 0,5 Ом

**Решение.**

Согласно закону электромагнитной индукции, величина ЭДС индукции пропорциональна скорости изменения магнитного потока через контур:

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

С другой стороны, по закону Ома, ЭДС индукции приводит к появлению в контуре тока:  $\varepsilon = IR = \frac{\Delta q}{\Delta t} R$ .

Таким образом, сопротивление контура можно найти следующим образом

$$R = \frac{\Delta\Phi}{\Delta q} = \frac{0,03 \text{ Вб}}{15 \text{ мКл}} = 2 \text{ Ом}$$

**Правильный ответ: 3.**

**Задание 2.** К источнику тока с ЭДС 2 В подключен конденсатор емкостью 1 мкФ. Какое тепло выделится в цепи в процессе зарядки конденсатора? Эффектами излучения пренебречь.

- 1)  $1 \cdot 10^{-6}$  Дж
- 2)  $2 \cdot 10^{-6}$  Дж
- 3)  $3 \cdot 10^{-6}$  Дж
- 4)  $4 \cdot 10^{-6}$  Дж

**Решение.**

Определим, до какого заряда зарядится конденсатор:  $q = C\varepsilon$ . Работа источника заключается в переносе заряда с одной пластины конденсатора на другую и, следовательно, равна следующей величине:  $A = \varepsilon q = C\varepsilon^2$ . Энергия электрического поля в конденсаторе равна  $E_C = \frac{C\varepsilon^2}{2}$ . Работа источника идет на энергию конденсатора и на выделения тепла в процессе зарядки:

$$A = E_C + Q = C\varepsilon^2 - \frac{C\varepsilon^2}{2} = \frac{1 \text{ мкФ} \cdot (2 \text{ В})^2}{2} = 2 \text{ мкДж}$$

**Правильный ответ: 2.**

**Задание 3.** К источнику тока с ЭДС 4 В и внутренним сопротивлением  $r = 5 \text{ Ом}$  подсоединили нагрузочное сопротивление. Чему оно должно быть равно, чтобы КПД источника был равен 50%?

- 1) 5 Ом
- 2) 2,5 Ом
- 3) 2 Ом
- 4) 4 Ом



**Решение.**

КПД источника определяется как отношение полезной работы (тепла, выделяющегося на нагрузке) к работе, совершаемой ЭДС:  $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{ист}}} \cdot 100\%$ . Обе эти работы пропорциональны времени, в течение которого пропускается ток, поэтому отношение работ заменим на отношение соответствующих мощностей:

$$\eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P_{\text{ист}}} \cdot 100\%$$

. По закону Ома для полной цепи, сила тока в цепи будет равна

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{н}} + r}. \text{ Мощность источника равна тогда } P_{\text{ист}} = \mathcal{E}I = \frac{\mathcal{E}^2}{R_{\text{н}} + r}. \text{ напряжение,}$$

приходящееся на нагрузку, по закону Ома для участка цепи, равно

$$U_{\text{н}} = IR_{\text{н}} = \frac{\mathcal{E}R_{\text{н}}}{R_{\text{н}} + r}. \text{ Следовательно, полезная мощность: } P_{\text{пол}} = U_{\text{н}}I = \frac{\mathcal{E}^2 R_{\text{н}}}{(R_{\text{н}} + r)^2}.$$

Таким образом, для того, чтобы КПД был равен 50% необходимо, чтобы вы-

$$\text{полнялось равенство } 50\% = \frac{\mathcal{E}^2 R_{\text{н}} / (R_{\text{н}} + r)^2}{\mathcal{E}^2 / (R_{\text{н}} + r)} \cdot 100\% = \frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{н}} + r} \cdot 100\% \Leftrightarrow R_{\text{н}} = r = 5 \text{ Ом.}$$

**Правильный ответ: 1.**

**Задание 4.** Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Как изменятся радиус траектории, период обращения и кинетическая энергия частицы при увеличении скорости её движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус траектории    Период обращения    Кинетическая энергия

**Решение.**

На заряженную частицу со стороны магнитного поля действует сила Лоренца, которая сообщает ей центростремительное ускорение. Второй закон Ньютона приобретает вид:

$$qvB = ma_{\text{ц}} = m \frac{v^2}{R} \Leftrightarrow qB = \frac{mv}{R}.$$

Отсюда следует, что при увеличении скорости движения частицы радиус траектории увеличивается. Период обращения связан со скоростью движения и радиусом траектории соотношением

$$T = \frac{2\pi R}{v}. \text{ В силу того, что } \frac{R}{v} = \frac{m}{qB} = \text{const},$$

при увеличении скорости период обращения не изменяется. Кинетическая энергия равна  $\frac{mv^2}{2}$ . Сле-

довательно, при увеличении скорости кинетическая энергия также увеличивается.

**Задание 5.** Для наблюдения явления электромагнитной индукции собирается электрическая схема, включающая в себя подвижную проволочную катушку, подсоединенную к амперметру и неподвижный магнит. Индукционный ток в катушке возникнет

- 1) только если катушка неподвижна относительно магнита
- 2) только если катушка надевается на магнит
- 3) только если катушка снимается с магнита
- 4) если катушка надевается на магнит или снимается с магнита

**Решение.**

Согласно закону электромагнитной индукции, в контуре возникает индукционный ток при изменении магнитного потока через контур. При этом не важно, какова причина изменения, это может быть движение магнита относительно контура, или движение контура относительно магнита. Также не важно, как изменяется поток, растет он или уменьшается, этим определяется только направление индукционного тока. Так как в условиях задачи магнит неподвижен, то индукционный ток, можно наблюдать надевая катушку на магнит или снимая ее с него. **Верно утверждение 4.**

**Задание 6.** С использованием основного закона электромагнитной индукции

( $\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ) можно объяснить

- 1) взаимодействие двух параллельных проводов, по которым идет ток
- 2) отклонение магнитной стрелки, расположенной вблизи проводника с током параллельно ему
- 3) возникновение электрического тока в замкнутой катушке при увеличении силы тока в другой катушке, находящейся рядом с ней
- 4) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле

**Решение.**

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, проходящего через него. Электрический ток в катушке создает магнитное поле, при увеличении силы тока величина поля растет, а значит, увеличивается и магнитный поток через другую катушку. Таким образом, из перечисленных явлений при помощи основного закона электромагнитной индукции можно объяснить только явление, описанное в **варианте ответа 3.**

## Квантовая физика

**Задание 1.** Металлическую пластину освещали монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Что произойдет с частотой падающего света, импульсом фотонов и кинетической энергией вылетающих электронов при ос-

вещении этой пластины монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 700$  нм одинаковой интенсивности? Фотоэффект наблюдается в обоих случаях. К каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А. Частота падающего света
- Б. Импульс фотонов
- В. Кинетическая энергия вылетающих электронов

### ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Увеличивается
- 2) Уменьшается
- 3) Не изменится

А	Б	В
?	?	?

#### Решение.

Частота света связана с длиной волны и скоростью света соотношением  $\lambda \nu = c$ . Следовательно, увеличение длины волны падающего света соответствует уменьшению частоты (А - 2). Импульс фотона обратно пропорциона-

лен длине его волны:  $p = \frac{h}{\lambda}$ . Таким образом, при увеличении длины волны, импульс фотонов уменьшается (Б - 2). Кинетическая энергия вылетающих электронов связана с энергией фотонов и работой выхода, согласно уравнению фотоэффекта, соотношением

$$E_{\text{фот}} = \frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$$

Работа выхода зависит только от химических свойств металлов, а значит, в результате увеличения длины кинетическая энергия фотоэлектронов уменьшится (В - 2).

**Задание 2.** Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\nu$  — частота фотона,  $h$  — постоянная Планка,  $p$  — импульс фотона).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны фотона
- Б) энергия фотона

## ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{p}{h}$
- 2)  $\frac{h}{p}$
- 3)  $h \cdot \nu$
- 4)  $\frac{\nu}{h}$

**А Б**

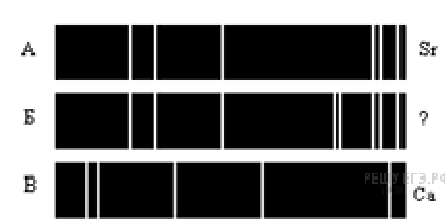
**Решение.**

Длина волны фотона:  $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{c}{E/h} = \frac{h}{E/c} = \frac{h}{p}$  (А - 2)

Энергия фотона:  $E = h\nu$  (Б - 3)

**Правильный ответ: 23**

**Задание 3.** На рисунках А, Б, В приведены спектры излучения паров стронция, неизвестного образца и кальция.



Можно утверждать, что в образце

- 1) не содержится ни стронция, ни кальция
- 2) содержится кальций, но нет стронция
- 3) содержатся и стронций, и кальций
- 4) содержится стронций, но нет кальция

**Решение.**

На рисунке представлены линейчатые спектры. Главное свойство линейчатого спектра состоит в том, линии какого-либо вещества на спектре рзависят только от свойств атомов этого вещества. Из рисунка видно, что на спектре излучения паров неизвестного образца присутствуют все линии, которые есть на спектре стронция, нет линий, свойственных кальцию, но в тоже время есть дополнительные неизвестные линии. Этот факт говорит в пользу того, что в образце содержится стронций, но нет кальция.

**Правильный ответ: 4.**

**Задание 4.** В таблице приведены значения энергии для третьего и четвёртого энергетических уровней атома водорода.

**Номер уровня Энергия,  $10^{-19}$  Дж**

3                     $-2,42$

4                     $-1,36$

Какой должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит с третьего уровня на четвёртый?

1)  $2,42 \cdot 10^{-19}$  Дж

2)  $1,06 \cdot 10^{-19}$  Дж

3)  $1,36 \cdot 10^{-19}$  Дж

4)  $3,78 \cdot 10^{-19}$  Дж

**Решение.**

Для того, чтобы электрон перешёл с третьего уровня на четвёртый под действием фотона, энергия фотона должна быть равна разности энергий четвёртого и третьего энергетических уровней:  $-1,36 - (-2,42) = 1,06 \cdot 10^{-19}$  Дж.

***Правильный ответ указан под номером: 2.***