

**Самара 2023 г.**

Составители: Е.В.Дырнаева, Ишмаева Т.Н., Цуканова Л.В., преподаватели  
общеобразовательных дисциплин, ГАПОУ СКСПО

Методические рекомендации предназначены для проведения лабораторно-  
практических занятий по физике с профессиональной направленностью и  
предназначены для студентов по специальности 08.02.14 Эксплуатация и  
обслуживание многоквартирного дома

.

## **Уважаемые студенты!**

Перед вами представлены методические рекомендации по проведению лабораторно-практических занятий по физике с профессиональной направленностью. Данные методические рекомендации составлены согласно разработанной рабочей программой по физике с профессиональной направленностью. Темы лабораторных и практических занятий (далее ЛПЗ) идут после прочтения лекционного материала.

Методические рекомендации состоят из четырех глав, в которых представлены задачи с профессиональной направленностью.

Как пользоваться методическими рекомендациями?

Во-первых, необходимо прочесть лекционный материал, предлагаемый преподавателем, а также параграф учебника.

Во-вторых, записать в тетрадь название ЛПЗ и порядковый номер занятия, а также цель, оборудование, если в данной работе требуется. Обратить особое внимание на критерии оценивания работы, что очень важно!

В-третьих, при решении задач необходимо пользоваться алгоритмом, который вам предлагает преподаватель на семинарских занятиях.

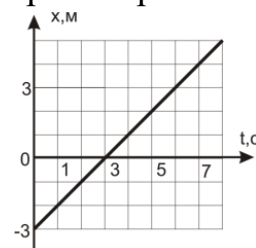
## Глава 1. Механика

### Основные формулы по механике

|   |                                                |                                                                                           |    |                                                                      |                                                 |
|---|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1 | Уравнение равномерного движения                | $x = x_0 + v_x t$                                                                         | 9  | Координата при свободном падении                                     | $y = y_0 + v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}$        |
| 2 | Перемещение при равномерном движении           | $\Delta r_x = v_x t$                                                                      | 10 | Уравнение скорости при свободном падении                             | $v_y = v_{0y} + g_y t$                          |
| 3 | Путь при равномерном движении                  | $S = vt$                                                                                  | 11 | Средняя скорость перемещения                                         | $\langle v \rangle = \frac{\Delta r}{\Delta t}$ |
| 4 | Кинематический закон равноускоренного движения | $x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$                                                  | 12 | Средняя скорость пути                                                | $\langle v \rangle = \frac{S}{t}$               |
| 5 | Скорость при равноускоренном движении          | $v_x = v_{0x} + a_x t$                                                                    | 13 | Линейная скорость при движении по окружности                         | $v = \frac{2 \pi r}{T}$                         |
| 6 | Перемещение при равноускоренном движении       | $\Delta r_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$                                               | 14 | Угловая скорость при движении по окружности                          | $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$      |
| 7 | Путь при равноускоренном движении (3 формулы)  | $S = v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$ $S = \frac{v^2 - v_0^2}{\pm 2a}$ $S = \frac{v + v_0}{2} t$ | 15 | Формула связи линейной и угловой скоростей                           | $v = \omega R$                                  |
|   |                                                |                                                                                           | 16 | Формула связи периода и частоты                                      | $T = \frac{1}{\nu}$                             |
|   |                                                |                                                                                           | 17 | Формула связи угловой скорости и частоты, угловой скорости и периода | $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$             |
| 8 | Формула ускорения                              | $a = \frac{v - v_0}{t}$                                                                   | 18 | Формулы центростремительного ускорения                               | $a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$                |

### ЛПЗ 1: вычислить скорость и путь равномерного прямолинейного движения

**Задание 1.** Используя график зависимости координаты при равномерном прямолинейном движении тела от времени, заполните таблицу:



| Начальная координата тела | Скорость движения тела | Уравнение зависимости координаты от времени | Координата тела в момент времени 5 с | Момент времени, когда координата тела $x = 10$ м. |
|---------------------------|------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                           |                        |                                             |                                      |                                                   |

**Задание 2.** Даны два уравнения координаты от времени для равномерного прямолинейного движения двух тел:  $x = 5 + 2t$ ,  $x = -7 + 5t$ . (м). Заполните таблицу:

| Начальная координата первого тела | Скорость движения второго тела | Расстояние между телами в начальный момент | Координата места встречи тел | Расстояние между телами через 2 секунды после встречи |
|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                   |                                |                                            |                              |                                                       |

**Задание 3.** Движение материальной точки описывается уравнением

$x = -160 + 10t$ . Опишите характер движения точки. Найдите начальную координату, модуль и направление вектора скорости, координату и перемещение через 10 с. Когда автомобиль пройдёт через начало координат? Постройте график зависимости  $x(t)$ .

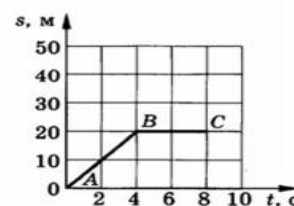
**Задание 4.** Материальная точка движется вдоль прямой согласно уравнению  $x = 5 - 2t$  [м]. Определите характеристики движения и координату точки через 5 с после начала движения.

**Задание 5.** Рассмотрите график движения тела на вопросы:

Каков вид этого движения на участках АВ и ВС?

Чему равна скорость движения тела на этих участках?

Каков путь, пройденный телом за 7 с?



**Критерии оценивания:** «3» - три задания, «4» - четыре задания, «5» - пять заданий.

## ЛПЗ 2: исследовать ускорение тела при равноускоренном движении

**Цель работы:** Изучение равноускоренного движения тела по наклонной плоскости; Определение ускорения шарика, движущегося по наклонному желобу.

**Оборудование:** желоб; шарик; штатив с муфтами и лапкой; металлический цилиндр; линейка; секундомер.

### Ход работы

1. Собрать установку, предлагаемую преподавателем.
2. Пустить шарик с верхнего конца желоба, определить время движения шарика до столкновения с цилиндром, находящимся на другом конце желоба.
3. Измерить длину перемещения  $S_1$  шарика.
4. Подставив значения  $t_1$  и  $S_1$ , определите ускорение  $a_1$ , подставив в уравнение  $a = \frac{2S}{t^2}$ .
5. Не меняя угол наклона желоба повторить опыт еще 4 раза, определить для каждого опыта значение  $a_n$ .
6. Определить среднее значение ускорения:  $a_{cp} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5}$ .
7. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.

| № опыта | Длина пути<br>$S_n$ , м | Время движения $t_n$ ,<br>с | Ускорение<br>$a$ , $\frac{м}{с^2}$ | Среднее значение<br>ускорения $a$ , $\frac{м}{с^2}$ |
|---------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1       |                         |                             |                                    |                                                     |
| 2       |                         |                             |                                    |                                                     |
| 3       |                         |                             |                                    |                                                     |
| 4       |                         |                             |                                    |                                                     |
| 5       |                         |                             |                                    |                                                     |

### Контрольные вопросы

1. Что такое мгновенная скорость? Средняя скорость? Как определяются?
2. Написать уравнение равноускоренного движения и свободного падения тел.
3. Решить задачу: Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с. Через сколько секунд оно будет на высоте 25 метров?

**Критерии оценивания:** «3» - когда проделана работа, «4» - когда проделана работа и отвечен один вопрос; «5» - когда проделана работа и даны ответы на вопросы.

### **ЛПЗ 3: вычислить скорость, ускорения и путь при равнопеременном движении**

1. Поезд метро тормозит, имея ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ . Начальная скорость его  $10 \text{ м/с}$ .  
Определите скорость поезда через  $2 \text{ с}$  после начала торможения.
  2. Какую скорость приобретает ракета за  $2 \text{ минуты}$ , двигаясь из состояния покоя с ускорением  $60 \text{ м/с}^2$ ?
  3. Самолет для взлета должен иметь скорость  $120 \text{ м/с}$ . Определить время разбега и ускорение, если длина разбега  $700 \text{ м}$ .
  4. Лифт во время пуска движется с постоянным ускорением  $1,5 \text{ м/с}^2$ , затем в течение  $2 \text{ с}$  равномерно со скоростью  $1 \text{ м/с}$ . Определить время и высоту подъема.
  5. За последнюю секунду равноускоренного движения автомобиль прошел половину пути. Определить полное время движения.
  6. Сани начинают двигаться вниз по горе с ускорением  $0,9 \text{ м/с}^2$ . Длина горы  $60 \text{ м}$ .  
Скатившись с горы, санки продолжают двигаться равнозамедленно и останавливаются через  $8 \text{ с}$ . Определить ускорение санок и путь, пройденный во время равнозамедленного движения.
  7. Санки скатились с горы  $54 \text{ м}$  за  $1 \text{ минуту}$ . С каким ускорением двигались сани?
- Критерии оценивания: «5» - решить 7 задач; «4» - решить 6 задач; «3» - решить 5 задач.**

### **ЛПЗ 4: вычислить величины при равномерном движении по окружности**

#### **Ответить на вопросы на оценку «3»:**

1. Как направлена мгновенная скорость при движении по окружности?
2. Что называют периодом и частотой обращения?
3. Напишите формулы этих величин.
4. Как связаны период и частота?

#### **Решить задачи на «4» - 6 задач; «5» - 9 задач:**

1. Вращательный механизм делает  $15 \text{ об/мин}$ . Определите период и частоту их вращения.
2. Материальная точка за  $2 \text{ с}$  прошла треть окружности. Определите период и частоту её вращения.
3. Определите линейную скорость колеса, диаметр которого  $40 \text{ см}$ , а период вращения  $2 \text{ с}$ .
4. Известно, что Земля вращается вокруг своей оси. Определите линейную скорость точки экватора, если радиус Земли  $6400 \text{ км}$ .
5. Линейная скорость конца минутной стрелки Кремлёвских курантов равна  $6 \text{ мм/с}$ .  
Определите длину минутной стрелки.

### ЛПЗ 5: исследовать движение тела под действием постоянной силы

**Цель работы:** 1. выяснить, зависит ли сила трения скольжения от силы нормального давления, если зависит, то как. 2. Определить коэффициент трения дерева по дереву.

**Оборудование:** динамометр, деревянный брусок, деревянная линейка или деревянная плоскость, набор грузов по 100 г.

#### Ход работы

1. Определили цену деления шкалы динамометра. Цена деления динамометра:  $(2\text{Н}-1\text{Н})/10 \text{ дел} = 0,1\text{Н/дел}$

2. Определили массу бруска. Сначала подвесив брусок к динамометру, нашли вес бруска  $P_{\text{бруска}}=0,7\text{Н}$

Зная, что  $P=mg$  и  $g=9,81\text{м/с}^2$  получим  $m_{\text{бруска}}=P/g$

Определяем общий вес тела (силу нормального давления по формуле:

$P=N=(m_1+m_2)\cdot g$ . Провели измерения силы трения.

3. Подготовили таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

| № опыта | Масса бруска, $m_1$ , кг | Масса груза, $m_2$ , кг | Общий вес тела (сила нормального давления), $P=N=(m_1+m_2)g$ , Н | Сила трения, $F_{\text{тр}}$ , Н | Коэффициент трения, $\mu$ | Среднее значение коэффициента трения, $\mu_{\text{ср}}$ |
|---------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1       | 0,07                     | 0,1                     | 1,7                                                              |                                  |                           |                                                         |
| 2       |                          | 0,2                     | 2,7                                                              |                                  |                           |                                                         |
| 3       |                          | 0,3                     | 3,7                                                              |                                  |                           |                                                         |
| 4       |                          | 0,4                     | 4,7                                                              |                                  |                           |                                                         |
| 5       |                          | 0,5                     | 5,7                                                              |                                  |                           |                                                         |

4. В каждом опыте рассчитали коэффициент трения по формуле:  $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N}$ .

Результаты расчётов занесли в таблицу.

#### Контрольные вопросы

1. Что называется силой трения?
2. Какова природа сил трения?
3. Назовите основные причины, от которых зависит сила трения?
4. Перечислите виды трения.
5. Можно ли считать явление трения вредным? Почему?

**Критерии оценивания:** «3» - когда проделана работа, «4» - когда проделана работа и отвечен один вопрос; «5» - когда проделана работа и даны ответы на вопросы.

### **ЛПЗ 6: вычислить параметры тела, используя второй закон Ньютона**

1. Автомобиль массой 3,6 т начинает движение и через 5 с достигает скорости 18 км/ч. Определите результирующую силу, действующую на автомобиль.
2. На материальную точку действуют две силы, направленные под углом  $90^\circ$  друг к другу,  $F_1 = 6$  Н,  $F_2 = 8$  Н. Чему равно ускорение точки, если её масса равна 100 г?
3. Велосипедист массой 60 кг за 10 с из состояния покоя разгоняется до скорости 36 км/ч. Определите результирующую силу, действующую на велосипедиста.
4. На тело массой 250 г действуют две силы, направленные под углом  $90^\circ$  друг к другу. Чему равно ускорение тела, если  $F_1 = 3$  Н,  $F_2 = 4$  Н?
5. Тело массой 1 кг движется согласно уравнению  $x = 2 + t^2$  [м]. Определите силу, действующую на это тело.
6. На тело массой 400 г одновременно действуют две силы, направленные вдоль одной прямой,  $F_1 = 8$  Н,  $F_2 = 4$  Н. На сколько отличаются ускорения тела, которые могут быть обеспечены этими силами?
7. Маленький шарик движется согласно уравнению  $x = 2t - 4t^2$  [м], масса шарика 5 г. Определите силу, действующую на шарик.

**Критерии оценивания: «5» - решить 7 задач; «4» - решить 6 задач; «3» - решить 5 задач.**

### **ЛПЗ 7: вычислить силы трения, силы упругости в механизмах и машинах**

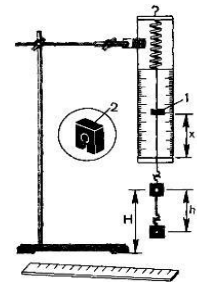
1. Автобус массой  $2 \cdot 10^4$  кг останавливается при торможении под действие силы трения 2 кН за 2,5 мин. С какой скоростью двигался автобус?
2. Груз какой массы может вести грузовой автомобиль с ускорением  $0,8 \text{ м/с}^2$ , если коэффициент трения составляет 0,05, а максимальная сила тяги автомобиля 400 кН.
3. С помощью верёвки вертикально вверх поднимают груз массой 70 кг в течении 6 с на высоту 15 м. Считая движение груза равноускоренным определите силу натяжения верёвки. Начальную скорость считать равной нулю.
4. Как зависит сила сопротивления от скорости при больших скоростях?
5. На сколько удлинится рыболовная леска жесткостью 0,5 кН/м при поднятии вверх рыбы весом 600 г?

### **ЛПЗ 8. Исследовать сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости.**

**Цель:** научиться измерять потенциальную энергию поднятого над землей тела и упруго деформированной пружины;

**Приборы и материалы:**

- 1) динамометр, жесткость пружины которого равна 40 Н/м;
- 2) линейка измерительная;
- 3) груз из набора по механике; масса груза равна (0,100 ± 0,002) кг;
- 4) фиксатор;
- 5) штатив с муфтой и лапкой.



**Описание установки.**

Для работы используется установка, показанная на рисунке. Она представляет собой укрепленный на штативе динамометр с фиксатором 1.

**Порядок выполнения работы**

| № опыта | $h=x_{\max}$ ,<br>м | $h_{\text{ср}}=x_{\text{ср}}$ ,<br>м | $E_{1\text{ср}}$ ,<br>Дж | $E_{2\text{ср}}$ ,<br>Дж |
|---------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1       | 0,048               |                                      |                          |                          |
| 2       | 0,054               |                                      |                          |                          |
| 3       | 0,052               |                                      |                          |                          |
| 4       | 0,050               |                                      |                          |                          |
| 5       | 0,052               |                                      |                          |                          |

**Контрольные вопросы.**

1. Раскройте понятие механической энергии?
2. Какая энергия называется кинетической? По какой формуле она находится?
3. Какая энергия называется потенциальной? По какой формуле она находится?
4. Сформулируйте закон сохранения механической энергии

**Критерии «3» заполнить таблицу; «4» заполнить таблицу и ответить на три вопроса; «5» заполнить таблицу, ответить на все вопросы.**

**ЛПЗ 9. Вычислить работу силы тяжести с изменением кинетической энергии тела**

1. Какую работу совершает сила тяжести, действующая на шарик массой 50 г, при его падении с высоты 200 м?
2. Пуля вылетает из ствола Калашникова со скоростью 600 м/с. На какую максимальную высоту может подняться пуля при вертикальном выстреле, если сопротивлением воздуха можно пренебречь.
3. Автомобиль при прямолинейном движении массой 3 тонны изменил свою скорость с 40 до 70 км/ч. Найти изменение импульса.

4. Определите работу силы тяжести свободно падающего тела массой 20 кг, если скорость тела изменилась с 10 до 40 м/с.

5. На грузовик массой 4 тонны, движущейся прямолинейно со скоростью 5 м/с, насыпали 1000 кг песка. Какой стала скорость грузовика?

**Критерии оценивания: «3»-решить 3 задачи; «4» - решить четыре задачи; «5» решить все задания**

### **ЛПЗ 10. Вычислить условия равновесия твердого тела**

1. Рычаг, длина которого 25 см, находится в горизонтальном равновесии под действием двух сил, приложенных к концам рычага. Первая сила равна 4 Н, вторая – 6 Н. На сколько плечо первой силы отличается от плеча второй?

2. Бревно массой 100 кг лежит на горизонтальной поверхности. Определите минимальную силу, необходимую для того, чтобы приподнять это бревно за один конец.

3. Тонкий невесомый стержень длиной 60 см подвешен на нити. К концам стержня прикреплены грузы массами 1 кг и 3 кг. Стержень находится в горизонтальном равновесии. Определите расстояние от точки крепления первого груза до точки подвеса стержня.

4. Балку длиной 10 м и массой 900 кг равномерно поднимают на двух тросах в горизонтальном положении. Первый трос укреплен на одном конце балки, второй – на расстоянии 1 м от другого конца. Определите силы натяжения тросов.

5. Как определить центр тяжести тел неправильной формы?

**Критерии оценивания: «3»-решить 3 задачи; «4» - решить 4 задачи; «5» решить все задания**

## Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика

### Основные формулы по молекулярной физике

| МКТ                                                                                                                          | Основное уравнение МКТ                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Молярная масса<br>$M = m_0 N_A$ ( $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ )<br>$M = M_r \cdot 10^{-3}$                                       | Давление идеального газа<br>$p = \frac{F}{S} = \frac{1}{3} m_0 n v^2$              |
| Относительная молекулярная масса                                                                                             | $p = nkT = \frac{2}{3} n E_k$ $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ $p = \frac{1}{3} \rho v^2$ |
| $M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0c}}, m_{0c} = 10995 \cdot 10^{-26}$                                                       | $p = \frac{N}{V} kT, T = t + 273$                                                  |
| Масса молекулы<br>$m_0 = \frac{M}{N_A}$                                                                                      | Средняя кинетическая энергия<br>$E_k = \frac{3}{2} kT = \frac{m_0 v^2}{2}$         |
| Масса вещества<br>$m = m_0 N$                                                                                                | Средняя квадратичная скорость<br>$v^2 = \frac{3kT}{m_0}$                           |
| Количество вещества<br>$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}, \nu - \text{моль}$                                                | Плотность<br>$\rho = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT}$                                  |
| Число молекул<br>$N = \frac{m}{M} N_A$                                                                                       | Молярная масса<br>$M = \frac{mRT_0}{V_0 p_0}$                                      |
| $N = \nu N_A$                                                                                                                | Объем<br>$V = \frac{mRT}{Mp_0}$                                                    |
| Концентрация молекул<br>$n = \frac{N}{V}$                                                                                    |                                                                                    |
| Уравнение состояния идеального газа                                                                                          |                                                                                    |
| $pV = \frac{m}{M} N_A kT$ $R = N_A k = 8,31$ $pV = \frac{m}{M} RT$ $pV = \nu RT$ $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ |                                                                                    |

#### ЛПЗ.11 Вычислить параметры молекул

На оценку «3»:

Решить тест:

#### А1. Броуновским движением является

1. беспорядочное движение мелких пылинок в воздухе
2. беспорядочное движение мошек, роящихся вечером под фонарём
3. проникновение питательных веществ из почвы в корни растений
4. растворение твёрдых веществ в жидкости

#### А2. Молярная масса – это

1. масса одной молекулы
2. масса одного атома

3. масса вещества, реагирующая с углеродом массой 12 г
4. масса  $6 \cdot 10^{23}$  молекул вещества

**А3. Идеальный газ – это**

1. сжатый реальный газ
2. разреженный газ
3. нагретый газ
4. охлажденный газ
5. вода и спирт

**А4. Указать пару веществ, скорость диффузии которых наибольшая при прочих равных условиях:**

1. раствор медного купороса и вода
2. пары эфира и воздух
3. свинцовая и медная пластины

**На оценку «4»:**

**Написать формулы:**

1. размер атома молекулы через  $V$ ,  $S$
2. количество вещества через  $N$ ,  $N_A$
3. молярная масса через  $m_0$ ,  $N$

**Установите соответствие между физической величиной и единицей измерения:**

- |          |                       |
|----------|-----------------------|
| А. $N_A$ | 1. кг                 |
| Б. $m_0$ | 2. моль               |
| В. $v$   | 3. моль <sup>-1</sup> |

**На оценку «5»:**

**Решить задачи:**

1. В сосуде некоторого объема содержится  $3 \cdot 10^{23}$  молекул азота. Определите массу газа в этом сосуде.
2. Какое количество вещества содержится в воде массой 55 г?
3. Сколько молекул содержится в воде массой 60 г?
4. В некотором объеме содержится 4 моль углекислого газа. Определите массу этого газа.
5. В баллоне находится  $18 \cdot 10^{26}$  молекул кислорода. Определите массу газа в этом баллоне.

**ЛПЗ 12. Вычислить давление идеального газа**

1. Определить давление 4 г водорода, если средняя квадратичная скорость его молекул равна 50 м/с, а концентрация молекул  $4 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ .
2. Найти давление газа в баллоне, если концентрация молекул газа  $10^{26} \text{ м}^{-3}$ , а средняя кинетическая энергия молекул газа  $3 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$ .
3. Найдите среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул гелия, если при давлении  $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$  их концентрация  $n = 2 \cdot 10^9 \text{ м}^{-3}$ .
4. Определите плотность азота при давлении  $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , если средний квадрат скорости его молекул равен  $10^6 \text{ (м/с)}^2$ .
5. Чему равна концентрация молекул кислорода, если давление его равно 0,3 МПа, а средняя квадратичная скорость молекул составляет 600 м/с?

**Критерии оценивания: «3» решить 3 задачи; «4» решить 4 задачи; «5» решить все задачи**

### **ЛПЗ 13. Вычислить скорость теплового движения молекул газа**

1. Какова средняя скорость теплового движения молекул, если при давлении 250 кПа газ массой 7 кг занимает объем  $15 \text{ м}^3$ ?
2. Какое давление производят пары ртути в баллоне ртутной лампы вместимостью  $3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$  при 400 К, если в ней содержится  $10^{18}$  молекул?
3. Определить плотность кислорода при давлении  $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , если средняя квадратичная скорость его молекул равна  $1,5 \cdot 10^3 \text{ м/с}$ .
4. При какой температуре средняя кинетическая энергия молекул газа равна  $11 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$ .
5. Определите температуру кислорода и среднюю квадратичную скорость его молекул при давлении 100 кПа и концентрации молекул  $10^{25} \text{ м}^{-3}$ .

**Критерии оценивания: «3» решить 3 задачи; «4» решить 4 задачи; «5» решить все задачи**

### **ЛПЗ 14. Вычислить параметры основного уравнения МКТ**

1. Какова температура  $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$  кислорода, находящегося под давлением  $10^6 \text{ Па}$  и занимающего объем  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ? Молярная масса кислорода  $0,032 \text{ кг/моль}$ .
2. Сосуд емкостью  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  наполнен азотом под давлением  $2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$  при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Определите массу азота в сосуде, если его молярная масса  $0,028 \text{ кг/моль}$ .
3. Определите давление воздуха в сосуде объемом  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ , если его масса  $1,1 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ , температура  $27^\circ\text{C}$ , а молярная масса  $0,029 \text{ кг/моль}$ .
4. Объем водорода при температуре  $50^\circ\text{C}$  и давлении  $0,98 \cdot 10^5 \text{ Па}$  равен  $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ . Каков объем той же массы водорода при  $0^\circ\text{C}$  и при давлении  $10^5 \text{ Па}$ ?
5. Каково количество вещества в газе, если при температуре  $-13^\circ\text{C}$  и давлении 500 кПа объем газа равен 20 л?

**Критерии оценивания: «3» решить 3 задачи; «4» решить 4 задачи; «5» решить все задачи**

### **ЛПЗ 15. Вычислить температуру газа в баллонах при питании котлов**

1. В сосуде переменного объема газ нагрели при постоянном давлении. При этом конечная температура газа стала равна 300 К. Определите начальную температуру, если объем газа изменился в два раза.
2. В цилиндре постоянного объема газ переводят из состояния с атмосферным давлением и температурой 600 К в состояние с давлением 152 кПа. Определите изменение температуры газа.
3. В баллоне постоянного объема находится идеальный газ при температуре  $17^\circ\text{C}$  и давлении 1 МПа. Температуру газа понизили до  $-23^\circ\text{C}$ . Определите изменение давления газа.
4. Определите, какой газ при температуре 10 К и давлении 200 кПа обладает плотностью  $5 \text{ кг/м}^3$ .

5. Ресивер - цилиндр, имеющий следующие размеры: диаметр 2 м, высоту 5м- содержит 114 кг воздуха. Определить давление воздуха в ресивере, если его температура 293 К.

**Критерии оценивания:** «3» решить 3 задачи; «4» решить 4 задачи; «5» решить все задачи

#### **ЛПЗ 16. Исследовать влажность воздуха в помещении**

**Цель:** освоить прием определения относительной влажности воздуха, основанный на использовании психрометра.

**Оборудование:**

1. Психрометр.

#### **Выполнение работы.**

**Задание 1.** Измерить влажность воздуха с помощью психрометра.

Подготовили таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

| № опыта | $t_{\text{сухого}}, ^\circ\text{C}$ | $t_{\text{влажного}}, ^\circ\text{C}$ | $\Delta t, ^\circ\text{C}$ | $\phi, \%$ |
|---------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------|
| 1       |                                     |                                       |                            |            |

Рассмотрели устройство психрометра.

Показания сухого термометра  $t_{\text{сухого}} =$  \_\_\_\_\_

Показания влажного термометра  $t_{\text{влажного}} =$  \_\_\_\_\_

Разность показаний термометров:

$$\Delta t = t_{\text{сухого}} - t_{\text{влажного}}$$

$$\Delta t =$$
 \_\_\_\_\_

По психрометрической таблице определяем влажность воздуха  $\phi$ .

#### **Контрольные вопросы.**

1. Почему при продувании воздуха через эфир, на полированной поверхности стенки камеры гигрометра появляется роса? В какой момент появляется роса?

2. Почему показания «влажного» термометра меньше показаний «сухого» термометра?

3. Могут ли в ходе опытов температуры «сухого» и «влажного» термометров оказаться одинаковыми?

4. При каком условии разности показаний термометров наибольшая?

**Критерия оценивания:** «3» только заполнить таблицу; «4» заполнить таблицу и ответить на два вопроса; «5» заполнить таблицу и ответить на все вопросы.

## Основные формулы по термодинамике

|    |                                                 |                                                                                                              |
|----|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | $U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT$                | – внутренняя энергия идеального газа                                                                         |
| 2  | $Q = cm(t_2 - t_1)$                             | – количество теплоты, поглощаемое или выделяемое телом при изменении его температуры                         |
| 3  | $C = cm$                                        | – теплоемкость тела                                                                                          |
| 4  | $Q_n = rm$                                      | – количество теплоты, необходимое для превращения жидкости, взятой при температуре кипения, в пар            |
| 5  | $Q_{пл} = \lambda m$                            | – количество теплоты, необходимое для плавления кристаллического вещества, взятого при температуре плавления |
| 6  | $Q_{сг} = -qm$                                  | – количество теплоты, выделяемое при полном сгорании данной массы топлива                                    |
| 7  | $A' = p\Delta V$                                | – работа, совершенная газом                                                                                  |
| 8  | $Q = \Delta U + A'$                             | – уравнение первого начала термодинамики                                                                     |
| 9  | $\sum_{i=1}^n Q_i = 0$                          | – уравнение теплового баланса                                                                                |
| 10 | $\eta = \frac{A'}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ | – КПД теплового двигателя                                                                                    |
| 11 | $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$                  | – КПД идеальной тепловой машины                                                                              |

### ЛПЗ 17. Вычислить высоту капилляра жидкости

**Вопрос 1.** От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения?

- от рода жидкости
- от температуры жидкости
- от наличия примесей
- от площади поверхности
- от наличия ветра

**Вопрос 2.** Какие силы создают поверхностное натяжение?

- Силы молекулярного сцепления, направленные вдоль поверхности жидкости
- Силы молекулярного сцепления, направленные перпендикулярно поверхности жидкости
- Сила тяжести
- Сила упругости

**Вопрос 3.** Если на поверхность воды положить нитку и с одной стороны от нее капнуть бензин, то нитка будет перемещаться. Почему и в какую сторону она будет перемещаться?

- В сторону чистой воды, так как плотность воды больше плотности бензина.
- В сторону бензина, так как плотность воды больше плотности бензина.
- В сторону чистой воды, так как  $\sigma_{в} > \sigma_{б}$
- В сторону бензина, так как  $\sigma_{в} > \sigma_{б}$

1. Найти массу подсолнечного масла, поднявшейся по капиллярной трубке диаметром 0,5 мм.

2. На какую высоту поднимется вода между параллельными пластинками, находящимися на расстоянии 0,3 мм друг от друга.

3. Сравнить высоты поднятия воды и подсолнечного масла в капиллярах равного радиуса.

4. Спирт поднялся в капиллярной трубке на 1,1 см. Найти радиус трубки.

5. В капиллярной трубке радиусом 0,5 мм жидкость поднялась на 10 мм. Найти плотность данной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения 22 мН/м.

**Критерии оценивания: «3» решить тест; «4» решить 4 задачи; «5» решить все задачи**

**ЛПЗ 18. Вычислить коэффициент поверхностного натяжения  
различного рода жидкости**

**На оценку «3» надо ответить на вопросы:**

1. Почему поверхностное натяжение меняется с изменением температуры?
2. Зависит ли коэффициент поверхностного натяжения от плотности жидкости?
3. Какие существуют способы определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости?

**На оценки «4» и «5» решить задачи:**

Для определения коэффициента поверхностного напряжения воды была использована пипетка диаметром выходного отверстия 2 мм. Масса 200 капель оказалась равной 9,2 г. Каким по этим данным получится значение коэффициента поверхностного натяжения воды?

**1. Чем вызвано поверхностное натяжение?**

- А. Притяжением молекул поверхностного слоя к молекулам внутри жидкости.
- Б. Отталкиванием молекул поверхностного слоя от молекул внутри жидкости.
- В. Действием на молекулы жидкости силы тяжести.

**2. От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения жидкости?**

- А. Только от рода жидкости и наличия примесей.
- Б. Только от температуры жидкости.
- В. От рода жидкости, ее температуры и наличия в ней примесей.

**3. Какую работу нужно совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь диаметром 15 см? Поверхностное натяжение мыльного раствора равно 0,04 Н/м.**

**4. Какую работу надо совершить, чтобы надуть мыльный пузырь радиусом 3 см? Для мыльного раствора 0,04 Н/м.**

**ЛПЗ 19. Вычислить коэффициента теплового расширения металлов**

1. Каков коэффициент линейного расширения металла, если изготовленный из него стержень длиной 55 см при нагревании на 100 °С удлинился на 1,01 мм?

2. Железнодорожные рельсы имеют длину 26 м и изготовлены из стали. Как изменяется их длина, если годовые изменения температуры колеблются от 30 до -30 °С?

3. Платиновая проволока длиной 1,6 м находится при температуре 0 °С. При пропускании электрического тока она раскалилась и удлинилась на 16 мм. До какой температуры была нагрета проволока?

4. Какую длину должны иметь стальной и медный стержни при 0° С, чтобы при любой температуре стальной стержень был на  $\Delta l = 7$  см длиннее медного?

Коэффициенты линейного теплового расширения: меди -  $\alpha_{Cu} = 16,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ; стали -  $\alpha_{ст} = 11,7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

5. До какой температуры нагрели дюралевую трубку длиной 550 мм, если при остывании до 293К она укоротилась на 3,6 мм?

**Критерии оценивания: «3» решить 3 задачи; «4» решить 4 задачи; «5» решить все задачи.**

**ЛПЗ 20. Вычислить работу и теплоту как формы  
передачи внутренней энергии тела.**

**На оценку «3» ответить на вопросы:**

1. Что такое внутренняя энергия?
2. От чего зависит внутренняя энергия идеального газа?
3. Как изменяется внутренняя энергия тела?
4. Можно ли изменить внутреннюю энергию тела, не совершая над ним работы?

**На оценку «4» решить три задачи:**

1. Воздушный шар объёмом 500 м<sup>3</sup> наполнен гелием под давлением 105 Па. В результате нагрева температура газа в аэростате поднялась от 10 °С до 25 °С. Как увеличилась внутренняя энергия газа?

2. Кислород занимает объём  $V_1 = 3$  л при давлении  $p_1 = 820$  кПа. В результате изохорного нагревания и изобарного расширения газ переведён в состояние с объёмом  $V_2 = 5$  л и давлением  $p_2 = 600$  кПа. Найти количество теплоты, полученное газом; изменение внутренней энергии газа.

3. Кислород массой 3 кг занимает объём 6 м<sup>3</sup> и находится под давлением 1 атм. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объёма 13 м<sup>3</sup>, а затем при постоянном объёме – до давления 22 атм. Найти изменение внутренней энергии газа.

4. В закрытом сосуде находится масса  $m_1 = 25$  г азота и масса  $m_2 = 32$  г кислорода. Определить изменение  $\Delta U$  внутренней энергии смеси газов при охлаждении ее на  $\Delta T = 28$  К.

### **ЛПЗ 21. Вычислить параметры уравнения теплового баланса**

1. Медную деталь массой 300г, взятую при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  нагрели до  $520^{\circ}\text{C}$ . Теплоемкость меди  $380\text{Дж/кг}^{\circ}\text{C}$ .
2. Сколько каменного угля необходимо сжечь, чтобы изменить температуру воды массой 5 кг от  $100^{\circ}\text{C}$  до  $50^{\circ}\text{C}$ , если вся теплота, выделившаяся при сгорании каменного угля, пошла на нагревание воды? Удельная теплота сгорания каменного угля равна  $30 \cdot 10^6\text{Дж/кг}$ .
3. Нагретый стальной куб положили на лёд, температура которого  $-10^{\circ}\text{C}$ . Определить начальную температуру куба, если он полностью погрузился в лёд.
4. Сколько нужно смешать горячей воды, имеющей температуру  $80^{\circ}\text{C}$ , и холодной, имеющей температуру  $10^{\circ}\text{C}$ , чтобы получить 50 кг воды с температурой  $40^{\circ}\text{C}$ .
5. В алюминиевый сосуд массой 300 г налили 1 кг воды при температуре  $90^{\circ}\text{C}$ . Чему равна масса воды, взятой при  $30^{\circ}\text{C}$ , которую нужно налить в сосуд, чтобы в нём установилась температура воды, равная  $50^{\circ}\text{C}$ ? Потерями энергии на нагревание сосуда и окружающего воздуха пренебречь

**Критерии оценивания: «3» решить 3 задачи; «4» решить 4 задачи; «5» решить все задачи.**

### **ЛПЗ 22. Вычислить КПД двигателей тепловых машин**

1. При сжигании бензина в автомобиле за 5 с выделилось  $10^3\text{кДж}$  энергии. При этом двигатель совершил работу 400 кДж. Определите КПД двигателя.
2. В тепловой машине, работающей по циклу Карно, температура холодильника 300 К, а температура нагревателя на 200 К больше. Определите КПД цикла этой тепловой машины.
3. Тепловой двигатель получает за цикл от нагревателя количество теплоты, равное 200 Дж, и отдает холодильнику количество теплоты, равное 150 Дж. КПД двигателя равен.
4. У идеальной тепловой машины КПД равен 30%. Чему равна температура нагревателя, если температура холодильника  $20^{\circ}\text{C}$ ? Ответ округлите до целого числа.
5. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 425К, а температура холодильника 300К. Двигатель получил от нагревателя количество теплоты 40 кДж. Какую работу совершило рабочее тело?

**Критерии оценивания: «3» решить 3 задачи; «4» решить 4 задачи; «5» решить все задачи.**

### ЛПЗ 23. Вычислить параметры металлов с использованием законов термодинамики

1. Газ находился в цилиндре с поршнем площадью поперечного сечения  $200 \text{ см}^2$ . После того, как газ нагрели, сообщив ему количество теплоты в  $2 \cdot 10^5 \text{ Дж}$ , поршень сдвинулся на расстояние  $h=30 \text{ см}$ . Как изменилась внутренняя энергия газа, если его давление осталось равным  $2 \cdot 10^7 \text{ Па}$ .
2. Над газом была совершена работа  $55 \text{ Дж}$ , а его внутренняя энергия увеличилась на  $15 \text{ Джоулей}$ . Какое количество теплоты получил или отдал газ в этом процессе?
3. Для изобарного нагревания  $800 \text{ моль}$  газа на  $500 \text{ К}$  ему сообщили  $9 \text{ МДж}$  теплоты. Определите работу газа и изменение его внутренней энергии.
4. Одноатомный идеальный газ массой  $20 \text{ г}$  при расширении без теплообмена совершил работу  $249 \text{ Дж}$ . На сколько градусов изменилась температура газа? Молярная масса газа  $0,04 \text{ кг/моль}$ .
5. Как и на сколько изменилась внутренняя энергия газа, если при его адиабатном сжатии над ним была совершена работа  $200 \text{ Дж}$ ?

**Критерии оценивания:** «3» решить 5 задач; «4» решить 7 задач; «5» решить все задачи

### Глава 3. Электромагнетизм Основные формулы по электростатике

1. Закон Кулона

$$F = k \frac{|q_1| * |q_2|}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} * \frac{|q_1| * |q_2|}{r^2}$$

2. Напряжённость электрического поля

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пробный}}}$$

3. Поле точечного заряда

$$E_r = k \frac{q}{r^2}$$

4. Разность потенциалов и напряжение

$$A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q\Delta\varphi = qU$$

5. Потенциал электростатического поля

$$\varphi = \frac{W}{q}$$

6. Принцип суперпозиции электрических полей

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

7. Электроёмкость конденсатора

$$C = \frac{q}{U}$$

8. Электроёмкость плоского конденсатора

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

9. Энергия заряженного конденсатора

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

|                                                                                                                                                                                |                               |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$                                                                                                                                                   | — сопротивление проводника    |                           |
| $I = \frac{U}{R}$                                                                                                                                                              | — закон Ома для участка цепи  |                           |
| $\mathcal{E} = \frac{A_{ст}}{\Delta q}$                                                                                                                                        | — электродвижущая сила        |                           |
| $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$                                                                                                                                                | — закон Ома для полной цепи   |                           |
| $\left. \begin{aligned} I &= I_1 = I_2 = \dots \\ U &= U_1 + U_2 + \dots \\ R &= R_1 + R_2 + \dots \\ R &= n \cdot R_i \end{aligned} \right\}$                                 | — последовательное соединение |                           |
| $\left. \begin{aligned} U &= U_1 = U_2 = \dots \\ I &= I_1 + I_2 + \dots \\ \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \\ R &= \frac{R_1}{n} \end{aligned} \right\}$ |                               | — параллельное соединение |

#### ЛПЗ 24. Вычислить работу сил электростатического поля

1. Электростатическое поле образовано зарядом  $2 \cdot 10^{-8}$  Кл. Рассчитайте, какую работу надо совершить, чтобы заряд  $4 \cdot 10^{-9}$  Кл перенести из точки, удаленной от первого заряда на 60 см, в точку, удаленную от этого же заряда на 5 см.
2. Какую скорость может сообщить электрону, находящемуся в состоянии покоя, ускоряющая разность потенциалов в 1005 В? Масса электрона равна  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, заряд электрона  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.
3. Два точечных заряда  $4 \cdot 10^{-6}$  Кл и  $8 \cdot 10^{-6}$  Кл находятся на расстоянии 50 см друг от друга. На сколько изменится потенциальная энергия их взаимодействия, если расстояние между ними будет равно 2 м?
4. Шарик массой 1,5 кг и зарядом  $4 \cdot 10^{-8}$  Кл движется из точки с потенциалом 1400 В в точку, потенциал которой равен нулю. Найдите начальную скорость шарика, если его конечная скорость равна 0,6 м/с.
5. Определите работу, которую надо совершить, чтобы сблизить два точечных заряда до расстояния 26 см, если их величины соответственно равны  $2 \cdot 10^{-8}$  Кл и  $3 \cdot 10^{-9}$  Кл, а первоначальное расстояние между ними равно 60 см.

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи

#### ЛПЗ 25. Вычислить связь между напряженностью

##### и разностью потенциалов электрического поля

1. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его скорость увеличилась от 10 до 40 Мм/с
2.  $\alpha$ -Частица ( $m = 6,7 \cdot 10^{-27}$  кг,  $q = 3 \cdot 10^{-19}$  Кл) вылетает из ядра радия со скоростью  $v = 30$  Мм/с и попадает в тормозящее однородное электрическое поле, линии напряженности которого направлены противоположно направлению движения частицы. Какую разность потенциалов должна пройти частица до остановки?

3. Сравнить кинетические энергии и приобретенные скорости протона и  $\alpha$ -частицы, которые прошли одинаковые ускоряющие разности потенциалов. Масса  $\alpha$ -частицы в 4 раза больше массы протона, а заряд в 2 раза больше
4. Напряжение между двумя точками, лежащими на одной линии напряженности однородного электрического поля, равно 3 кВ. Расстояние между этими точками 10 см. Какова напряженность поля?
5. Точка А лежит на линии напряженности однородного поля, напряженность которого 50 кВ/м. Найти разность потенциалов между этой точкой и точкой В, расположенной в 10 см от точки А Рассмотреть случаи, когда точки А и В лежат:
- а) на одной линии напряженности;
  - б) на прямой, перпендикулярной линии напряженности;
  - в) на прямой, направленной под углом  $45^\circ$  к линиям напряженности

**Критерии оценивания: на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи**

#### **ЛПЗ 26. Вычислить параметры конденсаторов**

1. Какова емкость конденсатора, если при его зарядке до напряжения 1,4 кВ он получает заряд 28 нКл?
2. Площадь каждой пластины плоского конденсатора равна 520 см<sup>2</sup>. На каком расстоянии друг от друга надо расположить пластины в воздухе, чтобы емкость конденсатора была равна 46 пФ?
3. Два конденсатора соединены параллельно. Ёмкость электролитического конденсатора 50 мкФ, а их общая ёмкость 50,005 мкФ. Вычислить ёмкость второго конденсатора (в пФ).
4. Вычислить общую ёмкость, при параллельном и последовательном соединении, если  $C_1 = 2$  пФ,  $C_2 = 2$  пФ,  $C_3 = 5$  пФ,  $C_4 = 3$  пФ.
5. Какая величина остается постоянной при параллельном соединении конденсаторов?

**Критерии оценивания: на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи**

#### **ЛПЗ 27 и 28. Вычислить энергию заряженного конденсатора**

##### **Вычислить энергию электрического поля**

1. Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом 10 см. Между пластинами находится слой диэлектрика толщиной 1 мм с диэлектрической проницаемостью 2,1. Заряжен конденсатор до напряжения 2,4 кВ. Найти емкость конденсатора, заряд на пластинах, энергию и плотность энергии электрического поля
2. В импульсной фотовспышке лампа питается от конденсатора емкостью 800 мкФ, заряженного до напряжения 300 В. Найти энергию вспышки и среднюю мощность, если продолжительность разрядки 2,4 мс

3. Во сколько раз изменится энергия конденсатора при увеличении напряжения на нем в 4 раза
4. Емкость одного конденсатора в 9 раз больше емкости другого. На какой из этих конденсаторов надо подать большее напряжение, чтобы их энергия была одинаковой? во сколько раз большее
5. Конденсатору емкостью 10 мкФ сообщили заряд 4 мкКл. Какова энергия заряженного конденсатора

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задач; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

#### **ЛПЗ 29. Вычислить параметры силы и плотность тока**

1. Определите силу тока в электрической лампочке, если через её нить накала за 15 минут проходит электрический заряд 300 Кл.
2. Сила тока в утюге 0,4 А. Какой электрический заряд пройдет через спираль за 5 минут?
3. При электросварке сила тока достигает 200 А. За какое время через поперечное сечение электрода проходит заряд 60 000 Кл?
4. Через спираль электроплитки за 2,5 минуты прошел заряд в 600 Кл. Определите силу тока в спирали.
5. Какой электрический заряд пройдет за 3 минуты через амперметр при силе тока в цепи 0,15 А?

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задач; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

#### **ЛПЗ 30. Вычислить электродвижущую силу источника тока**

1. При питании лампочки от элемента с ЭДС 1,5 В сила тока в цепи равна 0,1 А. Найти работу сторонних сил в элементе за 1 мин.
2. К источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключен реостат, сопротивление которого 5 Ом. Найти силу тока в цепи и напряжение на зажимах источника.
3. Каково напряжение на полюсах источника с ЭДС, равной  $\varepsilon$ , когда сопротивление внешней части цепи равно внутреннему сопротивлению источника?
4. При подключении лампочки к батарее элементов с ЭДС 4,5 В вольтметр показал напряжение на лампочке 4 В, а амперметр силу тока 0,3 А. Каково внутреннее сопротивление батареи?
5. Сторонние силы – это ....

- Кулоновские силы.

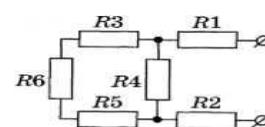
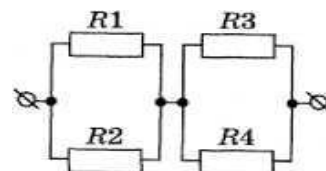
- Силы, действующие на электрические заряды.
- Силы, неэлектрического происхождения.
- Силы, уравнивающие друг друга и действующие в противоположных направлениях.

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задач; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

### ЛПЗ 31. Вычислить параметры электрического тока в законе

#### Ома для участка цепи

1. Чему равно общее сопротивление электрической цепи (рис.), если  $R_1 = R_2 = 15 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = R_4 = 25 \text{ Ом}$ ?
2. Какое напряжение нужно создать на концах проводника сопротивлением  $20 \text{ Ом}$ , чтобы в нем возникла сила тока  $0,5 \text{ А}$ ?
3. Какова площадь поперечного сечения константановой проволоки сопротивлением  $3 \text{ Ом}$ , если ее длина  $1,5 \text{ м}$ ?
4. Найдите общее сопротивление электрической цепи (рис.), если  $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 12 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 4 \text{ Ом}$ .
5. Масса медного контактного провода на пригородных электрифицированных железных дорогах составляет  $890 \text{ кг}$ .

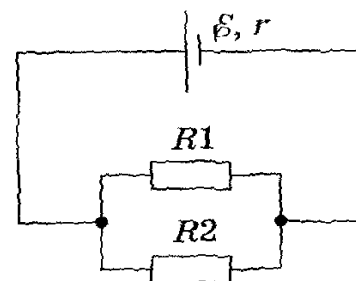


Определите сопротивление этого провода, если его длина  $2 \text{ км}$ . Плотность меди равна  $8900 \text{ кг/м}$ .

### ЛПЗ 32. Вычислить параметры электрического тока

#### в законе Ома для полной цепи

1. К источнику тока, ЭДС которого  $25 \text{ В}$ , подключен резистор сопротивлением  $3,5 \text{ Ом}$ . Чему равно внутреннее сопротивление источника тока, если сила тока в цепи  $5 \text{ А}$ ?
2. На рисунке приведена схема электрической цепи. ЭДС источника тока  $20 \text{ В}$ , его внутреннее сопротивление  $1,6 \text{ Ом}$ . Определите силу тока, протекающего через каждый резистор и в неразветвленной части цепи. Каково напряжение на внешнем участке цепи? Сопротивления резисторов  $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ .
3. Три резистора сопротивлениями  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 4 \text{ Ом}$  и  $R_3 = 6 \text{ Ом}$  включены в цепь параллельно. Чему равно отношение значений работы электрического тока, совершенной при прохождении тока через эти резисторы за одинаковое время?



4. Чему равно время прохождения тока по проводнику, если при напряжении на его концах 120 В совершается работа 540 кДж? Сопротивление проводника 24 Ом.

5. К источнику тока, ЭДС которого 25 В, подключен резистор сопротивлением 3,5 Ом. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока, если сила тока в цепи 5 А?

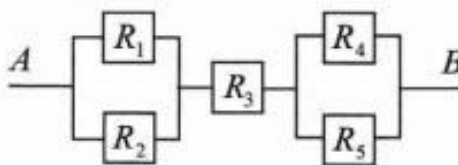
**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

### ЛПЗ 33 и 34.

**Вычислить параметры электрического тока при последовательном и параллельном соединении**

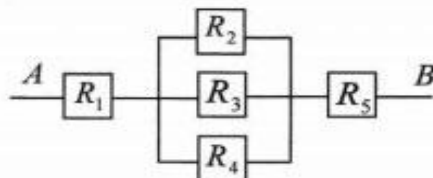
**Используя схемы вычислите параметры:**

1.  $R_1 = 6 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 2 \text{ Ом}$   
 $R_5 = 6 \text{ Ом}$   
 $R = ?$



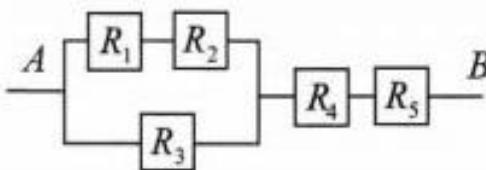
- $R_2 = 12 \text{ Ом}$   
 $R_4 = 3 \text{ Ом}$   
 $U_{AB} = 48 \text{ В}$   
 $I = ?$

2.  $R_1 = 4 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 10 \text{ Ом}$   
 $R_5 = 3 \text{ Ом}$   
 $R = ?$



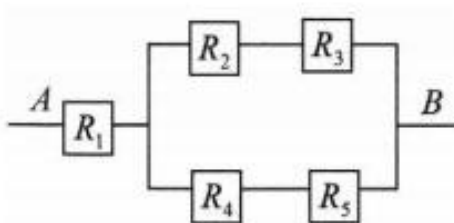
- $R_2 = 5 \text{ Ом}$   
 $R_4 = 30 \text{ Ом}$   
 $U_{AB} = 40 \text{ В}$   
 $I = ?$

3.  $R_1 = 20 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 50 \text{ Ом}$   
 $R_5 = 10 \text{ Ом}$   
 $R = ?$



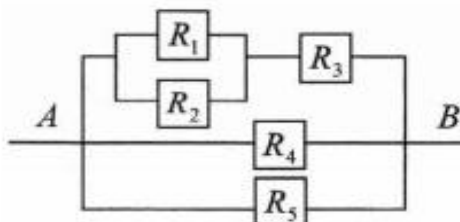
- $R_2 = 20 \text{ Ом}$   
 $R_4 = 15 \text{ Ом}$   
 $U_{AB} = 100 \text{ В}$   
 $I = ?$

4.  $R_1 = 1 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 6 \text{ Ом}$   
 $R_5 = 7 \text{ Ом}$   
 $R = ?$



- $R_2 = 6 \text{ Ом}$   
 $R_4 = 5 \text{ Ом}$   
 $U_{AB} = 42 \text{ В}$   
 $I = ?$

5.  $R_1 = 3 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 2 \text{ Ом}$   
 $R_5 = 6 \text{ Ом}$   
 $R = ?$



- $R_2 = 6 \text{ Ом}$   
 $R_4 = 12 \text{ Ом}$   
 $U_{AB} = 18 \text{ В}$   
 $I = ?$

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи

### ЛПЗ 35. Вычислить параметры электрического тока при смешанном соединении

- 1) Два проводника сопротивлением 4 Ом и 6 Ом соединены последовательно. Сила тока в цепи 0,5 А. Найдите полное сопротивление, напряжение на каждом проводнике и напряжение на всем участке.
- 2) В сеть последовательно включены два резистора сопротивлением 18 Ом и 36 Ом. Каково напряжение на втором резисторе, если напряжение на первом резисторе 5,4 В? Определи напряжение и силу тока на всем участке цепи.
- 3) Два проводника сопротивлением 40 Ом и 60 Ом соединены последовательно. Напряжение на концах второго проводника 15 В. Найдите силу тока в цепи, напряжение на первом проводнике, полное напряжение и полное сопротивление.
- 4) В сеть последовательно включены два резистора сопротивлением 100 Ом и 50 Ом. Каково напряжение на втором резисторе, если напряжение на первом резисторе 120 В? Определи напряжение и силу тока на всем участке цепи.
- 5) Две лампы соединены последовательно. Сила тока в цепи 0,8 А. Сопротивление первой лампы 30 Ом, полное — 80 Ом. Найдите сопротивление второй лампы, напряжение на каждой лампе и напряжение на всем участке.

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи

### ЛПЗ 36. Вычислить параметры соединения источников электрической энергии в батарею

**9. (В. 10.84)** Какую силу тока показывает амперметр А в схеме, если  $\mathcal{E}_1 = 2$  В,  $\mathcal{E}_2 = 1$  В,  $R_1 = 10^3$  Ом,  $R_2 = 500$  Ом,  $R_3 = 200$  Ом и сопротивление амперметра  $R_A = 200$  Ом? Внутренним сопротивлением элементов пренебречь.

**Решение.**

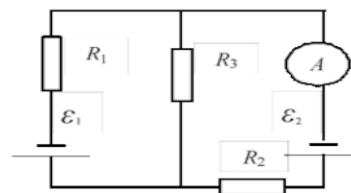


Рис.1.5

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$\mathcal{E}_2 = I_2 R_2 + I_2 R_A + I_3 R_3$$

$$\mathcal{E}_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3$$

$$\mathcal{E}_1 = I_1 (R_1 + R_3) + I_2 R_3 \quad \mathcal{E}_2 = I_1 R_3 + I_2 (R_2 + R_3 + R_A)$$

$$\mathcal{E}_1 R_3 = I_1 (R_1 + R_2) R_3 + I_2 R_3^2$$

$$\mathcal{E}_2 (R_1 + R_3) = I_1 (R_1 + R_3) R_3 + I_2 (R_2 + R_3 + R_A) (R_1 + R_3)$$

$$\mathcal{E}_2 (R_1 + R_3) - \mathcal{E}_1 R_3 = I_2 (R_2 + R_3 + R_A) (R_1 + R_3) - I_2 R_3^2$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}_2 (R_1 + R_3) - \mathcal{E}_1 R_3}{(R_2 + R_3 + R_A) (R_1 + R_3) - R_3^2} = \frac{1200 - 400}{900 \cdot 1200 - 400^2} = 0,87$$

На рисунке указана цепь, ток в которой равен 2 А. Известно, что при коротком замыкании, ток становится равным 82 А. Внешнее сопротивление равно 20 Ом. Тогда какой источник нужно включить в эту цепь, чтобы увеличить в ней силу тока до 4 А и полную ЭДС до 90 В?

Дано:

$$\begin{aligned} I_1 &= 2 \text{ А} \\ I_k &= 82 \text{ А} \\ I_2 &= 4 \text{ А} \\ R &= 20 \text{ Ом} \\ \xi &= 90 \text{ В} \end{aligned}$$

$$\xi_2, r_2 - ?$$

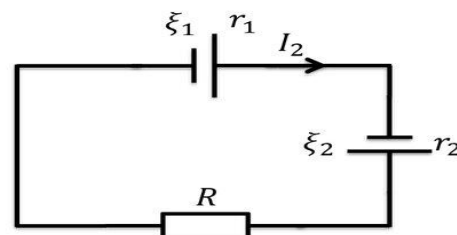
$$\xi = \xi_1 + \xi_2$$

$$\xi_2 = \xi - \xi_1 = 90 - 41 = 49 \text{ В}$$

$$I_2 = \frac{\xi}{R + r_1 + r_2}$$

$$r_2 = \frac{\xi}{I_2} - R - r_1$$

$$r_2 = \frac{90}{4} - 20 - 0,5 = 2 \text{ Ом}$$



### Контрольные вопросы

1. Как можно соединить источники токов?

2. Напишите последовательное соединение источников токов.
3. Напишите параллельное соединение источников токов.

### **ЛПЗ 37. Вычислить параметры электрического тока в газах**

1. Сколько пар ионов возникает под действием ионизатора каждую секунду в  $1 \text{ см}^3$  разрядной трубки, в которой течет ток насыщения  $2 \cdot 10^{-7} \text{ А}$ . Площадь каждого плоского электрода  $1 \text{ дм}^2$  и расстояние между ними  $5 \text{ мм}$ . ( $\approx 2,5 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3}$ )
2. Какой скорости должны достигнуть электроны к моменту соударений с молекулами, чтобы в азоте началась ионизация ударом? Энергия ионизации молекул азота  $14,5 \text{ эВ}$ . ( $2,3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ )
3. Какой должна быть напряженность электрического поля, чтобы при длине свободного пробега  $0,5 \text{ мкм}$  электрон смог ионизировать атом газа с энергией ионизации  $2,4 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$ . ( $30 \text{ мВ/м}$ )
4. Электрон, движущийся со скоростью  $1,83 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ , влетел в однородное электрическое поле в направлении, противоположном направлению напряженности поля. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы ионизировать атом водорода, если энергия ионизации  $2,18 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$ ? ( $4,15 \text{ В}$ )
5. Максимальный анодный ток в ламповом диоде равен  $50 \text{ мА}$ . Сколько электронов вылетает из катода каждую секунду? ( $3,1 \cdot 10^{17}$ )

### **ЛПЗ 38. Вычислить параметры электролиза растворов**

1. Сколько времени длилось никелирование, если на изделие осел слой никеля массой  $1,8 \text{ г}$ ? Сила тока равна  $2 \text{ А}$ , электрохимический эквивалент никеля  $0,3 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ .
2. В результате электролиза из раствора  $\text{ZnSO}_4$  выделилось  $1,36 \text{ г}$  цинка (электрохимический эквивалент цинка равен  $0,34 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ ). Рассчитайте электрический заряд, прошедший через раствор.
3. Определите массу меди, выделившейся за час на электроде, если сила тока в электролитической ванне равна  $5000 \text{ А}$  (электрохимический эквивалент меди равен  $0,33 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ ).
4. Сколько времени длилось хромирование, если на изделие осел слой хрома массой  $0,864 \text{ г}$ ? Сила тока равна  $4 \text{ А}$ , электрохимический эквивалент хрома  $0,18 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ .
5. В результате электролиза из раствора  $\text{CuSO}_4$  выделилось  $1,65 \text{ г}$  меди (электрохимический эквивалент меди равен  $0,33 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ ). Чему равен электрический заряд, прошедший через раствор?

**Критерии оценивания: на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи**

### **ЛПЗ 39. Вычислить параметры закона Джоуля-Ленца**

1. Какую работу совершает электрический ток в электродвигателе за  $30 \text{ мин}$ , если сила тока в цепи  $0,5 \text{ А}$ , а напряжение на клеммах двигателя  $12 \text{ В}$ ?
2. Электроплитка рассчитана на напряжение  $220 \text{ В}$  и силу тока  $3 \text{ А}$ . Определите мощность тока в плитке.
3. В цепь с напряжением  $127 \text{ В}$  включена электрическая лампа, сила тока в которой  $0,6 \text{ А}$ . Найдите мощность тока в лампе.

4. Определите сопротивление электрического паяльника, потребляющего ток мощностью 300 Вт от сети напряжением 220 В.
5. Какое количество теплоты выделяется за 20 мин при силе тока 400 мА в проводнике сопротивлением 200 Ом?

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи

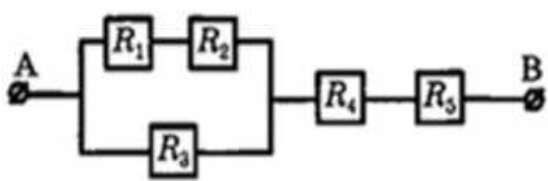
**ЛПЗ 40. Зависимость электрического сопротивления проводников от температуры для обработки металлов**

1. Найдите сопротивление алюминиевого провода длиной 10 м и площадью поперечного сечения  $2 \text{ мм}^2$  при температуре  $70^\circ\text{C}$ , учитывая то, что в таблице указаны значения удельных сопротивлений при температуре  $20^\circ\text{C}$ .
2. На баллоне лампы накаливания написано 220 В, 100 Вт. Когда нить накала была холодной, т.е. комнатной температуры, на неё подали напряжение 1,5 В и измерили силу тока. Ток оказался равен 50 мА. Найдите приблизительно температуру накала, нити, учитывая то, что она сделана из вольфрама.
3. Медный провод нагревается под действием электрического тока от 0 до  $25^\circ\text{C}$  за 2 мин. Через провод протекает ток 50 А. Предполагая, что изменение силы тока незначительно, найдите работу тока при нагревании провода. Сопротивление провода при  $0^\circ\text{C}$  равно 200 мОм.
4. К концам проволоки приложено некоторое напряжение. По мере нагревания проволоки до  $50^\circ\text{C}$ , сила тока уменьшилась от 1 до 0,8 А. Найдите начальную температуру проволоки, если её температурный коэффициент сопротивления равен  $0,004^\circ\text{C}^{-1}$ .
5. Две одинаковые проволоки подключены параллельно. Одна из этих проволок помещена в тающий лёд, а другая находится при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Температурный коэффициент сопротивления проволок равен  $0,01^\circ\text{C}^{-1}$ . Сравните общее сопротивление этого участка с сопротивлением, которое было бы, если бы обе проволоки находились при температуре  $20^\circ\text{C}$ .

ЛПЗ 41. Вычислить параметры постоянного тока

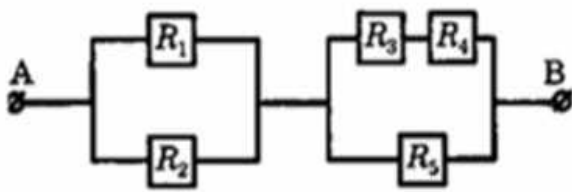
ВАРИАНТ № 1

1. Определите значение силы тока и напряжения на каждом резисторе, полное сопротивление, полную силу тока и полное напряжение участка. Заполните таблицу.

|  |       |       |       |       |       |       |       | $R_1 = 20 \text{ Ом}$<br>$R_2 = 30 \text{ Ом}$<br>$R_3 = 50 \text{ Ом}$<br>$R_4 = 15 \text{ Ом}$<br>$R_5 = 10 \text{ Ом}$<br>$I_2 = 5 \text{ А}$ |       |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|
| $I_1$                                                                             | $I_2$ | $I_3$ | $I_4$ | $I_5$ | $U_1$ | $U_2$ | $U_3$ | $U_4$                                                                                                                                            | $U_5$ | $R$ | $I$ | $U$ |
|                                                                                   | —     |       |       |       |       |       |       |                                                                                                                                                  |       |     |     |     |

ВАРИАНТ № 2

1. Определите значение силы тока и напряжения на каждом резисторе, полное сопротивление, полную силу тока и полное напряжение участка. Заполните таблицу.

|  |       |       |       |       |       |       |       | $R_1 = 6 \text{ Ом}$<br>$R_2 = 12 \text{ Ом}$<br>$R_3 = 10 \text{ Ом}$<br>$R_4 = 2 \text{ Ом}$<br>$R_5 = 12 \text{ Ом}$<br>$U_2 = 60 \text{ В}$ |       |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|
| $I_1$                                                                               | $I_2$ | $I_3$ | $I_4$ | $I_5$ | $U_1$ | $U_2$ | $U_3$ | $U_4$                                                                                                                                           | $U_5$ | $R$ | $I$ | $U$ |
|                                                                                     |       |       |       |       |       | —     |       |                                                                                                                                                 |       |     |     |     |

На оценку «3» решить вариант 1

На оценку «4» решить вариант 2

На оценку «5» решить оба варианта

## Основные формулы по магнетизму

### Магнитное поле электрического тока

1.  $B = \frac{M_{\max}}{IS} = \frac{F_{\max}}{I\Delta l}$  — модуль вектора магнитной индукции;
2.  $F = IB\Delta l \sin \alpha$  — закон Ампера;
3.  $F_L = |q|vB \sin \alpha$  — модуль силы Лоренца;
4.  $\Phi = BS \cos \alpha$  — магнитный поток.

### Электромагнитная индукция

1.  $\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$  — закон электромагнитной индукции;
2.  $\mathcal{E}_i = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$  — ЭДС индукции в катушке;
3.  $\Phi = LI$  — магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром;
4.  $\mathcal{E}_{\text{са}} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$  — ЭДС самоиндукции.

#### ЛПЗ 42. Вычислить электромагнитную индукцию

1. При равномерном изменении в течение 0,1 с силы тока в катушке от 0 до 10 А в ней возникла ЭДС самоиндукции 60 В. Определить индуктивность катушки.
2. Катушка перемещается в магнитном поле, индукция которого 2 Тл, со скоростью 0,6 м/с. ЭДС индукции равна 24 В. Найти активную длину проводника в обмотке катушки, если витки катушки перемещаются перпендикулярно линиям индукции.
3. Определить энергию магнитного поля катушки, если ее индуктивность 0,2 Гн и сила тока в ней 12 А.
4. Какова индуктивность витка проволоки, если при токе 6 А создается магнитный поток 12 мВб. Зависит ли индуктивность витка от силы тока?
5. Сила тока в катушке равна 10 А. При какой индуктивности катушки энергия ее магнитного поля будет равна 6 Дж?

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

#### ЛПЗ 43. Вычислить ЭДС самоиндукции катушки в магнитном поле

1. По замкнутому проводнику протекает ток силой 1,5 А. Магнитное поле этого тока создает поток через площадь контура, равный 6 мВб. Найдите индуктивность (в мГн) проводника.
2. Индуктивность контура 0,2 Гн. При какой силе тока в нем возникает магнитный поток 0,1 Вб?

3. Сила тока, протекающего по обмотке катушки, равномерно изменяется на 5 А за 0,25 с. При этом возбуждается ЭДС самоиндукции 200 В. Определите индуктивность катушки.
4. Определите индуктивность катушки, если при равномерном изменении в ней силы тока от 5 до 10 А за 1 с возникает ЭДС самоиндукции 60 В.
5. При равномерном изменении силы тока в катушке индуктивностью 6 мГн в ней возникает ЭДС самоиндукции 8 мВ. На какую величину изменяется сила тока за 3 с?

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

#### **ЛПЗ 44. Вычислить индуктивность катушки в магнитном поле**

1. При протекании по замкнутому проводнику тока силой 3 А, через площадь контура этого проводника создается поток равный 12 мВб. Найдите индуктивность (в мГн) проводника.
2. При изменении силы тока, протекающего по обмотке катушки, на 7,5 А за 0,5 с возникает ЭДС самоиндукции равная 150 В. Определите индуктивность катушки.
3. При изменении силы тока в катушке от 10 А до 15 А за 1 секунду возникает ЭДС самоиндукции 80 В. Определите чему равна индуктивность катушки.
4. Чему равно изменение силы тока в катушке за 2 секунды, если при этом в ней возникает ЭДС самоиндукции 16 мВ? Индуктивность катушки равна 8 мГн.
5. С помощью реостата равномерно увеличивают силу тока в катушке со скоростью 200 А/с. Какова абсолютная величина ЭДС самоиндукции (в мВ), возникающей в катушке, если индуктивность катушки 0,4 мГн.

**Критерии оценивания:** на «3» решить 4 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

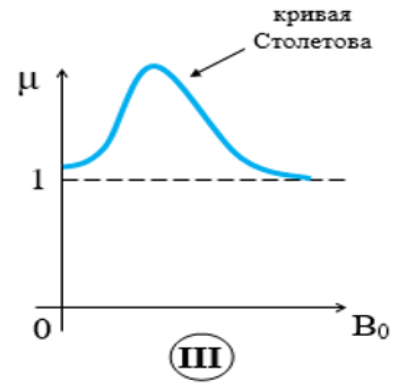
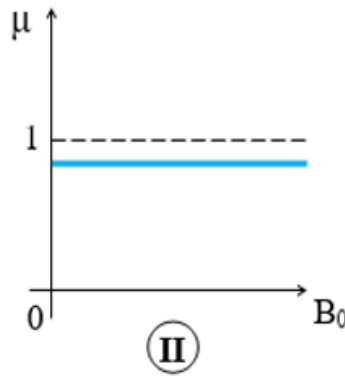
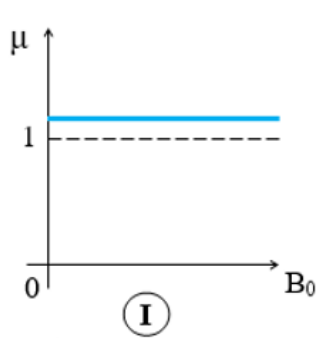
#### **ЛПЗ 45. Вычислить магнитную проницаемость веществ**

**Задание решить тест:**

1. Какая величина характеризует магнитные свойства среды?
  - магнитная индукция
  - магнитная проницаемость
  - магнитное поле.
2. Какие вещества относят к ферромагнетикам?
  - $\mu > 1$
  - $\mu \gg 1$
  - $\mu < 1$
3. Температура Кюри - это температура, при которой...
  - ферромагнетик теряет ферромагнитные свойства
  - плавятся ферромагнетики
  - магнит становится менее сильным
4. Гипотеза Ампера:
  - все вещества, проводящие ток, являются магнитами
  - магнитные свойства тела определяются внутренними токами

- все намагниченные тела являются ферромагнетиками

5. Какой график принадлежит ферромагнетику?



- I
- II
- III

6. Какие вещества ослабляют магнитное поле?

- диамагнетики
- парамагнетики
- ферромагнетики

7. Диамагнетики – это вещества, у которых магнитная проницаемость...

1.  $\mu > 1$
2.  $\mu \gg 1$
3.  $\mu < 1$

8. Внутри атомов и молекул циркулируют элементарные электрические токи, образованные:

- движением электронов в атомах
- магнитным полем
- электрическим полем

9. Можно ли краном, снабжённым электромагнитом, переносить раскалённые стальные болванки?

- нельзя
- можно
- в редких случаях

10. Как называется малый намагниченный участок кристалла?

- демон
- домен
- модем

Критерии оценивания: 1-10 – «5»; 4-5 – «3»; 7-9 – «4».

### ЛПЗ 46. Вычислить силу Лоренца заряженной частицы

1. В однородном магнитном поле, индукция которого равна 2 Тл, движется электрон со скоростью  $10^5$  м/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Вычислите силу, действующую на электрон.
2. Электрон движется в вакууме в однородном магнитном поле с индукцией  $5 \cdot 10^{-3}$  Тл. Радиус окружности, по которой он движется, равен 1 см. определите модуль скорости электрона, если она направлена перпендикулярно к линиям индукции.
3. Вычислите силу Лоренца, действующую на протон, движущийся со скоростью  $10^6$  м/с в однородном магнитном поле с индукцией 0,3 Тл перпендикулярно линиям индукции.
4. Определите радиус окружности, по которой движется электрон в однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $2 \cdot 10^{-2}$  Тл при скорости 5 Мм/с перпендикулярно линиям индукции.
5. Нейтрон и электрон влетают с одинаковыми скоростями 500 м/с в однородное

магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции  $B = 0,1$  Тл.

Определите силы, действующие на каждую частицу со стороны магнитного поля.

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

#### **ЛПЗ 47. Вычислить силу Ампера проводника**

1. Прямой проводник длиной 15 см помещен в однородное магнитное поле с индукцией 0,4 Тл, направленной перпендикулярно направлению тока. Сила тока, протекающего по проводнику, равна 6А. Найдите силу Ампера, действующую на проводник.

2. Проводник длиной 20 см расположен горизонтально. Сила тока в проводнике 1А. С какой и в каком направлении действует на проводник однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл, направленной под углом  $30^\circ$  к горизонту?

3. Прямой проводник, длина которого 10см, масса 10гр, подвешен горизонтально на двух легких проводящих нитях в однородном магнитном поле. Линии индукции магнитного поля направлены горизонтально и перпендикулярно проводнику. Сила тока, протекающего по проводнику 4,2 А, индукция магнитного поля 0,1 Тл. Найдите силу натяжения нитей.

4. Прямой проводник, длина которого 10 см, масса 10гр, подвешен горизонтально на двух легких проводящих нитях в однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены вертикально. На какой угол отклоняются нити от вертикали при пропускании по проводнику тока? Индукция магнитного поля 0,1Тл, сила тока в проводнике 9,8 А.

5. Определить силу, с которой однородное магнитное поле действует на проводник длиной 20 см, если сила тока в нем 300 мА, расположенный под углом  $45^\circ$  к вектору магнитной индукции. Магнитная индукция составляет 0,5 Тл.

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

#### **ЛПЗ 48. Вычислить модуль вектора магнитной индукции**

1. По контуру протекает ток, равный 5 А. Этот ток создаёт магнитное поле с индукцией 3 мТл. Найдите радиус контура.

2. Магнитное поле внутри соленоида равно 80 мкТл. Найдите ток, протекающий по виткам соленоида, если на каждый сантиметр соленоида приходится 10 витков.

3. К проводнику с сопротивлением 5 Ом приложено напряжение 100 В. Известно, что модуль вектора магнитной индукции поля, создаваемого током в проводнике, равен 2 мТл на расстоянии 2 см от проводника. Найдите магнитную проницаемость среды, в которой находится проводник.

4. По двум параллельным тонким проводникам, находящимся на расстоянии 0,1 м друг от друга, протекают токи 3 А и 2 А в противоположных направлениях. Найдите модуль вектора магнитной индукции в точке, находящейся посередине между проводниками.

5. По отрезку прямого провода длиной  $\ell=80$  см течет ток  $I=50$  А. Определить магнитную индукцию  $B$  поля, создаваемого этим током, в точке А, равноудаленной от концов отрезка провода и находящейся на расстоянии  $r=30$  см от его середины.

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

### ЛПЗ 49. Вычислить энергию магнитного поля

1. На стержень из немагнитного материала длиной  $l=50$  см намотан в один слой провод так, что на каждый сантиметр длины стержня приходится 20 витков. Определить энергию  $W$  магнитного поля внутри соленоида, если сила тока  $I$  в обмотке равна 0,5 А. Площадь  $S$  сечения стержня равна  $2 \text{ см}^2$ .
2. По обмотке соленоида индуктивностью  $L=0,2$  Гн течет ток  $I=10$  А. Определить энергию  $W$  магнитного поля соленоида.
3. Индуктивность  $L$  катушки (без сердечника) равна 0,1 мГн. При какой силе тока  $I$  энергия  $W$  магнитного поля равна 100 мкДж?
4. Соленоид содержит  $N=1000$  витков. Сила тока  $I$  в его обмотке равна 1 А, магнитный поток  $\Phi$  через поперечное сечение соленоида равен 0,1 мВб. Вычислить энергию  $W$  магнитного поля.
5. На железное кольцо намотано в один слой  $N=200$  витков. Определить энергию  $W$  магнитного поля, если при токе  $I=2,5$  А магнитный поток  $\Phi$  в железе равен 0,5 мВб.

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

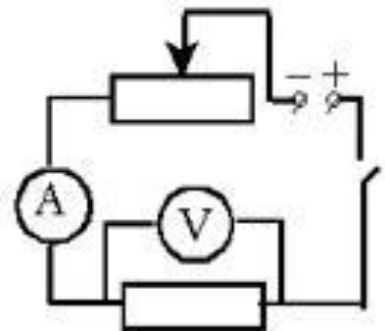
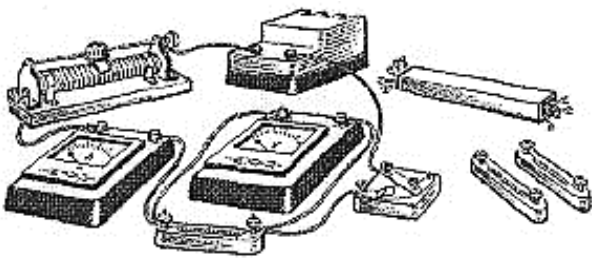
### ЛПЗ 50. Исследовать закон Ома для участка цепи (1 часть)

**Цель работы:** установить на опыте зависимость силы тока от напряжения и сопротивления.

**Оборудование:** амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, источник питания, набор из трёх резисторов сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом, 4 Ом, реостат, ключ замыкания тока, соединительные провода.

#### Практическая часть

1. Для выполнения работы соберите электрическую цепь из источника тока, амперметра, реостата, проволочного резистора сопротивлением 2 Ом и ключа. Параллельно проволочному резистору присоедините вольтметр (см. схему).



2. Опыт 1. *Исследование зависимости силы тока от напряжения на данном участке цепи.* Включите ток. При помощи реостата

доведите напряжение на зажимах проволочного резистора до 1 В, затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз при этом измеряйте силу тока и результаты записывайте в табл. 1.

**Таблица 1. Сопротивление участка 2 Ом**

|               |  |  |  |
|---------------|--|--|--|
| Напряжение, В |  |  |  |
| Сила тока, А  |  |  |  |

3. По данным опытов постройте график зависимости силы тока от напряжения.  
Сделайте вывод.

4. **Опыт 2. Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах.** Включите в цепь по той же схеме проволочный резистор сначала сопротивлением 1 Ом, затем 2 Ом и 4 Ом. При помощи реостата устанавливайте на концах участка каждый раз одно и то же напряжение, например, 2 В. Измеряйте при этом силу тока, результаты записывайте в табл 2.

**Таблица 2. Постоянное напряжение на участке 2 В**

|                           |  |  |  |
|---------------------------|--|--|--|
| Сопротивление участка, Ом |  |  |  |
| Сила тока, А              |  |  |  |

5. По данным опытов постройте график зависимости силы тока от сопротивления.  
Сделайте вывод.

6. Ответьте на контрольные вопросы.

#### Контрольные вопросы

1. Что такое электрический ток? Дайте определение силы тока. Как обозначается? По какой формуле находится?
2. Каким прибором измеряется сила тока? Как он включается в электрическую цепь?

#### Исследовать закон Ома для полной цепи (2 часть)

**Цель:** научиться определять электродвижущую силу и внутреннее сопротивление источника электрической энергии.

#### Ход работы.

1. Начертите и заполните таблицу:

| № опыта | Источник электрической энергии ВУП, В | 1-й отсчет |                     | 2-й отсчет |                     | Э.Д.С. $\varepsilon$ , В | Внутреннее сопротивление, $r$ , Ом |
|---------|---------------------------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|--------------------------|------------------------------------|
|         |                                       | $R_1$ , Ом | Сила тока $I_1$ , А | $R_2$ , Ом | Сила тока $I_2$ , А |                          |                                    |
| 1       | 1                                     | 1          | 0,5                 | 2          | 0,3                 |                          |                                    |

2. Вычислить значение ЭДС и внутреннего сопротивления источника электрической энергии.

По формулам для вычисления  $\varepsilon$  и  $r$ :

$$\varepsilon = I_1 I_2 \frac{R_2 - R_1}{I_1 - I_2} \quad r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}$$

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Раскройте физический смысл понятия «электродвижущая сила источника тока».
2. Определить сопротивление внешнего участка цепи, пользуясь результатами полученных измерений и законом Ома для полной цепи.
3. Объяснить, почему внутреннее сопротивление возрастает при последовательном соединении аккумуляторов и уменьшается при параллельном в сравнении с сопротивлением  $r_0$  одного аккумулятора.
4. Дайте определение напряжения. Как обозначается? По какой формуле находится? Каким прибором измеряется напряжение? Как он включается в электрическую цепь?

**Критерий оценивания:** «3» только заполнить таблицы; «4» заполнить таблицы и ответить на три вопроса по каждой части; «5» выполнить всю работу

### ЛПЗ 51. Исследовать температурного коэффициента сопротивления металлов, с требованием «Молодые профессионалы»

**Цель работы:** исследовать зависимость электрического сопротивления металлов от температуры, определить температурный коэффициент сопротивления исследуемых материалов.

**Приборы и принадлежности:** исследуемые проводники, нагреватель, термометр, вольтметр.

#### Выполнение работы

1. выполнить работу согласно рисунку:

## Определение температурного коэффициента сопротивления металлов



### Контрольные вопросы:

1. Объясните механизм проводимости в металлах.
2. В чем существенные отличия объяснения электрического сопротивления в классической теории металлов от квантовой?
3. Какие проводники называются проводниками I и II рода?

**Критерий оценивания:** «3» только заполнить таблицы; «4» заполнить таблицы и ответить на три вопроса по каждой части; «5» выполнить всю работу

### ЛПЗ 52. Исследовать температуру нити лампы накаливания

**Цель работы:** исследовать зависимость электрического сопротивления металлов от температуры. Измерьте электрическое сопротивление нити лампы накаливания при комнатной температуре и при свечении нити лампы. Определите температуру светящейся нити.

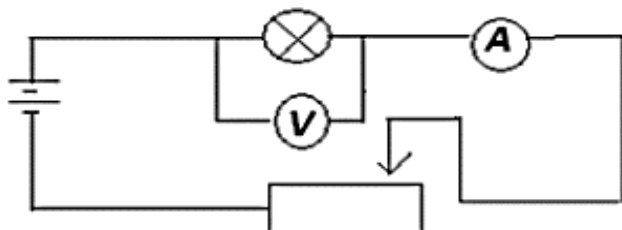
**Оборудование:** лампа накаливания (6,3 В), вольтметр (до 15 В), амперметр АВО-63, источник электропитания ИЭПП-2, соединительные провода.

**Ход работы:**

1. Составить цепь по схеме.

2. Замкнуть цепь, при помощи реостата установить наименьшее значение напряжения. Записать показания вольтметра и амперметра.

3. Постепенно выводя реостат, записать значения напряжения и силы тока. Поступать так, пока не будет достигнуто то напряжения, на которое рассчитана лампочка (номинальное напряжение).



4. Для каждого значения напряжения мощность, потребляемую лампочкой, подсчитать по формуле:  $P = I \cdot U$

5. Для каждого значения подсчитать:

а) сопротивление нити лампы –  $R_t = \frac{U}{I}$

б) температуру нити лампы –  $T = \frac{R_t - R_0}{R_0 \cdot \alpha}$

где  $\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1}$  – температурный коэффициент сопротивления вольфрама.  
 $R_0 = 0,5 \text{ Ом}$  – сопротивление нити лампы при  $0^\circ\text{C}$

6. Результаты всех измерений и вычислений записать в таблицу:

| Номер опыта | Напряжение U, В | Сила тока I, А | Температура накала T, К | Сопротивление $R_t$ , Ом | Мощность P, Вт. |
|-------------|-----------------|----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1           | 3,4             | 1,15           |                         |                          |                 |
| 2           | 3,2             | 1,15           |                         |                          |                 |
| 3           | 2,6             | 1              |                         |                          |                 |
| 4           | 2               | 0,9            |                         |                          |                 |
| 5           | 1,4             | 0,7            |                         |                          |                 |
| 6           | 1,2             | 0,6            |                         |                          |                 |
| 7           | 0,6             | 0,45           |                         |                          |                 |

### Контрольные вопросы

1. Почему электрическое сопротивление металлов зависит от температуры?
2. Каковы основные источники погрешностей измерений в данном эксперименте?
3. Каким способом можно повысить точность измерений в данном эксперименте?
4. Почему в данной работе электрическое сопротивление нити лампы при комнатной температуре можно считать приблизительно равным ее электрическому сопротивлению при  $0^\circ\text{C}$ ?

**Критерий оценивания:** «3» только заполнить таблицу; «4» заполнить таблицу и ответить на три вопроса по каждой части; «5» выполнить всю работу

### ЛПЗ 53. Вычислить зависимость электрического сопротивления от рода материала и размеров проводника

1. В первых лампах накаливания их изобретатель А.Н. Лодыгин использовал графитовые (угольные) стержни площадью поперечного сечения  $3 \text{ мм}^2$  и длиной 6 см. Вычислите сопротивление стержня накаливания. Удельное сопротивление графита  $40 (\text{Ом} \cdot \text{мм}^2)/\text{м}$ .

2. Ртуть заполняет стеклянную трубку с внутренним сечением  $1 \text{ мм}^2$  и имеет сопротивление  $2 \text{ Ом}$ . Вычислите длину столбика ртути в трубке. Удельное сопротивление ртути  $0,96 (\text{Ом} \cdot \text{мм}^2) / \text{м}$ .
3. Определите площадь сечения проволоки, сопротивление которой  $5 \text{ Ом}$ , длина  $25 \text{ м}$ , удельное сопротивление материала  $0,016 (\text{Ом} \cdot \text{мм}^2) / \text{м}$ .
4. Чему равно сопротивление проволоки длиной  $15 \text{ м}$ , площадью поперечного сечения  $2 \text{ мм}^2$ ? Удельное сопротивление материала  $0,016 (\text{Ом} \cdot \text{мм}^2) / \text{м}$ .
5. Какой длины надо взять проволоку площадью поперечного сечения  $0,4 \text{ мм}^2$ , чтобы ее сопротивление было  $19,2 \text{ Ом}$ ? Удельное сопротивление  $0,096 (\text{Ом} \cdot \text{мм}^2) / \text{м}$ .

**Критерии оценивания:** на «3» решить 3 задачи; на «4» решить 4 задачи; на «5» решить все задачи.

**ЛПЗ 54 и 55. Вычислить электрохимический коэффициент  
при обработке металла**

**1. Восстановительные свойства сильнее выражены у металла:**

- а) лития
- б) алюминия
- в) калия
- г) бария.

**2. В атоме кальция число электронных слоёв равно:**

- а) 2
- б) 4
- в) 20
- г) 40.

**3. Общими физическими свойствами металлов являются:**

- а)  $t^\circ$  плавления, растворимость в воде, запах
- б) плотность, способность к намагничиванию, высокая твердость
- в) металлический блеск, ковкость и пластичность, электро- и теплопроводность
- г) мягкость, легкость, хрупкость.

**4. Пластичность металлов объясняется:**

- а) прочными химическими связями и смещением слоев металлов
- б) отражением световых лучей от поверхности металла
- в) движением свободных электронов
- г) передачей энергии от атомов к ионам.

**5. При повышении температуры электропроводность металлов**

- а) повышается
- б) понижается
- в) не изменяется.

**6. Токсичным металлом при обычных условиях является:**

- а) алюминий
- б) золото
- в) серебро
- г) ртуть.

**7. Наибольшая электропроводность у:**

- а) вольфрама
- б) ртути
- в) свинца
- г) меди

**8. Какой из металлов самый легкий:**

- а) железо
- б) алюминий
- в) литий
- г) медь

**9. Какой из металлов желтого цвета:**

- а) Zn
- б) Al
- в) Au
- г) Fe

**10. В ряду химических элементов  $\text{Na} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Al}$**

- а) уменьшаются заряды ядер атомов
- б) увеличивается число электронов во внешнем электронном слое
- в) уменьшается электроотрицательность
- г) уменьшается радиус атомов
- д) усиливаются металлические свойства

**Критерии оценивания: «5» - 9-10; «4» - 7-8; «3» - 5-6.**

**Основные формулы по колебаниям  
Механические колебания и волны**

**Колебания и волны**

|    |                                                                         |                                                                |
|----|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1  | $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$                                      | – зависимость координаты колеблющегося тела от времени         |
| 2  | $v_x = v_m \cos(\omega t + \varphi_0)$                                  | – зависимость проекции скорости колеблющегося тела от времени  |
| 3  | $a_x = -a_m \sin(\omega t + \varphi_0)$                                 | – зависимость проекции ускорения колеблющегося тела от времени |
| 4  | $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$                                     | – циклическая частота                                          |
| 5  | $T = \frac{1}{\nu}; \nu = \frac{1}{T}$                                  | – связь между периодом и частотой колебаний                    |
| 6  | $v_m = \omega A$                                                        | – максимальная скорость колеблющегося тела                     |
| 7  | $a_m = -\omega^2 A$                                                     | – максимальное ускорение колеблющегося тела                    |
| 8  | $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$                                           | – период колебаний пружинного маятника                         |
| 9  | $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$                                           | – период колебаний математического маятника                    |
| 10 | $\frac{kA^2}{2} = \frac{mv_x^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_m^2}{2}$ | – полная энергия колеблющегося на пружине тела                 |
| 11 | $\lambda = vT$                                                          | – длина волны                                                  |

### ЛПЗ 56. Вычислить параметры гармонических колебаний

1. Период колебаний материальной точки 3 с, амплитуда 6 см, начальная фаза равна нулю. Каковы смещение, скорость и ускорение колеблющейся точки через 0,4 с после начала колебаний? Колебания происходят по закону косинуса.
2. Тело совершает гармонические колебания по закону  $x = 40 \sin (\pi/3) t$ . Определить амплитуду силы и полную энергию тела, если его масса 2 кг.
3. Найти максимальную скорость и максимальное ускорение колеблющейся точки, если ее амплитуда 6 см, а период 3 с.
4. Амплитуда гармонического колебания 5 см, период 4 с. Найти максимальную скорость колеблющейся точки и ее максимальное ускорение.
5. Уравнение движения точки дано в виде  $x = 2 \sin (\pi/2 t + \pi/4)$  см.

Найти:

- 1) период колебаний,
- 2) максимальную скорость точки,
- 3) ее максимальное ускорение.

**Критерии оценивания:** «5» - решить 5 задач; «4» - решить 4 задачи; «3» - решить 3 задачи.

### ЛПЗ 57. Исследовать характеристики колебания математического маятника

**Оборудование:** штатив с муфтой и лапкой, шарик с прикрепленной к нему нитью длиной 130 см, протянутой сквозь кусочек резины, часы с секундной стрелкой или метроном.

**Проделайте опыт и результаты занести в таблицу:**

| <i>m</i> – постоянная величина |                               |                             |                                 |                                      |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| № опыта                        | <i>L</i> , м<br>длина<br>нити | <i>N</i><br>число<br>колеб. | <i>t</i> , с<br>время<br>колеб. | <i>T</i> , с<br>перио<br>д<br>колеб. |
| 1                              |                               |                             |                                 |                                      |
| 2                              |                               |                             |                                 |                                      |
| 3                              |                               |                             |                                 |                                      |

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

**l** – длина маятника (м),  
**g** – ускорение свободного падения  
 (м/с<sup>2</sup>)

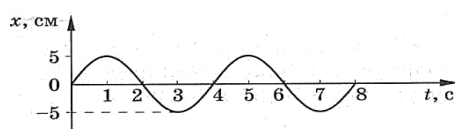
### Контрольные вопросы

1. Что называется механическими колебаниями?
2. Какие колебания называются свободными?
3. Что называется амплитудой колебаний; периодом колебаний; частотой колебаний? В каких единицах измеряется каждая из этих величин?
4. Какая математическая зависимость существует между периодом и частотой колебаний?
5. Как зависят частота и период свободных колебаний от длины нити?

**Критерий оценивания:** на «3» только заполнить таблицу; на «4» заполнить таблицу и ответить на два вопроса; на «5» заполнить таблицу и ответить на все ответы.

### ЛПЗ 58. Вычислить параметры математического маятника

1. Математический маятник совершил 120 колебаний за 628 с. Чему равна длина нити маятника?
2. Секундный маятник перенесли на поверхность Луны. Чему стал равен период колебаний этого маятника? Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.
3. Математический маятник за 5 минут совершает 38 колебаний. Определите длину нити математического маятника.
4. Тело совершает гармоническое колебание по закону  $x(t) = 0,4 \cdot \cos 5\pi t$ . Определите амплитуду, период, частоту, циклическую частоту колебаний.
5. По графику зависимости координаты маятника от времени определите период колебаний маятника, амплитуду и частоту.



**Критерии оценивания:** «5» - решить 5 задач; «4» - решить 4 задачи; «3» - решить 3 задачи.

### **ЛПЗ 59. Вычислить параметры пружинного маятника**

1. Груз, подвешенный на пружине жесткостью 250 Н/м, совершает свободные колебания с циклической частотой  $50 \text{ с}^{-1}$ . Найдите массу груза.
2. Амплитуду колебаний и массу пружинного маятника увеличили в 4 раза. Что произойдет с периодом его колебаний?
3. Тело массой 300 г подвешено к двум параллельно соединенным пружинам с коэффициентами жесткости 500 Н/м и 250 Н/м. Определите период собственных колебаний системы.
4. Пружина под действием прикрепленного к ней груза совершает 45 колебаний. Найдите коэффициент жесткости пружины, если груз имеет массу 5 кг. Изменится ли период колебаний маятника, если его поместить на другую планету?
5. Груз, подвешенный на пружине жесткостью 250 Н/м, совершает свободные колебания с циклической частотой  $50 \text{ с}^{-1}$ . Найдите массу груза.

**Критерии оценивания:** «5» - решить 5 задач; «4» - решить 4 задачи; «3» - решить 3 задачи.

### **ЛПЗ 60. Вычислить характеристики механической волны**

1. Каковы свойства механических волн? Каковы свойства продольных волн?
2. При измерении глубины моря под кораблем при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и приема ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Какова глубина моря под кораблем? Скорость звука в воде принять равной 1400 м/с.
3. Мимо неподвижного наблюдателя прошло 6 гребней волн за 20 с, начиная с первого. Какова длина волны и период колебаний, если скорость волн 2 м/с?
4. Сирена пожарной машины включается каждые две секунды. С какой скоростью мчится эта машина, если наблюдатель, к которому она приближается, слышит звуки сирены с интервалом 1,8 с?
5. Расстояние до преграды, отражающей звук, 68 м. Через какой промежуток времени человек услышит эхо? Скорость звука принять равной  $v = 340 \text{ м/с}$ .

**Критерии оценивания:** «5» - решить 5 задач; «4» - решить 4 задачи; «3» - решить 3 задачи.

# Электромагнитные колебания и волны

## Электромагнитные колебания

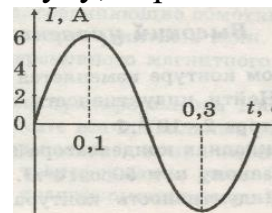
|   |                                                                         |                                                                                       |
|---|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | $q = q_m \sin(\omega t + \varphi_0)$                                    | – зависимость заряда на обкладках конденсатора в колебательном контуре от времени     |
| 2 | $u = U_m \sin(\omega t + \varphi_0)$                                    | – зависимость напряжения на обкладках конденсатора в колебательном контуре от времени |
| 3 | $i = I_m \cos(\omega t + \varphi_0)$                                    | – зависимость силы тока в колебательном контуре от времени                            |
| 4 | $I_m = \omega q_m$                                                      | – максимальное значение силы тока при электромагнитных колебаниях                     |
| 5 | $T = 2\pi\sqrt{LC}$                                                     | – период собственных колебаний колебательного контура (формула Томсона)               |
| 6 | $W_m = \frac{Li^2}{2}$                                                  | – энергия магнитного поля                                                             |
| 7 | $\frac{q_m^2}{2C} = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$ | – полная энергия электромагнитного поля в колебательном контуре                       |
|   | $I_o = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$                                            | – действующее значение силы переменного электрического тока                           |
|   | $U_o = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$                                            | – действующее значение переменного напряжения                                         |
|   | $X_L = \omega L$                                                        | – индуктивное сопротивление                                                           |
|   | $X_C = \frac{1}{\omega C}$                                              | – емкостное сопротивление                                                             |
|   | $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$                                        | – полное сопротивление цепи переменного тока                                          |
|   | $I = \frac{U}{Z}$                                                       | – закон Ома для участка цепи переменного тока                                         |

## ЛПЗ 61. Изучение параметров переменного тока

1. Значение напряжения, измеренное в вольтах, задано уравнением  $u = 20 \cos 100\pi t$ .

Найдите амплитуду напряжения, период колебаний, циклическую и линейную частоты.

2. По графику, изображенному на рисунке, определите амплитуду, период и



частоту колебаний величины.

3. Определите индуктивность катушки колебательного контура, если емкость конденсатора 6 мкФ, а период колебаний 0,001 с.

4. Заряд на обкладках конденсатора колебательного контура меняется по закону  $q = 3 \cdot 10^{-7} \cos 400\pi t$ . Индуктивность контура 2 Гн. Найдите емкость конденсатора и максимальное значение энергии электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки.

5. Значение силы тока, измеренное в амперах, задано уравнением  $i = 15 \sin 30\pi t$ , где  $t$  выражено в секундах. Определите амплитуду силы тока, частоту и период.

**Критерии оценивания: «5» - решить 5 задач; «4» - решить 4 задачи; «3» - решить 4 задачи.**

### **ЛПЗ 62. Изучение генератора переменного тока**

1. Прямоугольная рамка площадью  $400 \text{ см}^2$  имеет 200 витков. Она вращается в однородном магнитном поле с индукцией  $10^{-2} \text{ Тл}$ , причем период вращения рамки равен 0,2 с. Каково максимальное значение ЭДС, возникающей в рамке, если ось вращения перпендикулярна линиям магнитной индукции?
2. Рамка площадью  $200 \text{ см}^2$  имеет 200 витков и вращается в однородном магнитном поле с индукцией  $2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ . Определите период вращения рамки, если максимальная ЭДС индукции равна 14,4 В.
3. Сколько витков должна иметь рамка площадью  $500 \text{ см}^2$ , если при вращении ее с частотой 20 Гц в однородном магнитном поле с индукцией 0,2 Тл амплитудное значение ЭДС равно 63 В?
4. Рассчитайте число оборотов в единицу времени для прямоугольной рамки, вращающейся в однородном магнитном поле, магнитная индукция которого равна 1 Тл. Амплитуда наведенной в рамке ЭДС равна 10 В, площадь рамки  $200 \text{ см}^2$ , число витков — 20.
5. Переменный ток возбуждается в рамке из 200 витков. Площадь одного витка  $200 \text{ см}^2$ . Индукция магнитного поля  $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ . Найдите ЭДС индукции через 0,01 с после начала движения рамки из нейтрального положения. Амплитуда ЭДС равна 7 В.

**Критерии оценивания: «5» - решить 5 задач; «4» - решить 4 задачи; «3» - решить 3 задачи.**

### **ЛПЗ 63. Изучение емкостного сопротивления переменного тока**

1. Конденсатор емкостью 250 мкФ включается в цепь переменного тока. Определите его сопротивление при частотах 50 Гц, 200 Гц и 400 Гц.
2. Конденсатор емкостью 10 мкФ включен в сеть стандартной частоты и напряжением 220 В. Напишите уравнение зависимости напряжения, силы тока и заряда на обкладках конденсатора от времени и изобразите графики этих зависимостей.
3. Конденсатор включен в сеть переменного тока стандартной частоты. Напряжение сети 220 В. Какова емкость конденсатора, если сила тока в цепи равна 2,5 А?

4. К зажимам генератора присоединен конденсатор емкостью  $0,1 \text{ мкФ}$ . Определите амплитуду напряжения на зажимах конденсатора, если сила тока  $1,6 \text{ А}$ , а период изменения тока равен  $0,2 \text{ мс}$ .
5. Два конденсатора емкостью  $0,2 \text{ мкФ}$  и  $0,1 \text{ мкФ}$  включены последовательно в цепь переменного тока напряжением  $220 \text{ В}$ . Частота переменного тока равна  $50 \text{ Гц}$ . Найдите силу тока в цепи и падение напряжения на каждом конденсаторе.

#### **ЛПЗ 64. Изучение индуктивного сопротивления переменного тока**

1. Катушка индуктивностью  $35 \text{ мГн}$  включается в сеть переменного тока. Определите сопротивление катушки при частотах  $60 \text{ Гц}$ ,  $240 \text{ Гц}$  и  $480 \text{ Гц}$ ,
2. Найдите индуктивность катушки, если амплитуда переменного напряжения на ее концах  $160 \text{ В}$ , амплитуда тока в ней  $10 \text{ А}$  и частота тока  $50 \text{ Гц}$ . Активным сопротивлением катушки пренебречь.
3. Индуктивное сопротивление катушки  $500 \text{ Ом}$ . Действующее значение напряжения в сети, в которую включена катушка,  $100 \text{ В}$ . Частота тока  $1000 \text{ Гц}$ . Определите амплитуду тока в цепи и индуктивность катушки. Активным сопротивлением катушки и подводящих проводов пренебречь.
4. Катушка индуктивностью  $0,2 \text{ Гн}$  включена в цепь напряжением  $220 \text{ В}$  стандартной частоты. Напишите уравнение зависимости силы тока,
5. Катушка индуктивностью  $0,2 \text{ Гн}$  включена в сеть переменного тока с частотой  $50 \text{ Гц}$ . Чему равно индуктивное сопротивление катушки?

**Критерии оценивания:** «5» - решить 5 задач; «4» - решить 4 задачи; «3» - решить 3 задачи.

#### **ЛПЗ 65. Изучение закона Ома для электрической цепи переменного тока**

1. В электрическую цепь с активным сопротивлением  $50 \text{ Ом}$ , индуктивностью  $3,98 \text{ мГн}$  и ёмкостью  $159,2 \text{ пФ}$  включён генератор. Напряжение генератора  $25 \text{ В}$ , а частота тока  $200 \text{ кГц}$ . Определить индуктивное и ёмкостное сопротивления; силу тока в цепи; индуктивное и ёмкостное падения напряжения.
2. Дроссель, активное сопротивление которого  $12 \text{ Ом}$ , а индуктивность  $0,1 \text{ Гн}$ , включён под напряжение  $100 \text{ В}$  при частоте тока  $50 \text{ Гц}$ . Определить индуктивное сопротивление, полное сопротивление цепи, силу тока в цепи.

3. В сеть переменного тока включены последовательно катушка индуктивностью 4 мГн и активным сопротивлением 10 Ом и конденсатор емкостью 40 мкФ. Напряжение на источнике переменного тока 220 В. Частота тока 50 Гц. Определите полное сопротивление цепи, силу тока в цепи, напряжение на активном сопротивлении, катушке и конденсаторе.

4. Вольтметр, включённый в цепь переменного тока, показывает напряжение 220 В, а амперметр – ток 10 А. Чему равны амплитудные значения измеряемых величин?

5. Чему равна амплитуда силы тока в цепи переменного тока частотой 50 Гц, содержащей последовательно соединенные активное сопротивление 1 кОм и конденсатор емкости  $C = 1$  мкФ, если действующее значение напряжения сети, к которой подключен участок цепи, равно 220 В?

**Критерии оценивания: «5» - решить 5 задач; «4» - решить 4 задачи; «3» - решить 3 задачи.**

#### **ЛПЗ 67,68. Изучение работы и мощности переменного тока**

1. Катушка с активным сопротивлением 15 Ом и индуктивностью 52 мГн включена в сеть стандартной частоты последовательно с конденсатором емкостью 120 мкФ. Напряжение в сети 220 В. Определите силу тока в цепи, активную мощность и коэффициент мощности.

2. В цепь переменного тока последовательно включены резистор с сопротивлением 50 Ом, конденсатор с ёмкостью 50 мкФ и катушка с индуктивностью 2 мГн. Амплитудное напряжение на зажимах равно 220 В, частота колебаний равна 100 Гц. Найдите активную мощность цепи.

3. В сеть переменного тока последовательно включен конденсатор ёмкостью 50 мкФ и катушка с индуктивностью 20 мГн. Активное сопротивление цепи равно 80 Ом. Известно, что за один период колебаний током совершается работа, равная 10 Дж. Действующее значение напряжения равно 100 В. Найдите среднюю мощность цепи и действующее значение силы тока. Частота колебаний равна 50 Гц.

4. В сеть переменного напряжения 12 В, 50 Гц последовательно включили резистор сопротивлением 4 Ом и катушку с индуктивностью 10 мГн. Найдите силу тока в цепи и мощность тока.

5. Последовательно с электроплиткой в городскую сеть подключили катушку индуктивности. При этом мощность плитки упала в два раза. Найдите индуктивность катушки, если активное сопротивление плитки 50 Ом.

**Критерии оценивания:** «5» - решить 5 задач; «4» - решить 4 задачи; «3» - решить 3 задачи.

### ЛПЗ 69. Изучение трансформатора и его характеристики

1. Понижающий трансформатор включен в сеть напряжением 1 кВ и потребляет от сети мощность 400 Вт. Каков КПД трансформатора в %, если сила тока во вторичной обмотке 3,8 А, коэффициент трансформации равен 10?

2. Понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации 10 включен в сеть напряжением 220 В. Каково напряжение на выходе трансформатора, если сопротивление вторичной обмотки 0,3 Ом. А сопротивление полезной нагрузки 3 Ом?

3. Вторичная обмотка трансформатора, имеющая 95 витков, пронизывается магнитным потоком, изменяющимся со временем через один виток по закону  $\Phi = 0,01 \sin 100 \pi t$  (Вб). Напишите формулу, выражающую зависимость ЭДС во вторичной обмотке от времени.

4. Понижающий трансформатор дает ток 20 А при напряжении 120 В. Первичное напряжение 22 кВ. Найти ток в первичной обмотке, входную и выходную мощности, если КПД 90%.

### Основные формулы по оптике

#### Геометрическая оптика

|                                                                                               |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| $n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{n_2}{n_1}$ | Закон преломления света     |
| $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$                                                     | Формула тонкой линзы        |
| $\Gamma = \frac{f}{d}$                                                                        | Увеличение, даваемое линзой |
| $D = \frac{1}{F}$                                                                             | Оптическая сила линзы       |

### **ЛПЗ 70. Изучение закона отражения света**

1. Световой луч падает на границу раздела двух сред под углом 25 градусов. Чему равен угол между падающим и отражённым лучами?
2. Угол между границей раздела двух сред и падающим лучом равен 41 градус. Чему равен угол отражения?
3. Угол между падающим и отражённым лучами равен 77 градусов. Чему равен угол падения?
4. Под каким углом к горизонту находится падающий луч, если угол отражения равен 55 градусов?
5. На какой угол повернется луч от плоского зеркала при повороте последнего на угол  $60^\circ$ ?

**Критерии оценивания «5» - решить 5 задач; «4» - решить 4 задачи; «3» - решить 3 задачи**

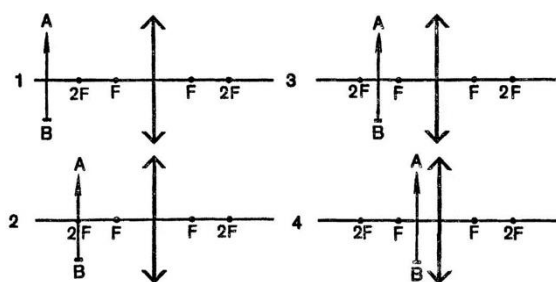
### **ЛПЗ 71. Изучение закона преломления света**

1. Луч света падает на поверхность воды под углом  $59^\circ$ . Найдите угол преломления, если показатель преломления равен 1,33.
2. Найти скорость света в кварце, если показатель преломления кварца равен 1,53.
3. Найти угол преломления света, если угол падения равен  $53^\circ$ , а показатель преломления среды 1,36.
4. Определить скорость света в некотором веществе, если показатель преломления среды 1,75.
5. Найти угол падения луча на поверхность воды, если угол преломления равен  $49^\circ$ . Показатель преломления воды равен 1,33.

**Критерий оценивания: «3» - решить 3 задачи; «4» - решить 4 задачи; «5» - решить все задачи**

### **ЛПЗ 72. Изучение построение в линзах**

1. Постройте изображение предмета АВ, даваемого линзой с фокусным расстоянием



F, для случаев 1-4. Охарактеризуйте каждое изображение.

2. Предмет находится на расстоянии 10 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 15 см. Найдите расстояние от изображения до линзы.

3. На каком расстоянии от двояковыпуклой линзы с фокусным расстоянием 0,5 м расположен предмет, если мнимое изображение получилось от неё на расстоянии 0,57 м?

4. Расстояние от предмета до рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 5 см равно 12 см. Найдите расстояние от изображения до предмета.

5. Расстояние между предметом и экраном равно 70 см. На каком расстоянии от предмета нужно расположить линзу с фокусным расстоянием 15 см, чтобы получить чёткое изображение на экране?

**Критерий оценивания:** «3» - выполнить построение в линзах; «4» - решить 4 задачи и выполнить построение в линзах; «5» - решить все задания.

#### Волновая оптика

|                                                                                                            |                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $n = \frac{c}{v}$                                                                                          | Абсолютный показатель преломления среды                                                                                                                    |
| $c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu$                                                                      | Скорость света в вакууме                                                                                                                                   |
| $\Delta \ell = m\lambda = \frac{2m\lambda}{2}$<br>$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$                             | Условие <b>max</b> при интерференции (разность хода волн $\Delta \ell$ )                                                                                   |
| $\Delta \ell = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$                                                                 | Условие <b>min</b> при интерференции                                                                                                                       |
| $b \sin \theta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$<br>$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$<br>$b \sin \theta = m\lambda$ | Условие <b>max</b> освещённости экрана при дифракции света на <u>щели</u><br><br>Условие <b>min</b> освещённости экрана при дифракции света на <u>щели</u> |
| $d \sin \theta = m\lambda$<br>$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$                                                 | Условие <b>max</b> освещённости экрана при использовании дифракционной <u>решётки</u>                                                                      |

### **ЛПЗ 73. Изучение интерференции света и ее параметров**

1. Расстояние  $d$  между двумя когерентными источниками света ( $\lambda=0,5$  мкм) равно 0,15 мм. Расстояние  $b$  между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 2 см. Определить расстояние  $l$  от источников до экрана.
2. Расстояние  $d$  между двумя щелями в опыте Юнга равно 2 мм, расстояние  $l$  от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны  $\lambda$ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина  $b$  полос интерференции на экране равна 1,5 мм.
3. В опыте Юнга расстояние  $d$  между щелями равно 0,9 мм. На каком расстоянии  $l$  от щелей следует расположить экран, чтобы ширина  $b$  интерференционной полосы оказалась равной 2 мм?
4. На мыльную пленку ( $n=1,3$ ), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженный свет с длиной волны  $\lambda=0,56$  мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?
5. На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет ( $\lambda=600$  нм). Определить угол  $\theta$  между поверхностями клина, если расстояние  $b$  между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 5 мм.

**Критерий оценивания:** «3» - решить 3 задачи; «4» - решить 4 задачи; «5» - решить все задачи.

### **ЛПЗ 74. Изучение интерференции в кольцах Ньютона**

1. Диаметры  $d_i$  и  $d_k$  двух светлых колец Ньютона соответственно равны 4 и 5 мм. Порядковые номера колец не определялись, но известно, что между двумя измеренными кольцами расположено три светлых кольца. Кольца наблюдались в отраженном свете ( $\lambda=500$  нм). Найти радиус кривизны плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.
2. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой стеклянной линзой налита жидкость, показатель преломления которой меньше показателя преломления стекла. Радиус  $r_8$  восьмого темного кольца Ньютона при наблюдении в

отраженном свете ( $\lambda=700$  нм) равен 1,8 мм. Радиус  $R$  кривизны выпуклой поверхности линзы равен 1 м. Найти показатель преломления  $n$  жидкости.

3. На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отраженном свете радиус третьего темного кольца ( $k=3$ ). Когда пространство между плоскопараллельной пластиной и линзой заполнили жидкостью, то тот же радиус стало иметь кольцо с номером, на единицу большим. Определить показатель преломления  $n$  жидкости.

4. В установке для наблюдения колец Ньютона свет с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм падает нормально на плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны  $R_1=1$  м, положенную выпуклой стороной на вогнутую поверхность плосковогнутой линзы с радиусом кривизны  $R_2=2$  м. Определить радиус  $r_3$  третьего темного кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете.

5. Кольца Ньютона наблюдаются с помощью двух одинаковых плосковыпуклых линз радиусом  $R$  кривизны равным 1,5 м, сложенных вплотную выпуклыми поверхностями (плоские поверхности линз параллельны). Определить радиус  $r_2$  второго светлого кольца, наблюдаемого в отраженном свете ( $\lambda=660$  нм) при нормальном падении света на поверхность верхней линзы.

**Критерий оценивания:** «3» - решить 3 задачи; «4» - решить 4 задачи; «5» решить все задачи.

### **ЛПЗ 75. Изучение дифракции на щели**

1. Найти расстояние между кристаллографическими плоскостями кристалла, дифракционный максимум первого порядка от которых в рентгеновских лучах с длиной волны  $\lambda = 1,5$  нм наблюдается под углом  $20^\circ$ .

2. На узкую щель шириной  $a=2 \cdot 10^{-4}$  см падает по нормали плоская монохроматическая волна ( $\lambda=0,67$  мкм). Определите ширину центрального дифракционного максимума на экране, если расстояние от щели до экрана равно  $L=1$  м.

3. На экран с отверстием диаметром 2 мм падает нормально плоская волна ( $0,6 \cdot 10^{-6}$  м). Определить, на каком расстоянии от центра отверстия находится самый дальний дифракционный минимум.

4. На щель шириной  $a=0,06$  мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). Определить угол  $\varphi$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.
5. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол  $\varphi$  отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен  $2^\circ$ . Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?

#### **ЛПЗ 76. Изучение параметров дифракционной решетки**

1. На дифракционную решетку, содержащую  $n=400$  штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол дифракции, соответствующий последнему максимуму.
2. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ( $\lambda=0,4$  мкм) спектра третьего порядка?
3. На дифракционную решетку, содержащую  $n=500$  штрихов на 1 мм, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить ширину спектра первого порядка на экране, если расстояние линзы до экрана равно 3 м. Границы видимости  $\lambda_{кр}=780$  нм,  $\lambda_{ф}=400$  нм.
4. На дифракционную решетку с периодом  $d=10$  мкм под углом  $30^\circ$  падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=600$  нм. Определить угол дифракции, соответствующий второму главному максимуму.
5. Дифракционная картина получена с помощью дифракционной решетки длиной  $l=1,5$  см и периодом  $d=5$  мкм. Определить, в спектре какого наименьшего порядка этой картины получатся отдельные изображения двух спектральных линий с разностью длин волн  $0,1$  нм, если линии лежат в крайней красной части спектра (760 нм).

**Критерий оценивания: «3» - решить 3 задачи; «4» - решить 4 задачи; «5» - решить все задачи.**

## ЛПЗ 77. Изучение законов освещенности на производстве

1. Лампочка, висящая в мастерских потребляющая мощность  $P=75$  Вт, создает на расстоянии  $r=3$  м при нормальном падении лучей освещенность  $E=8$  лк. Определить удельную мощность  $p$  лампочки (в ваттах на канделу) и световую отдачу  $\eta$  лампочки (в люменах на ватт).
2. В вершине кругового конуса находится точечный источник света, посылающий внутри конуса световой поток  $\Phi=76$  лм. Сила света  $I$  источника равна 120 кд. Определить телесный угол  $\omega$  и угол раствора  $2\theta$  конуса.
3. Какую силу тока  $I$  покажет гальванометр, присоединенный к селеновому фотоэлементу, если на расстоянии  $r=75$  см от него поместить лампочку, полный световой поток  $\Phi_0$  которой равен 1,2 клм? Площадь рабочей поверхности фотоэлемента равна  $10 \text{ см}^2$ , чувствительность  $i=300$  мкА/лм.
4. Лампочка силой света  $I=80$  кд находится на расстоянии  $a=2$  м от собирающей линзы с диаметром  $d=12$  см и главным фокусным расстоянием  $f=40$  см. Линза дает на экране, расположенном на расстоянии  $b=30$  см от линзы, круглое светлое пятно. Найти освещенность  $E$  экрана на месте этого пятна. Поглощением света в линзе пренебречь.
5. При печатании фотоснимка негатив освещался в течение  $t_1=3$  с лампочкой силой света  $I_1=15$  кд с расстояния  $r_1=50$  см. Определить время  $t_2$ , в течение которого нужно освещать негатив лампочкой силой света  $I_2=60$  кд с расстояния  $r_2=2$  м, чтобы получить отпечаток с такой же степенью почернения, как и в первом случае?

**Критерий оценивания: «3» - решить 3 задачи; «4» - решить 4 задачи; «5» решить все задачи.**

### Квантовая оптика

|                                                                                                     |                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| $\varepsilon = h\nu$                                                                                | — энергия кванта                      |
| $I_{\text{нас}} = \frac{q_{\text{max}}}{t} = \frac{n \cdot e}{t}$                                   | — ток насыщения                       |
| $eU_{\text{зат}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}$                                                     | — работа задерживающего поля          |
| $\nu_{\text{кр}} = \frac{A_{\text{вых}}}{h}, \quad \lambda_{\text{кр}} = \frac{hc}{A_{\text{вых}}}$ | — «красная граница» фотоэффекта       |
| $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}$                                               | — уравнение Эйнштейна для фотоэффекта |
| $m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$                                                         | — масса фотона                        |
| $E = h\nu, \quad E = \frac{hc}{\lambda}$                                                            | — энергия фотона                      |
| $p = \frac{h\nu}{c}, \quad p = \frac{h}{\lambda}$                                                   | — импульс фотона                      |

### ЛПЗ 78. Изучение параметров фотона

1. Определить импульс фотона с энергией равной  $6,63 \cdot 10^{-19}$  Дж.
2. Вычислить длину волны красной границы фотоэффекта для серебра.
3. Определите наибольшую скорость электрона, вылетевшего из цезия при освещении его светом длиной волны  $3 \cdot 10^{-7}$  м. Работа выхода равна 2 эВ, масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг?
4. Какую максимальную кинетическую энергию имеют электроны, вырванные из оксида бария, при облучении светом частотой  $3 \cdot 10^{16}$  Гц?
5. Найти работу выхода электрона с поверхности некоторого металла, если при облучении этого материала желтым светом скорость выбитых электронов равна  $0,3 \cdot 10^6$  м/с. Длина волны желтого света равна 590 нм.

**Критерий оценивания:** «3» - решить 3 задачи; «4» - решить 4 задачи; «5» - решить все задачи

### ЛПЗ 79. Вычислить параметры уравнения Эйнштейна для фотоэффекта

1. На пластину из никеля попадает электромагнитное излучение, энергия фотонов которого равна 8 эВ. При этом в результате фотоэффекта из пластины вылетают электроны с максимальной энергией 3 эВ. Какова работа выхода электронов из никеля?
2. Найдите длину волны света, которым освещается поверхность металла, если фотоэлектроны имеют кинетическую энергию  $4,5 \cdot 10^{-20}$  Дж, а работа выхода электрона из металла  $7,5 \cdot 10^{-19}$  Дж.
3. Найдите максимальную скорость фотоэлектронов при освещении металла с работой выхода 4 эВ ультрафиолетовым излучением с частотой  $1,2 \cdot 10^{15}$  Гц. Масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг. Учтите:  $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж.
4. Энергия фотона, соответствующая красной границе фотоэффекта, для калия  $7,2 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, если на металл падает свет, энергия фотонов которого равна  $10^{-18}$  Дж.
5. До какого максимального потенциала зарядится цинковая пластина, если она будет облучаться монохроматическим светом длиной волны  $3,24 \cdot 10^{-7}$  м? Работа выхода электрона из цинка равна  $5,98 \cdot 10^{-19}$  Дж. Заряд электрона  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

**Критерий оценивания:** «3» - решить 3 задачи; «4» - решить 4 задачи; «5» - решить все задачи

## ЛПЗ 80. Изучение способов наблюдения и регистрации заряженных частиц

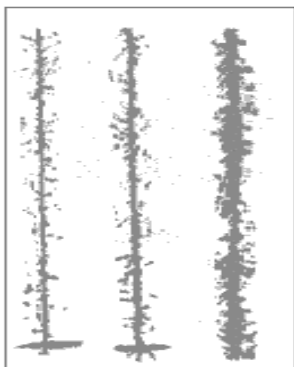
**Цель работы:** провести идентификацию заряженной частицы по результатам сравнения ее трека с треком протона в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле; сформировать элементарные навыки и умения анализировать фотографии треков заряженных частиц

**Оборудование:** готовая фотография двух треков заряженных частиц.

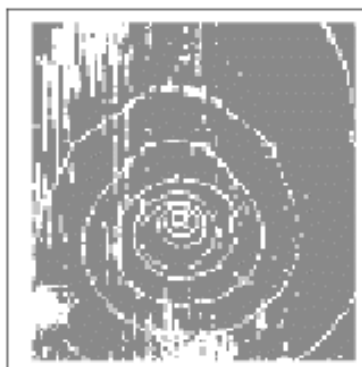
### Ход работы

Письменно ответить на вопросы, используя учебник и Интернет.

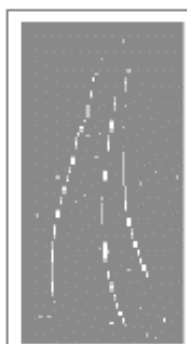
**Задание 1. Изучение треков заряженных частиц, полученных в камере Вильсона.**

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Анализируя фотографию, учащиеся отвечают на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Почему трек ядер имеет разную толщину?</li><li>2. Какой трек принадлежит ядру атома магния, кальция, железа?</li><li>3. Какой вывод можно сделать из сравнения толщины треков ядер атомов различных элементов?</li><li>4. Чем отличаются треки частиц, полученные в фотоэмульсии, от треков частиц в камере Вильсона и пузырьковой камере?</li></ol> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Задание 2. Изучение треков заряженных частиц, полученных в пузырьковой камере.**

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Анализируя фотографию, учащиеся отвечают на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Почему трек электрона имеет форму спирали?</li><li>2. В каком направлении двигался электрон?</li><li>3. Как был направлен вектор магнитной индукции?</li></ol> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Задание 3. Изучение треков заряженных частиц, полученных в фотоэмульсии**

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Анализируя фотографию, учащиеся отвечают на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. В какую сторону двигались <math>\alpha</math>-частицы?</li><li>2. Почему треки <math>\alpha</math>-частиц искривлены?</li><li>3. Как был направлен вектор магнитной индукции?</li><li>4. Почему изменяются радиус кривизны и толщина треков <math>\alpha</math>-частиц к концу их пробега?</li></ol> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Контрольные вопросы

- 1) Длина треков  $\alpha$ -частиц примерно одинакова. О чем это говорит?
- 2) Как менялась толщина трека по мере движения частиц? Что из этого следует?

3) Почему менялись радиус кривизны и толщина треков по мере движения  $\alpha$ -частиц?

4) Почему трек имеет форму спирали?

**Критерий оценивания: «3» выполнить одно задание; «4» выполнить два задания и ответить на два вопроса; «5» решить три задания и ответить на вопросы.**

#### **Используемая литература**

1. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2017.

2. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: электронный учеб.-метод. комплекс для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2014.

#### **Интернет – ресурс**

1. [www.megabook.ru](http://www.megabook.ru) (Мегаэнциклопедия Кирилла и Мефодия, разделы «Наука / Математика. Кибернетика» и «Техника / Компьютеры и Интернет»).

2. [www.heap.altlinux.org/issues/textbooks](http://www.heap.altlinux.org/issues/textbooks) (учебники и пособия по Linux).

3. <http://es.niv.ru/doc/encyclopedia/physics/index.htm> (Физическая энциклопедия в пяти томах)