

**Министерство образования Иркутской области**

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области «Иркутский авиационный техникум»  
(ГБПОУИО «ИАТ»)



А.Н. Якубовский

**Комплект методических указаний по выполнению  
лабораторных и практических работ по дисциплине**

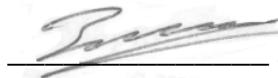
**ПОД.11 Физика**

**по специальности**

**24.02.01 Производство летательных аппаратов**

Иркутск 2017

РАССМОТРЕНЫ  
ВЦК ПЛА  
Протокол № 1 от 31.08.2017 г.  
Председатель ЦК

 / В.К. Задорожный /

Методические указания  
разработаны на основе рабочей  
программы дисциплины  
ПОД.11Физика,  
учебного плана специальности  
24.02.01 Производство  
летательных аппаратов

**Разработчик:**

Никитенко Владимир Леонидович  
Бурлак Елена Евгеньевна

## Перечень практических работ

№ пп	Название работы в соответствии рабочей программой	Объем часов	Страны ца
1	Лабораторная работа №1 «Определение абсолютной и относительной погрешности измерений». Защита лабораторной работы №1	2	5
2	Решение задач на РПД, относительность и сложение скоростей.	1	6
3	Решение графических и аналитических задач на ПРУД	2	7
4	Решение задач по кинематике. Подготовка к контрольной работе	1	8
5	Контрольная работа по кинематике.	1	10
6	Решение задач на законы Ньютона, закон Всемирного тяготения и закон Гука.	2	11
7	Решение задач по динамике.	1	11
8	Контрольная работа по теме "Динамика"	1	12
9	Механическая мощность. Мгновенная и средняя мощность. КПД. Решение задач на работу и мощность	2	13
10	Лабораторная работа №2 «Изучение малых колебаний маятника.»	2	14
11	Решение задач по теме "Механические колебания и волны"	2	15
12	Контрольная работа по разделу "Механика"	1	15
13	Решение задач на основное уравнение МКТ	1	19
14	Лабораторная работа №3 «Изучение изопроцесса»	1	20
15	Решение задач по основам МКТ.	1	22
16	Лабораторная работа «Измерение относительной влажности воздуха»	1	22
17	Лабораторная работа «Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости»	1	24
18	Решение задач по теме "Агрегатные состояния вещества"	1	25
19	Решение задач по термодинамике	1	27
20		1	28
21	Контрольная работа по теме "МКТ И ТД"	1	30
22	Решение задач "Электростатика"	2	31
23	Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.	1	32
24	Решение задач на применение закона Ома к цепям с последовательным и параллельным соединением проводников.	1	33
25	Исследование последовательного соединения резисторов.	1	34
26	Изучение закона Ома для участка цепи	1	35
27	Решение задач по теме "Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. КПД источника тока."	1	35
28	Измерение удельного сопротивления проводника	1	36
29	Решение задач на законы постоянного тока	2	37
30	Определение электрохимического эквивалента меди	2	38
31	Решение задач на магнитное поле и силу Ампера и силу Лоренца.	2	39

31	Решение задач на закон ЭМИ,закон самоиндукции и энергию магнитного поля.	1	40
32	Контрольная работа по теме «Электродинамика»	1	42
33	Сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока.	2	43
34	Полное сопротивление последовательной цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока,содержащей R,L,C.	2	44
35	Решение задач на закон отражения и преломления, решение задач на построение изображений и решение задач на формулу линзы	1	45
36	Лабораторная работа «Определение фокусного расстояния линзы»	1	46
37	Решение задач на интерференцию, дифракцию и дифракционную решетку.	1	47
38	Лабораторная работа «Измерение длины световой волны»	1	48
39	Контрольная работа по теме "Оптика"	2	49
40	Решение задач по теме "Квантовая физика"	2	50
41	Модели строения ядра. Состав ядра. Заряд и масса ядра. Изотопы. Энергия связи ядра. Ядерные силы. Удельная энергия связи, дефект масс	1	50
42	Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции. Законы сохранения при ядерных реакциях. Энергетический выход ядерной реакции. Цепные ядерные реакции. Критическая масса. Ядерный реактор. Атомные электростанции.	2	50
43	Термоядерная реакция	1	50
44	Решение задач на тему "Ядерные и термоядерные реакции"	1	50
45	Контрольная работа по теме "Квантовая физика и физика атома и атомного ядра"	1	51
	Всего	60	

## Практическая (лабораторная) работа №1

**Название работы:** Определение абсолютной и относительной погрешности измерений при измерении плотности твердого тела.

**Цель работы:** Определить плотность твердого тела; научиться определять погрешности измерений и оценивать точность проведенного эксперимента.

**Основные понятия:** Плотность характеризует зависимость массы тела от рода его вещества и измеряется массой вещества в единице объема:

(1)  $\rho = m/V$  (кг/м<sup>3</sup>), где  $m$  - масса тела (кг);  $V$  - объем тела (м<sup>3</sup>).

Объем тела прямоугольной формы вычисляется по формуле:

(2)  $V = a \cdot b \cdot c$ , где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  - значения длины, ширины и высоты образца.

Объем тела цилиндрической формы вычисляется по формуле:

(3)  $V = \pi D^2 h / 4$ , где  $\pi = 3,14$ ;  $D$ -диаметр основания цилиндра;  $h$ -высота цилиндра.

Объем тела шарообразной формы определяется по формуле:

(4)  $V = \pi D^3 / 6$ , где  $D$ -диаметр шара.

**Исходные данные (задание):** Твердое тело правильной формы (цилиндр) из металла (сталь, латунь, алюминий)

### Порядок выполнения:

1. Установить весы с помощью винтов.

2. Взвешиванием определить массу тела  $m$  с точностью до 0,1 г. Перевести в СИ

3. Измерить линейные размеры тела (длину, ширину и высоту или диаметр) с помощью штангенциркуля с точностью до 0,2 мм. Перевести в СИ.

4. Вычислить объем тела  $V$  по формуле (2,3 или 4). Вычисления провести с точностью до трех значащих цифр.

5. Вычислить плотность тела по формуле (1). Результат округлить до целого числа.

5. Определить абсолютную погрешность измерений по формуле  $\Delta\rho = |\rho - \rho_t|$ , где  $\Delta\rho$ -абсолютная погрешность,  $\rho$ -измеренное значение плотности,  $\rho_t$ -табличное значение плотности.

6. Определить относительную погрешность измерений по формуле  $\varepsilon = \Delta\rho / \rho \cdot 100\% / \rho$ ,

где  $\varepsilon$  - относительная погрешность измерений,

$\Delta\rho$  - абсолютная погрешность измерений,

$\rho_t$  - табличное значение плотности.

Результат округлить до целого числа процентов.

7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

тело	$m$ , кг	$D$ , м	$h$ , м	$V$ , м <sup>3</sup>	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_t$ , кг/м <sup>3</sup>	$\Delta\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\varepsilon$ , %
№1								
№2								

8. Оформить окончательную запись результата в виде доверительного интервала:

$$\rho = \rho_{\text{изм}} \pm \Delta\rho \text{ (кг/м}^3\text{) при } \varepsilon = \dots \text{ %}.$$

9. Сформулировать и записать вывод по проделанной работе.

**Перечень оборудования:** весы лабораторные с разновесами, штангенциркуль, образец.

**Вопросы для повторения:**

1. Какие единицы измерений в системе СИ являются основными?
2. Что называется погрешностью измерения?
3. Какую погрешность измерений называют случайной и какую систематической?
4. Чем является класс точности измерительного прибора?
5. Что показывает полученная в работе абсолютная погрешность?
6. Что показывает полученная в работе относительная погрешность?
7. Какими способами можно уменьшить погрешность измерения?

**Приложение**

Табличные значения плотности: Алюминий -2700 кг/м<sup>3</sup>, Латунь 8700 кг/м<sup>3</sup>, Сталь-7900 кг/м<sup>3</sup>.

**Практическая работа №2**

**Название работы:** Решение задач на РПД, относительность и сложение скоростей.

**Цель работы:** Закрепление знаний по теме равномерное прямолинейное движение. Формирование навыков решения задач.

**Исходные данные (задание):**

**1) Ответить на вопросы:**

1. Какое движение называют равномерным?
2. Что называется скоростью равномерного движения?
3. В каких единицах она измеряется?
4. В каких случаях проекция скорости равномерного движения положительна, в каких отрицательна?
5. Как найти проекцию перемещения, если известна проекция скорости?
6. Запишите уравнение координаты и назовите все входящие в него величины.

**Решить задачи:**

1. На оси координат показаны тела и их скорости (рис.1):

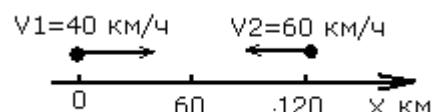


Рис.1

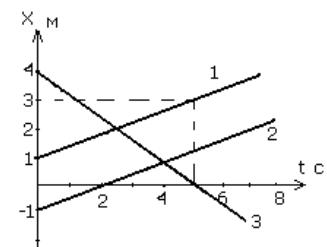
- Определить начальные координаты тел
- Записать для каждого тела уравнение зависимости координаты от времени  $x(t)$ .
- Построить график зависимости  $x(t)$ .
- Найти время и координату встречи тел.
- Найти координату каждого тела через 4 ч.
- Найти путь каждого тела за 6 ч.
- Найти расстояние между телами через 4 ч.

2. Движение двух тел задано уравнениями:  $x_1=4+2t$ ,  $x_2=8-2t$ .

- Найти время и координату места встречи
- Построить графики зависимости  $x(t)$ .

3. Для тел 1, 2 и 3, графики координат которых даны на рисунке 2:

- Найти начальные координаты.
- Найти скорости тел.
- Записать уравнения движения  $x(t)$ .
- Что общего в движении 1 и 2 тел? Что означают точки пересечения графиков?



4. По графику координаты

(рис.3) построить график проекции скорости и график пути. Чему равны путь и перемещение за 8 с?

5. По графику скорости

(рис.4) построить график

координаты ( $x_0=4$  м) и график пути. Чему равны путь и перемещение за 8 с?

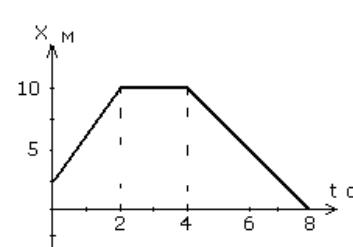


Рис.3

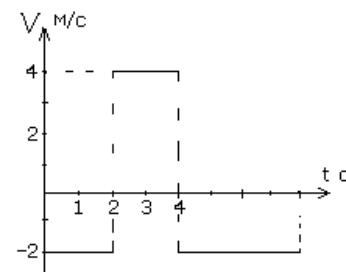


Рис.4

**Перечень оборудования:** дидактический материал ( листы с заданием)

**Задание для самостоятельной работы:**

1. Движение точки на плоскости задано уравнениями  $x=1+t$ ;  $y=4t$ . Записать уравнение траектории и построить ее на плоскости ХОY. Определить компоненты вектора скорости  $v_x$ ,  $v_y$ , найти модуль и направление вектора скорости.

2. Движение двух тел задано уравнениями:  $x_1=3 + 0,5t$ ,  $x_2=8 - 2t$ . Найти время и координату места встречи графически и аналитически.

3. Записать уравнения движения тел, графики которых даны на рисунке 1. Что общего в движении 1 и 2 тел? Что означают точки пересечения графиков?

4. По графику скорости построить график координаты ( $x_0=6$  м). Чему равны путь и перемещение за 8 с?

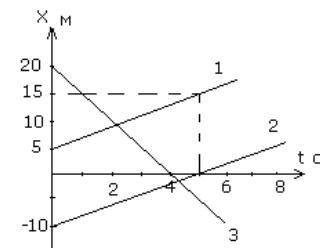


Рис.1

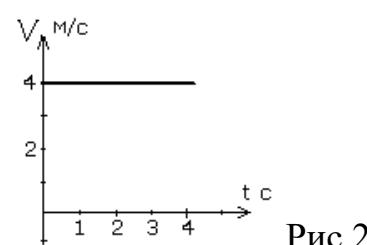


Рис.2

### Практическая работа №3

**Название работы:** Решение графических и аналитических задач на ПРУД.

**Цель работы:** Закрепление знаний по теме равноускоренное прямолинейное движение. Формирование навыков решения задач графическим и аналитическим методами.

**Исходные данные (задание):**

**1) Решение задач аналитическим методом:**

- Через 25 с после начала движения спидометр автомобиля показал скорость движения 36 км/ч. С каким ускорением двигался автомобиль?
- За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением  $0,6 \text{ м/с}^2$ , пройдет 30 м?
- Какую скорость будет иметь тело через 20 с от начала движения, если ускорение его движения равно  $12 \text{ м/с}^2$ ?

**2) Решение задач графическим методом:**

4. По графикам, изображенными на рисунке, записать уравнения зависимости скорости и координаты от времени	5. По графикам, изображенными на рисунке, записать уравнения зависимости скорости и координаты от времени	6. По графикам, изображенными на рисунке, записать уравнения зависимости скорости и координаты от времени
 Рис. к задаче 4	 Рис. к задаче 5	 Рис. к задаче 6

7. Поезд метро, отходя от станции, может развить скорость 72 км/ч за 20 с. Определить ускорение его движения. Какой путь при этом поезд проходит?

**Перечень оборудования:** дидактический материал (листы с заданием)

**Задание для самостоятельного решения:**

- Велосипедист, движущийся со скоростью 3 м/с, начинает спускаться с горы с ускорением  $0,8 \text{ м/с}^2$ . Найдите длину горы, если спуск занял 6 с.
- Начав торможение с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ , поезд прошел до остановки 225 м. Какова была его скорость перед началом торможения?
- Шарик в течение 1 мин катится под уклон с ускорением  $5 \text{ см/с}^2$ . Какой путь он пройдет за это время и какова его скорость в конце этого пути? (начальную скорость принять равной нулю).
- Автомобиль, остановившись перед светофором, набирает затем скорость 54 км/ч на пути 50 м. С каким ускорением он должен двигаться? Сколько времени будет длиться этот разбег?
- Электропоезд, отходящий от станции, в течение 0,5 мин двигался с ускорением  $0,8 \text{ м/с}^2$ . Определите путь, который он прошел за это время, и скорость в конце этого пути

## Практическая работа №4

**Название работы:** Решение задач по кинематике. Подготовка к контрольной работе.

**Цель работы:** Закрепление знаний по теме кинематика.

**Основные понятия:** Алгоритм решения задач по кинематике

1. Внимательно прочитай условие задачи. Проанализируй ситуацию, постараися понять ее и уяснить: что нужно найти или доказать, какие величины известны, а какие нет.
2. Выбери тело отсчета, свяжи с ним систему координат и определи начало отсчета времени (если они необходимы для решения задачи). Установи характер и направление движения, а также возможные траектории тел, участвующих в движении.
3. Сделай схематический чертеж: изобрази систему отсчета и укажи для каждого тела известные величины и начальные условия.
4. Для каждого тела, участвующего в движении, запиши уравнения движения и скорости в векторной форме.
5. Спроецируй все векторы на оси координат и запиши уравнения движения и скорости в проекциях.
6. Реши полученные уравнения относительно неизвестных величин в общем виде. Помни, что число уравнений должно быть равно числу неизвестных.
7. Сделай проверку размерности.
8. Выполны вычисления, если это необходимо, и оцени реальность полученных результатов. Запиши ответ.

**Исходные данные (задание):**

Решить предложенные задачи (на выбор)

1. Свободно падающее тело за последнюю секунду падения прошло  $1/3$  всего пути. Найти время падения и высоту, с которой упало тело.
2. С каким промежутком времени оторвались от карниза крыши две капли, если спустя 2 с после начала падения второй капли расстояние между каплями было 25 м?
3. Аэростат поднимается с Земли вертикально вверх с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ . Через  $\tau = 5$  с от начала движения из него выпал предмет. Через сколько времени предмет упадет на землю?
4. Радиус одного колеса 15 см, другого — 30 см, а линейные скорости точек на ободе колес соответственно равны 2,5 и 5 м/с. Во сколько раз центростремительное ускорение точек на ободе одного колеса больше, чем на ободе другого?
5. Линейная скорость точек обода вращающегося диска равна 3 м/с, а точек, находящихся на 10 см ближе к оси вращения, — 2 м/с. Найти частоту вращения диска.
6. Угол поворота колеса радиусом 0,1 м изменяется по закону  $\varphi = 3t$ . Найти угловую и линейную скорости, центростремительное ускорение точек обода колеса, период и частоту его вращения.
7. Мяч брошен горизонтально с высоты 25 м. Какова начальная скорость и время полета мяча, если он упал на расстоянии 10 м от места бросания по горизонтали.

8. Снаряд вылетает из пушки под углом  $45^\circ$  к горизонту со скоростью 500 м/с. На какой высоте будет снаряд через 10 с? Какова будет его скорость в этот момент?
9. Дальность полета тела, брошенного горизонтально со скоростью 10 м/с равна половине высоты бросания. С какой высоты было брошено тело? Какова была его скорость в момент падения?
10. Снаряд вылетает из пушки под углом  $30^\circ$  к горизонту со скоростью 600 м/с. Какой максимальной высоты достигнет снаряд? Сколько времени будет двигаться до верхней точки? Какова будет его скорость в этот момент?

### Практическая работа №5

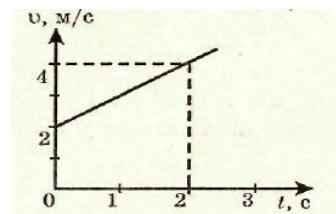
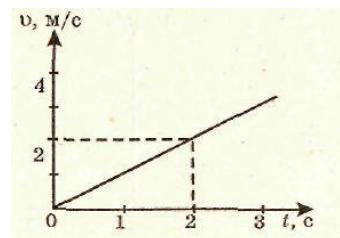
**Название работы:** Контрольная работа по кинематике.

**Цель работы:** Контроль усвоения знаний по теме «Кинематика»

**Исходные данные (задание):**

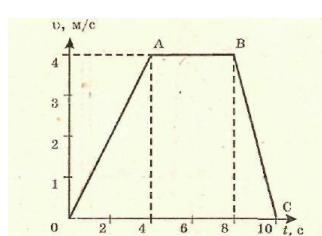
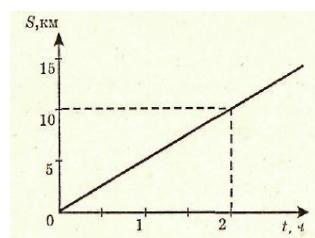
#### 1 вариант

1. Какой путь пройдет автомобиль за 10 с после начала движения, двигаясь с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ ?
2. На рис.1 изображен график зависимости скорости прямолинейного движения тела от времени. Чему равно ускорение тела?
3. Мяч брошен вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Определите время подъема мяча и максимальную высоту подъема.
4. На рис. 2 изображен график зависимости скорости движения тела от времени. Используя данные графика, запишите уравнение зависимости скорости от времени движения тела.
5. Скорость автомобиля на повороте равна по модулю 20 м/с. Радиус кривизны поворота 50 м. Каково ускорение автомобиля? Какова угловая скорость автомобиля?
6. Камень брошен горизонтально с высоты 50 м с начальной скоростью 10 м/с. Через сколько времени и на каком расстоянии он упадет на землю?



#### 2 вариант

1. На рис.1 приведен график зависимости пути, пройденного велосипедистом, от времени  $S = S(t)$ . Рассчитайте скорость велосипедиста.
2. На рис. 2 изображена зависимость скорости движения тела от времени  $v = v(t)$ . На каком из участков тело движется равноускоренно?
3. Поезд длиной 720 м движется равномерно по мосту со скоростью 18 км/ч. За какое время он пройдет мост, если длина моста 480 м?
4. Мяч брошен вертикально вверх со скоростью 10 м/с. Определите время подъема мяча и максимальную высоту подъема.
5. Скорость автомобиля на повороте равна по модулю 30 м/с.



Радиус кривизны поворота 100 м. Каково центростремительное ускорение, угловая скорость и период обращения автомобиля?

6. Мяч брошен горизонтально из окна с высоты 12 м с начальной скоростью 3 м/с. Через сколько времени и на каком расстоянии он упадет на землю?

### **Практическая работа №6**

**Название работы:** Решение задач на законы Ньютона, закон Всемирного тяготения и закон Гука.

**Цель работы:** Закрепление знаний по теме. Формирование навыков решения задач

**Исходные данные (задание):**

Решите задачи:

1. На какую высоту поднялся космический корабль, если приборы отметили уменьшение ускорения свободного падения в 5,5 раз?
2. Найти ускорение свободного падения на высоте, равной 12 радиусам Земли.
3. Масса планеты Сатурн в 95 раз больше массы Земли, а её радиус составляет 9,5 радиусов Земли. Определить ускорение свободного падения на планете Сатурн, если на Земле оно равно  $9,8 \text{ м/с}^2$ .
4. Вычислить первую космическую скорость для планеты Нептун, если его радиус равен 24960 км, а ускорение свободного падения на его поверхности равно  $11 \text{ м/с}^2$ .
5. Вычислить первую космическую скорость для планеты Венера, если её радиус 6052 км, а масса равна  $5 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ .
6. Две пружины равной длины поочередно растягиваются под действием одной и той же силы. Пружина жесткостью 500 Н/м удлинилась на 1 см. Какова жесткость второй пружины, если ее удлинение равно 5 см?
7. Тело массой  $m$  тянут по гладкой горизонтальной поверхности с помощью легкой пружины. Жесткость пружины  $k$ . Чему равно удлинение пружины, если ускорение тела  $a$ ?
8. Чему равна жесткость пружины, которая удлиняется на 5 см, если на ней уравновесить груз массой 2,5 кг?
9. Барабан сушильной машины, имеющий диаметр 2 м, вращается с угловой скоростью 20 рад/с. Во сколько раз сила, прижимающая ткань к стенке, больше силы тяжести ткани?
10. Самолет, летящий со скоростью 900 км/ч, выполняет «мертвую петлю». Каков должен быть радиус петли, чтобы вес летчика был равен пятикратной силе тяжести?

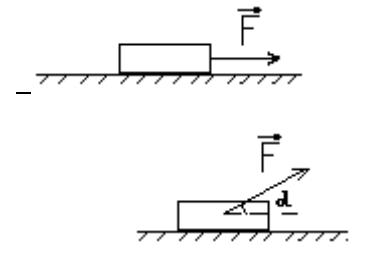
### **Практическая работа №6**

**Название работы:** Решение задач по динамике.

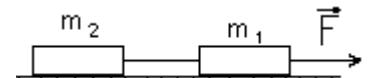
**Цель работы:** Закрепление знаний по теме. Формирование навыков решения задач

**Исходные данные (задание):**

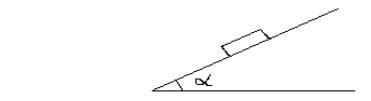
1. Тело массой 5 кг движется под действием силы 10 Н по горизонтальной поверхности с коэффициентом трения 0,1. Найти ускорение тела.



2. Тело массой 5 кг движется под действием силы 10 Н направленной под углом  $60^\circ$  к горизонту по горизонтальной поверхности с коэффициентом трения 0,1. Найти ускорение тела.



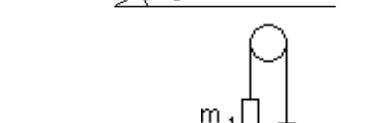
3. Два тела  $m_1=3$  кг и  $m_2=2$  кг, связанные невесомой, нерастяжимой нитью, движутся под действием силы  $F=10$  Н по гладкой поверхности. Найти ускорение тел и силу натяжения нити.



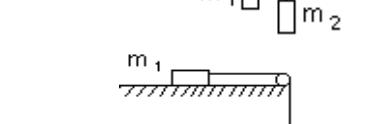
4. Тело равномерно скользит по наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$ . Найти коэффициент трения.



5. Какую силу  $F$  нужно приложить, чтобы равномерно втащить тело массой  $m$  по наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$  при коэффициенте трения  $\mu$ ?



6. Два тела массами  $m_1=0,3$  кг и  $m_2=0,2$  кг связаны невесомой, нерастяжимой нитью. Найти ускорение тел и силу натяжения нити.



7. Два тела массами  $m_1=0,3$  кг и  $m_2=0,2$  кг связаны невесомой, нерастяжимой нитью. Найти ускорение тел и силу натяжения нити.



8. На горизонтальной дороге автомобиль совершает поворот радиусом 16 м. Какова наибольшая скорость, которую может развить автомобиль, чтобы его не занесло, если коэффициент трения 0,4?

### Практическая работа №8

**Название работы:** Контрольная работа по теме "Динамика"

**Цель работы:** Контроль сформированности знаний и умений по теме «Динамика».

**Исходные данные (задание):**

Вариант 1.

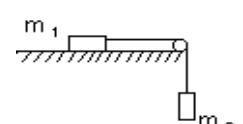
1. Масса человека на Земле 80 кг. Чему будут равны его масса и вес на поверхности Марса, если ускорение свободного падения на Марсе  $3,7 \text{ м/с}^2$ ?

2. Найдите силу притяжения двух тел массами по 10 кг, находящимися на расстоянии 100 м.

3. Пружина длиной 25 см растягивается с силой 40 Н. Найдите конечную длину растянутой пружины, если ее жесткость  $100 \text{ Н/м}$ .

4. Чему равна масса Луны, если ускорение свободного падения на Луне  $1,6 \text{ м/с}^2$ , а ее радиус  $1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$ .

5. Два тела массами  $m_1=0,3$  кг и  $m_2=0,2$  кг связаны невесомой, нерастяжимой нитью. Найти ускорение тел и силу натяжения нити.



6. На горизонтальной дороге автомобиль совершает поворот радиусом 16 м. Какова наибольшая скорость, которую может развить автомобиль, чтобы его не занесло, если коэффициент трения 0,4?

Вариант 2.

1. Средний радиус планеты Меркурий 2420 км, а ускорение свободного падения  $3,72 \text{ м/с}^2$ . Найдите массу Меркурия.

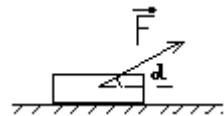
2. Самолет, летящий со скоростью 900 км/ч, выполняет «мертвую петлю». Каков должен быть радиус петли, чтобы вес летчика был равен пятикратной силе тяжести?

3. Деревянный брускок массой 5 кг скользит по горизонтальной поверхности. Чему равна сила трения скольжения, если коэффициент трения скольжения 0,1?

4. Снаряд массой 15 кг при выстреле приобретает скорость 600 м/с. Найдите среднюю силу, с которой пороховые газы давят на снаряд, если длина ствола орудия 1,8 м. Движение снаряда в стволе считайте равноускоренным.

5. Космический корабль массой 8 т приблизился к орбитальной космической станции на расстояние 100 м. Чему равна масса станции, если сила притяжения станции и корабля 1 мкН.

6. Тело массой 5 кг движется под действием силы 10 Н направленной под углом  $60^\circ$  к горизонту по горизонтальной поверхности с коэффициентом трения 0,1. Найти ускорение тела.



### Практическая работа №9

**Название работы:** Механическая работа и мощность. Решение задач на работу и мощность, КПД.

**Цель работы:** Закрепление знаний по теме равноускоренное прямолинейное движение. Формирование навыков решения задач

**Исходные данные (задание):**

**Решите задачи:**

1. Тело массой 5 кг свободно падает в течение 4 с. Какую работу совершает при этом сила тяжести, действующая на тело?
2. Какую работу нужно совершить, чтобы тело массой 200 г прошло по горизонтали без начальной скорости равноускоренно 45 м за 3 с? Коэффициент трения 0,1.
3. Автомобиль массой 5 т едет с горы, угол наклона которой  $15^\circ$ . Коэффициент трения 0,2. За 6 с скорость автомобиля возросла от 32,4 км/ч до 75,6 км/ч. Какую работу совершает двигатель автомобиля при этом спуске?
4. Пуля массой 10 г, летевшая со скоростью 800 м/с, пробила доску толщиной 8 см. После этого скорость пули уменьшилась до 400 м/с. Найти среднюю силу сопротивления доски.
5. Мяч массой 50 г свободно падает в течение 2 с. Определить работу силы тяжести.
6. Какую работу совершает двигатель автомобиля «Жигули» массой 1,3 т при трогании с места на первых 75 м пути, если это расстояние автомобиль проходит за 10 с, а коэффициент сопротивления движению равен 0,05?

7. Самолет массой 1 т летит горизонтально на высоте 1200 м со скоростью 50 м/с. При выключении мотора самолет переходит в планирующий полет и достигает Земли со скоростью 25 м/с. Определить среднюю силу сопротивления воздуха при спуске, принимая длину спуска равной 8 км.
8. Трактор тянет плуг, прилагая силу 60 кН под углом  $25^\circ$  к направлению движения. Определить мощность, развиваемую трактором, если за 10 с трактор проходит равномерно 50 м.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Что называют механической работой? Какая формула выражает смысл этого понятия?
2. Запишите формулу для подсчета работы силы, действующей на тело под произвольным углом к его перемещению.
3. Какова единица работы в СИ? Сформулируйте определение этой единицы.
4. Что называют мощностью? Какова единица мощности в СИ? Сформулируйте определение этой единицы.
5. Выведите и объясните формулу, выражющую связь между мощностью и скоростью движения.

**Практическая (лабораторная) работа №10**

**Название работы:** Изучение малых колебаний маятника (определение ускорения свободного падения)

**Цель работы:**

1. Показать, что малые колебания являются гармоническими, т.е. подчиняются законам гармонических колебаний
2. Определить экспериментально ускорение свободного падения и сравнить его значение с табличным.

**Основные понятия:**

Если малые колебания груза на длинной нити можно рассматривать как гармонические, то для периода колебаний справедлива формула  $T = 2\pi L/g$ , откуда  $g=4\pi^2 L/T^2$ .

**Исходные данные (задание):**

Экспериментально определим период колебаний  $T$  и рассчитаем ускорение свободного падения  $g$ . Если рассчитанное значение  $g$  совпадает с табличным (с учетом погрешности эксперимента), наше предположение о гармоничности малых колебаний верно.

**Порядок выполнения:**

1. Собрать маятник, измерить его длину  $L$ .
2. Привести маятник в движение, отклонив на малый угол.
3. Измерив время и число колебаний, определить их период  $T$ .
4. Рассчитать ускорение свободного падения  $g$ .
5. Повторить эксперимент несколько раз (три- пять).
6. Рассчитать среднее значение  $g_{ср} = \sum g_i/N$ , абсолютную  $\Delta g_i = |g_{ср} - g_i|$ ,  $\Delta g_{ср} = \sum \Delta g_i/N$  и относительную погрешность  $\varepsilon = \Delta g_{ср} \cdot 100\% / g_{ср}$
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

№	$L, \text{ м}$	$N$	$t, \text{ с}$	$T, \text{ с}$	$g, \text{ м/с}^2$	$g_{ср}, \text{ м/с}^2$	$\Delta g_{ср}, \text{ м/с}^2$	$\varepsilon, \%$
1								

8. Оформить окончательную запись результата в виде доверительного интервала:

$$g = g_{\text{ср}} \pm g_{\text{ср}}, \quad \varepsilon = \dots \%$$

9. Сформулировать и записать вывод по проделанной работе.

**Перечень оборудования:** штатив с лапкой и муфтой, груз на длинной нити, линейка (сантиметровая лента или рулетка), часы с секундной стрелкой (секундомер).

**Вопросы для повторения:**

1. Дайте определение гармонических колебаний, изобразите график таких колебаний.
2. Как изменится период математического маятника, если изменить его длину, массу колеблющегося тела, амплитуду колебаний?
3. Одинаково ли значение ускорения свободного падения для тел с различной массой?

### Практическая работа №11

**Название работы:** Решение задач по теме "Механические колебания и волны"

**Цель работы:** Закрепление знаний по теме равноускоренное прямолинейное движение. Формирование навыков решения задач

**Исходные данные (задание):**

**Решите задачи:**

1. За одно и то же время один пружинный маятник делает 10 колебаний, другой – 20 колебаний на пружине с той же жесткостью. Определить массу маятников, если сумма их масс равна 3 кг.
2. На поверхности воды плавает деревянный кубик с ребром а. Определить период малых колебаний кубика. Плотности воды и дерева известны.
3. Математический маятник совершает косинусоидальные колебания. Через сколько времени волях периода после начала колебаний кинетическая энергия станет равна потенциальной?
4. Во сколько раз период колебаний математического маятника на некоторой планете больше, чем на Земле, если радиус планеты вдвое меньше радиуса Земли, а плотности одинаковы?
5. При какой скорости поезда подвешенный в вагоне маятник будет раскачиваться особенно сильно? Длина рельса 25 м, длина маятника 1 м.
6. Ультразвуковой сигнал, посланный с корабля вертикально вниз возвратился через 6 с. определить глубину моря, если скорость распространения звука в морской воде 1,3 км/с.
7. Почему звук прекращается, если звучащий предмет зажать в руке?
8. Составьте кроссворд по терминам данной темы (не менее 10 слов).
9. Что представляет собой график колебаний? График волны? Чем они отличаются?

### Практическая работа №12

**Название работы:** Контрольная работа по разделу "Механика"

**Цель работы:** Контроль знаний по теме «Механика».

**Исходные данные (задание):**

## 1 вариант

1. Под действием силы 8 Н первоначально покоявшееся тело массой 4 кг будет двигаться:

- 1) равномерно со скоростью  $2 \text{ м/с}$ ; 2) равноускоренно с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ ;
- 3) равноускоренно с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ ; 4) равномерно со скоростью  $0,5 \text{ м/с}$ .

2. Невесомость можно наблюдать:

1) на борту космического корабля, стартующего с космодрома 2) на борту космической станции, движущейся по околоземной орбите 3) в спускаемом аппарате, совершающем посадку на Землю при помощи парашюта 4) во всех трёх перечисленных выше случаях

3. На бруск массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 20 Н. Чему будет равна сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 2 раза, если коэффициент трения не изменится?

- 1) 5 Н 2) 10 Н 3) 20 Н 4) 40 Н

4. Под действием силы 4,5 Н пружина удлинилась на 6 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 4 см?

- 1) 2 Н 2) 3,5 Н 3) 3 Н 4) 4 Н

5. Упругий резиновый жгут сложили вчетверо. Как изменилась при этом жесткость жгута?

1) Увеличилась в 16 раз 2) Увеличилась в 4 раза 3) Уменьшилась в 16 раз 4) Уменьшилась в 4 раза

6. К пружине школьного динамометра подвешен груз массой 0,1 кг. При этом пружина удлинилась на 2,5 см. Определите удлинение пружины при добавлении ещё двух грузов по 0,1 кг. *Удлинение укажите в сантиметрах.*

7. Метеорит пролетает около Земли за пределами атмосферы. Как направлен вектор ускорения метеорита в тот момент, когда вектор силы гравитационного притяжения Земли перпендикулярен вектору скорости метеорита?

1) параллельно вектору скорости 2) по направлению вектора силы  
3) по направлению вектора скорости 4) по направлению суммы векторов силы и скорости

8. У поверхности Земли на космонавта действует сила тяготения 720 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Земли на расстоянии трех земных радиусов от ее центра?

- 1) 0 Н 2) 240 Н 3) 180 Н 4) 80 Н

9. Самолет летит со скоростью  $v_1 = 180 \text{ км/ч}$ , а вертолет со скоростью  $v_2 = 90 \text{ км/ч}$ . Масса самолета  $m = 3 \text{ 000 кг}$ . Отношение импульса самолета к импульсу вертолета равно 1,5. Масса вертолета равна

- 1) 1 500 кг 2) 3 000 кг 3) 4 000 кг 4) 8 000 кг

10. Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость  $5 \text{ м/с}$ , а у подножия горки она равнялась  $15 \text{ м/с}$ . Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки?

- 1) 7,5 м 2) 10 м 3) 15 м 4) 20 м

11. После удара клюшкой шайба стала скользить вверх по ледяной горке от ее основания, и у ее вершины имела скорость  $5 \text{ м/с}$ . Высота горки 10 м. Трение шайбы о лед пренебрежимо мало. Какова скорость шайбы сразу после удара?

- 1)  $7,5 \text{ м/с}$  2)  $15 \text{ м/с}$  3)  $12,5 \text{ м/с}$  4)  $10 \text{ м/с}$

12. Камень массой 1 кг брошен вертикально вверх. В начальный момент его энергия равна 200 Дж. На какую максимальную высоту поднимется камень? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 10 м 2) 200 м 3) 20 м 4) 2 м

13. Камень массой 1 кг падает на землю с высоты 30 м из состояния покоя. Какую кинетическую энергию имеет камень перед ударом о землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 300 Дж 2) 45 Дж 3) 450 Дж 4) 3000 Дж

14. Два груза одинаковой массы подняли с одинаковой исходной высоты в верхнюю точку наклонной плоскости: один груз — втаскивая наверх вдоль наклонной плоскости, а другой — поднимая вертикально. При этом модуль работы силы тяжести, действующей на грузы,

- 1) больше при подъёме груза вертикально вверх 2) для первого груза зависит от угла наклона плоскости  
3) больше при подъёме груза вдоль наклонной плоскости 4) одинаковый для обоих грузов

15. Автомобиль, двигаясь с выключенным двигателем, на горизонтальном участке дороги имеет скорость  $20 \text{ м/с}$ . Какое расстояние он проедет до полной остановки вверх по склону горы под углом  $30^\circ$  к горизонту? (Трением пренебречь.) 1) 10 м  
2) 20 м 3) 80 м 4) 40 м

## 2 вариант

1. Космический корабль улетает от Земли с выключенными двигателями. Как направлен вектор ускорения корабля в тот момент, когда вектор силы гравитационного притяжения Земли направлен под углом  $120^\circ$  к вектору скорости корабля? Действие остальных тел на корабль пренебрежимо мало.

- 1) по направлению вектора скорости 2) по направлению вектора силы  
3) противоположно вектору скорости 4) по направлению суммы векторов силы и скорости

2. Невесомость можно наблюдать

- 1) в лифте, ускоренно движущемся вверх 2) в свободно падающем лифте  
3) в лифте, равномерно движущемся вниз 4) во всех трёх перечисленных выше случаях

3. На бруск массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 20 Н. Чему будет равна сила трения скольжения, если коэффициент трения уменьшится в 2 раза при неизменной массе?

- 1) 5 Н 2) 10 Н 3) 20 Н 4) 40 Н

4. Мальчик равномерно опускает гирю, действуя на неё с силой 50 Н. Гиря действует на руку мальчика с силой

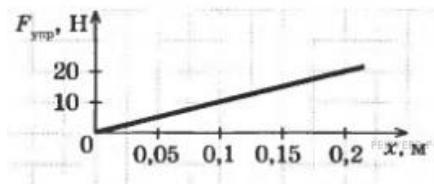
- 1) больше 50 Н, направленной вниз 2) 50 Н, направленной вниз  
3) 50 Н, направленной вверх 4) меньше 50 Н, направленной вниз

5. Насколько растягивается пружина, жёсткость которой  $k = 1000 \text{ Н/м}$  под действием силы 100 Н? Пружину считайте идеальной.

- 1) 1 м 2) 10 см 3) 1 см 4) 1 мм

6. На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости, возникающей при растяжении пружины, от ее деформации. Жесткость этой пружины равна

- 1) 10 Н/м 2) 20 Н/м 3) 100 Н/м 4) 0,01 Н/м



7. Тело массой  $m$  висит на пружине жёсткости  $k$ . Если на пружину вдвое большей жёсткости подвесить тело с вдвое большей массой, то деформация второй пружины будет

- 1) в 4 раза больше, чем у первой пружины 2) в 4 раза меньше, чем у первой пружины

- 3) такой же, как у первой пружины 4) в 2 раза меньше, чем у первой пружины

8. У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 144 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Луны на расстоянии трех лунных радиусов от ее центра?

- 1) 48 Н 2) 36 Н 3) 16 Н 4) 0 Н

9. Танк движется со скоростью  $v_1 = 18 \text{ км/ч}$ , а грузовик со скоростью  $v_2 = 72 \text{ км/ч}$ . Масса танка  $m = 36\,000 \text{ кг}$ . Отношение величины импульса танка к величине импульса грузовика равно 2,25. Масса грузовика равна

- 1) 1 500 кг 2) 3 000 кг 3) 4 000 кг 4) 8 000 кг

10. Камень массой 1 кг брошен вертикально вверх с начальной скоростью 4 м/с. На сколько увеличится потенциальная энергия камня от начала движения к тому времени, когда скорость камня уменьшится до 2 м/с?

- 1) 2 Дж 2) 4 Дж 3) 6 Дж 4) 12 Дж

11. Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость  $5 \text{ м/с}$ . Высота горки 10 м. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова скорость санок у подножия горки?

- 1)  $7,5 \text{ м/с}$  2)  $10 \text{ м/с}$  3)  $12,5 \text{ м/с}$  4)  $15 \text{ м/с}$

12. Тело массой 1 кг, брошенное с уровня земли вертикально вверх, упало обратно. Перед ударом о землю оно имело кинетическую энергию 200 Дж. С какой скоростью тело было брошено вверх? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1)  $10 \text{ м/с}$  2)  $20 \text{ м/с}$  3)  $30 \text{ м/с}$  4)  $40 \text{ м/с}$

13. Тело массой 1 кг, брошенное вертикально вверх с поверхности Земли, достигло максимальной высоты 20 м. Какой кинетической энергией обладало тело тотчас после броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 400 Дж 2) 100 Дж 3) 200 Дж 4) 2 кДж

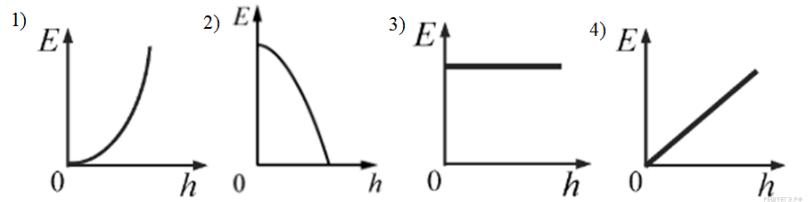
14. Лыжник поднимается на подъёмнике на вершину горы и затем скатывается по склону горы вниз. При этом модуль работы силы тяжести, действующей на лыжника,

- 1) одинаковый на обоих участках пути 2) больше при движении на подъёмнике

- 3) зависит от угла круткины склона      4) больше при движении по склону горы

15. Какой из графиков изображает зависимость полной механической энергии  $E$  свободно падающего тела от его высоты  $h$  над Землёй? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 1    2) 2    3) 3    4) 4



### Практическая работа № 13

**Название работы:** Решение задач на основное уравнение МКТ

**Цель работы:** Закрепление знаний по теме. Формирование навыков решения задач.

**Исходные данные (задание):**

Решите задачи:

1. Какой объем занимает газ при давлении  $2 \cdot 10^5$  Па, если масса его 1 кг, а средняя квадратичная скорость молекул 600 м/с?
2. Какова средняя квадратичная скорость движения молекул газа, который занимает объем  $5 \text{ м}^3$  при давлении  $2 \cdot 10^5$  Па и имеет массу 6 кг?
3. В  $1 \text{ м}^3$  газа при давлении  $1,5 \cdot 10^5$  Па содержится  $2 \cdot 10^{25}$  молекул. Определите среднюю кинетическую энергию хаотического движения молекул.
4. Кислород находится при нормальных условиях. Вычислить среднюю квадратичную скорость молекул газа. (Плотность кислорода  $1,43 \text{ кг/м}^3$ ).
5. Какое давление на стенки сосуда производят молекулы газа, если масса газа  $3 \cdot 10^{-3}$  кг, объем  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ , средняя квадратичная скорость молекул 500 м/с?
6. Чему равна средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул аргона, если 2 кг его, находясь в сосуде объемом  $2 \text{ м}^3$ , оказывают давление  $3 \cdot 10^5$  Па (молярная масса аргона 0,04 кг/моль).
7. Определите кинетическую энергию хаотического поступательного движения всех молекул любого газа в баллоне емкостью 10 л и давлением  $0,4 \cdot 10^6$  Па.
8. Найти концентрацию молекул кислорода, если давление его 0,2 МПа, а средняя квадратичная скорость молекул равна 700 м/с.

**Тест для самоконтроля:**

**1. Для каких агрегатных состояний расстояния между молекулами сравнимы с размерами молекул (при нормальных условиях)?**

- 1) для жидкостей, аморфных и кристаллических тел 2) для газов 3) для газов и жидкостей 4) для газов, жидкостей и кристаллических тел

**2. Какая частица минимальной массы обладает основными химическими свойствами воды?**

- 1) атом Н 2) атом О 3) молекула  $\text{H}_2\text{O}$  4) капля воды

**3. Чем обусловлено давление газа на стенку сосуда?**

- 1) притяжением молекул друг к другу 2) столкновениями молекул со стенками 3) столкновениями молекул газа между собой 4) проникновением молекул сквозь стенки сосуда

**4. Атомы в твердом теле находятся друг от друга на таких расстояниях, на которых:**

- 1) силы притяжения между ними максимальны 2) силы притяжения минимальны  
3) силы отталкивания минимальны 4) силы отталкивания равны силам притяжения

**5. Какие явления наиболее убедительно доказывают, что между молекулами существуют силы притяжения?**

- 1) газ оказывает давление на стенки сосуда 2) диффузия 3) существование жидкостей и твердых тел 4) броуновское движение

**6. При газообмене в легких человека кислород и углекислый газ проникают через стенки альвеол. Какой процесс при этом происходит?**

- 1) конденсация 2) диффузия 3) испарение 4) диссоциация

**7. Температуру какого объекта, с точки зрения физики, имеет смысл измерять?**

- 1) электрона 2) атома 3) молекулы 4) только макроскопических тел

**8. От чего зависит количество теплоты, необходимое для нагревания тела заданной массы?**

- 1) только от разности температур 2) только от удельной теплоемкости вещества  
3) от разности температур и удельной теплоемкости вещества 4) от начальной температуры

**9. Измерение какой величины, пропорциональное изменению температуры, может лежать в основе работы термометра?**

- 1) объема жидкости 2) давления газа 3) электрического сопротивления материалов  
4) любой из перечисленных

**10. В баллоне находится примерно  $3 \cdot 10^{25}$  молекул газа. Какое количество вещества находится в баллоне?**

- 1) 0,05 моля 2) 0,3 моля 3) 50 молей 4) 500 молей

### **Практическая (лабораторная) работа №14**

**Название работы:** «Изучение изопроцесса»

**Цель работы:**

Исследовать изотермический, изобарный и изохорный процессы в газах.

**Основные понятия**

1. Изотермический процесс описывается законом Бойля-Мариотта:

$$V \cdot P = \text{const} \text{ при } T = \text{const}$$

2. Изобарный процесс описывается законом Гей-Люссака:

$$V/T = \text{const} \text{ при } P = \text{const}$$

3. Изохорный процесс описывается законом Шарля:

$$P/T = \text{const} \text{ при } V = \text{const}$$

**Порядок выполнения:**

I.

1. Открыть зажимы и вывести поршень шприца в положение полного объема (10 мл). В этом случае воздух в сосуде сообщается с атмосферой, его температура и давление равны атмосферному.

2. Зафиксировать по барометру-анероиду в кабинете атмосферное давление, а по показаниям термометра - температуру воздуха.

3. Закрыть зажим 2 и, постепенно вводя поршень, снять показания приборов, занести их в таблицу:

№ опыта	Объём воздуха в системе, V, мл	Давление воздуха в сосуде, $P=P_{\text{атм.}} + P_{\text{маном.}}$	P·V
1	25+10		
2	25+7		
3	25+5		
4	25+2		

4. После определения объема воздуха и его давления в каждом опыте рассчитать их произведения.

5. Сравнить результаты расчетов и сделать вывод о выполнимости закона Бойля-Мариотта.

II.

1. Открыть зажимы и установив поршень шприца на деление 2 мл, закрыть зажим

2. Плавным перемещением поршня шприца установить на манометре давление, например, 30 мм рт. ст.

3. Измерить температуру окружающей среды и объем воздуха в замкнутой системе (объем сосуда плюс показания шприца), результаты занести в таблицу:

№ опыта	Давление, $P_{\text{атм.}} + P_{\text{маном.}}$	Объём воздуха в системе V, мл	Абсолютная температура, $T^{\circ}\text{K}$
1			
2			

4. Поместить в стакан с горячей водой сосуд и термометр. Снять показания термометра после того, как воздух в сосуде достаточно прогреется. Следить за показаниями манометра с тем, чтобы его показания оставались постоянными (регулируя давление штоком шприца).

5. Показания термометра и объем воздуха в замкнутой системе занести в таблицу.

6. По данным таблицы и расчетам убедиться в справедливости закона Гей-Люссака.

III.

1. Выхватить воздух из шприца и пережать трубку зажимом 1. Убедившись в нулевых показаниях манометра, пережать трубку зажимом 2.

2. Измерить температуру окружающей среды, а барометром-анероидом - атмосферное давление. Результаты измерений занести в таблицу:

№ опыта	Объём, V=25 мл	Давление, $P_{\text{атм.}} + P_{\text{маном.}}$	Температура, $T^{\circ}\text{K}$
1			
2			

3. Поместить в стакан с горячей водой сосуд и термометр. Снять показания термометра и манометра после прогрева воздуха в сосуде и занести эти показания в таблицу.

4. По данным таблицы и расчетам, проведенным по формуле, убеждаются в справедливости закона Шарля.

5. Сформулировать вывод и записать в тетрадь.

**Перечень оборудования:** стеклянный сосуд емкостью 25 мл., шприц с оцифрованной шкалой на 10 мл., медицинский манометр с пределом измерения до

300 мм ртутного столба, два зажима (крана), эластичные трубы с пластмассовыми тройниками, термометр и стакан химический.

#### Вопросы для повторения:

1. Какой процесс называют изотермическим?
2. Какой процесс называют изобарным?
3. Какой процесс называют изохорным?
4. Запишите уравнение состояния идеального газа и получите из него уравнения трёх изопроцессов.

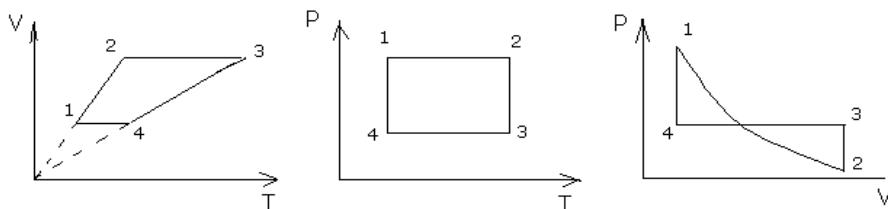
### Практическая работа № 15

**Название работы:** Решение задач по основам МКТ (идеального газа)

**Цель работы:** Закрепление знаний по теме. Формирование навыков решения задач.

#### Исходные данные (задание):

1. Сосуд емкостью  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  наполнен азотом под давлением  $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$  при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Определите массу азота в сосуде, если его молярная масса  $0,028 \text{ кг/моль}$ .
2. Какова температура  $16 \text{ г}$  кислорода, находящегося под давлением  $10^5 \text{ Па}$  и занимающего объем  $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ? Молярная масса кислорода  $0,032 \text{ кг/моль}$ .
3. Определите давление воздуха в сосуде объемом  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ , если его масса  $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ , температура  $27^\circ\text{C}$ , а молярная масса  $0,029 \text{ кг/моль}$ .
4. Определите плотность водорода при температуре  $17^\circ\text{C}$  и давлении  $204 \text{ кПа}$ .
5. Объем водорода при температуре  $50^\circ\text{C}$  и давлении  $0,8 \cdot 10^5 \text{ Па}$  равен  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ . Каков объем той же массы водорода при  $0^\circ\text{C}$  и давлении  $10^5 \text{ Па}$ ?
6. При давлении  $10^5 \text{ Па}$  и температуре  $15^\circ\text{C}$  воздух имеет объем  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ . При каком давлении данная масса воздуха займет объем  $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ , если температура его станет  $20^\circ\text{C}$ ?
7. Определить давление кислорода массой  $4 \text{ кг}$  находящегося в сосуде объемом  $2 \text{ м}^3$  при температуре  $27^\circ\text{C}$ .
8. Объем пузырька воздуха по мере всплывания его со дна озера на поверхность увеличивается в 3 раза. Какова глубина озера?
9. При изохорном охлаждении идеального газа, взятого при температуре  $480 \text{ К}$  его давление уменьшилось в 1,5 раза. Какова конечная температура газа?
10. Объем воздуха в комнате  $100 \text{ м}^3$ . Какова масса вышедшего из комнаты воздуха при повышении температуры от  $10^\circ\text{C}$  до  $25^\circ\text{C}$ , если атмосферное давление  $102 \text{ кПа}$ ?
11. Назвать процессы и построить графики в других осях:



### Практическая (лабораторная) работа №16

**Название работы:** «Измерение относительной влажности воздуха»

**Цель работы:** Определить относительную влажность воздуха в классе при помощи термометра.

**Основные понятия:**

Воздух, содержащий водяные пары, называют влажным. Относительной влажностью воздуха  $\varphi$  называют выраженное в процентах отношение абсолютной влажности к плотности  $\rho_0$  насыщенного пара при данной температуре (или отношение давления  $p$  водяного пара к давлению  $\rho_0$  насыщенного пара при данной температуре):

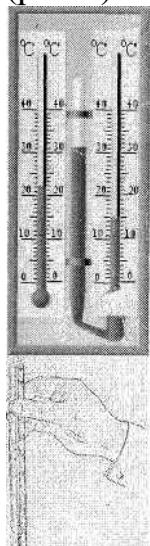
$$\varphi = p \cdot 100\% / \rho_0; \varphi = p \cdot 100\% / p$$

Чем меньше относительная влажность, тем дальше пар от насыщения, тем интенсивнее происходит испарение. Давление насыщенного пара  $\rho_0$  при заданной температуре — величина табличная.

*Психрометр* состоит из двух термометров, шарик одного из них обмотан тканью, нижние концы которой опущены в сосуд с дистиллированной водой. Сухой термометр регистрирует температуру воздуха, а влажный — температуру испаряющейся воды. Но при испарении жидкости ее температура понижается. Чем суще воздух (меньше его относительная влажность), тем интенсивнее испаряется вода из влажной ткани и тем ниже ее температура. Следовательно, разность показаний сухого и влажного термометров (так называемая психрометрическая разность) зависит от относительной влажности воздуха. Зная эту разность температур, определяют относительную влажность воздуха по специальным психрометрическим таблицам. Мы можем воспользоваться одним термометром.

**Порядок выполнения:**

1. Измерить температуру воздуха в классе. Результат измерения записать в тетрадь.  
2. Смочить кусочек марли или ваты водой и обернуть им резервуар термометра (рис.1).



3. Подержать «влажный» термометр некоторое время в воздухе. Как только понижение температуры прекратится, записать его показания.  
4. Найти разность температур «сухого» и «влажного» термометров и с помощью психрометрической таблицы определить относительную влажность воздуха в классе.  
5. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу:

$t_{сух}, ^\circ\text{C}$	$t_{влажн}, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$	$\varepsilon, \%$	$\Delta\varphi$

6. Оценить относительную погрешность  $\varepsilon = (\Delta t / t_{сух} + \Delta t / t_{вл}) 100\%$  и абсолютную погрешность  $\Delta\varphi = \varphi \varepsilon$ .  
7. Записать результат в виде доверительного интервала:

$$\varphi = \varphi_{изм} \pm \Delta\varphi$$

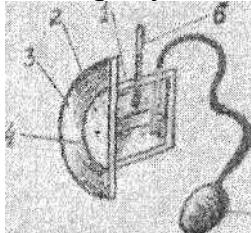
8. Сформулировать и записать вывод по проделанной работе.

**Перечень оборудования:** термометр лабораторный от 0 до 100°C, кусочек марли или ваты, стакан с водой комнатной температуры, таблица психрометрическая.

**Вопросы для повторения:**

- Что называют абсолютной влажностью?
- Что такое «точка росы»?
- Почему температура «влажного» термометра ниже, чем «сухого»?

4. От чего зависит разность температур обоих термометров?
  5. В каком случае температура «влажного» термометра будет равна температуре «сухого»?
  6. Как зависит разность температур обоих термометров от давления водяного пара в воздухе? Почему?
  7. Для определения влажности воздуха используют приборы...
  8. На рисунками цифрами обозначены: 1)\_ 2)\_ 3)\_ 4)\_ 5)\_ 6)\_



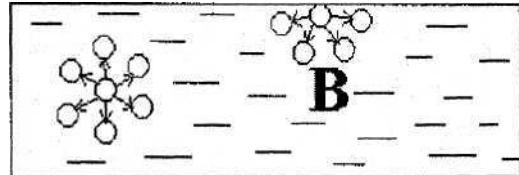
## Практическая (лабораторная) работа №17

**Название работы:** «Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости»

**Цель работы:** Определить коэффициент поверхностного натяжения.

## Основные понятия:

Характерным свойством жидкого состояния является наличие рёккой границы, разделяющей жидкость и ее пар (или смесь пара с другими газами). При этом поверхностный слой жидкости, представляющий переход от жидкости к пару, отличается особыми свойствами.



К примеру, чтобы перевести молекулу из верхних слоев жидкости к поверхности, надо совершить работу против равнодействующей силы, действующей на молекулу **В**, ведь эта сила притягивает молекулу ко внутреннему слою. И каждая молекула, находящаяся вблизи поверхности жидкости, обладают некотором избытком потенциальной энергии по сравнению с внутренними молекулами. Благодаря тому, что вода в состоянии невесомости принимает форму шара, так как сила тяжести не препятствует данному объему жидкости сократить свою поверхность, вдоль поверхности жидкости действуют силы, называемые силами поверхностного натяжения. Силы поверхностного натяжения - сила, действующая вдоль поверхности жидкости, перпендикулярно к линии, ограничивающей эту поверхность, и стремящаяся сократить ее до минимума.  $F=\sigma \cdot l$  (1)

$$F = \sigma \cdot l \quad (1)$$

где  $F$  - сила поверхностного натяжения,  $l$  - длина границы поверхностного слоя,  $\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения, зависящий от рода жидкости и от температуры. Единица измерения в СИ - [Н/м] Коэффициент поверхностного натяжения из формулы (1) определяется как  $\sigma =$

F/1 (2) Таким образом,  $\sigma$  определяется силой поверхностного натяжения, действующей на единицу длины границы поверхности жидкости.

Для капли жидкости в момент ее отрыва от трубки силой  $F$  будет вес капли  
 $F=P=mg$  (3)

Длина окружности шейки капли  $l=\pi d$ , тогда коэффициент поверхностного натяжения будет равен:  $\sigma=mg/\pi d$

**Порядок выполнения:**

1. Вычислить диаметр шейки капли  $d_{ш.к.}=0,9 d_{тр.}$  ( $d_{тр.}$  указан на трубке).
2. Вычислить длину шейки капли  $l=\pi d_{ш.к.}$  (м)
3. Взвесить пустую бюксу  $m_1$  (кг)
4. Установить бюретку так, чтобы трубка, из которой вытекают капли, была вертикальна.
5. Отрегулировать зажим или кран так, чтобы капли падали из трубки одна за другой с небольшим перерывом в стакан,
6. Снять стакан, подставить бюксу и сейчас же начать отсчет капель. Отсчитать 50 капель, кран закрыть.
7. Взвесить бюксу вместе с жидкостью  $m_2$  (кг) в 50 капель.
8. Опыт повторить дважды с разным количеством капель (например 100)
9. Вычислить массу одной капли по двум результатам опыта по формуле:

$$m=m_{2(50)}-m_1/n \quad \text{и} \quad m=m_{2(100)}-m_1/n$$

10. Вычислить коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  по формуле:

$$\sigma=mg/l,$$

где  $m$  — масса одной капли.

11. Вычислить среднее значение коэффициента поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma_{ср}=\sigma_1+\sigma_2/2$$

12. Вычислить абсолютную погрешность, сравнивая среднее значение коэффициента поверхностного натяжения с табличным значением по формуле:

$$\Delta\sigma=\sigma_{ср}-\sigma_{таб}, \text{ где } \sigma_{таб}=72.7 \text{ мН/м}$$

13. Вычислить относительную погрешность по формуле:

$$\varepsilon=\Delta\sigma \cdot 100\%/\sigma_{таб}$$

14. Сформулировать и записать вывод по проделанной работе.

**Перечень оборудования:** бюретка с краном, бюкс, весы с разновесами.

**Вопросы для повторения:**

1. Что называется коэффициентом поверхностного натяжения?
2. В каких единицах измеряется коэффициент поверхностного натяжения?
3. От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения?
4. Почему капля воды имеет шарообразную форму?

## Практическая работа № 18

**Название работы:** Решение задач по теме "Агрегатные состояния вещества"

**Цель работы:** Закрепление знаний по теме. Формирование навыков решения задач.

**Исходные данные (задание):**

1. Какую массу воды следует налить в сосуд емкостью 2 л, чтобы она, полностью испарившись при температуре 100 °C, создала давление 100 кПа?

2. В комнате при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  влажность воздуха равна 40%. В это же время на улице при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  влажность 80%. В каком направлении пойдут водяные пары если открыть форточку: с улицы в комнату или обратно?
3. Определите абсолютную влажность воздуха, если парциальное давление пара в нем 14 кПа, а температура 333 К.
4. Какова плотность насыщенного водяного пара при  $100^{\circ}\text{C}$  и нормальном давлении?
5. В сосуде объемом 100 л при  $30^{\circ}\text{C}$  находится воздух с относительной влажностью 30%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если в него ввести 1 г воды и испарить ее при этой температуре?
6. В сосуде объемом 1 л при  $30^{\circ}\text{C}$  находится воздух с относительной влажностью 30%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если в него ввести 1 г воды?
7. В комнате при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  относительная влажность воздуха 20%. Сколько нужно испарить воды для увеличения влажности до 50%, если объем комнаты равен  $40\text{ м}^3$ ?
8. Влажный термометр психрометра показывает  $10^{\circ}\text{C}$ , а сухой  $14^{\circ}\text{C}$ . Найти относительную влажность.
9. При  $4^{\circ}\text{C}$  сухой и влажный термометры психрометра давали одинаковые показания. Что покажет влажный термометр, если: а) температура повысилась до  $10^{\circ}\text{C}$ ; б) если она повысилась до  $16^{\circ}\text{C}$ ? Считать, что плотность водяного пара остается неизменной.
10. Найти относительную влажность воздуха в комнате при  $18^{\circ}\text{C}$ , если точка росы  $10^{\circ}\text{C}$ .

Контрольный тест:

1. Давление пара в помещении при температуре  $5^{\circ}\text{C}$  равно 756 Па. Давление насыщенного пара при этой же температуре равно 880 Па. Относительная влажность воздуха равна (ответ округлить до целых)  
1) 1% 2) 60% 3) 86% 4) 100%
2. Давление насыщенного пара при температуре  $15^{\circ}\text{C}$  равно 1,71 кПа. Если относительная влажность воздуха равна 59% то парциальное давление пара при температуре  $15^{\circ}\text{C}$  равно (выберете наиболее близки вариант ответа)  
1) 1 Па 2) 100 Па 3) 1000 Па 4) 10000 Па
3. Относительная влажность воздуха равна 42%, парциальное давление пара при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  рано 980 Па. Давление насыщенного пара при заданной температуре равно (ответ округлить до целых)  
1) 980 Па 2) 2333 Па 3) 1022 Па 4) 412 Па
4. В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и её насыщенный пар. Объём пара изотермически уменьшили в 2 раза. Концентрация молекул пара при этом  
1) уменьшилась в 2 раза 2) не изменилась 3) увеличилась в 2 раза 4) увеличилась в 4 раза
5. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в два раза. Относительная влажность воздуха стала

- 1) 120 % 2) 100 % 3) 60 % 4) 30 %

6. В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно перевести в насыщенный,

1) изобарно повышая температуру 2) добавляя в сосуд другой газ 3) увеличивая объем пара 4) уменьшая объем пара

7. Относительная влажность воздуха в комнате равна 40%. Каково соотношение концентрации  $n$  молекул воды в воздухе комнаты и концентрации  $n_H$  молекул воды в насыщенном водяном паре при той же температуре? 1)  $n$  меньше  $n_H$  в 2,5 раза 2)  $n$  больше  $n_H$  в 2,5 раза 3)  $n$  меньше  $n_H$  на 40% 4)  $n$  больше  $n_H$  на 40%

8. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 50%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в 3 раза. Относительная влажность воздуха стала

- 1) 150% 2) 100% 3) 50% 4) 25%

9. Какова относительная влажность воздуха при температуре  $20^\circ\text{C}$ , если точка росы  $12^\circ\text{C}$ ? Давление насыщенного водяного пара при  $20^\circ\text{C}$  равно  $2,33 \text{ кПа}$ , а при  $12^\circ\text{C}$  -  $1,40 \text{ кПа}$ . Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

- 1) 60% 2) 50% 3) 40% 4) 75%

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 30%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда при неизменной температуре уменьшить в 2 раза?

- 1) 60% 2) 45% 3) 15% 4) 30%

## Практическая работа №19

**Название работы:** Решение задач по термодинамике

**Цель работы:** Закрепление знаний по теме. Формирование навыков решения задач.

**Исходные данные (задание):**

1. При изобарном расширении 80 г кислорода с температурой 300 К его объем увеличился в 1,5 раза. Определить количество теплоты, израсходованной на нагревание кислорода, работу, совершенную при расширении, и изменение внутренней энергии газа.

2. В сосуде объемом 2 л находится одноатомный газ при давлении 100 кПа и температуре 200 К, а в сосуде объемом 5 л – одноатомный газ при давлении 200 кПа и температуре 500 К. Сосуды соединены трубкой с краном. Определить температуру газа в сосудах после открытия крана и установления теплового равновесия. (Сосуды теплоизолированы).

3. Объем кислорода массой 320 г, температура которого  $127^\circ\text{C}$ , при изобарном нагревании увеличился вдвое. Найти работу газа при расширении, количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода, и изменение его внутренней энергии.

4. Кислород массой 0,3 кг при температуре 320 К охладили изохорно, при этом его давление уменьшилось в 3 раза. Затем газ изобарно расширили так, что его температура стала равна первоначальной. Какую работу совершил газ? Как изменилась его внутренняя энергия?

5. В баллоне ёмкостью 1 л находится кислород под давлением  $10^7$  Па и при температуре 300 К. К газу подводят 8,35 кДж теплоты. Определите температуру и давление газа после нагревания.

6. 1 моль идеального газа находится в цилиндре при нормальных условиях. Газ изобарно нагревают до температуры  $T_1$ , затем изохорно охлаждается до  $T_2$  после чего изобарно сжимается до первоначального объема и потом изохорно переводится в первоначальное состояние. Изобразите цикл графически. Какую работу совершил газ за цикл?

7. Вычислить изменение внутренней энергии, совершенную работу и количество теплоты, сообщенное 300 г гелия при изобарном нагревании от 293К до 373К.

8. Определить увеличение внутренней энергии двухатомного газа, находящегося под давлением  $1,6 \cdot 10^5$  Па, если его объём изобарно увеличивается на  $0,6 \text{ м}^3$ . Вычислить количество теплоты, получаемое газом при этом процессе.

9. В цилиндре под поршнем находится кислород массой кг. Какую работу он совершил, если температура увеличится на 5К? Найти увеличение внутренней энергии газа, если ему было сообщено 9160 Дж. Трением поршня пренебречь.

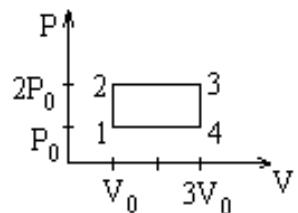
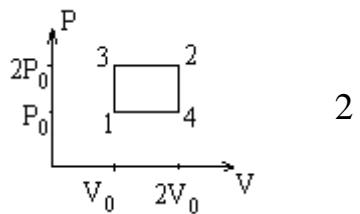
10. Газ, занимающий объём 1 л при давлении 1 атм, расширился изотермически до объёма 2 л. Затем при этом объёме давление газа было уменьшено в 2 раза. В дальнейшем газ расширился при постоянном давлении до объёма 4 л. Начертить график зависимости  $P$  от  $V$  и, используя его, установить, при каком из перечисленных процессов газ совершил наибольшую работу. Как менялась температура?

11. Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль при н.у. переводят из состояния 1 в состояние 2 двумя способами 1-3-2 и 1-4-2. Найти отношение количеств теплоты, которое необходимо затратить в этих двух процессах.

12. Газ, занимающий объём 1 л при давлении 1 атм., расширился изотермически до объёма 2 л. Затем при этом объёме давление газа было уменьшено в 2 раза. В дальнейшем газ расширился при постоянном давлении до объёма 4 л. Начертить график зависимости  $P$  от  $V$  и, используя его, установить, при каком из перечисленных процессов газ совершил наибольшую работу. Как менялась температура?

13. На рисунке дан цикл.

- Найти полезную работу за цикл (1 моль, идеальный газ).
- Найти КПД этого цикла.



### Практическая работа №20

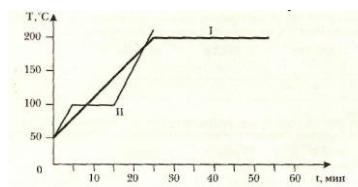
**Название работы:** Контрольная работа по теме "МКТ И ТД"

**Цель работы:** Контроль усвоения знаний и сформированности умений по теме.

**Исходные данные (задание):**

1. Как можно перевести ненасыщенный пар в насыщенный?

- 1) уменьшить объем и температуру 2) увеличить объем и температуру 3) уменьшить объем и увеличить температуру 4) увеличить объем и уменьшить температуру
2. Как изменяется температура кипения жидкости при повышении давления на нее?
- 1) понижается 2) не изменяется 3) для одних жидкостей повышается, для других понижается 4) повышается
3. В герметичном сосуде находится насыщенный пар и небольшое количество воды. Как изменится давление этого пара, если его температуру повысить в 2 раза?
- 1) не изменится 2) увеличится в 2 раза 3) увеличится более чем в 2 раза 4) уменьшится в 2 раза
4. Температуру какого объекта, с точки зрения физики, имеет смысл измерять?
- 1) электрона 2) атома 3) молекулы 4) только макроскопических тел
5. Объем влажного воздуха (влажность = 40%) изотермически уменьшили в два раза. Чему равна влажность воздуха в новом состоянии? 1) 20% 2) 40% 3) 60% 4) 80%
6. При каком условии происходит испарение воды?
- 1) только при температуре 100 °C 2) только при температуре выше 100 °C 2) при любой температуре воды 4) только при нормальном атмосферном давлении
7. Температура кристаллического тела при плавлении постоянна. Как изменяется при этом внутренняя энергия вещества?
- 1) увеличивается 2) не изменяется 3) уменьшается 4) может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от кристаллической структуры тела
8. Что происходит при плавлении кристаллического тела?
- 1) увеличивается только энергия хаотического движения его частиц 2) увеличивается только энергия взаимодействия частиц 3) энергия хаотического движения частиц и энергия их взаимодействия не изменяются 4) энергия хаотического движения частиц и энергия их взаимодействия увеличиваются
9. От чего зависит температура кипения воды?
- 1) от начальной температуры 2) от мощности нагревателя 3) от атмосферного давления 4) от массы воды
10. Какой из способов теплопередачи не связан с переносом вещества?
- 1) теплопроводность 2) конвекция 3) излучение 4) теплопроводность и излучение
11. От чего зависит количество теплоты, необходимое для нагревания тела заданной массы?
- 1) только от разности температур 2) только от удельной теплоемкости вещества 3) от разности температур и удельной теплоемкости вещества 4) от начальной температуры
12. На графике показаны зависимости температуры от времени при нагревании двух жидкостей одинаковой массы. Количество теплоты, подводимое в единицу времени, в обоих случаях одинаково. Найдите отношение удельной теплоты



парообразования первого вещества к удельной теплоте парообразования второго.

- 1) 2 2) 3 3) 1/2 4) 1/3

13. Тепловая машина с КПД 25% за цикл работы получает от нагревателя 200 Дж.

Какую полезную работу машина совершает за цикл?

- 1) 100 Дж 2) 500 Дж 3) 800 Дж 4) 50 Дж

14. В тепловом двигателе газ на некотором этапе цикла получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу, равную 60 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа на этом этапе?

- 1) увеличилась на 240 Дж 2) увеличилась на 360 Дж 3) уменьшилась на 60 Дж 4) уменьшилась на 240 Дж

15. Тепловой двигатель за цикл получает от нагревателя количество теплоты,

равное 3 кДж, и отдает холодильнику количество теплоты, равное 2,4 кДж.

Найдите КПД двигателя.

- 1) 20% 2) 25% 3) 80% 4) 120%

### Практическая работа №21

**Название работы:** Решение задач "Электростатика"

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

**Исходные данные (задание):**

1. Два заряда  $q_1 = +3 \cdot 10^{-7}$  Кл и  $q_2 = -2 \cdot 10^{-7}$  Кл находятся в вакууме на расстоянии 0,2 м друг от друга. Определите напряженность поля в точке С, расположенной на линии, соединяющей заряды, на расстоянии 0,05 м вправо от заряда  $q_2$ .

2. В некоторой точке поля на заряд  $5 \cdot 10^{-9}$  Кл действует сила  $3 \cdot 10^{-4}$  Н. Найдите напряженность поля в этой точке и определите величину заряда, создающего поле, если точка удалена от него на 0,1 м.

3. Два заряда  $q_1 = +2 \cdot 10^{-7}$  Кл и  $q_2 = -2 \cdot 10^{-7}$  Кл расположены в керосине на расстоянии 0,2 м друг от друга. Какова напряженность поля в точке, находящейся между зарядами на расстоянии 0,08 м от положительного заряда на линии, соединяющей

центры зарядов?

4. Напряженность поля в керосине, образованного точечным зарядом  $10 \cdot 10^{-7}$  Кл, на некотором расстоянии от него равна 5 Н/Кл. Определите расстояние от заряда до данной точки поля и силу, с которой поле действует на заряд  $3 \cdot 10^{-6}$  Кл, помещенный в данную точку.

5. Какова напряженность электрического поля, созданного двумя зарядами  $6 \cdot 10^{-9}$  Кл и  $2 \cdot 10^{-8}$  Кл в точке, находящейся между зарядами на расстоянии 0,03 м от первого заряда на линии, соединяющей заряды? Расстояние между зарядами 0,05 м, и находятся они в среде с диэлектрической проницаемостью 2.

6. Определите величину точечного заряда, образующего поле в вакууме, если на расстоянии 0,09 м от него напряженность поля составляет  $4 \cdot 10^5$  Н/Кл. На сколько ближе к заряду будет находиться точка, в которой напряженность окажется прежней, если заряд поместить в среду с диэлектрической проницаемостью 2?

7. Какую работу нужно совершить при переносе заряда 2 нКл из точки с потенциалом 100 В в точку с потенциалом 400 В?

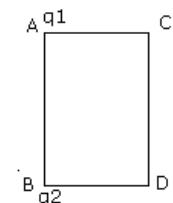
8. Протон вылетает из точки с потенциалом 400 В со скоростью 2 км/с. Какую скорость будет иметь протон в точке с потенциалом 380 В?

9. Радиус заряженной сферы 0,1 м. Ее потенциал 300 В. Какова плотность зарядов на поверхности сферы?

11. Определить работу электрических сил при перемещении заряда  $q = 10^{-8}$  Кл из точки С в точку D, если  $q_1 = 5 \cdot 10^{-6}$  Кл,  $q_2 = 2 \cdot 10^{-6}$  Кл.  $AB = l = 0,4$  м,  $AC = d = 0,2$  м. Все заряды считать точечными.

12. Какой заряд появится на заземленной проводящей сфере радиусом 3 см, если на расстоянии 10 см от ее центра поместить точечный заряд  $-20$  мкКл?

13. Какую работу необходимо совершить, чтобы перенести заряд  $3 \cdot 10^{-6}$  Кл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии 90 см от поверхности сферы радиусом 0,1 м если плотность поверхностного заряда на сфере  $2 \cdot 10^{-4}$  Н/Кл.



## Практическая (лабораторная) работа №22

**Название работы:** Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

**Цель работы:** Определить ЭДС и внутреннее сопротивление данного источника тока.

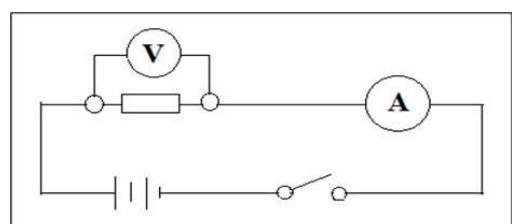
### Основные понятия:

Возникновение разности потенциалов на полюсах любого источника тока является результатом разделения в нем положительных и отрицательных зарядов. Это разделение происходит благодаря работе, совершаемой сторонними силами. Сторонние силы - силы, действующие против электрического поля и выполняющие работу за счет какой - либо энергии, подведенной извне.

ЭДС - электродвижущая сила - энергетическая характеристика источника тока, численно равная отношению работы сторонних сил  $A_{ст}$  по переносу заряда  $q$  вдоль замкнутой цепи, к величине этого заряда:  $\varepsilon = A_{ст}/q$

Единицей измерения ЭДС в системе СИ является *вольт* (В). Электрическое сопротивление источника тока называется *внутренним сопротивлением* источника тока.

ЭДС является количественной характеристикой источника тока. Если цепь разомкнута, то работа сторонних сил превращается в потенциальную энергию источника тока. При замкнутой цепи эта потенциальная энергия расходуется на работу по перемещению зарядов во внешней цепи сопротивлением  $R$  и во внутренней части цепи с сопротивлением  $r$ , то есть  $I = \varepsilon / (R + r)$ .



Определение  $\varepsilon$  и  $r$  можно произвести опытным путем.

### Порядок выполнения:

- Собрать электрическую цепь, как показано на схеме.
- Измерить ЭДС источника электрической энергии, замкнув его на вольтметр (схема).

3. Измерить силу тока и падение напряжения на заданном сопротивлении.
4. Вычислить внутреннее сопротивление по закону Ома для всей цепи.
5. Произвести опыты с другими сопротивлениями и вычислить внутреннее сопротивление элемента.
6. Вычислить среднее значение внутреннего сопротивления элемента.
7. Найти абсолютную и относительную погрешность.
8. Сформулировать вывод по работе.

**Перечень оборудования:** амперметр, источник тока, соединительные провода, ключ, вольтметр, реостат 6-10 Ом.

**Вопросы для повторения:**

1. Что называется ЭДС?
2. Единица измерения ЭДС?
3. Сформулируйте закон Ома для полной цепи.
4. Какая величина называется внутренним сопротивлением?

### Практическая работа №23

**Название работы:** Решение задач на применение закона Ома к цепям с последовательным и параллельным соединением проводников

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

**Исходные данные (задание):**

<p>1. Рассчитать общее сопротивление и токи во всех резисторах (рис.1):  <math>R_1=2\text{ Ом}</math> <math>R_2=3\text{ Ом}</math>  <math>R_3=1\text{ Ом}</math> <math>R_4=6\text{ Ом}</math> <math>R_5=4\text{ Ом}</math> <math>R_6=3\text{ Ом}</math></p>	<p>Рис.1 Приложено 10 В</p>	<p>рис.2</p>
<p>.2. Рассчитать общее сопротивление, токи и напряжения в схеме (рис. 2):  <math>R_1=2\text{ Ом}</math> <math>R_2=4\text{ Ом}</math>  <math>R_3=1\text{ Ом}</math> <math>R_4=5\text{ Ом}</math> <math>R_5=6\text{ Ом}</math> <math>R_6=3\text{ Ом}</math>  <math>R_7=5\text{ Ом}</math> напряжение поданное на схему = 30 В.</p>	<p>рис.3</p>	<p>рис.4</p>
<p>3. Рассчитать общее сопротивление в схемах (рис.3,4,5): все резисторы одинаковы и равны <math>R</math>.  4. Как получить сопротивления 16 Ом и 36 Ом используя три одинаковых резистора по 24 Ом?</p>	<p>рис.5</p>	<p>рис.5</p>

5. Резисторы, сопротивления которых 1 кОм, 2 кОм и 3 кОм, соединены параллельно. Какова сила тока в неразветвленной части цепи, если сила тока в первом резисторе 12 мА?
6. Три резистора подключены последовательно к источнику с напряжением 24 В. Сопротивление первого 4 Ом, второго 6 Ом. Напряжение на концах третьего – 4 В. Найти силу тока в цепи, сопротивление третьего проводника, напряжение на концах первого и второго проводников.
7. Перегоревшую спираль утюга мощностью 300 Вт укоротили на  $\frac{1}{4}$  длины. Какой стала мощность, потребляемая утюгом?
8. Электрический чайник имеет две обмотки. При включении одной из них, вода в чайнике закипает через 15 мин, при включении другой – через 30 мин. Через сколько времени закипит вода при прочих равных условиях, если обе обмотки включить последовательно? Параллельно?
9. Какое количество теплоты выделяется за 1 час в обмотке реостата сопротивлением 500 Ом, подключенного к источнику постоянного напряжения 12 В?

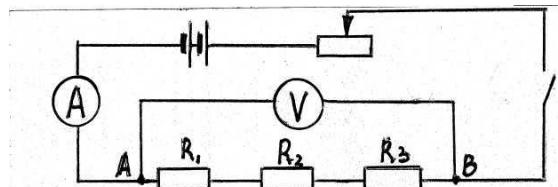
### Практическая (лабораторная) работа №24

**Название работы:** Исследование последовательного соединения резисторов

**Цель работы:** Проверить справедливость законов последовательного соединения потребителей (по току, по напряжению, по сопротивлению, по соотношению напряжений и сопротивлений и по мощности).

**Порядок выполнения:**

1. Собрать цепь по схеме и показать преподавателю.



2. При помощи реостата установить на участке АВ определенное напряжение и силу тока в цепи. Результаты записать в таблицу:  $U_{AB}$ ;  $I$ .

3. Измерить величину падения напряжения на каждом участке в отдельности. Результаты записать в таблицу:  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ .

4. Проверить соотношение:  $U_{AB} = U_1 + U_2 + U_3$ .

5. Подсчитать общее сопротивление проводников, соединенных последовательно, по формуле  $R_{общ} = U_{AB} / I$ .

6. Проверить справедливость формулы:  $R_{общ} = R_1 + R_2 + R_3$ .

7. Найти соотношение напряжений и сопротивлений на каждом участке:

$$U_1 / U_2 = , \quad R_1 / R_2 = , \quad U_2 / U_3 = , \quad R_2 / R_3 = .$$

8. Подсчитать мощность тока в каждом проводнике и общую мощность во всей цепи  $P_1 = U_1 \cdot I$ ;  $P_2 = U_2 \cdot I$ ;  $P_3 = U_3 \cdot I$ ;  $P_{общ} = U \cdot I$ .

9. Проверить справедливость формулы:  $P_{общ} = P_1 + P_2 + P_3$ .

Сопротивление, Ом	$R_1 = 1$ Ом	$R_2 = 2$ Ом	$R_3 = 4$ Ом	$R_{общ} = 7$ Ом
Напряжение, В $U_1, U_2, U_3, U_{AB}$				
Ток, А $I$				

Мощность, Вт $P_1, P_2, P_3, P_{общ}$				
--	--	--	--	--

10. Сделать вывод по проделанной работе: а) по току; б) по напряжению; в) по сопротивлению; г) по соотношению  $U$  и  $R$ ; д) по мощности.

**Перечень оборудования:** гальванический элемент, амперметр, ключ, соединительные провода, набор проволочных сопротивлений, реостат, вольтметр.

**Вопросы для повторения:**

- Что называют последовательным и параллельным соединением?
- Сформулируйте и запишите закон Ома для участка цепи, не содержащего источника ЭДС и для полной цепи.

### Практическая (лабораторная) работа №25

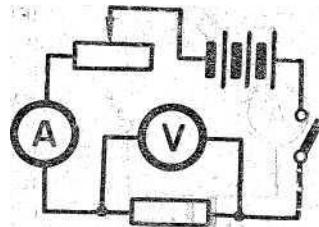
**Название работы:** Изучение закона Ома для участка цепи

**Цель работы:**

- Изучить зависимость силы тока от напряжения на данном участке цепи.
- Изучить зависимость силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах.

**Порядок выполнения:**

- Собрать электрическую цепь по схеме:
- Включить ток и при помощи реостата довести напряжение на зажимах проволочного сопротивления до 1 В, затем до 2 В и 3 В. Каждый раз при этом измеряют силу тока и результаты записывают в таблицу:



3. Из этих данных сделать вывод о том, что сила тока прямо пропорциональна напряжению на концах участка цепи.

4. Для выяснения зависимости силы тока от сопротивления проводника включить в цепь по той же схеме сначала проволочное сопротивление в 1 Ом, затем 2 Ом и 4 Ом. При помощи реостата установить на концах участка каждый раз одно и то же напряжение. Измерить при этом силу тока в цепи и результаты записать в таблицу:

Сопротивление участка, Ом	1	2	4
Сила тока, I			

5. Из этих данных сделать вывод о справедливости закона Ома для участка цепи.

**Перечень оборудования:** амперметр, вольтметр, батарея аккумуляторов, набор из трёх проволочных сопротивлений, реостат, выключатель, соединительные провода.

**Вопросы для повторения:**

- Дать определение силы тока

2. Записать закон Ома для участка цепи и для полной цепи

3. Что такое сопротивление проводника?

### Практическая работа №26

**Название работы:** Решение задач по теме "Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. КПД источника тока."

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

#### Исходные данные (задание):

1. Какой силы ток потребляет домашний телевизор мощностью 300 Вт?
2. Мощность, отдаваемая динамику акустической системы сопротивлением 6 Ом усилителем равна 10 Вт. Какой силы ток течет в динамике?
3. Рассчитайте силу тока и сопротивление бытовых приборов, включенных в сеть напряжением 220 В:
  - Лампа мощностью 100 Вт
  - Электрический фен мощностью 400 Вт
  - Электроутюг мощностью 1000 Вт
  - Пылесос мощностью 1200 Вт

Какую работу совершают за 1 ч эти приборы?

4. Какое максимальное напряжение можно приложить к резистору сопротивлением 22 Ом и мощностью 10 Вт при соблюдении правил техники безопасности?
5. Предохранитель рассчитан на ток 6 А. Можно ли включить через него в сеть прибор, рассчитанный на 220 В и имеющий мощность 2,2 кВт?
6. Средняя продолжительность службы лампы накаливания 800ч. Вычислите расход и стоимость электроэнергии за это время, если мощность лампы 100 Вт, при тарифе 0,7 р за кВт ч?
7. Из какого материала изготовлена спираль нагревательного элемента мощностью 400 Вт, если его длина равна 16 м, сечение 0,24 мм<sup>2</sup> и напряжение на нем 120 В?
8. Какую работу совершает двигатель пылесоса за 30 мин, если он потребляет ток силой 1,25 А при напряжении 220 В, а его КПД равен 80%?
9. Сравните мощность в двух резисторах 50 Ом и 10 Ом, если они соединены а) последовательно, б) параллельно.
10. Какое количество теплоты выделится в резисторе сопротивлением 100 Ом при напряжении 60 В за 10 мин

### Практическая (лабораторная) работа №27

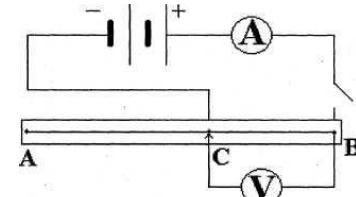
**Название работы:** Измерение удельного сопротивления проводника

**Цель работы:**

Определить удельное сопротивление проводника и по табличным данным установить (ориентировочно) материал, из которого он изготовлен.

**Порядок выполнения:**

1. Составить электрическую цепь по схеме.



2. Определить площадь поперечного сечения проводника

$$S = \pi d^2 / 4$$

3. Установить контакт (С) на одном из делений реохорда, установленную длину  $l_1$  занести в таблицу:

№ опыта	Напряжение $U, \text{В}$	Сила тока $I, \text{А}$	Длина $l, \text{м}$	Сопротивление $R, \text{Ом}$	Площадь $S, \text{мм}^2$	Удельное сопротивление $\rho, \text{Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$	Абсолютная погрешность $\Delta \rho, \text{Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$	Относительная погрешность $\delta$

4. Замкнуть цепь, снять показания с амперметра и вольтметра.

5. Вычислить сопротивление участка (включенного) реохорда, согласно закону Ома:  $R_1 = U/I$

6. Передвинуть контакт (С) реохорда на другое деление, новую длину  $l_2$  занести в таблицу. Снять показания с амперметра (I) и вольтметра (U).

**Перечень оборудования:** источник питания, амперметр, вольтметр, ключ, реохорд, соединительные провода.

**Вопросы для повторения:**

1. От чего зависит сопротивление проводника?
2. Что называется удельным сопротивлением материала?
3. Единица измерения удельного сопротивления?
4. Что представляет собой реохорд?

### Практическая работа №28

**Название работы:** Решение задач на законы постоянного тока.

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

**Исходные данные (задание):**

1. Какое напряжение нужно приложить к проводнику сопротивлением 0,25 Ом, чтобы сила тока в проводнике была 30 А?

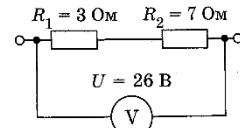


Рис. 115

2. Определите сопротивление никромовой проволоки длиной 40 м и площадью поперечного сечения 0,5  $\text{мм}^2$ .

3. Определите общее сопротивление и силу тока в цепи (рис. 115).

4. Определите сопротивление алюминиевой проволоки длиной 150 см, если площадь ее поперечного сечения 0,1  $\text{мм}^2$ . Каково напряжение на концах этой проволоки при силе тока 0,5 А?

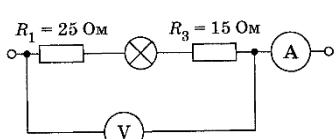


Рис. 117

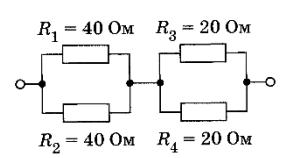


Рис. 116

5. Определите общее сопротивление цепи (рис. 116).

6. Определите сопротивление лампы и напряжение на каждом проводнике (рис. 117), если показания приборов 0,5 А и 30 В.

7. Напряжение в сети 220 В. Найдите силу тока в спирали электроплитки, имеющей сопротивление 44 Ом.

8. При устройстве молниеотвода применен стальной провод с площадью поперечного сечения 35  $\text{мм}^2$  и длиной 20 м. Найдите сопротивление этого провода.

9. Определите общее сопротивление и силу тока в цепи (рис. 118).

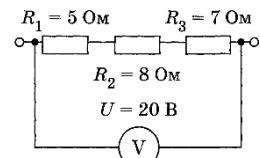


Рис. 118

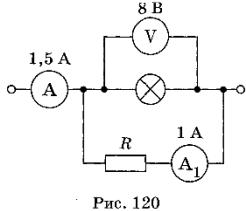


Рис. 120

10. Сварочный аппарат присоединяют в сеть медными проводами длиной 100 м и площадью поперечного сечения  $50 \text{ mm}^2$ . Определите напряжение на проводах, если сила тока в них 125 А.

11. Определите общее сопротивление цепи (рис. 119).

12. Определите силу тока в лампочке и ее сопротивление (рис.).

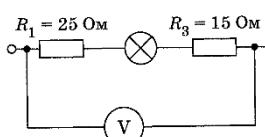
120).

13. Какое напряжение нужно приложить к проводнику сопротивлением 0,25 Ом, чтобы сила тока в проводнике была 30 А?

14. Определите сопротивление никромовой проволоки длиной 40 м и площадью поперечного сечения 0,5 мм<sup>2</sup>.

15. Определите общее сопротивление и силу тока в цепи (рис. 115).

16. Определите сопротивление алюминиевой проволоки длиной



Page 117

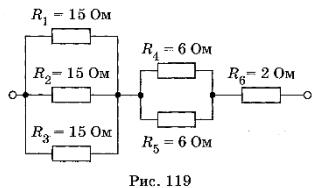


Рис. 119

150 см, если площадь ее поперечного сечения  $0,1 \text{ мм}^2$ . Каково напряжение на концах этой проволоки при силе тока  $0,5 \text{ А}$ ?

17. Определите общее сопротивление цепи (рис. 116).

18. Определите сопротивление лампы и напряжение на каждом проводнике (рис. 117), если показания приборов 0,5 А и 30 В.

## Практическая (лабораторная) работа №29

## Название работы: Определение электрохимического эквивалента меди

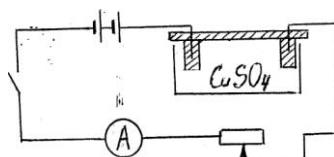
**Цель работы:** Определить величину электрохимического эквивалента меди.

## Основные понятия:

Масса выделившихся ионов  $m$  прямо пропорциональна количеству перенесенного ионами электричества  $q$  или силе тока  $I$  и времени его прохождения  $t$ :  $m = k \cdot I \cdot t$ . Коэффициент пропорциональности  $K$  является для каждого вещества величиной постоянной и называется электрохимическим эквивалентом вещества. Он показывает, какова масса вещества, выделяющегося на электроде при прохождении через электролит единицы количества электричества  $[K] = \text{кг/Кл}$ .

### **Порядок выполнения:**

1. Составить электрическую цепь по схеме:
  2. Замкнуть цепь и заметить время включения тока.
  3. При помощи реостата в течение всей работы поддерживать постоянную величину силы тока в пределах от (0,5 до 1 А)
  4. Через 15 - 20 мин. разомкнуть цепь.
  5. Вынуть катодную пластинку, промыть и просушить ее.
  6. Взвешиванием определить массу катода  $m_2$  после пропускания тока с точностью до 0,01 г.



- Найти массу меди  $m$ , выделившейся на катоде при электролизе, с точностью до 0,01 г.
- По результатам измерений, пользуясь первым законом Фарадея для электролиза, вычислить электрохимический эквивалент меди  $K$ .
- Результаты всех измерений и вычислений записать в таблицу:

№	Масса меди отложившейся на катоде $m$ , кг	Время пропускания тока $t$ , с	Величина силы тока $I$ , А	Электрохимический эквивалент $K$ , кг/Кл	Относительная погрешность $\varepsilon$ , %
1					

10. Определить абсолютную и относительную погрешности.

11. Сделать окончательную запись результата.

12. Из проделанной работы сделать вывод.

**Перечень оборудования:** весы с разновесом, амперметр, часы, источники тока, медные электроды, реостат, соединительные провода, сосуд с раствором медного купороса.

**Вопросы для повторения:**

- Почему с повышением температуры сопротивление электролита уменьшается?
- При пропускании через электролит тока 1,5 А за 5 мин на катоде выделилось 137 мг вещества. Какое это вещество?
- Изменяется ли при электролизе концентрация раствора медного купороса, если анодом служит графит? Если анодом служит медь?

### Практическая работа №30

**Название работы:** Решение задач на магнитное поле и силу Ампера и силу Лоренца.

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

**Исходные данные (задание):**

**Вопросы:**

- С помощью какого опыта можно убедиться в том, что вокруг проводника с током нет электрического поля?
- Ток, протекающий по проводнику, отклоняет магнитную стрелку. Какой вывод можно сделать из этого опыта?
- Какими свойствами обладает магнитное поле? Чем оно отличается от электростатического?
- Как взаимодействуют токи одного направления? Противоположного направления? Докажите это на чертеже по принципу суперпозиции.
- Как определить положение магнитных полюсов катушки с током, если известно направление тока в ней?
- От каких условий зависит направление движения проводника с током в магнитном поле?
- Как определяется направление вектора магнитной индукции?
- Как определяется направление силы Лоренца?
- Как будет изменяться скорость электрона, влетевшего в однородное магнитное поле, перпендикулярно линиям магнитной индукции? Нарисуйте примерную траекторию электрона.

### Задачи.

1. В горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл перпендикулярно полю расположены горизонтальный проводник, масса единицы длины которого 0,01 кг/м. Какой силы ток должен проходить по проводнику, чтобы он находился в состоянии равновесия?
2. В горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией 0,05 Тл перпендикулярно полю расположены горизонтальный проводник длиной 20 см и массой 10 г. Какой силы ток должен проходить по проводнику, чтобы он двигался вертикально вниз с ускорением 0,1g?
3. В однородном магнитном поле с индукцией 35 мТл на двух нитях подвешен горизонтальный проводник массой 30 г и длиной 20 см. Определить силу тока в проводнике, если нити отклонились от вертикали на угол 30°.
4. Между полюсами магнита на двух тонких нитях подвешен горизонтально проводник массой 10 г длиной 20 см. Вектор магнитной индукции равен 0,25 Тл и направлен вверх. На какой угол отклоняются нити если сила тока в проводнике 2 А?
5. Перпендикулярно к горизонтальным рельсам лежит проводник длиной 60 см. Какой силы ток надо пропустить по проводнику, чтобы он начал двигаться, если вся система находится в вертикальном магнитном поле с индукцией 60 мТл? Коэффициент трения проводника о рельсы 0,1, масса 30 г.
6. Доказать, что два проводника, по которым текут токи одного направления, притягиваются, а противоположного – отталкиваются.
7. По двум бесконечно длинным проводникам, расположенным параллельно друг другу на расстоянии 20 см проходят токи 5 А и 10 А в одном направлении. Определить индукцию магнитного поля в точке, удаленной на 12 см от первого проводника и 16 см от второго.
8. Вычислить индукцию магнитного поля внутри соленоида по которому течет ток 8 А. Длина соленоида 30 см, число витков 400, магнитная проницаемость сердечника 183.
9. Определить индукцию магнитного поля в центре двух витков с токами 1 А и 2 А, если центры витков совпадают, радиусы одинаковы 10 см, а их плоскости перпендикулярны.
10. Протон и  $\alpha$ -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Сравнить радиусы окружностей, которые описывают частицы, если у них одинаковые энергии. Заряд  $\alpha$ -частицы в 2 раза больше заряда протона, а масса в 4 раза больше.

### **Практическая работа №31**

**Название работы:** Решение задач на закон ЭМИ, закон самоиндукции и энергию магнитного поля.

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

**Исходные данные (задание):**

Вопросы:

- В чем заключается сущность явления электромагнитной индукции (по Фарадею)?
- Сформулируйте правило Ленца и приведите пример его применения.
- От чего зависит величина ЭДС индукции?
- Где применяется ЭМИ?
- Когда явление самоиндукции может быть полезным? Вредным? Приведите примеры.

### Задачи

1. Реактивный самолет, имеющий размах крыльев 50 м, летит горизонтально со скоростью 800 км/ч. Определить разность потенциалов, возникающую между концами крыльев, если вертикальная слагающая индукции магнитного поля Земли равна  $5 \cdot 10^{-5}$  Тл. Можно ли использовать эту разность потенциалов для измерения скорости самолета?
2. Проводник длиной  $l = 1$  м движется со скоростью  $v = 5$  м/с перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Определить индукцию магнитного поля, если на концах проводника возникает разность потенциалов 0,02 В.
3. В однородном магнитном поле находится обмотка, состоящая из 1000 витков квадратной формы. Направление линий поля перпендикулярно плоскости витков. Индукция поля изменяется на  $2 \cdot 10^{-2}$  Тл за 0,1 с, в результате чего в обмотке выделяется 0,1 Дж тепла. Площадь поперечного сечения проводов обмотки  $1\text{мм}^2$ , их удельное сопротивление  $10^{-8}$  Ом·м. Определите сторону квадрата.
4. Замкнутая катушка из 100 витков площадью  $10 \text{ см}^2$  помещена в однородное магнитное поле, параллельное ее оси. При изменении магнитного поля на 0,1 Тл за 0,1 с в катушке выделяется  $10^{-3}$  Дж тепла. Чему равно сопротивление катушки?
5. Квадратную рамку со стороной 3 м поместили в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл перпендикулярно линиям индукции, затем, не вынимая проволоку из поля и не изменяя ее ориентации, деформировали ее в прямоугольник с отношением сторон 1:2. Какой заряд прошел при этом по контуру.
6. Определить ЭДС самоиндукции в соленоиде индуктивностью 128 Гн, если сила тока в его обмотке за 0,01 с снижается от 1,7 А до 0.

### Практическая работа №32

**Название работы:** Сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока.

**Цель работы:** Изучить закономерности применения резисторов, катушек индуктивности и конденсаторов в цепях переменного тока.

**Исходные данные (задание):**

**1) Прочитать, сделать конспект.**

## 1. Резистор R в цепи переменного тока.

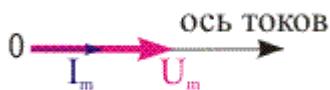


Рис.1

Устройства, необратимо и полностью преобразующие электрическую энергию в другие виды энергии, называют активной нагрузкой, а их сопротивление - активным сопротивлением  $R$ . Резистор в любой момент времени обладает одним и тем же значением сопротивления  $R = U/I$ . Его роль в цепи переменного тока:

- 1) ограничивает силу тока
- 2) На активном сопротивлении электрическая энергия переходит в другие виды (например в тепловую).

В цепи переменного тока с активной нагрузкой  $R$  колебания силы тока совпадают по фазе с колебаниями напряжения. Если  $U = U_m \sin(\omega t)$ , то  $I = I_m \sin(\omega t)$  и  $\cos\phi = 1$ . На векторной диаграмме направления векторов  $I$  и  $U$  совпадают (рис.1). Среднее значение мощности  $P_{cp} = \frac{U_m \cdot I_m}{2} = U I$  т.е. в цепи с чисто активной нагрузкой

**мощность максимальна!**

**2. Конденсатор емкостью  $C$ , включенный в цепь переменного тока, обладает емкостным сопротивлением  $X_C$ :**  $X_C = \frac{1}{\omega C}$  где  $C$  - емкость конденсатора ( $\Phi$ ),  $\omega$  - частота переменного тока (Гц).

Его роль: 1) ограничивает силу тока 2) На реактивном (емкостном) сопротивлении электрическая энергия НЕ переходит в другие виды энергии (т.е. происходит периодический обмен энергией между генератором и конденсатором необратимого преобразования электромагнитной энергии).

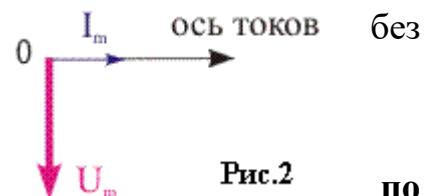


Рис.2

по

При этом колебания силы тока в цепи опережают фазе колебания напряжения на конденсаторе на  $\pi/2$ .

Если сила тока меняется по закону

$I = I_m \sin \omega t$ , то напряжение -  $U = U_m \sin(\omega t - \pi/2)$ . Векторная диаграмма тока и напряжения на конденсаторе приведена на рис. 2.

**В цепи, содержащей конденсатор, среднее значение мощности переменного тока равно нулю  $P_{cp} = 0$ .**

**3. Катушка индуктивности, включенная в цепь переменного тока обладает индуктивным сопротивлением:**

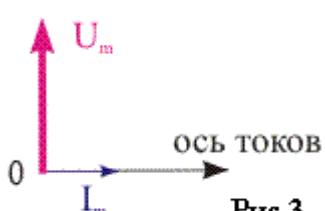
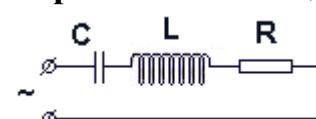


Рис.3

$X_L = \omega L$ , где  $L$  - индуктивность катушки (Гн). Его роль: 1) ограничивает силу тока 2) На реактивном (индуктивном) сопротивлении электрическая энергия НЕ переходит в другие виды энергии (т.е. происходит периодический обмен энергией между генератором и катушкой без необратимого преобразования электромагнитной энергии).

Значение  $X_L$  больше, чем сопротивление катушки в цепи постоянного тока, т.к. благодаря явлению самоиндукции. **В цепи, содержащей катушку индуктивности, колебания напряжения в цепи опережают по фазе колебания силы тока на  $\pi/2$ .** Если напряжение меняется по закону  $U = U_m \sin(\omega t)$ , то сила тока -  $I = I_m \sin(\omega t - \pi/2)$ . Векторная диаграмма тока и



напряжения на катушке приведена на рис. 3 Среднее значение мощности переменного тока в данном случае равно нулю  $P_{cp.} = 0$ .

#### 4. Закон Ома для цепи переменного тока с R, C, L

Пусть все эти элементы соединены последовательно, как показано на рис. 4 Из опыта следует, что в такой цепи колебания тока и напряжения не совпадают по фазе. Более того, разность фаз  $\phi$  между этими величинами зависит от

Закон Ома для цепи переменного тока

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} \quad (5)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (6)$$

- полное сопротивление цепи

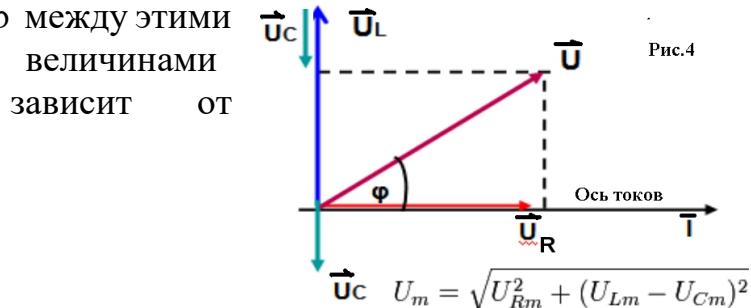


Рис.4

индуктивности катушки и емкости конденсатора  
 $U = U_m \sin(\omega t), \quad I = I_m \sin(\omega t + \phi)$ .

С помощью метода векторных диаграмм можно получить, что полное сопротивление цепи  $Z$ , содержащей индуктивность  $L$  и емкость  $C$ , равно:  $Z = \sqrt{(R^2 + (X_L - X_C)^2)}$ . Закон Ома имеет вид:  $I = U/Z$  или (5)

Рассчитать  $Z$  можно также по формуле  $Z = U/I$ , или (6) причем напряжение на участке равно векторной сумме всех напряжений:

$U = U_C + U_L + U_R$ . Мощность преобразуемой энергии переменного тока определяется по формуле:  $P = UI \cos \phi$ . Величину  $\cos \phi$  называют коэффициентом мощности. Для уменьшения тепловых потерь необходимо найти способы увеличения величины  $\cos \phi$ . Одним из способов является включение в цепь, содержащую индуктивность, конденсаторов.

**2) Построить векторные диаграммы, рассчитать полное сопротивление и коэффициент мощности для последовательного и параллельного соединения: конденсатора и резистора, катушки и резистора.**

#### Практическая работа №33

**Название работы:** Полное сопротивление последовательной цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока, содержащей R, L, C. Расчет цепей переменного тока с помощью метода векторных диаграмм.

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

**Исходные данные (задание):**

1. В некоторой цепи имеется участок (рис.1), содержащий R и L. Найти эффективное значение тока I в неразветвленной части цепи, если  $I_1 = 3 \text{ A}$ ,  $I_2 = 4 \text{ A}$  (все токи синусоидальны).

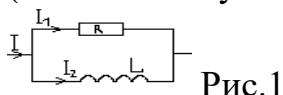


Рис.1

2. По участку АВС (рис.2) протекает синусоидальный ток.  $U_{AB} = 100$  В,  $U_{CD} = 10$  В. Найти эффективное напряжение на участке АС.

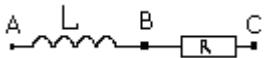


Рис.2

3. По участку АВС (рис.3) протекает синусоидальный ток. Индуктивность катушки 0,25 Гн, емкость конденсатора 100 мкФ, омическим сопротивлением участка можно пренебречь. При какой частоте сопротивление участка равно нулю?

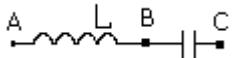


рис.3

4. В цепи, содержащей  $R$ ,  $C$  и  $L$  соединенные последовательно, протекает синусоидальный ток.  $U_L = 15$  В,  $U_R = 10$  В,  $U_C = 12$  В. Найти действующее значение напряжения в цепи.

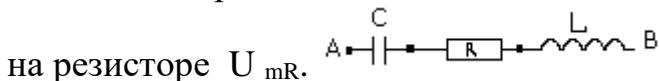
5. На участке цепи содержащем  $R$  и  $L$  (рис.2), сдвиг фаз между током и напряжением равен  $\phi = 40^\circ$ . Как изменится эта величина, если частота станет вдвое больше?  $L$  уменьшится в 2 раза?

6. В последовательной цепи  $R=20$  Ом,  $C=100$  мкФ,  $L=0,2$  Гн,  $U=75$  В, частота 50 Гц. Найти эффективное напряжение на каждом участке, эффективный ток и разность фаз между током и напряжением.

7. В городскую сеть напряжением 220 В, включили лампочку для карманного фонаря (3,5 В, 0,28 А), последовательно соединенную с конденсатором. Какой должна быть его емкость, чтобы лампочка горела нормальным накалом?

8. В цепь переменного тока с частотой 50 Гц включены последовательно резистор  $R=628$  Ом и катушка индуктивности. При этом сдвиг фаз между током и напряжением равен  $\phi = \pi/4$ . Какова индуктивность катушки? Какую емкость надо включить в цепь, чтобы сдвиг фазы между силой тока и напряжением стал равен нулю?

9. В цепи на рис.4.  $U_{AB} = 220$  В,  $U_C = 2U_R$ ,  $U_L = 3U_R$ . Найти амплитудное напряжение



на резисторе  $U_{mR}$ .

10. Цепь состоит из последовательно соединенных конденсатора, резистора и катушки. При частотах 40 и 50 Гц коэффициенты мощности одинаковы. Определить резонансную частоту.

### Практическая работа №34

**Название работы:** Контрольная работа по теме «Электродинамика»

**Цель работы:** Контроль усвоения знаний и сформированности умений по теме.

**Исходные данные (задание):**

#### 1 вариант

1. В цепи, содержащей  $R$ ,  $C$  и  $L$  соединенные последовательно, протекает синусоидальный ток.  $U_L = 15$  В,  $U_R = 10$  В,  $U_C = 12$  В. Найти действующее значение напряжения в цепи.

2. Что такое электромагнитное поле? Каковы его свойства?

3. Что и как колеблется в точке пространства при распространении электромагнитной волны?

4. Может ли электромагнитная волна создаваться покоящимся зарядом?

5. Что называется модуляцией? Для чего она применяется?
- Построить векторную диаграмму. Определить емкость конденсатора, если действующее значение тока в цепи 2 А.
  - Определить полное сопротивление цепи и сдвиг фаз между током и напряжением.
6. Почему при связи на коротких волнах получаются зоны молчания?
7. Как устроен и как работает радиолокатор?
8. На какую длину волны настроен контур радиоприемника с индуктивностью 0,2 мГн, если максимальная сила тока в контуре равна 0,1 А, а максимальное напряжение на конденсаторе 200 В?
9. В цепь переменного тока частотой 50 Гц и действующим напряжением 220 В включены последовательно резистор сопротивлением 200 Ом и катушка индуктивностью 0,6 Гн.
- Построить векторную диаграмму.
  - Определить полное сопротивление цепи, силу тока и сдвиг фаз между током и напряжением.
10. Колебательный контур приемника настроен на волну длиной 1000 м. Какова частота колебаний тока в катушке и ее индуктивность, если емкость контура создается двумя параллельно соединенными конденсаторами емкостью 100 пФ каждый?

## 2 вариант

1. В последовательной цепи  $R=20$  Ом,  $C=100\text{мкФ}$ ,  $L=0,2$  Гн,  $U=75$  В, частота 50 Гц. Найти эффективное напряжение на каждом участке, эффективный ток и разность фаз между током и напряжением.
2. Какие гипотезы лежат в основе теории Максвелла?
3. Существует ли разность фаз между колебаниями напряженности электрического и индукции магнитного полей в электромагнитной волне?
4. Как должна двигаться заряженная частица, чтобы возникло электромагнитное излучение?
5. Запишите формулу энергии электромагнитного поля. Поясните.
6. Как устроен и как работает простейший радиопередатчик?
7. Перечислите основные свойства электромагнитных волн.
8. Что такое детектор? Какое устройство используется в качестве детектора и почему?
9. В цепь переменного тока частотой 50 Гц и действующим напряжением 220 В
10. Колебательный контур приемника настроен на волну длиной 200 м. Какова частота колебаний тока в катушке и ее индуктивность, если емкость контура создается двумя последовательно соединенными конденсаторами емкостью 200 и 50 пФ?

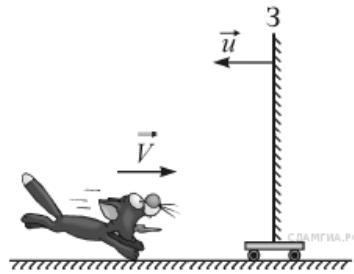
## Практическая работа №35

**Название работы:** Решение задач на закон отражения и преломления, на построение изображений и на формулу линзы

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

**Исходные данные (задание):**

1. Котёнок бежит к плоскому зеркалу З со скоростью  $V = 0,2$  м/с. Само зеркало движется в сторону котёнка со скоростью  $u = 0,05$  м/с (см. рисунок). С какой скоростью котёнок приближается к своему изображению в зеркале?
2. Непрозрачный круг освещается точечным источником света и отбрасывает круглую тень на экран. Определите диаметр тени, если диаметр круга 0,1 м. Расстояние от источника света до круга в 3 раза меньше, чем расстояние от источника до экрана.
3. В жаркий летний день на разогретом асфальте шоссе водители часто видят лужи воды. Однако, подъезжая к луже, обнаруживают, что ее вовсе нет. Объясните явление.
4. Два наблюдателя одновременно определяют на глаз высоту Солнца над горизонтом. Один из них находится на берегу реки, другой — под водой. Для какого из них Солнце будет казаться выше?
5. Может ли произойти полное отражение света при переходе из воды в стекло?
6. Во сколько раз скорость распространения света в алмазе меньше, чем в стекле?
7. Предмет расположен на расстоянии 40 см от линзы с оптической силой 2 дптр. Как изменится расстояние до изображения предмета, если последний приблизить к линзе на 15 см?
8. От предмета высотой 3 см получили с помощью линзы действительное изображение высотой 18 см. Когда предмет передвинули на 6 см, то получили мнимое изображение высотой 9 см. Определить фокусное расстояние и оптическую силу линзы.
9. Перед собирающей линзой с фокусным расстоянием 10 см помещен предмет. На каком расстоянии надо поставить предмет, чтобы его действительное изображение было в 4 раза больше самого предмета?
10. Оптическая сила линзы равна 2 дптр. Предмет высотой 1,2 см помещен на расстоянии 60 см от линзы. На каком расстоянии от линзы и какой высоты получится изображение этого предмета?
11. Предмет высотой 16 см находится на расстоянии 80 см от рассеивающей линзы с оптической силой —2,5 дптр. Во сколько раз изменится высота изображения, если предмет подвинуть к линзе на 40 см?
12. Расстояние от предмета до линзы и от линзы до действительного изображения предмета одинаковы и равны 60 см. Во сколько раз увеличится изображение, если предмет поместить на 20 см ближе к линзе?



**Задания для самоконтроля:**

1. Высота Солнца над горизонтом  $45^\circ$ . Определить длину тени, которую отбрасывает вертикально стоящий шест высотой 2 м.
2. Если расстояние от плоского зеркала до предмета равно 10 см, то расстояние от этого предмета до его изображения в зеркале равно:

3. С помощью собирающей линзы на экране получено уменьшенное изображение. Размер предмета равен 6 см, размер изображения 4 см. Оставляя экран и предмет неподвижными, линзу перемещают в сторону предмета. Определить величину второго четкого изображения.
4. Собирающая линза дает на экране четкое изображение предмета, которое в 2 раза больше этого предмета. Расстояние от предмета до линзы на 6 см превышает ее фокусное расстояние. Найти расстояние от линзы до экрана.
5. Линза дает действительное изображение предмета с увеличением  $\Gamma = 3$ . Каким будет увеличение, если на место первой линзы поставить вторую с оптической силой вдвое большей?
6. Предмет высотой 20 см помещен на расстоянии 60 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 12 см. Определить, на каком расстоянии от линзы получилось изображение и размер полученного изображения.
7. Расстояния от предмета до линзы и от линзы до изображения одинаковы и равны 0,5 м. Во сколько раз увеличится изображение, если сместить предмет на расстояние 20 см по направлению к линзе?

### Практическая (лабораторная) работа № 36

**Название работы:** Определение фокусного расстояния собирающей линзы

**Цель работы:** Определить фокусное расстояние и оптическую силу собирающей линзы.

**Основные понятия:** Получив с помощью линзы действительное изображение свечи на экране и измерив расстояние  $d$  от предмета до линзы и расстояние  $f$  от линзы до изображения, можно вычислить фокусное расстояние по формуле линзы  $1/F = 1/d + 1/f$ . Отсюда получаем

$$F = d \cdot f / (d + f); D = 1/F.$$

#### Порядок выполнения:

- Для определения фокусного расстояния собирающей линзы установить на столе свечу, линзу и экран, расположив их вдоль одной прямой. Перемещая линзу и экран, найти такое их положение, при котором на экране получается резкое изображение пламени свечи. Измерить расстояния от пламени свечи до линзы и от линзы до экрана. Вычислить фокусное расстояние линзы.
- Изменить расстояние от линзы до источника света. Перемещением экрана необходимо добиться получения резкого изображения пламени на экране. Повторить измерения и вычислить фокусное расстояние линзы.
- Повернуть линзу к окну и получить на экране изображение далеких предметов за окном. Измерить расстояние от линзы до экрана и сравнить его с полученными ранее значениями фокусного расстояния линзы.
- Все измеренные значения занести в таблицу:

№	$d, \text{ м}$	$f, \text{ м}$	$F, \text{ м}$	$F_{\text{ср}}, \text{ м}$	$\varepsilon, \%$	$\Delta F_{\text{ср}}, \text{ м}$	$D = 1/F, \text{ дптр}$

- Сделать вывод о том, согласуются ли между собой результаты трех опытов по определению фокусного расстояния линзы.

6. Вычислить оптическую силу линзы.
7. Сделать геометрическое построение трех проведенных опытов.  
Охарактеризовать полученные изображения.

**Перечень оборудования:** линза, линейка, экран, свеча.

**Вопросы для повторения:**

1. Объясните смысл входящих величин в формулу тонкой линзы.
2. Чему равна скорость света и изменяется ли она при переходе света из одной среды в другую?
3. В чём состоит физический смысл абсолютного и относительного показателя преломления вещества?

### **Практическая работа №37**

**Название работы:** Решение задач на интерференцию, дифракцию и дифракционную решетку.

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

**Исходные данные (задание):**

1. Какова оптическая разность хода 2-х когерентных монохроматических волн в веществе с показателем преломления 1,6, если геометрическая разность хода 2,5 см?
2. В некоторую точку пространства приходят два когерентных световых пучка с оптической разностью хода 1,5 мкм. Определите, произойдет усиление или ослабление света в этой точке, если длина волны равна 600 нм.
3. Излучение длиной волны 480 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 1 мм, попадает на экран. Расстояние от источников до экрана равно 5 м. Определите расстояние между центрами двух соседних полос на экране.
4. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источников света равно 0,5 мм, расстояние до экрана 5 м. В зеленом свете получились интерференционные полосы на расстоянии 5 мм друг от друга. Определите длину волны зеленого света.
5. Постоянная дифракционной решетки 2,5 мкм. Определить наибольший порядок спектра, общее число главных максимумов в дифракционной картине и угол дифракции в спектре второго порядка при нормальном падении монохроматического света с длиной волны 0,62 мкм на решетку.
6. Какую разность длин волн  $\Delta\lambda$  может разрешить дифракционная решетка с периодом 2,5 мкм шириной 1,5 см в спектре 3-го порядка для зеленых лучей ( $\lambda = 0,5$  мкм)?
7. На дифракционную решетку с периодом 2 мкм нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. Какую разность длин волн может разрешить эта решетка в области красного света ( $\lambda_1 = 0,7$  мкм) в спектре второго порядка, если ширина решетки 2,5 см? На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается синяя линия ( $\lambda_2 = 0,447$  мкм) спектра третьего порядка?

**Задания для самоконтроля**

- Два когерентных источника испускают красный свет длиной волны 720 нм. Определите, будет ли в точке М на экране светлая полоса, если расстояние от этой полосы до центра экрана равно 1,8 см. Экран удален от источников света на 5 м, расстояние между источниками равно 0,1 см.
- При наблюдении интерференции от двух мнимых источников монохроматического света длиной волны 590 нм оказалось, что на экране длиной 3,5 см умещается 7,5 полос. Определите расстояние между источниками, если от них до экрана 2,7 м.
- Дифракционная решетка содержит 200 штрихов на каждый миллиметр. На решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны 575 нм. Определить наибольший порядок спектра и общее число главных максимумов в дифракционной картине.
- Дифракционная решетка шириной 12 мм содержит 4800 штрихов. Определить число главных максимумов, наблюдавшихся в спектре дифракционной решетки для длины волны 0,55 мкм.

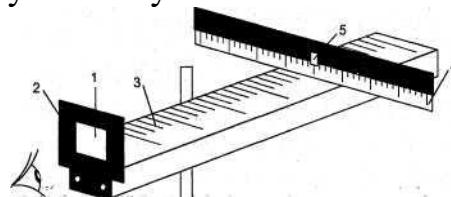
### Практическая (лабораторная) работа № 38

#### Название работы: Измерение длины световой волны

**Цель работы:** С использованием дифракционной решетки измерить длину волны красного и фиолетового света.

**Порядок выполнения:**

- Собрать измерительную установку:



- Установить экран на расстоянии 50 см от решетки. Глядя сквозь дифракционную решетку и щель в экране на источник света и перемещая решетку в держателе, установить ее так, чтобы дифракционные спектры располагались параллельно шкале экрана.
- Вычислить длину волны красного света в спектре 1-го порядка справа и слева от щели экрана по формуле:

$$\lambda = db/ka,$$

где  $d$  – период дифракционной решетки,  $b$  – расстояние по шкале экрана от щели до выбранной линии спектра,  $k$  – порядок спектра,  $a$  – расстояние, отсчитанное по линейке от решетки до экрана.

Определить среднее значение результатов измерения.

- Проделать то же для фиолетового света.

- Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

свет	расположение	$d, \text{ м}$	$k$	$b, \text{ м}$	$a, \text{ м}$	$\lambda, \text{ м}$	$\lambda_{\text{таб}}, \text{ м}$
красный	слева						
красный	справа						
фиолетовый	слева						
фиолетовый	справа						

5. Сравнить полученные результаты с табличными значениями длин волн красного и фиолетового цвета.

**Перечень оборудования:** дифракционная решетка с периодом  $1/100$  мм, держатель, линейка, черный экран с узкой вертикальной щелью посередине.

**Вопросы для повторения:**

1. В чём состоит явление дифракции и когда дифракция наиболее заметно выражена?
2. Что такое дифракционная решетка и для чего подобные решетки используются?
3. Чем отличается дифракционный спектр от дисперсионного?

### **Практическая работа №39**

**Название работы:** Контрольная работа по теме «Оптика»

**Цель работы:** Контроль усвоения знаний и сформированности умений по теме.

**Исходные данные (задание):**

#### **Вариант 1.**

1. В чём состоит явление дисперсии света? Действие какого прибора основывается на этом явлении?
2. Назовите характерные черты явления дифракции света. При каких условиях отчётливо наблюдается это явление?
3. Почему меняется окраска крыльев насекомого, если его рассматривать под разными углами?
4. На дифракционную решётку перпендикулярно к её поверхности падает свет. Период решётки  $10^{-4}$  м. Второй дифракционный максимум наблюдается под углом  $30^\circ$  к центральной линии. Определите длину волны света, падающего на решётку.
5. Длина волны жёлтого света в воздухе равна 580 нм, а в жидкости 400 нм. Определить показатель преломления жидкости.
6. При освещении дифракционной решётки белым светом спектры второго и третьего порядков частично перекрывают друг друга. На линию какого цвета в спектре второго порядка накладывается синяя линия (длина волны 450 нм) спектра третьего порядка?

#### **Вариант 2.**

1. Для каких лучей – красных или фиолетовых – будет больше главное фокусное расстояние собирающей линзы?
2. Как будет выглядеть белая надпись на красном фоне, если рассматривать ее через зеленый светофильтр?
3. Во сколько раз изменится длина световой волны при переходе из воздуха в стекло, если скорость света в стекле равна  $2 \cdot 10^8$  м/с?
4. При наблюдении через дифракционную решётку красный край спектра виден на расстоянии 10,5 см от середины щели в экране. Расстояние от дифракционной решётки до экрана 150 см, период решётки  $10^{-2}$  мм. Определите длину волны красного света.
5. Дифракционная решётка содержит 500 штрихов на 1 мм. На решётку падает свет длиной волны 500 нм. Под каким углом виден первый максимум?

6. Расстояние между двумя точечными когерентными монохроматическими источниками света 1,5 см. Источники расположены на расстоянии 36 см от экрана так, что линия, их соединяющая, параллельна плоскости экрана. Определить длину световой волны, если расстояние между соседними интерференционными полосами 1,8 мм.

### Практическая работа №40

**Название работы:** Решение задач по теме "Квантовая физика"

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

**Исходные данные (задание):**

**Вопросы для повторения:**

1. В чем состоит явление фотоэффекта? Когда, кем и как оно было открыто?
2. Нарисуйте схему опыта Столетова и объясните ее.
3. Сформулируйте законы фотоэффекта. Почему они противоречат волновым представлениям о свете?
4. Начертите ВАХ фотоэффекта и объясните ее.
5. Сформулируйте гипотезу Планка. Каким положением дополнил ее Эйнштейн?
6. Запишите формулу Эйнштейна для фотоэффекта и объясните ее физический смысл.
7. Объясните законы фотоэффекта с точки зрения теории Эйнштейна.
8. Что такое фотон? Перечислите его основные свойства и характеристики.
9. Что такое корпускулярно-волновой дуализм? Какое уравнение связывает волновые и квантовые свойства света?
10. Изменяется ли энергия фотона при переходе из одной среды в другую?
11. У каких лучей красных или синих энергия кванта больше?
12. От чего зависит:
  - Число фотоэлектронов, вырываемых в единицу времени с катода?
  - Скорость фотоэлектронов?
  - Величина красной границы фотоэффекта?

**Решите задачи:**

1. Найти работу выхода электронов из металла, если при облучении его светом с длиной волны 590 нм скорость выбитых электронов равна  $0,28 \cdot 10^6$  м/с.
2. На металлическую пластину падает свет с длиной волны 0,42 мкм. Фототок прекращается при задерживающем напряжении 0,95 В. Определить работу выхода электронов из металла.
3. Наибольшая длина волны света, при которой еще может наблюдаться фотоэффект на калии, равна 450 нм. Найти скорость фотоэлектронов, выбитых из калия светом с длиной волны 300 нм.
4. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 275 нм. Найти работу выхода для этого металла, максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых из него светом длиной волны 180 нм, и максимальную кинетическую энергию электронов.
5. При увеличении в 2 раза энергии фотонов, падающих на металлическую пластинку, максимальная энергия вылетающих фотоэлектронов увеличилась

- в 3 раза. Определить работу выхода электронов из этого металла, если первоначальная энергия фотонов 10 эВ.
6. Если поочередно освещать поверхность металла светом с длинами волн 350 и 540 нм, то максимальные скорости фотоэлектронов будут отличаться в 2 раза. Определить работу выхода электронов из этого металла.
  7. При освещении металла светом с длиной волны 0,4 мкм задерживающий потенциал равен 2 В. Чему равен задерживающий потенциал при облучении того же металла светом длиной волны 0,6 мкм?

### **Практическая работа №41**

**Название работы:** Модели строения ядра. Состав ядра. Заряд и масса ядра. Изотопы. Энергия связи ядра. Ядерные силы. Удельная энергия связи, дефект масс

**Цель работы:** Изучить предложенную тему, используя различные источники информации.

**Исходные данные (задание):**

- 1) Найдите информацию по теме, используя различные источники.
- 2) Составьте конспект
- 3) Подготовьте 10 вопросов по теме.

### **Практическая работа №42**

**Название работы:** Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции. Законы сохранения при ядерных реакциях. Энергетический выход ядерной реакции. Цепные ядерные реакции. Критическая масса. Ядерный реактор. Атомные электростанции.

**Цель работы:** Изучить предложенную тему, используя различные источники информации.

**Исходные данные (задание):**

- 1) Найдите информацию по теме, используя различные источники.
- 2) Составьте конспект
- 3) Подготовьте 10 вопросов по теме.

### **Практическая работа №43**

**Название работы:** Термоядерная реакция

**Цель работы:** Изучить предложенную тему, используя различные источники информации.

**Исходные данные (задание):**

- 1) Найдите информацию по теме, используя различные источники.
- 2) Составьте конспект
- 3) Подготовьте 5 вопросов по теме.

### **Практическая работа №44**

**Название работы:** Решение задач на тему "Ядерные и термоядерные реакции"

**Цель работы:** Закрепление знаний и формирование умений решать задачи по теме.

**Исходные данные (задание):**

1. Определите состав ядер:  $^{28}_{14}Si$ ,  $^{195}_{78}Pt$ ,  $^{261}_{104}Ku$
2. Какой изотоп образуется из  $^{238}_{92}U$  после двух  $\beta$ -распадов и одного  $\alpha$ -распада?  
Запишите реакции.
3. Определите энергию связи ядер  $^6_3Li$ ;  $^9_4Be$ .
4. Напишите уравнение термоядерной реакции и определите ее энергетический выход, если известно, что при слиянии двух ядердейтерия образуется нейтрон и неизвестное ядро.
5. Допишите реакции:  $^9_4Be + ^4_2He \rightarrow ^1_0n + \dots$   $\dots + ^2_1H \rightarrow ^3_1H + ^1_1H$   
 $^{10}_5B + \dots \rightarrow ^7_3Li + ^4_2He$   $\dots + ^1_0n \rightarrow ^{104}_{42}Mo + ^{132}_{50}Sn + 3 \cdot ^1_0n$
6. Допишите уравнение реакции и определите ее энергетический выход:  
 $^3_2He + \dots \rightarrow ^4_2He + 2 \cdot ^1_1H$

### Практическая работа №45

**Название работы:** Контрольная работа по теме "Квантовая физика и физика атома и атомного ядра"

**Цель работы:** Контроль усвоения знаний и сформированности умений по теме.  
Тест «Атом и Ядро»

**1. Какой порядковый номер в таблице Менделеева у элемента, который получается в результате  $\alpha$ -распада ядра, порядковый номер элемента Z?**

А.  $Z + 2$ ;    Б.  $Z - 2$ ;    В.  $Z - 4$ ;    Г.  $Z - 1$ .

**2. Сколько квантов с различной энергией может испустить атом водорода, если электрон находится на третьей орбите?**

А. 3 кванта: при переходе с третьей орбиты на вторую, со второй на первую и третьей на первую орбиты.

Б. 2 кванта: при переходе с третьей орбиты на вторую, со второй орбиты на первую;

В. 1 квант: при переходе с третьей орбиты на первую.

**3. При бомбардировке изотопа лития  $^6_3Li$   $\alpha$  – частицами происходит ядерная реакция с испусканием нейтронов и образованием ядра изотопа бора...**

А.  $^{10}_5B$ ;    Б.  $^{10}_6B$ ;    В.  $^9_5B$ ;    Г.  $^9_6B$ .

**4. Определите удельную энергию связи в ядре атома изотопа урана  $^{238}_{92}U$ , если масса покоя  $m_p = 1,00814$  а.е.м.,  $m_n = 1,00899$  а.е.м.,  $m_a = 238,12376$  а.е.м.**

А. 7,58 МэВ;    Б. 758 МэВ/нуклон;    В. 7,58 МэВ/нуклон;    Г. 758 МэВ.

**5. Как изменилась энергия атома водорода, если электрон в атоме перешел с первой орбиты на третью, а потом обратно?**

А. уменьшилась;    Б. возросла;    В. изменение энергии равно 0.

**6. Электрон в атоме водорода перешел с четвертого энергетического уровня на второй. Как при этом изменилась энергия атома?**

А. энергия системы электрон – ядро возросла;    Б. энергия системы электрон – ядро уменьшилась;  
В. энергия системы электрон – ядро не изменилась.

**7. Какую частицу надо вставить вместо X в ядерную реакцию  $^{27}_{13}Al + \gamma \rightarrow ^{26}_{12}Mg + X$**

А. электрон;    Б. протон;    В. нейтрон;    Г.  $\alpha$  – частицу.

**8. Чем отличается атом, находящийся в стационарном состоянии, от атома в возбужденном состоянии?**

А. отличий нет;    Б. отличается расположением электронов в оболочке атома;

В. отличается числом электронов.

**9. Из каких элементарных частиц состоят ядра атомов всех химических элементов?**

1. протон;    2. нейтрон;    3. электрон.

А. 1;      Б. 1 и 2;      В. 2 и 3;      Г. 1 и 3.

**10. Бета излучение – это...**

А. электроны, движущиеся со скоростью, близкой к скорости света;  
Б. электромагнитное излучение большой частоты;      В. ядро гелия.

**11. Нуклоны в ядре обладают кинетической и потенциальной энергией. Какая по модулю энергия нуклонов больше? Почему?**

А. Кинетическая энергия больше. В противном случае ядро не сохранило бы целостности, оно распалось бы на составные части;  
Б. Потенциальная энергия больше. В противном случае ядро не сохранило бы целостности, оно распалось бы на составные части;  
В. Кинетическая и потенциальная энергии нуклонов равны по закону сохранения;  
Г. Среди ответов А, Б, В нет верного.

**12. Почему радиоактивные препараты хранят в толстостенных свинцовых контейнерах?**

А. свинец поглощает заряженные частицы;      Б. свинец отражает заряженные частицы;  
В. свинец вступает в химическую реакцию с заряженными частицами.

**13. Каков состав ядра фтора  $^{19}_9 F$  ? (Z – протонов, N – нейtronов)**

А. Z – 10, N – 9;      Б. Z – 9, N – 19;      В. Z – 19, N – 9;      Г. Z – 9, N – 10.

**14. Имеется  $10^9$  атомов радиоактивного изотопа йода  $^{128}_{53} I$ , период его полураспада 25 мин.**

**Какое примерно количество ядер изотопа испытает радиоактивный распад за 50 мин.?**

А.  $5 \cdot 10^8$ ;      Б.  $10^9$ ;      В.  $2,5 \cdot 10^8$ ;      Г.  $7,5 \cdot 10^8$ .

**Литература:**

Основные источники:

1. Омельченко В.П., Антоненко Г.В., Физика / В. П. Омельченко, Г.В. Антоненко.- Ростов н/Д: «Феникс», 2005.- 318 с.
2. Мякишев Г.Я. Физика: Учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений/ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский.- 14-е изд.- М. : Просвещение, 2005.- 366 с.
3. Мякишев Г.Я. Физика: Учеб. для 11 кл. общеобразоват. учреждений/ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев.- 12-е изд.- М. : Просвещение, 2004.- 366 с.

Дополнительные источники:

1. Иверонова В.И. Физический практикум.- М.: Физматгиз, 1962.- 956 с.
2. Фронтальные лабораторные занятия по физике. Пособие для учителей. Под ред. А.А. Покровского. М.: Просвещение, 1969.- 168 с.

Электронные ресурсы:

1. Виртуальные лабораторные работы по физике.- <http://www.all-fizika.com/>
2. Онлайн лабораторные работы по физике.- <http://barsic.spbu.ru/>