

Государственное профессиональное образовательное учреждение  
«Полысаевский индустриальный техникум»

**Учебно-методический комплект  
лабораторных, практических и контрольных работ  
по учебной дисциплине  
«Физика»**

основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)

**по специальности:**

23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных,  
дорожных машин и оборудования

Срок обучения: 3 года 10 месяцев

Учебно-методический комплект по учебной дисциплине «Физика» разработан на основе Федерального образовательного стандарта по специальности, учебного плана, рабочих учебных программ по специальности 23.02.04 «Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования» в соответствии с методическими рекомендациями по планированию и проведению лабораторных, практических, самостоятельных и контрольных работ обучающихся ГПОУ «Полысаевский индустриальный техникум».

срок обучения: 3 года 10 месяцев

Организация-разработчик: Государственное профессиональное образовательное учреждение «Полысаевский индустриальный техникум»

Разработчик: Нехорошева Светлана Петровна, преподаватель

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой методической комиссии общеобразовательных дисциплин общего гуманитарного и социально-экономического, математического и естественнонаучного учебных циклов.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г., протокол № \_\_\_\_.

Председатель ЦМК Пейпорт Н.В.

## **Методические рекомендации по выполнению лабораторных, практических и контрольных работ**

Содержание	
Пояснительная записка	4
1. Инструкция по технике безопасности	5
2. Методические указания для обучающихся к выполнению лабораторных работ	6
3. Перечень лабораторных работ	6
4. Отчеты по лабораторным работам	7
4.1. Раздел 1. «Механика»	7
4.2. Раздел 2. «Молекулярная физика» и «Термодинамика»	13
4.3. Раздел 3. «Электродинамика»	23
4.4. Раздел 4. «Колебания и волны»	31
4.5. Раздел 5. «Оптика»	32
4.6. Раздел 6. «Элементы квантовой физики»	36
5. Контрольные работы и методические рекомендации к их выполнению	38
5.1. Тема 1. «Механика». Контрольная работа №1	38
5.2. Тема 2. «Молекулярная физика» и «Термодинамика». Контрольная работа №2	43
5.3. Тема 3. «Электродинамика». Контрольная работа №3	45
5.4. Тема 4. «Колебания и волны». Контрольная работа №4	47
5.5. Тема 5. «Элементы квантовой физики». Контрольная работа №5	51
5.6. Итоговая контрольная работа №6	54
6. Практические работы и методические рекомендации к их выполнению	71
6.1. Тема 1. «Кинематика». Практическая работа №1	72
6.2. Тема 2. «Динамика». Практическая работа №2	76
6.3. Тема 3. «Законы сохранения в механике». Практическая работа №3	78
6.4. Тема 4. «Основы МКТ». Практическая работа №4	80
6.5. Тема 5. «Основы термодинамики». Практическая работа №5	82
6.6. Тема 6. «Электродинамика». Практическая работа №6	83
6.7. Тема 7. «Расчет электрических цепей постоянного тока» Практическая работа №7	85
7. Тема 8. «Изучение действия магнитного поля на проводник с током, заряженную частицу». Практическая работа №8	86

## Пояснительная записка

Учебная дисциплина «Физика» базируется на знаниях, полученных обучающимися при изучении физики в основной школе, и является фундаментом для последующей профессиональной деятельности.

Задачи изучения физики: формирование знаний основ науки – важнейших фактов, понятий, законов и теорий, имеющих не только важное общеобразовательное, мировоззренческое, но и прикладное значение, развитие умений наблюдать и объяснять физические явления, соблюдение правил техники безопасности при работе в лаборатории физики, необходимости охраны окружающей среды, развитие интереса к физике, как возможной области будущей практической деятельности, формирование диалектико-материалистического понимания окружающего мира.

Знание физики позволит обучающимся, как будущим специалистам понимать, объяснять и применять на практике многие понятия, умения и навыки.

В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны знать:

- методы научного познания природы;
  - современную физическую картину мира;
  - свойства вещества и поля;
  - пространственно-временные закономерности;
  - динамические и статистические законы природы;
  - элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия;
  - строение и эволюцию Вселенной;
  - основы фундаментальных физических теорий:
    - а) классической механики,
    - б) молекулярно-кинетической теории,
    - в) термодинамики,
    - г) классической электродинамики,
    - д) элементов квантовой теории.
- уметь:
- пользоваться необходимой учебной и справочной литературой;
  - использовать знания законов физики при объяснении различных явлений, в природе и технике;
  - решать задачи на основе изученных законов и с применением известных формул;
  - пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
  - переводить единицы физических величин в единицы СИ в ходе лабораторных занятий;
  - применять правила техники безопасности при обращении с физическими приборами и оборудованием;
  - планировать проведение опыта;
  - собирать установку по схеме;
  - проводить наблюдения;
  - снимать показания с физических приборов;

- составлять таблицы зависимости величин и строить графики;
- оценивать и вычислять погрешности измерений;
- составлять отчет и делать выводы по проделанной работе.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых умений программой учебной дисциплины предусмотрено проведение 13 лабораторных, 6 контрольных и 8 практических работ. В приложениях даны основные табличные величины, необходимые для выполнения заданий.

### **1. Инструкция о правилах техники безопасности**

1. Будьте внимательны и дисциплинированы, точно выполняйте указания педагога.
2. Не приступайте к выполнению работы без разрешения педагога.
3. Размещайте приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.
4. Перед выполнением работы внимательно изучите ее содержание и ход выполнения.
5. Для предотвращения падения, стеклянные сосуды (пробирки, колбы) при проведении опытов осторожно закрепляйте в лапке штатива.
6. При проведении опытов не допускайте предельных нагрузок измерительных приборов. При работе с приборами из стекла соблюдайте особую осторожность. Не вынимайте термометры из пробирок с затвердевшим веществом.
7. Следите за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях. Не прикасайтесь и не наклоняйтесь (особенно с неубранными волосами) к вращающимся частям машин.
8. Источник тока и электрической цепи подключайте в последнюю очередь. Собранную цепь включайте только после проверки и с разрешения педагога. Наличие напряжения в цепи можно проверять только с помощью приборов или указателей напряжения.
9. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишенным изоляции.
10. Не производите пересоединения в цепях и смену предохранителей до отключения источника электропитания.
11. По окончании работы отключите источник электропитания, после чего разберите электрическую цепь.
12. Не уходите с рабочего места без разрешения педагога.
13. Обнаружив неисправность в электрических устройствах, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник электропитания и сообщите об этом педагога.

### **Источники:**

1. Касаткина И. Л., Физика для колледжей : учебник для средних специальных учебных заведений. - Ростов н/Д : Феникс, 2017. – 671 с.
2. Дмитриева, В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Лабораторный практикум : учеб. пособие для учреждений сред. проф.

образования / В. Ф. Дмитриева, А. В. Коржуев, О. В. Муртазина. – Москва : ИЦ «Академия», 2012. – 160 с.

3. Касьянов, В. А. Физика. 10 класс : учебник для общеобразовательных учебных заведений / В. А. Касьянов – 2-е изд. – Москва : Дрофа, 2001. - 416 с.: ил.

4. Касьянов, В. А. Физика. 11 класс : учебник для общеобразовательных учебных заведений / В. А. Касьянов – 2-е изд. – Москва : Дрофа, 2002. - 416 с.: ил. 8 л. цв. вкл.

## **2. Методические указания для обучающихся к выполнению лабораторных работ**

К выполнению лабораторных работ необходимо подготовиться до начала занятия. Кроме описания работы в данном учебном пособии, используйте рекомендованную литературу и конспект лекций. К выполнению лабораторных работ допускаются только теоретически подготовленные обучающиеся.

При проведении эксперимента результаты измерений и расчетов записывайте четко, кратко в заранее подготовленные таблицы.

При обработке результатов измерений помните, что точность расчетов не может превышать точности прямых измерений.

Результаты измерений лучше записывать в виде доверительного интервала.

Отчеты по лабораторным работам оформляются согласно требованиям и должны включать в себя следующие пункты:

- название лабораторной работы и ее цель;
- используемое оборудование;
- порядок выполнения лабораторной работы;
- далее пишется «Ход работы» и выполняются этапы лабораторной работы, согласно выше приведенному порядку записываются требуемые теоретические положения, результаты измерений, выполняется обработка результатов измерений, заполнение таблицы и графиков, по завершении работы делается вывод.

При подготовке к сдаче лабораторной работы необходимо ответить на контрольные вопросы.

Если отчет по работе не сдан вовремя (до выполнения следующей работы) по неумажительной причине, оценка снижается.

## **3. Перечень лабораторных работ:**

1. Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести.
2. Изучение закона сохранения механической энергии.
3. Измерение коэффициента трения скольжения.
4. Изучение изотермического процесса в газе.
5. Определение относительной влажности воздуха.
6. Изучение законов Ома для полной цепи.
7. Изучение явления электромагнитной индукции.

8. Исследование смешанного соединения проводников.
9. Измерение емкости конденсатора.
10. Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.
11. Измерение показателя преломления стекла.
12. Наблюдение интерференции и дифракции света.
13. Изучение взаимодействия частиц и ядерных реакций (по фотографиям).

#### 4. Отчеты по лабораторным работам

##### 4.1. Раздел 1. «Механика»

##### Лабораторная работа №1

##### «Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести»

**Цель работы:** определение центростремительного ускорения шарика при его равномерном движении по окружности.

**Оборудование:** штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, лист бумаги, линейка, секундомер.

##### Задания и вопросы для допуска к работе:

1. Сила тяжести - это ...
2. Сила упругости - это ...
3. Формула 2 закона Ньютона имеет вид: .....
4. Используя рисунок 1, записать 2 закон Ньютона в проекциях на оси: Ох:..... Оу:.....

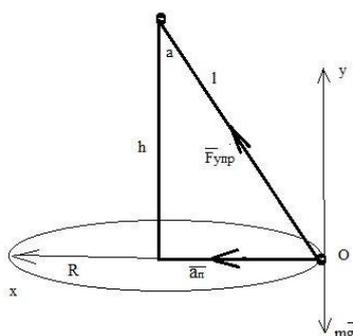


Рисунок 1. Силы, действующие на равномерно вращающееся тело на нити

5. Тело массой 5 кг, подвешенное на нити (см. рис. 1), равномерно вращается по окружности. Определить модуль центростремительного ускорения, если сила натяжения нити 4Н и нить образует с вертикалью угол  $\alpha=30^\circ$ .

**Дано:**

**Решение:**

$F_{упр} = 4\text{Н}$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$a_{\text{н}} = ?$$

**Ход работы:**

1. Определить на весах массу шарика с точностью до 1 г.(m).
2. Собрать конический маятник (см. рис. 1).
3. Начертить на листе бумаги окружность радиусом 20 – 25 см (R).
4. Вызвать вращение шарика вдоль начерченной окружности. Число оборотов  $\nu$  взять самим (например, 40 – 50)  $R = 50$ .
5. Измерить время  $\Delta t$ , за которое маятник совершает N оборотов.
6. Рассчитать период обращения маятника  $T = \Delta t/N$ .
7. Измерить высоту конического маятника (h).
8. Результаты измерений занести в таблицу 1, выразив в СИ.

Таблица 1

$H_0$	R	N	$\Delta t$	T	h	m	$a_1$	$a_2$	$a_3$

9. Рассчитать модуль центростремительного ускорения по формуле:

$$a_1 = 4\pi^2 R / T^2 =$$

10. Рассчитать модуль центростремительного ускорения по формуле:

$$a_2 = gR/h =$$

11. С помощью динамометра оттянуть шарик горизонтально на расстояние, равное R, и измерить составляющую силы упругости:  $F_1 =$

12. Рассчитать модуль центростремительного ускорения по формуле:

$$a_3 = F_1 / m =$$

13. Результаты вычислений занести в таблицу.

14. Рассчитать среднее арифметическое значение модуля центростремительного ускорения

$$a_{\text{ср}} = (a_1 + a_2 + a_3) / 3 =$$

15. Рассчитать значение абсолютной погрешности

$$\Delta a_1 = |a_{\text{ср}} - a_1| =$$

$$\Delta a_2 = |a_{\text{ср}} - a_2| =$$

$$\Delta a_3 = |a_{\text{ср}} - a_3| =$$

16. Рассчитать среднее арифметическое абсолютных погрешностей

$$\Delta a_{\text{ср}} = (\Delta a_1 + \Delta a_2 + \Delta a_3) / 3$$

17. Рассчитать относительную погрешность

$$\varepsilon = \Delta a_{\text{ср}} / a_{\text{ср}} * 100\%$$

18. Значение модуля центростремительного ускорения записать в виде:

$$a = a_{\text{ср}} \pm \Delta a_{\text{ср}}$$

Вывод: ...

## *Зачетная работа*

1. В каких единицах измеряется сила?
  1. 1 Вт;
  2. 1 Дж;
  3. 1 Н;
  4. 1 кг;
  5. 1 м/с
2. Определить работу силы тяжести, совершаемую над искусственным спутником Земли массой  $m$ , движущимся по круговой орбите радиуса  $R$  вокруг Земли со скоростью  $v$ , за один оборот.
  1.  $mv^2/2$ ;
  2.  $mv^2/R$ ;
  3. 0;
  4.  $42R/T^2$ ;
  5.  $gR/h$ .
3. Когда к пружине длиной 12 см подвесили груз, ее длина стала 15 см. Найти массу груза, если коэффициент жесткости пружины равен 900 Н/м.
  1. 25,7 кг;
  2.  $m27,5$ кг;
  3. 2,755 кг;
  4. 90кг;
  5. 275,5кг.

### **Лабораторная работа №2**

#### **«Изучение закона сохранения механической энергии»**

**Цель работы:** измерение потенциальной энергии поднятого над землей тела и упруго деформированной пружины, сравнение двух значений потенциальной энергии системы.

**Оборудование:** штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, динамометр лабораторный с фиксатором, груз на нити длиной 25 см.

#### **Задания и вопросы для допуска к работе:**

1. Потенциальной энергией системы называется ....
2. Может ли потенциальная энергия быть отрицательной?
3. Потенциальная энергия тела массой  $m$ , поднятого на высоту  $h$ :  $E_p = \dots$
4. Потенциальная энергия упруго деформированного тела жесткостью  $k$  и величиной деформации  $\Delta l$  определяется по формуле:  $E_p = \dots$
5. В чем состоит закон сохранения полной механической энергии?
6. Кинетической энергией называется ...
7. Для системы, состоящей из тела массой  $m$  и пружины жесткостью  $k$ , закон сохранения энергии имеет вид: ...
8. Камень брошен вертикально вверх со скоростью  $v_0 = 10$  м/с. На какой высоте  $h$  кинетическая энергия камня равна его потенциальной энергии?

**Дано:**

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

**Решение:**

$$g = \text{м/с}^2$$

$$E_{p1} = E_{k1}$$

$$h = ?$$

**Ход работы:**

1. Укрепить динамометр в лапке штатива.
2. Измерить с помощью динамометра вес груза ( $P = ..$ ).
3. Измерить линейкой расстояние  $l$  от крючка динамометра до центра тяжести груза ( $l = ...$ )
4. Укрепить фиксатор около ограничительной скобы динамометра, поднять груз до высоты крючка ( $F_{упр} = 0$ ) и отпустите его.
5. Снять груз и по положению фиксатора измерить максимальное удлинение пружины  $\Delta l = ...$
6. Определить по шкале динамометра максимальное значение модуля силы упругости пружины  $F = ...$
7. Рассчитать высоту падения.  
 $h = l + \Delta l = ...$   
 $h = ...$
8. Результаты измерений занести в таблицу 1, выразив в СИ.

Таблица 1

P, Н	l, м	$\Delta l$ , м	F, Н	h, м	$E_{p1}$ , Дж	$E_{p2}$ , Дж

9. Вычислить потенциальную энергию системы перед падением.  
 $E_{p1} = P \cdot h = ...$
  10. Вычислить потенциальную энергию упруго деформированной пружины.  
 $E_{p2} = F \cdot \Delta l / 2 = ...$
  11. Результаты вычислений занести в таблицу.
  12. Сравнить значения потенциальной энергии  $E_{p1}$  и  $E_{p2}$ .
- Вывод:

### **Зачетная работа**

1. В каких единицах измеряется энергия?
  - а. 1 Вт;
  - б. 1 Дж;
  - в. 1 Н;
  - г. 1 кг;
  - д. 1 м/с

2. Определить потенциальную энергию пружины, растянутой на 10 см, если коэффициент упругости 600 Н/м.
- а. 6 Дж;
  - б. 3 Дж;
  - в. 0;
  - г. 9 Дж;
  - д. 12 Дж.
3. Тело массой  $m$  движется со скоростью  $v$ . Какова кинетическая энергия?
- а.  $mv^2/2$ ;
  - б.  $mv^2/R$ ;
  - в. 0;
  - г.  $42R/T^2$ ;
  - д.  $gR/h$ .

### **Лабораторная работа №3** **«Измерение коэффициента трения скольжения»**

**Цель работы:** измерение коэффициента трения скольжения деревянного бруска по деревянной линейке двумя различными способами.

**Оборудование:** деревянный брусок, деревянная линейка, набор грузов, динамометр, измерительная лента.

#### **Тест допуска к работе**

1. Чему равен вес гири, лежащей на горизонтальной поверхности, если ее масса 2 кг?
- а. 2 Н;
  - б. 5 Н;
  - в. 0;
  - г. 1 Н;
  - д. 0,5 Н.
2. От чего зависит время остановки санок на горизонтальной поверхности под действием силы трения?
- а. от массы санок и ускорения свободного падения;
  - б. от начальной скорости и массы санок;
  - в. от коэффициента трения скольжения и массы санок;
  - г. от начальной скорости и коэффициента трения скольжения;
  - д. только от массы санок.
3. К какому виду принадлежит сила трения скольжения?
- а. силы электромагнитной природы;
  - б. силы гравитации;
  - в. ядерные силы;
  - г. в зависимости от условий взаимодействия силы гравитации или силы электромагнитной природы;
  - д. ни к одному из указанных видов сил.
4. По какой формуле можно вычислить коэффициент трения скольжения?

- а.  $\mu = F_{\text{тр}}/N$ ;
- б.  $\mu = \text{tg}$  ;
- в.  $\Delta \mu = \mu - \mu_{\text{min}}$  ;
- г.  $N = mgtg$  ;
- д.  $\mu = \text{tg}$  .

*Порядок выполнения работы:*

1. С помощью динамометра определить вес деревянного бруска  $P_0$ , бруска вместе с грузом ( $P_0 + P$ ), бруска с двумя грузами ( $P_0 + 2P$ ), бруска с тремя грузами ( $P_0 + 3P$ ). Результаты опыта внесите в таблицу 1 (в графу  $F_{\text{перп}}$ ).

Таблица 1

	$P_0$	$P_0 + P$	$P_0 + 2P$	$P_0 + 3P$
$F_{\text{перп}}$				
$F_{\text{тр}}$				

2. Динамометром равномерно тяните брусок по линейке, измеряя силу тяги  $F_t$  ( $F_t = F_{\text{тр}}$ ). Опыт повторить, нагружая брусок одним, двумя, тремя грузами. Результаты измерений  $F_{\text{тр}}$  внесите в таблицу (в графу  $F_{\text{тр}}$ ).

3. Построить график зависимости  $F_{\text{тр}}$ . Через начало отсчета провести прямую линию так, чтобы число точек над прямой равнялось числу точек под прямой.

4. Найти коэффициент трения скольжения  $\mu$  по формуле  $\mu = \text{tg}$  , как тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс. Выберите произвольную точку с координатами  $F_{\text{тр}}$  на прямой и найдите  $\mu$  как отношение

$$\mu = F_{\text{тр}}/F_{\text{перп}} = \dots$$

5. Через начало отсчета провести прямую под минимальным углом  $\alpha_{\text{min}}$  к горизонтали через экспериментальную точку. Рассчитайте минимальное значение коэффициент трения скольжения.

$$\mu_{\text{мин}} = \text{tg} \text{ мин}$$

6. Измерить длину линейки.  $l = \dots$  ( $\Delta l = 1 \text{ см}$ ).

7. Отсоединить динамометр от бруска. На один конец линейки поместить брусок с одним грузом и медленно приподнять его. Измерить высоту подъема  $h$  конца линейки, когда при небольшом толчке брусок начинает скользить вниз равномерно.

$$h = \dots \quad (\Delta h = 1 \text{ см}).$$

8. Вычислить коэффициент трения скольжения по формуле

$$\mu = h / l2-h2 = \dots$$

9. Сравнить величины коэффициента трения скольжения, измеренные двумя различными способами.

Вывод: ...

## Зачетная работа

Доказать, что сила трения скольжения не зависит от площади трущихся поверхностей.

1. Динамометром равномерно тяните брусок по линейке, измеряя силу тяги.
2. Опыт повторить при перестановке бруска на другие грани с различной площадью поверхности. Убедитесь, что сила трения скольжения не зависит от площади трущихся поверхностей, и сделайте вывод.

### 4.2. Раздел 2. «Молекулярная физика» и «Термодинамика»

#### Лабораторная работа №4 «Изучение изотермического процесса в газе»

**Цель работы:** изучение изотермического процесса в газе.

**Оборудование:**

1. Прибор для изучения газовых законов;
2. Барометр.

#### Теория

1. Уравнение Клапейрона - Менделеева: \_\_\_\_\_, где R- универсальная газовая постоянная равна \_\_\_\_\_ Дж/(моль\*К)
2. Процессы, в которых \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ называются изопроцессами. Возможны 3 таких процесса: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.
3. Закон Бойля-Мариотта утверждает: \_\_\_\_\_

---

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Эту зависимость можно проверить опытным путем.

#### Тест допуска к работе

Выделите правильное утверждение.

1. Связь между какими параметрами устанавливается в законе Бойля-Мариотта?  
а. P - T.                      б. P - V.  
в. M - V.                      г. T - V. е. T - m.
2. Какая из формул выражает закон Бойля- Мариотта?  
а.  $P_1/T_1 = P_2/T_2$               б.  $V_2/V_1 = P_2/P_1$   
в.  $PV = \text{const}$               г.  $PV = m/\mu * RT$               д.  $PVT = \text{const}$ .
3. Какой термодинамический процесс описывает закон Бойля- Мариотта?  
а. Изотермический.              б. Изохорный.  
в. Изобарный.                      г. Адиабатный.

4. На каких графиках изображены изотермические процессы?

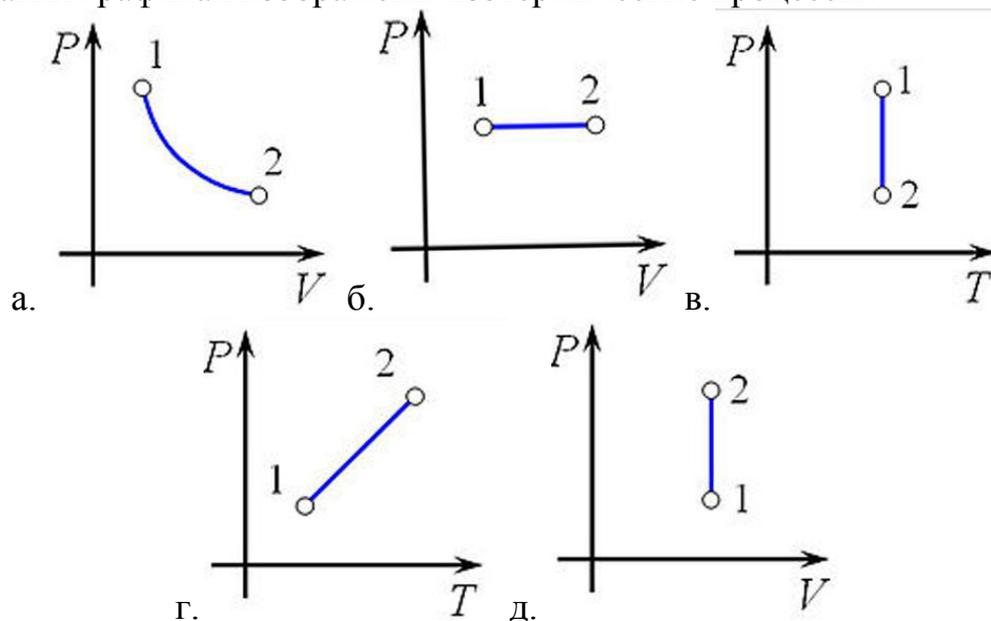


Рисунок 1. Графики газовых процессов

5. Слон, когда захочет пить, использует газовые законы. Шея у него короткая, поэтому он не может опустить голову в воду, а опускает только хобот и втягивает в себя воздух, наполняя хобот водой, которую затем выливает в рот. На ферме коров доят и транспортируют молоко, используя вакуум и газовые законы. Опишите оба процесса с физической точки зрения.

**Ход работы:**

1. Определите цену деления и ед. измерения измерительных приборов:
  - а) манометр \_\_\_\_\_ б) барометр \_\_\_\_\_
  - в) гофрированный сосуд \_\_\_\_\_
2. Собрать установку, изображенную на рисунке 2.

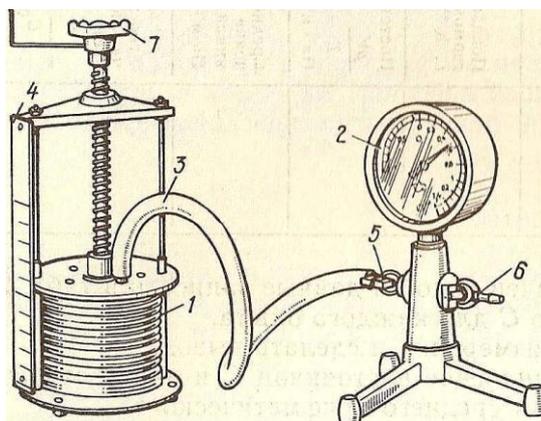


Рисунок 2.

3. Открыть у манометра краны 5 и 6. Вращением винта 7 установить верхнюю крышку у нулевого деления шкалы, после чего кран 6 закрыть.
4. Снять показания приборов и данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

№ опыта	Показания барометра $P_0$ , Па	Показание манометра $P_1$ , Па	Объем воздуха в сифоне $V$ , усл.ед.	Постоянная $P_1 V_1 = C$	Постоянная $P_2 V_2 = C$	Среднее значение $C_{ср}$	Относительная погрешность <input type="checkbox"/>

5. Опыт повторить с той же массой газа (не открывая кран б) 3 раза, увеличивая объем в сифоне на единицу, данные фиксируются в таблице 1.

6. Вычислить значение постоянной  $C$ , сравнить результаты вычислений и сделать вывод. \_\_\_\_\_

7. Определить среднее значение постоянной  $C$ .

$$C_{ср} = (C_1 + C_2 + C_3) / 3$$

Результаты занести в таблицу 1.

8. Найти относительную погрешность.

$$\delta = |C - C_{ср} C_{ср}| 100\%$$

9. По полученным данным построить график зависимости  $P$  от

10. Сделайте вывод о проделанной работе: \_\_\_\_\_

### *Зачетная работа*

1. Какими приборами измеряются атмосферное давление и давление в молокопроводе доильной установки? \_\_\_\_\_

2. Какие из перечисленных величин не влияют на точность результатов эксперимента?

- а) температура окружающей среды;
- б) масса воздуха в сифоне;
- в) точность измерительных приборов;
- г) герметичность соединений в приборе.

3. Какая связь между давлением и объемом была установлена вами опытным путем?

- а) прямо пропорциональная;
- б) линейная;
- в) связь не выявлена;
- г) обратно пропорциональная;
- д) квадратичная.

4. Как изменится давление газа, если его объем уменьшится втрое ( $T$  и  $m = \text{const}$ )? \_\_\_\_\_

5. Объем вдоха у собаки в состоянии покоя 300 мл. Состав выдыхаемого воздуха 79,3% азота, 16,7% кислорода и 3,7% углекислого газа. Какое количество молекул этих газов содержится в выдыхаемом воздухе?

---

---

Сформулируйте цель работы, умения и навыки, которых вы достигли и выработали во время данного занятия.

Оцените свою деятельность.

**Д/задание.** Влияние вакуума на качество доения коров и заболеваемость животных маститом.

### **Лабораторная работа №5** **«Определение относительной влажности воздуха»**

**Цель работы:** определение относительной влажности воздуха.

**Оборудование:**

1. Гигрометр.
2. Психрометр Августа.
3. Термометр.

**Техника безопасности:** выполнять работу, придерживаясь указаний преподавателя и инструкции по технике безопасности.

#### **Теория**

1. Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью,

---

2. Признаком появления насыщенного пара является \_\_\_\_\_

---

3. Для насыщенного пара закон Бойля Мариотта \_\_\_\_\_
4. Чем выше температура насыщенного пара, тем \_\_\_\_\_

---

5. Количество водяного пара, содержащегося в  $1\text{ м}^3$  воздуха, называют \_\_\_\_\_

---

6. Величина равная отношению абсолютной влажности к плотности насыщенного пара  $\theta$  при данной температуре называется \_\_\_\_\_

---

7. Запишите формулу для определения относительной влажности \_\_\_\_\_

---

8. Точка росы это: \_\_\_\_\_

---

9. Приборы для определения относительной влажности называются – \_\_\_\_\_

#### **Тест допуска к работе**

1. Выделите правильное утверждение.  
Причиной влажности воздуха является:  
а) наличие пыли в атмосфере;  
б) наличие водяных паров;

- в) ветер;
- г) температура воздуха в помещении.

2. Как изменяется абсолютная влажность воздуха в камере при его нагревании и почему?

- а) уменьшается;
- б) остается прежней;
- в) увеличивается;
- г) становится равной 0.

3. Изменится ли и как относительная влажность воздуха при уменьшении температуры?

- а) увеличится;
- б) останется прежней;
- в) уменьшится;
- г) станет равной 100 %.

4. Ночью выпала роса. Это говорит о том что:

- а) будет заморозок;
- б) водяной пар стал насыщенным;
- в) воздух стал упругим;
- г) пора идти домой.

5. В каких помещениях нормы влажности минимальны?

- а) гараж;
- б) складское помещение магазина;
- в) теплица;
- г) не имеет значения.

### ***Ход работы:***

1. Рассмотрите устройство гигрометра Ламбрехта на рисунке 1.

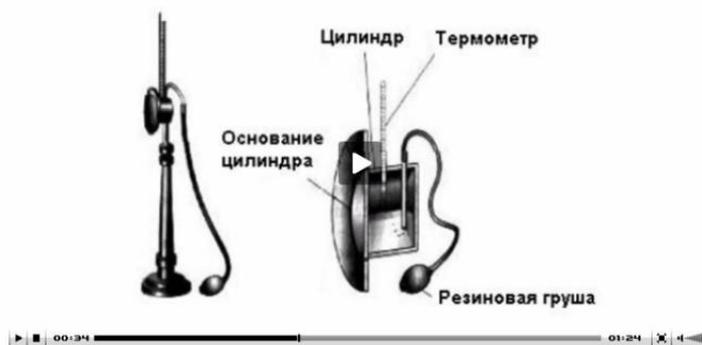


Рисунок 1. Гигрометр Ламбрехта

2. Наполнив гигрометр летучей жидкостью, через сосуд продуваем воздух с помощью груши. Быстрое испарение жидкости приводит к охлаждению гигрометра и его зеркальной стенки, на которой при определенной

температуре появится роса. Данная температура является точкой росы для нашего помещения.

3. Измерьте температуру в аудитории и определите несколько раз точку росы в кабинете. Данные занесите в таблицу 1.

Таблица 1

№ опыта	Температура воздуха в аудитории Т, °К	Плотность насыщенных паров п	Точка Росы Тр К	Плотность насыщенных паров для точки росы а	Относительная влажность воздуха, φ%	Относительная погрешность □

4. В приложении 2 найдите и занесите данные о плотности насыщенных паров.

5. Пользуясь формулой для расчета относительной влажности  $\varphi = \frac{a}{p} \cdot 100 \%$ , определите относительную влажность воздуха для каждого значения точки росы. Данные занесите в таблицу 1.

6. Определите среднее значение относительной влажности **рсп**.

---

---

7. Рассчитайте относительную погрешность измерений.

---

---

Результаты занесите в таблицу 1.

Сделайте вывод о данном методе измерения, пригодится ли он в вашей будущей деятельности, если нет то почему?

---

---

### *Определение относительной влажности психрометром Августа*

1. Рассмотрите устройство психрометра на рисунке 2. Шарик одного термометра обмотан марлей, которая смачивается водой. Этот термометр показывает меньшее значение, чем сухой, вследствие испарения воды.



Рисунок 2. Психрометр

2. Определите показания сухого и увлажненного термометра, заполните предложенную таблицу 2:

Таблица 2

Показания термометров		Разность показаний термометров	Относительная влажность воздуха, %
Сухой	Смоченный		

3. Определите разность показаний термометров и результат занесите в таблицу 2.
4. Используя психрометрическую таблицу на приборе или в приложении 3, найдите значение относительной влажности и заполните таблицу 3.
5. Повторите измерения другим прибором, обменявшись с другой подгруппой.
6. Сделайте вывод по данному способу измерения относительной влажности. Возможно ли его применения в условиях вашего рабочего места?

### *Зачетная работа*

1. Выполнены ли гигиенические нормы влажности в классной комнате ( $rh=65$ ), если температура воздуха  $20^{\circ}\text{C}$ , а точка росы  $18^{\circ}\text{C}$ ? Обосновать решением.

---

2. Предложите способы уменьшения или увеличения влажности воздуха.

---

3. Как влажность воздуха влияет на самочувствие и здоровье человека?

---

4. Днем при температуре  $24^{\circ}\text{C}$  влажность воздуха составила 50%. Рассчитайте, появится ли ночью роса, если температура понизится до  $20^{\circ}\text{C}$ .

---

5. Плотность насыщенного пара составляет  $0,0173 \text{ Кг/м}^3$ . Чему равна точка росы? (см. прил. 2)

---

6. Сформулируйте цель работы, умения и навыки, которые вы достигли и выработали во время данного занятия.

Оцените свою деятельность.

**Д/задание.** Самочувствие человека, вызванное повышенной или пониженной влажностью воздуха.

Как повышенную влажность воздуха можно использовать для обогрева помещений?

Таблица Менделеева

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																																																							
		A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII B																																																
I	1	<b>H</b> <sup>1</sup> 1,00794 ВОДОРОД	<b>ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ</b> Д. И. Менделеева.														(H)	<b>He</b> <sup>2</sup> 4,0026 ГЕЛИЙ	обозначение элемента  He <sup>2</sup> 4,0026 атомный номер атомная масса																																						
II	2	<b>Li</b> <sup>3</sup> 6,941 ЛИТИЙ	<b>Be</b> <sup>4</sup> 9,012 БЕРИЛИЙ	<b>B</b> <sup>5</sup> 10,811 БОР	<b>C</b> <sup>6</sup> 12,011 УГЛЕРОД	<b>N</b> <sup>7</sup> 14,0067 АЗОТ	<b>O</b> <sup>8</sup> 15,9994 КИСЛОРОД	<b>F</b> <sup>9</sup> 18,9984 ФТОР	<b>Ne</b> <sup>10</sup> 20,179 НЕОН																																																
III	3	<b>Na</b> <sup>11</sup> 22,989 НАТРИЙ	<b>Mg</b> <sup>12</sup> 24,309 МАГНИЙ	<b>Al</b> <sup>13</sup> 26,981 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> <sup>14</sup> 28,086 КРЕМНИЙ	<b>P</b> <sup>15</sup> 30,973 ФОСФОР	<b>S</b> <sup>16</sup> 32,064 СЕРА	<b>Cl</b> <sup>17</sup> 35,453 ХЛОР	<b>Ar</b> <sup>18</sup> 39,948 АРГОН																																																
IV	4	<b>K</b> <sup>19</sup> 39,098 КАЛИЙ	<b>Ca</b> <sup>20</sup> 40,08 КАЛЬЦИЙ	<b>Sc</b> <sup>21</sup> 44,956 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> <sup>22</sup> 47,90 ТИТАН	<b>V</b> <sup>23</sup> 50,942 ВАНАДИЙ	<b>Cr</b> <sup>24</sup> 51,996 ХРОМ	<b>Mn</b> <sup>25</sup> 54,9380 МАРГАНЕЦ	<b>Fe</b> <sup>26</sup> 55,847 ЖЕЛЕЗО	<b>Co</b> <sup>27</sup> 58,9332 КОБАЛЬТ	<b>Ni</b> <sup>28</sup> 58,71 НИКЕЛЬ																																														
	5	<b>Cu</b> <sup>29</sup> 63,646 МЕДЬ	<b>Zn</b> <sup>30</sup> 65,38 ЦИНК	<b>Ga</b> <sup>31</sup> 69,72 ГАЛЛИЙ	<b>Ge</b> <sup>32</sup> 72,59 ГЕРМАНИЙ	<b>As</b> <sup>33</sup> 74,921 МЫШЬЯК	<b>Se</b> <sup>34</sup> 78,96 СЕЛЕН	<b>Br</b> <sup>35</sup> 79,904 БРОМ	<b>Kr</b> <sup>36</sup> 83,80 КРИПТОН																																																
V	6	<b>Rb</b> <sup>37</sup> 85,467 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> <sup>38</sup> 87,62 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> <sup>39</sup> 88,906 ИТРИЙ	<b>Zr</b> <sup>40</sup> 91,22 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> <sup>41</sup> 92,906 НИОБИЙ	<b>Mo</b> <sup>42</sup> 95,94 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> <sup>43</sup> (99) ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> <sup>44</sup> 101,07 РУТЕНИЙ	<b>Rh</b> <sup>45</sup> 102,905 РОДИЙ	<b>Pd</b> <sup>46</sup> 106,42 ПАЛЛАДИЙ																																														
	7	<b>Ag</b> <sup>47</sup> 107,868 СЕРЕБРО	<b>Cd</b> <sup>48</sup> 112,41 КАДМИЙ	<b>In</b> <sup>49</sup> 114,82 ИНДИЙ	<b>Sn</b> <sup>50</sup> 118,70 ОЛОВО	<b>Sb</b> <sup>51</sup> 121,75 СУРЬМА	<b>Te</b> <sup>52</sup> 127,60 ТЕЛЛУР	<b>I</b> <sup>53</sup> 126,9044 ЙОД	<b>Xe</b> <sup>54</sup> 131,30 КСЕНОН																																																
VI	8	<b>Cs</b> <sup>55</sup> 132,905 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> <sup>56</sup> 137,33 БАРИЙ	<b>La</b> <sup>57</sup> 138,905 ЛАНТАН	<b>Hf</b> <sup>72</sup> 178,49 ГАФНИЙ	<b>Ta</b> <sup>73</sup> 180,948 ТАНТАЛ	<b>W</b> <sup>74</sup> 183,85 ВОЛЬФРАМ	<b>Re</b> <sup>75</sup> 186,2 РЕНИЙ	<b>Os</b> <sup>76</sup> 190,2 ОСМИЙ	<b>Ir</b> <sup>77</sup> 192,2 ИРРИДИЙ	<b>Pt</b> <sup>78</sup> 195,09 ПЛАТИНА																																														
	9	<b>Au</b> <sup>79</sup> 196,966 ЗОЛОТО	<b>Hg</b> <sup>80</sup> 200,59 РУТУТЬ	<b>Tl</b> <sup>81</sup> 204,37 ТАЛЛИЙ	<b>Pb</b> <sup>82</sup> 207,9 СВИНЕЦ	<b>Bi</b> <sup>83</sup> 208,980 ВИСМУТ	<b>Po</b> <sup>84</sup> (210) ПОЛОНИЙ	<b>At</b> <sup>85</sup> (210) АСТАТ	<b>Rn</b> <sup>86</sup> (222) РАДОН																																																
VII	10	<b>Fr</b> <sup>87</sup> (223) ФРАНЦИЙ	<b>Ra</b> <sup>88</sup> 226,025 РАДИЙ	<b>Ac</b> <sup>89</sup> АКТИНИЙ	<b>Rf</b> <sup>104</sup> (261) РЕЗЕРФОРДИЙ	<b>Db</b> <sup>105</sup> (262) ДУБНИЙ	<b>Sb</b> <sup>106</sup> СИБОРГИЙ	<b>Bh</b> <sup>107</sup> БОРИЙ	<b>Hs</b> <sup>108</sup> КАССИЙ	<b>Mt</b> <sup>109</sup> МЕЙТНЕРИЙ	<b>Ds</b> <sup>110</sup> ДАРМШТАДТИЙ																																														
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	RO <sub>4</sub>																																																
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	RH <sub>2</sub>	RH																																																	
* ЛАНТАНОИДЫ																																																									
<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Ce</td><td>Pr</td><td>Nd</td><td>Pm</td><td>Sm</td><td>Eu</td><td>Gd</td><td>Tb</td><td>Dy</td><td>Ho</td><td>Er</td><td>Tm</td><td>Yb</td><td>Lu</td> </tr> <tr> <td>140,127</td><td>140,9076</td><td>144,242</td><td></td><td>150,36</td><td>151,964</td><td>157,25</td><td>158,92535</td><td>162,50087</td><td>164,93032</td><td>167,259</td><td>168,9304</td><td>173,054</td><td>174,967</td> </tr> <tr> <td>ЦЕЗИЙ</td><td>БАРИЙ</td><td>ЛАНТАН</td><td>СЕРИЙ</td><td>ИТРИЙ</td><td>ТАЛЛИЙ</td><td>СВИНЕЦ</td><td>ВИСМУТ</td><td>ПОЛОНИЙ</td><td>АСТАТ</td><td>РАДОН</td><td>Франций</td><td>Радий</td><td>Актиний</td> </tr> </table>																Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	140,127	140,9076	144,242		150,36	151,964	157,25	158,92535	162,50087	164,93032	167,259	168,9304	173,054	174,967	ЦЕЗИЙ	БАРИЙ	ЛАНТАН	СЕРИЙ	ИТРИЙ	ТАЛЛИЙ	СВИНЕЦ	ВИСМУТ	ПОЛОНИЙ	АСТАТ	РАДОН	Франций	Радий	Актиний
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																												
140,127	140,9076	144,242		150,36	151,964	157,25	158,92535	162,50087	164,93032	167,259	168,9304	173,054	174,967																																												
ЦЕЗИЙ	БАРИЙ	ЛАНТАН	СЕРИЙ	ИТРИЙ	ТАЛЛИЙ	СВИНЕЦ	ВИСМУТ	ПОЛОНИЙ	АСТАТ	РАДОН	Франций	Радий	Актиний																																												
** АКТИНОИДЫ																																																									
<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Th</td><td>Pa</td><td>U</td><td>Np</td><td>Pu</td><td>Am</td><td>Cm</td><td>Bk</td><td>Cf</td><td>Es</td><td>Fm</td><td>Md</td><td>No</td><td>Lr</td> </tr> <tr> <td>232,0377</td><td>231,036</td><td>238,02891</td><td>237,04817</td><td>244,06422</td><td>243,06138</td><td>247,06521</td><td>247,06715</td><td>251,07626</td><td>252,08322</td><td>257,1037</td><td>258,10528</td><td>259,10628</td><td>262,10881</td> </tr> <tr> <td>Торий</td><td>Платоний</td><td>Уран</td><td>Нептуний</td><td>Плутоний</td><td>Америций</td><td>Кюрий</td><td>Беркелий</td><td>Калифорний</td><td>Эйнштейний</td><td>Фермий</td><td>Менделеев</td><td>Нобелий</td><td>Лоренс</td> </tr> </table>																Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	232,0377	231,036	238,02891	237,04817	244,06422	243,06138	247,06521	247,06715	251,07626	252,08322	257,1037	258,10528	259,10628	262,10881	Торий	Платоний	Уран	Нептуний	Плутоний	Америций	Кюрий	Беркелий	Калифорний	Эйнштейний	Фермий	Менделеев	Нобелий	Лоренс
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																												
232,0377	231,036	238,02891	237,04817	244,06422	243,06138	247,06521	247,06715	251,07626	252,08322	257,1037	258,10528	259,10628	262,10881																																												
Торий	Платоний	Уран	Нептуний	Плутоний	Америций	Кюрий	Беркелий	Калифорний	Эйнштейний	Фермий	Менделеев	Нобелий	Лоренс																																												

## Приложение 2

### Зависимость давления $P$ и плотности $\rho$ насыщенного водяного пара от температуры

$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
- 5	0,40	3,2	11	1,33	10,0
0	0,61	4,8	12	1,40	10,7
1	0,65	5,2	13	1,49	11,4
2	0,71	5,6	14	1,60	12,1
3	0,76	6,0	15	1,71	12,8
4	0,81	6,4	16	1,81	13,6
5	0,88	6,8	17	1,93	14,5
6	0,93	7,3	18	2,07	15,4
7	1,0	7,8	19	2,20	16,3
8	1,06	8,3	20	2,33	17,3
9	1,14	8,8	25	3,17	23,0
10	1,23	9,4	50	12,3	83,0

## Приложение 3

### Психрометрическая таблица

$t$ сух. терм	Разность показаний сухого и влажного термометров									
	$^{\circ}\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34	
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	

### 4.3. Раздел 3. «Электродинамика»

#### Лабораторная работа №6 «Изучение закона Ома для полной цепи»

**Цель работы:** измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

**Оборудование:** источник питания, проволочный резистор сопротивления 2 Ом, амперметр, ключ, вольтметр, соединительные провода.

#### Теоретическое обоснование

Экспериментальная установка изображена на рисунке 1. К источнику тока 1 подключается резистор 2, амперметр 3 и ключ 4. ЭДС источника измеряется вольтметром 5.

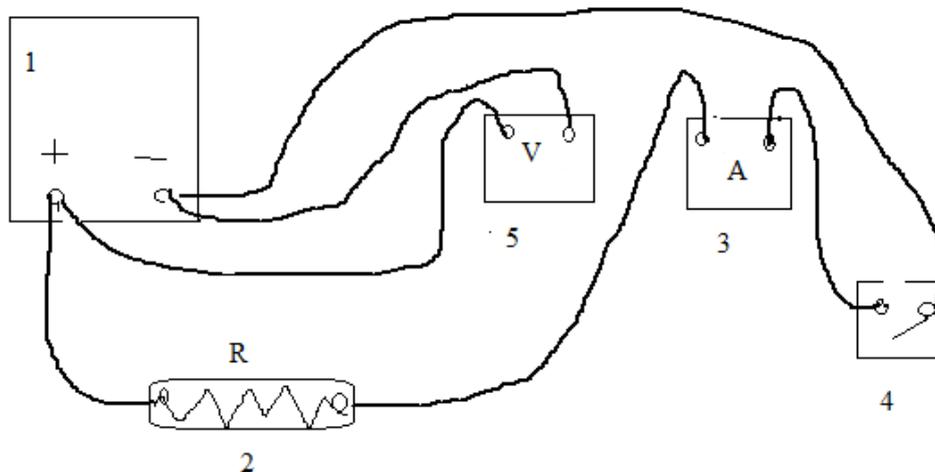


Рисунок 1. Схема соединения источника и потребителей электрической энергии

Начертить электрическую схему данной цепи. Согласно закону Ома сила тока в замкнутой цепи определяется выражением

$$I = \varepsilon / (r + R) \text{ отсюда } I r + I R = \varepsilon$$

Из последней формулы можно найти внутреннее сопротивление источника тока, ЭДС которого измеряют вольтметром

$$r = \varepsilon / I - R$$

Силу тока в цепи измеряют амперметром.

#### Тест допуска к работе

1. Упорядоченным движением, каких частиц создается электрический ток в металлах?

- а) наличием пыли в атмосфере;
- б) наличием положительных и отрицательных ионов и электронов;
- в) наличием положительных ионов;
- г) наличием отрицательных ионов;
- д) наличием электронов.

2. Какова единица измерения электрического сопротивления?

- а) Кл с;
- б) Кл/с;

- в) Ом А;  
г) В/А.
3. На электрической лампочке написано 1А; 6,3В. Чему равно электрическое сопротивление лампочки?  
а) 0,63 Ом;  
б) 0,16 Ом;  
в) 1,6 Ом;  
г) 6,3 Ом.
4. Какая формула выражает закон Ома для полной цепи?  
а)  $U = I/R$ ;  
б)  $I = U/R$ ;  
в)  $I = \varepsilon / (r + R)$ ;  
г)  $R = U/I$ .
5. Определить ЭДС источника тока, если сторонняя сила в источнике тока совершает работу по перемещению каждого кулона электричества, равную 5 Дж.  
а) 0,2 В;  
б) 5 В;  
в) 10 В;  
г) ни один из приведенных ответов не верен.

***Ход работы:***

- Собрать электрическую цепь.
- Измерить вольтметром ЭДС источника тока при разомкнутом ключе.  
 $\varepsilon = U =$
- Отключить вольтметр. Замкнуть ключ. Измерить амперметром силу тока в цепи.  
Рассчитать внутреннее сопротивление источника тока по формуле  
 $r = \varepsilon / I - R =$
- Записать результаты в таблицу 1.

Таблица 1

R, Ом	$\varepsilon$ , В	U, В	I, А	r, Ом

***Зачетная работа***

- Сформулировать закон Ома для полной цепи.
- Какими приборами измеряют силу тока, напряжение?
- Как включаются в электрическую цепь вольтметр, амперметр?
- Решить задачу.

При замыкании источника тока на внешнее сопротивление 4 Ом в цепи протекает ток 0,3 А. При замыкании источника тока на внешнее сопротивление 7 Ом в цепи протекает ток 0,2 А. Определить ток короткого замыкания этого источника.

## Лабораторная работа №7 «Изучение явления электромагнитной индукции»

**Цель работы:** доказать экспериментально правило Ленца, определяющее направление тока при электромагнитной индукции.

**Оборудование:** дугообразный магнит, катушка-моток, миллиамперметр, полосовой магнит.

### Теоретическое обоснование

Согласно закону электромагнитной индукции, ЭДС электромагнитной индукции

$$\varepsilon_i = - \dot{\Phi} \quad (1).$$

Для определения знака ЭДС индукции (и соответственно направления индукционного тока) в контуре это направление сравнивается с выбранным направлением обхода контура.

Направление индукционного тока (так же как и величина ЭДС индукции) считается положительным, если оно совпадает с выбранным направлением обхода контура, и считается отрицательным, если оно противоположно с выбранным направлением обхода контура. Воспользуемся законом электромагнитной индукции для определения направления индукционного тока в круговом проволочном витке площадью  $S_0$ . Предположим, что в начальный момент времени  $t_1 = 0$  индукция магнитного поля  $B_1 = 0$  в области витка. В следующий момент времени  $t_2 = \tau$  виток перемещается в область магнитного поля, индукция которого  $B_2$  имеет направление перпендикулярно плоскости витка к нам.

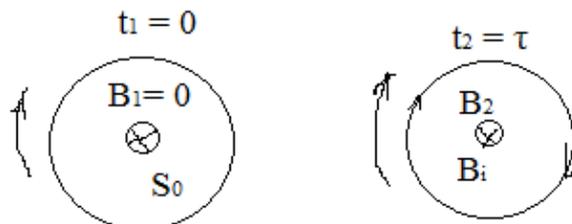


Рисунок 1. Схема направления линий магнитной индукции в витке с током

За направление обхода контура выберем направление по часовой стрелке. По правилу буравчика вектор площади  $S_0$  будет направлен от нас перпендикулярно площади контура.

Магнитный поток  $\Phi_1$ , пронизывающий контур в начальном положении витка, равен нулю ( $B_1 = 0$ ):

$$\Phi_1 = 0$$

Магнитный поток в конечном положении витка

$$\Phi_2 = B_2 \cdot S_0 \cos 180^\circ = - B_2 S_0$$

Изменение магнитного потока в единицу времени

$$\dot{\Phi} = (\Phi_2 - \Phi_1) / \tau = - B_2 S_0 / \tau < 0$$

Значит, ЭДС индукции, согласно формуле (1) будет положительной:

$$\varepsilon_i = B_2 S_0 / \tau > 0$$

Это означает, что индукционный ток в контуре направлен по часовой стрелке.

Согласно правилу Ленца, **индукционный ток в контуре имеет такое направление, что созданный им магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром, препятствует изменению магнитного потока, вызвавшего этот ток.**

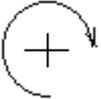
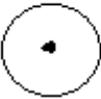
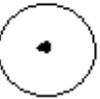
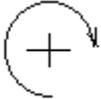
### **Тест допуска к работе**

1. Почему магнитная стрелка поворачивается вблизи проводника с током?
  - а) на нее действует магнитное поле;
  - б) на нее действует электрическое поле;
  - в) на нее действует сила притяжения;
  - г) на нее действуют магнитное и электрическое поля.
2. Как определяется направление силовых линий магнитного поля, создаваемого проводником с током?
  - а) по правилу Ленца;
  - б) по правилу левой руки;
  - в) по правилу правой руки;
  - г) по правилу буравчика.
3. Как взаимодействуют между собой полюсы магнита?
  - а) одноименные полюса отталкиваются, разноименные притягиваются;
  - в) одноименные полюса притягиваются, разноименные отталкиваются;
  - г) не взаимодействуют;
  - д) ни один из приведенных ответов не верен.
4. Какое явление наблюдалось в опыте Эрстеда?
  - а) взаимодействие двух проводников с током;
  - б) взаимодействие двух магнитных стрелок;
  - в) поворот магнитной стрелки вблизи проводника с током;
  - г) возникновение электрического тока в катушке при вдвигании постоянного магнита.
5. В магнитное поле с индукцией  $1,5 \text{ Тл}$  находится проводник, сила тока в котором  $3 \text{ А}$ . Чему равна сила, действующая на проводник, длина которого  $50 \text{ см}$ , если он расположен под углом  $3^\circ$  к линиям индукции.
  - а)  $67,5 \text{ Н}$ ;
  - б)  $1,9125 \text{ Н}$ ;
  - в)  $1,125 \text{ Н}$ ;
  - г)  $112,5 \text{ Н}$ .

### **Ход работы:**

1. Катушку – моток подключить к зажимам миллиамперметра.
2. Северный полюс дугообразного магнита внесите в катушку вдоль ее оси. Далее полюса магнита перемещайте с одной и той же стороны катушки, положение которой не меняется. Проверить соответствие результатов опыта с таблицей 1.

Таблица 1

Направление обхода контура	$S_0$	$B_1$	$B_2$ $B_2 \square B_1$	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$	$\varepsilon_i$ (знак)	$I_i$ (напр.)	IA
				- $B_1$ $S_0$	- $B_1$ $S_0$	- ( $B_2 - B_1$ ) $\square 0$	+		15м А

3. Удалите из катушки северный полюс дугообразного магнита. Результаты опыта внесите в таблицу 2.

Таблица 2

Направление обхода контура	$S_0$	$B_1$	$B_2$ $B_2 \square B_1$	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$	$\varepsilon_i$ (знак)	$I_i$ (напр.)	IA

4. Внесите в катушку южный полюс дугообразного магнита. Результаты опыта запишите в таблицу 3.

Таблица 3

Направление обхода контура	$S_0$	$B_1$	$B_2$ $B_2 \square B_1$	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$	$\varepsilon_i$ (знак)	$I_i$ (напр.)	IA

5. Удалите из катушки южный полюс дугообразного магнита. Результаты опыта внесите в таблицу 4.

Таблица 4

Направление обхода контура	$S_0$	$B_1$	$B_2$ $B_2 \square B_1$	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$	$\varepsilon_i$ (знак)	$I_i$ (напр.)	IA

Вывод: ...

## Зачетная работа

Качественно проверить зависимость ЭДС индукции от модуля вектора магнитной индукции и скорости движения проводника.

1. Внесите в катушку вдоль ее оси два магнита полосовой и дугообразный, сложенные вместе одноименными полюсами. Запишите знак и величину индукционного тока.  $I_{A1} = \dots$

2. Повторите предыдущий опыт, вдвигая магниты в катушку с большой скоростью. Запишите знак и величину индукционного тока.  $I_{A2} = \dots$

Вывод: ...

## Лабораторная работа №8

### «Исследование смешанного соединения проводников»

**Цель работы:** экспериментальное изучение характеристик смешанного соединения проводников.

**Оборудование:** источник питания, три проволочных резистора сопротивлением 1 Ом, 2 Ом, 4 Ом, реостат, амперметр, ключ, вольтметр, соединительные провода.

#### Задания и вопросы для допуска к работе:

1. Смешанное соединение проводников это ...
2. Охарактеризовать последовательное соединение проводников.
3. Охарактеризовать параллельное соединение проводников.
4. Формулы параллельного соединения проводников.
5. Формулы последовательного соединения проводников.
6. Из чего состоит электрическая цепь для исследования характеристик смешанного соединения проводников?
7. Составить все возможные комбинации соединений трех резисторов по 2 Ом и вычислить их эквивалентные сопротивления.

#### Ход работы:

1. Собрать электрическую цепь по заданному рисунку 1.

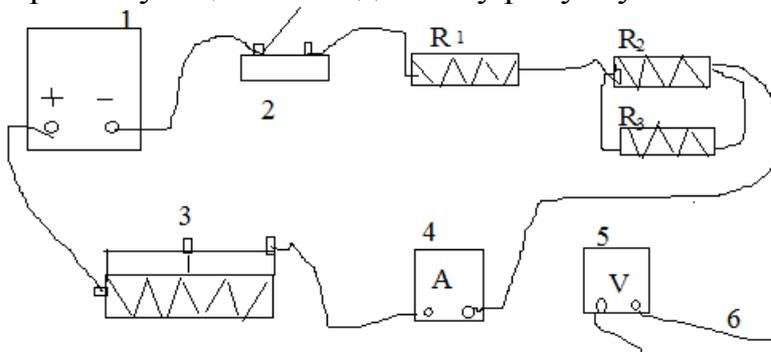


Рисунок 1. Схема электрической цепи

2. С помощью реостата установить в цепи определенную силу тока  $I_1$ , измерить амперметром.  $I_1 = \dots$

3. Подключить вольтметр к точкам 1 и 2 и измерить напряжение между этими точками.  $U_{12} = \dots$
  4. Рассчитать сопротивление  $R_1 = U_{12} / I_1 = \dots$
  5. Подключить вольтметр к точкам 2 и 3 и измерить напряжение между этими точками.  $U_1 = \dots$
  6. Рассчитать сопротивление  $R_{23} = U_{23} / I_1 = \dots$
  7. Подключить вольтметр к точкам 1 и 3 и измерить напряжение между этими точками.  $U_{13} = \dots$
  8. Рассчитать сопротивление  $R_{13} = U_{13} / I_1 = \dots$
  9. Проверить справедливость формул  
 $U_{13} = U_1 + U_2 = \dots$   
 $R_{13} = R_1 + R_{23} = \dots$
- Вывод: ...

### ***Зачетная работа***

1. Убедиться в том, что при параллельном соединении проводников справедливо равенство:  
 $I_1 = I_2 + I_3$
2. Подключить амперметр последовательно с резистором  $R_2$  и измерить силу тока  $I_2$ , протекающего через резистор  $R_2$ .  $I_2 = \dots$
3. Рассчитать сопротивление  $R_2$  и сравнить его с заданным значением.  
 $R_2 = U_{23} / I_2 = \dots$
4. Подключить амперметр последовательно с резистором  $R_3$  и измерить силу тока  $I_3$ , протекающего через резистор  $R_3$ .  $I_3 = \dots$
5. Рассчитать сопротивление  $R_3$  и сравнить его с заданным значением.  
 $R_3 = U_{23} / I_3 = \dots$
6. Проверить справедливость равенства  
 $I_1 = I_2 + I_3$

### **Лабораторная работа №9** **«Измерение электроемкости конденсатора»**

**Цель работы:** изучение устройства плоского конденсатора и расчет его электроемкости.

**Оборудование:** пластинки металлические 2 шт., пластинка стеклянная, штангенциркуль, линейка измерительная.

**Задания и вопросы для допуска к работе:**

1. Электроемкость конденсатора - это ...
2. Конденсатором называют ...
3. Плоский конденсатор представляет собой ...
4. Формула электроемкости плоского конденсатора: ...
5. Диэлектрическая проницаемость среды показывает ....

### ***Ход работы:***

1. Собрать из двух металлических пластин и одной стеклянной плоский конденсатор.
  2. Разобрать плоский конденсатор и измерить длину и ширину металлических пластин линейкой.  
 $a = \dots$ ;  $b = \dots$
  3. Рассчитать площадь пластин.  $S = a * b = \dots$
  4. Измерить штангенциркулем толщину стеклянной пластинки.  
 $d = \dots$
  5. Записать относительную диэлектрическую проницаемость стеклянной пластинки.  $\epsilon = \dots$
  6. Рассчитать емкость плоского конденсатора по формуле:  
 $C = S \epsilon \epsilon_0 / d = \dots$
- Вывод: ....

### ***Зачетная работа***

1. По какой формуле определяется емкость плоского конденсатора?
  - а)  $S = a * b$ ;
  - б)  $C = S \epsilon \epsilon_0 / d$ ;
  - в)  $\epsilon_i = B^2 S / \tau$ ;
  - г)  $C = S \epsilon \epsilon_0 d$ .
2. На корпусе конденсатора написано 50мкФ; 300В. Какой максимальный заряд можно сообщить конденсатору?
  - а)  $6 * 10^5$  Кл;
  - б) 0,16 мкКл;
  - в) 15 мКл;
  - г) 5 мКл.
3. Чему равна энергия электрического поля конденсатора емкостью 100 мкФ, если напряжение между его обкладками равно 4 В?
  - а)  $8 * 10^{-4}$  Дж;
  - б)  $4 * 10^{-4}$  Дж;
  - в)  $2 * 10^{-4}$  Дж;
  - г) 800 Дж.
4. Определить емкость батареи трех одинаковых конденсаторов емкостью С при их параллельном соединении.
  - а) С;
  - б) 0,5 С;
  - в) 3 С;
  - г) 1,5 С.

#### 4.4. Раздел 4. «Колебания и волны»

##### Лабораторная работа №10

##### «Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника»

**Цель работы:** изучение колебательного движения и основных характеристик математического маятника.

**Задачи:** измерить период колебаний математического маятника, используя формулу периода колебаний маятника; вычислить ускорение свободного падения.

**Оборудование:** штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, груз на нити длиной 100 - 110 см, секундомер.

##### **Задания и вопросы для допуска к работе:**

1. Колебательное движение это - ....
2. Период колебаний это - ....
3. Маятник это - ....
4. Математический маятник это - ...
5. Пружинный маятник это - ...
6. Резонанс - это ....
7. Период колебаний математического маятника зависит от ...
8. Решите задачу:

Математический маятник за время  $t$  совершает  $n$  колебаний; длина нити равна  $l$ .

Определите ускорение свободного падения.

**Дано:**            **Решение:**

$t$ ;  
 $n$ ;  
 $l$ ;

---

$g = ?$

##### **Ход работы:**

1. Собрать установку.
2. Отмерить такую длину нити, чтобы расстояние от центра массы груза до точки подвеса составляло 1 м.
3. Занести в таблицу 1 значение длины маятника.

Таблица 1

№ п/п	$l, м$	$n$	$t, с$	$T, с$	$g, м/с^2$	$g$	$ср, м/с^2$
1							
2							
3							

4. Отклонить маятник от положения равновесия примерно на  $l = 10$  см, отпустить его и измерить время  $n = 20$  полных колебаний.
  5. Повторить опыт 3 раза.
  6. Занести в таблицу полученные значения.
  7. Вычислить период колебаний в каждом опыте по формуле  $T = t/n$ .
  8. Выразить из формулы периода колебаний математического маятника ускорение свободного падения.  

$$T = 2\pi \sqrt{l/g}; g = \dots$$
  9. Вычислить значение ускорения свободного падения в 3 опытах.
  10. Найти среднее значение ускорения свободного падения по формуле  

$$g_{\text{ср}} = (g_1 + g_2 + g_3)/3; g_{\text{ср}} = \dots$$
  11. Занести в таблицу полученные значения вычислений.
  12. Сравнить полученный результат с табличным данным.
- Вывод: ....

### *Зачетная работа*

1. В каких единицах измеряется период колебаний маятника?
  - а. 1 Вт;
  - б. 1 с;
  - в. 1 Н;
  - г. 1 кг;
  - д. 1 м/с
2. Наибольшее удаление от положения равновесия при колебательном движении называется:
  - а. Период;
  - б. Фаза;
  - в. Ускорение;
  - г. Амплитуда;
  - д. Частота.
3. Тело массой  $m$  движется со скоростью  $v$ . Какова кинетическая энергия?
  - а.  $mv^2/2$ ;
  - б.  $mv^2/R$ ;
  - в. 0;
  - г.  $42R/T^2$ ;
  - д.  $gR/h$ .

## 4.5. Раздел 5. «Оптика»

### Лабораторная работа №11 «Измерение показателя преломления стекла»

**Цель работы:** измерение показателя преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластинки.

**Оборудование:** плоскопараллельная пластинка со скошенными гранями, линейка измерительная, угольник ученический.

### **Теоретическое обоснование**

Метод измерения показателя преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластинки основан на том, что луч, прошедший плоскопараллельную пластинку, выходит из нее параллельно направлению падения.

Согласно закону плоскопараллельной пластинки показатель преломления среды

$$n = \sin i / \sin r .$$

Для вычисления  $\sin i$  и  $\sin r$  на листе бумаги проводят две параллельные прямые АВ и СД на расстоянии 5 - 10 мм друг от друга и кладут на них стеклянную пластинку так, чтобы их параллельные грани были перпендикулярны этим линиям. При таком расположении пластинки параллельные прямые не смещаются.

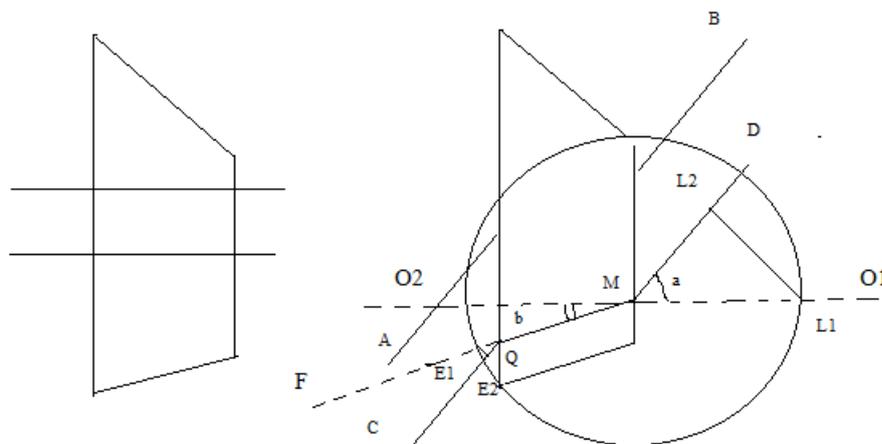


Рисунок 1. Порядок построений хода лучей в плоскопараллельной пластинке

Кладут приготовленный лист с пластинкой на картонку и, подняв ее, располагают на уровне глаз. Наблюдая за прямыми АВ и СД сквозь стекло, поворачивают пластинку вокруг вертикальной оси против часовой стрелки. Поворот осуществляют, пока луч QC не будет казаться продолжением луча VM и MQ.

Для обработки результатов измерений обводят карандашом контуры пластинки и снимают ее с бумаги. Через точку М проводят перпендикуляр O1 O2 к параллельным граням пластинки и прямую MF.

Затем на прямых VM и MF откладывают равные отрезки ME1 = ML1 и опускают с помощью угольника из точек L1 и E1 перпендикуляры L1 L2 и O1 O2. Из прямоугольных треугольников L1 L2M и E1E2M находят  $\sin i = L1 L2 / ML1$ , а  $\sin r = E1E2 / ME1$ .

Следовательно,  $n = \sin i / \sin r = L1 L2 / E1E2$ , т.е. измерение коэффициента преломления сводится к измерению линейкой длин отрезков L1 L2 и E1E2.

*Порядок выполнения работы:*

1. Положить плоскопараллельную пластинку на прямые АВ и СД.
2. Далее выполнить построения согласно рисунку.
3. Измерить длины отрезков  $L_1$   $L_2$  и  $E_1E_2$ .
4. Рассчитать показатель преломления по формуле:  $n = L_1 L_2 / E_1E_2$ .

Вывод: ...

### ***Зачетная работа***

1. Измерить показатель преломления стекла при повороте плоскопараллельной пластинки по часовой стрелке (см. рис. 1).

а)  $L_1 L_2 = \dots$

б)  $E_1E_2 = \dots$

в)  $n = L_1 L_2 / E_1E_2$

2. Найти среднее арифметическое значение показателя преломления стекла по результатам двух измерений. Сделать вывод.

3. Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе воздух - стекло равен  $8/13$ . Какова скорость света в стекле?

а)  $4,88 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ;

б)  $2,35 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ;

в)  $1,85 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ;

г)  $3,82 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

### **Лабораторная работа №12**

#### **«Наблюдение интерференции и дифракции света»**

**Цель работы:** изучение характерных особенностей интерференции и дифракции света.

**Оборудование:** спички, спиртовка, комочек ваты на проволочке в пробирке, смоченный раствором хлорида натрия, проволочное кольцо с ручкой, стакан с раствором мыла, трубка стеклянная, стеклянные пластинки 2 шт., CD диск.

**Задания и вопросы для допуска к работе:**

1. Интерференция - это ...
2. Дифракция - это ...
3. Кольца Ньютона представляют собой ...
4. Проявления интерференции в природе и технике.
5. Проявления дифракции света в природе и технике.
6. Применение спектрального анализа.

**Ход работы:**

**Часть 1.**

1. Зажечь спиртовку.
2. Внести в пламя комочек ваты на проволочке, смоченный раствором хлорида натрия.

3. Опустить проволочное кольцо в стакан с раствором мыла для получения мыльной пленки.
4. Объяснить порядок чередования цветов на интерференционной картинке при освещении пленки белым светом.
5. Выдуть с помощью стеклянной трубки мыльный пузырь на поверхности мыльного раствора. Объяснить причину перемещения интерференционных колец вниз.
6. Описать интерференционную картину, наблюдаемую от двух сжатых стеклянных пластинок.
7. Как изменяется интерференционная картина при увеличении сжимающей силы?
8. Описать интерференционную картину, наблюдаемую при освещении CD диска.

### **Часть 2.**

1. Зарисовать две дифракционных картины, наблюдаемые при рассмотрении нити горячей лампы через щель штангенциркуля (при ширине щели 0,05 и 0,8мм).
  2. Описать изменение интерференционной картины при плавном повороте штангенциркуля вокруг вертикальной оси. ( $a=0,8\text{мм}$ ).
  3. Посмотреть сквозь черную капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добиться четкой дифракционных картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос. Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест, опишите его.
- Вывод ...

### **Зачетная работа**

1. Какое излучение обладает способностью к дифракции?
  - а) только видимый свет;
  - б) только радиоволны;
  - в) только рентгеновские лучи;
  - г) все виды электромагнитных излучений.
2. Что будет наблюдаться при сложении в определенной точке экрана двух когерентных волн длиной  $\lambda$ , если их разность хода равна: а)  $7\lambda/2$ ; б)  $4\lambda$ ;
  - а) максимум;
  - б) минимум;
  - в) в обоих случаях минимум;
  - г) в обоих случаях максимум.
3. Какова оптическая разность хода двух когерентных волн в веществе с абсолютным показателем преломления 1,6, если разность хода лучей равна 2,5см?
  - а) 1,56см;
  - б) 2см;
  - в) 4см;

г) 0,64см.

4. Каково минимальное расстояние между точками максимума и минимума в интерференционной картине от сложения двух волн длиной  $\lambda$ ?

- а)  $\lambda$ ;            б)  $2\lambda$ ;  
в)  $\lambda/2$ ;        г)  $\lambda/4$ .

#### 4.6. Раздел 6. «Элементы квантовой физики»

##### Лабораторная работа №13

##### «Изучение взаимодействия частиц и ядерных реакций (по фотографиям)»

**Цель работы:** проведение анализа фотографии треков заряженных частиц, движущихся в магнитном поле и участвующих в ядерных реакциях.

**Оборудование:** фотография трека заряженной частицы в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле, фотография треков частиц при реакции взаимодействия  $\alpha$ -частицы с ядром атома азота.

##### Задания и вопросы для допуска к работе:

1. Как устроена камера Вильсона?
2. От чего зависит толщина трека?
3. Чем заполнена камера Вильсона и для чего?
4. Как осуществляется идентификация частицы?
5. От чего зависит радиус кривизны трека?

##### Теоретическое обоснование

Для изучения взаимодействия элементарных частиц и регистрации ядерных реакций используют камеру Вильсона.

Толщина трека зависит от величины заряда частицы.

Длина трека зависит от энергии частицы.

На фотографии (см. рис. 1), сделанной в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле, изображены траектории двух заряженных частиц.

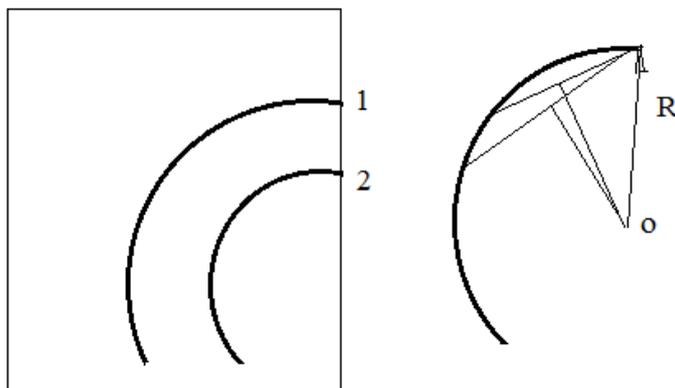


Рисунок 1. Фотография, сделанная в камере Вильсона и пример построений

Трек 1 на фотографии принадлежит протону, трек 2 на фотографии принадлежит частице, которую надо идентифицировать. Начальные скорости обеих частиц одинаковы и перпендикулярны краю фотографии. Линии индукции внешнего магнитного поля перпендикулярны плоскости фотографии.

Идентификация неизвестной частицы с зарядом  $q$  и массой  $m$  осуществляется путем сравнения ее удельного заряда  $q/m$  с удельным зарядом протона  $e/m$ . Под действием силы Лоренца заряженная частица движется по окружности радиусом  $R_1$ . Используя 2 закон Ньютона, выведем формулы:

$$q/m = v/B R_1 \quad e/m = v/B R_2$$
$$(q/m)/(e/m) = R_2 / R_1$$

Для измерения радиуса кривизны трека вычерчивают две хорды и восстанавливают к ним перпендикуляры из центров хорд. Центр окружности лежит на пересечении этих перпендикуляров. Ее радиус измеряют линейкой.

*Порядок выполнения работы:*

1. Определить знак электрического заряда неизвестной частицы на фотографии.
2. Указать на фотографии направление вектора магнитной индукции  $\mathbf{B}$ .
3. Измерить радиус  $R_1$  трека неизвестной частицы на фотографии.

$$R_1 = \dots$$

4. Измерить радиус  $R_2$  трека протона на фотографии.

$$R_2 = \dots$$

5. Сравнить удельные заряды неизвестной частицы и протона.

$$(q/m)/(e/m) = R_2 / R_1$$

6. Идентифицируйте неизвестную частицу.

*Вывод:* ...

### ***Зачетная работа***

1. Указать, используя фотографию, как часто происходит взаимодействие  $\alpha$  – частиц с атомами азота.
2. Отметить, какой трек принадлежит взаимодействующей  $\alpha$  - частице, какой - протону, а какой - ядру атома неизвестного элемента.
3. Почему длина и толщина этих треков неодинаковы?
4. Укажите, ядро какого элемента образовалось при реакции. Запишите окончательное уравнение ядерной реакции.

*Вывод:* ...

## 5. Контрольные работы и методические рекомендации к их выполнению

### 5.1. Тема 1. «Механика»

#### Контрольная работа №1 (1 час)

**Цель:** контроль знания обучающимися смысла физических понятий: скорости, ускорения, массы, силы, импульса, работы, мощности, механической энергии.

**Задачи:**

1. проверить умения описывать и объяснять физические явления и свойства тел;
2. использовать приобретенные знания и умения в решении задач;
3. выполнять расчетные и качественные задания по теме.

**Формируемые компетенции:** ОК2, ОК3, ОК4.

**Инструкция по выполнению работы:** на выполнение работы дается 60 минут.

Работа содержит 3 части.

В 1-ой части 7 заданий. К каждому из этих заданий даны 4 варианта ответа, из которых только один правильный.

Во 2-ой части ответом к заданиям является последовательность цифр.

В 3-ей части содержится 2 задачи с выбором правильного ответа.

При выполнении работы можно пользоваться справочным материалом, рабочими тетрадями.

Запрещено пользоваться калькулятором.

При необходимости можно пользоваться черновиком.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий.

#### Тексты заданий.

#### Вариант 1

#### Часть 1

К каждому из заданий 1 – 7 даны 4 варианта ответа, из которых только один правильный.

**A1.** Материальная точка движется прямолинейно.

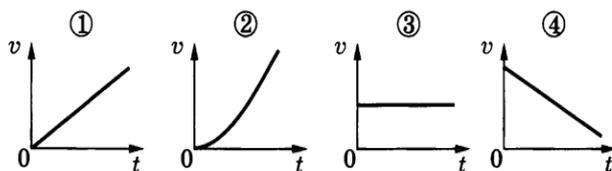


Рисунок 1.

На рисунке 1 изображены графики зависимости модуля скорости материальной точки от времени. Какой из приведённых графиков соответствует равномерному движению?

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

**A2.** Шарик движется по окружности радиусом  $r$  со скоростью  $v$ . Как изменится центростремительное ускорение, если радиус окружности увеличить в 3 раза, оставив модуль скорости прежним?

1. увеличится в 3 раза;
2. уменьшится в 3 раза;
3. увеличится в 9 раз;
4. уменьшится в 9 раз.

**A3.** Пружина с жёсткостью  $k = 10^4$  Н/м под действием силы 1000 Н растянется на

1) 1 м; 2) 1 см; 3) 10 см; 4) 1 мм.

**A4.** Как движется тело при равенстве нулю суммы всех действующих на него сил? Выберите правильное утверждение.

- 1) Скорость тела обязательно равна нулю;
- 2) Скорость тела убывает со временем;
- 3) Скорость тела постоянна и обязательно не равна нулю;
- 4) Скорость тела может быть любой, но обязательно постоянной во времени.

**A5.** Футбольный мяч массой 350 г лежит на поле. Чему равен модуль силы тяжести мяча и к чему сила тяжести приложена?

- 1)  $\approx 3500$  Н, приложена к мячу;
- 2)  $\approx 3500$  Н, приложена к земле;
- 3)  $\approx 3,5$  Н, приложена к мячу;
- 4)  $\approx 3,5$  Н, приложена к земле.

**A6.** Две тележки массами 20 кг и 30 кг движутся навстречу друг другу, первая со скоростью 1 м/с, вторая – со скоростью 1,5 м/с. Модуль импульса системы этих тел после абсолютно неупругого удара равен

1) 0                       $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$                        $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$                        $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$   
2) 25                      3) 62,5                      4) 65

**A7.** Период колебаний математического маятника равен 2 с. При уменьшении длины маятника в 4 раза период колебаний будет равен

1) 1 с; 2) 2 с; 3) 3 с; 4) 4 с.

### Часть 2.

**B1.** Установите соответствие между записанными в первом столбце видами движения и формулами, по которым можно рассчитать их характеристики.

ВИД ДВИЖЕНИЯ	ФОРМУЛА ДВИЖЕНИЯ
А) равномерное Б) равноускоренное	$\frac{at^2}{2}$ 1) $S = v_0t + \frac{at^2}{2}$

	$S = \frac{V^2}{R}$ 2) $S = vt$ 3) $S = v + at$
--	--

**В2.** Мяч свободно падает с некоторой высоты. Как изменяются потенциальная энергия мяча, кинетическая энергия мяча и полная механическая энергия мяча в процессе движения. Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения потенциальной и кинетической энергии:

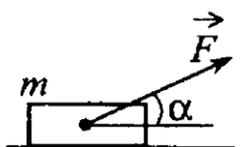
1. увеличилась;
2. уменьшилась;
3. не изменилась.

Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Кинетическая энергия	Полная механическая энергия

### Часть 3.

**А8.** Массивный брусок движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Модуль этой силы  $F = 12$  Н. Коэффициент трения между бруском и плоскостью  $\mu = 0,2$ . Модуль силы трения, действующей на брусок,  $F_{\text{тр}} = 2,8$  Н. Чему равна масса бруска?



- 1) 1,4 кг;    2) 2,0 кг;    3) 2,4 кг;    4) 2,6 кг;

**А9.** Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Какова потенциальная энергия груза в поле тяжести Земли, когда его скорость равна 8 м/с? (Принять, что потенциальная энергия груза равна нулю на поверхности земли.)

- 1) 0,68 Дж;    2) 6,8 Дж;    3) 13,2 Дж;    4) 68 Дж.

### Вариант 2

#### Часть 1.

К каждому из заданий 1–7 даны 4 варианта ответов, из которых только один правильный.
--

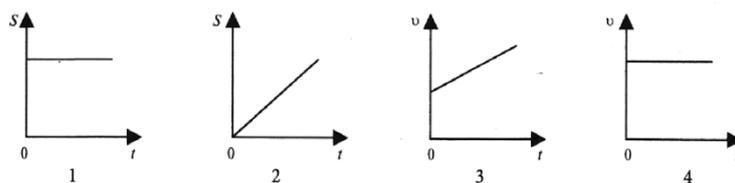


Рисунок 1.

**A1.** На рисунке 1 приведены графики зависимости пути и скорости тела от времени. Какой график соответствует равноускоренному движению?

**A2.** Шарик движется по окружности радиусом  $r$  со скоростью  $v$ . Как изменится центростремительное ускорение, если радиус окружности уменьшить в 3 раза, оставив модуль скорости прежним?

1. увеличится в 3 раза;
2. уменьшится в 3 раза;
3. увеличится в 9 раз;
4. уменьшится в 9 раз.

**A3.** Пружина с жёсткостью  $k = 10^4$  Н/м под действием силы 2000 Н растянется на

- 1) 2 м;    2) 2 см;    3) 20 см;    4) 2 мм.

**A4.** Брусок покоится на горизонтальной поверхности доски.

Сила реакции доски и вес бруска равны по модулю согласно

- 1) первому закону Ньютона;    3) третьему закону Ньютона;  
2) второму закону Ньютона;    4) закону Всемирного тяготения.

**A5.** Футбольный мяч массой 450 г лежит на поле. Чему равен модуль силы тяжести мяча и к чему сила тяжести приложена?

- 1)  $\approx 4500$  Н, приложена к мячу;
- 2)  $\approx 4500$  Н, приложена к земле;
- 3)  $\approx 4,5$  Н, приложена к мячу;
- 4)  $\approx 4,5$  Н, приложена к земле.

**A6.** Автомобиль массой  $2m$ , движущийся со скоростью  $v$ , сталкивается с неподвижным автомобилем массой  $2m$ . После столкновения они движутся как одно целое. Каким суммарным импульсом обладают два автомобиля после столкновения? Взаимодействие автомобилей с другими телами пренебрежимо мало.

- 1) 0;    2)  $mv/2$ ;    3)  $mv$ ;    4)  $2mv$ .

**A7.** Период колебаний математического маятника равен 2 с. При увеличении длины маятника в 4 раза период колебаний будет равен

- 1) 1 с;    2) 2 с;    3) 3 с;    4) 4 с.

### Часть 2.

**В1.** Установите соответствие между записанными в первом столбце видами движения и формулами, по которым можно рассчитать их характеристики.

ВИД ДВИЖЕНИЯ	ФОРМУЛА ДВИЖЕНИЯ
А) равномерное Б) равноускоренное	$\frac{at^2}{2}$ 1) $v = vt + \frac{at^2}{2}$ 2) $V = \frac{S}{t}$ $\frac{a}{t}$ 3) $v = t$ 4) $v = v_0 + at$

**В2.** Мяч бросают вертикально вверх. Как изменяются потенциальная энергия мяча, кинетическая энергия мяча и полная механическая энергия мяча в процессе движения. Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения

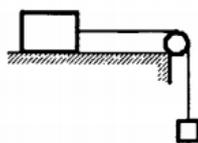
1. увеличилось;
2. уменьшилось;
3. не изменилось.

Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Кинетическая энергия	Полная механическая энергия

### Часть 3.

**А8.** По горизонтальному столу из состояния покоя движется брусок массой 0,9 кг, соединённый с грузом массой 0,3 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок.



Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Натяжение вертикальной части нити равно

- 1) 3,6 Н; 2) 2,7 Н; 3) 2,25 Н; 4) 3,0 Н.

**А9.** Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Какова кинетическая энергия груза на высоте 6 м?

- 1) 16 Дж; 2) 12 Дж; 3) 6 Дж; 4) 4 Дж.

**Критерии оценок:**

Количество правильно выполненных заданий	Отметка
1 часть	3
1 и 2 части	4
1, 2 и 3 части	5

**5.2. Тема 2. «Молекулярная физика» и «Термодинамика»****Контрольная работа №2 (1 час)**

**Цель:** проверка соответствия уровня деятельности обучающихся требованиям ФГОС.

**Задачи:**

1. проверить умения описывать и объяснять физические явления и свойства тел;
2. использовать приобретенные знания и умения в решении задач;
3. выполнять расчетные и качественные задания по теме.

**Формируемые компетенции:** ОК 2, ОК 3, ОК 4.

Работа содержит 8 вариантов, в каждом из которых по 3 задания. В 1 части 7 заданий.

К каждому из заданий 1 – 7 из 1-й части даны 4 варианта ответов, из которых только один правильный.

Ответом к заданиям В1 - В2 из 2-й части является последовательность цифр. Часть 3 содержит 2 задачи с выбором правильного ответа.

При выполнении работы можно пользоваться справочным материалом, рабочими тетрадями.

Запрещено пользоваться калькулятором.

При необходимости можно пользоваться черновиком.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий.

**Инструкция по выполнению работы:** на выполнение работы дается 60 минут.

Номер задания	Содержание заданий
1	Характеристика объекта изучения: физическое явление; математическая модель.
2	Характеристика объектов изучения: физический закон; физическая теория.
3	Решение физической задачи.

**Планы характеристик учебных элементов.**

**Задание №1.** План характеристики физического явления: определение; примеры проявления (использования); условия протекания.

**Задание №2.** План характеристики физического закона: формулировка; математическая запись; границы применимости; примеры проявления (применения).

**Задание №3.** Краткая запись условия; подбор необходимых для решения формул (законов, уравнений).

**Текст заданий**

**Вариант 1**

Дайте характеристику физического явления: плавление твёрдого тела.

Дайте характеристику закона Шарля.

Определить КПД идеальной тепловой машины, если за счёт 1 кДж энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа 300 Дж.

**Вариант 2**

Дайте характеристику физического явления: кипение жидкости.

Дайте характеристику закона Бойля - Мариотта.

Какое количество вещества содержится в газе, если при давлении 200 кПа и температуре 240 К его объём равен 40 литров?

**Вариант 3**

Дайте характеристику физического явления: теплопередача.

Дайте характеристику закона Гей-Люссака.

При какой температуре средняя кинетическая энергия движения молекул газа равна  $2,1 \cdot 10^{-21}$  Дж?

**Вариант 4**

Дайте характеристику физического явления: деформация твёрдого тела.

Дайте характеристику I закона термодинамики.

Какой объём займёт газ при  $77^\circ\text{C}$ , если при  $27^\circ\text{C}$  его объём был 6 литров?

**Вариант 5**

Дайте характеристику капиллярных явлений.

Дайте характеристику II закона термодинамики.

Найти среднюю кинетическую энергию молекул газа при давлении 20 кПа.

Концентрация молекул при указанном давлении составляет  $3 \cdot 10^{25}$  м<sup>-3</sup>.

**Вариант 6**

Дайте характеристику физического явления: испарение.

Дайте характеристику закона Гука.

Найти КПД тепловой машины, если температура нагревателя  $117^\circ\text{C}$ , а температура холодильника  $27^\circ\text{C}$ .

**Вариант 7**

Дайте характеристику физического явления: конденсация.

Дайте характеристику уравнения Менделеева - Клапейрона.

Найти относительное удлинение алюминиевой проволоки, если в ней возникло механическое напряжение 35 МПа.

### **Вариант 8**

Дайте характеристику физического явления: адиабатный процесс.

Дайте характеристику основного уравнения МКТ идеального газа.

Каким будет давление газа в закрытом сосуде при температуре  $-13^{\circ}\text{C}$ , если при температуре  $27^{\circ}\text{C}$  давление было  $160\text{ кПа}$ ?

#### **Критерии оценок:**

Количество правильно выполненных заданий	Отметка
1 и 2	3
Одно из 1 -2 и 3	4
1, 2 и 3	5

### **5.3. Тема 3. «Основы электродинамики»**

#### **Контрольная работа №3 (1 час)**

**Цель:** проверка соответствия уровня деятельности обучающихся требованиям ФГОС.

**Задачи:**

1. проверить умения описывать и объяснять физические явления и свойства тел;
2. использовать приобретенные знания и умения в решении задач;
3. выполнять расчетные и качественные задания по теме.

**Формируемые компетенции:** ОК 2, ОК 3, ОК 4.

**Инструкция по выполнению работы:** на выполнение работы дается 60 минут.

Работа содержит 2 варианта. В каждом варианте 5 заданий. Первые 4 задания представляют собой расчетные задачи, решение которых следует оформлять в соответствии с требованием. 5 задание качественное, ответ должен быть проиллюстрирован соответствующими рисунками, формулами, законами и правилами.

При выполнении работы можно пользоваться справочным материалом, рабочими тетрадями.

Запрещено пользоваться калькулятором.

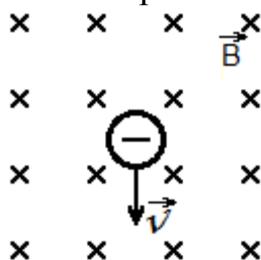
При необходимости можно пользоваться черновиком.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему.

## Текст заданий

### Вариант 1

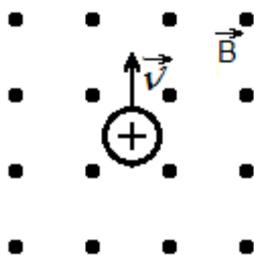
1. Определить силу, с которой однородное магнитное поле действует на проводник длиной 30 см, расположенный под углом  $45^\circ$  к вектору магнитной индукции, если сила тока в нем 500 мА. Магнитная индукция составляет 0,5 Тл.
2. Проводник с током 7А находится в магнитном поле с индукцией 10 Тл. Определить длину проводника, если магнитное поле действует на него с силой 25Н перпендикулярно проводнику.
3. Проводник длиной 30 см с силой тока 50 А находится в однородном магнитном поле с индукцией 60 мТл перпендикулярно полю. Какую работу совершит источник тока, если проводник переместится на 30 см вдоль направления линии действия силы Ампера?



4. Какой должна быть сила тока, чтобы в катушке индуктивностью 0,5 Гн энергия магнитного поля была 100 Дж?
5. Показать направление силы Лоренца.

### Вариант 2

1. Определить силу, с которой однородное магнитное поле действует на проводник длиной 40 см, расположенный под углом  $45^\circ$  к вектору магнитной индукции, если сила тока в нем 400 мА. Магнитная индукция составляет 0,5 Тл.
2. Проводник с током 3А находится в магнитном поле с индукцией 12 Тл. Определить длину проводника, если магнитное поле действует на него с силой 40Н и перпендикулярно проводнику.
3. Проводник длиной 40см с силой тока 50 А находится в однородном магнитном поле с индукцией 50 мТл. Какую работу совершит источник тока, если проводник переместится на 40 см вдоль направления линии действия силы Ампера?



4. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы при силе тока в ней 2 А энергия магнитного поля равнялась 20 Дж?

5. Показать направление силы Лоренца.

**Критерии оценок:**

Количество правильно выполненных заданий	Отметка
3	3
4	4
5	5

**5.4. Тема 4. «Колебания и волны»**

**Контрольная работа №4 (1 час)**

**Цель:** проверка соответствия уровня деятельности обучающихся требованиям ФГОС.

**Задачи:**

1. проверить умения описывать и объяснять физические явления и свойства тел;
2. использовать приобретенные знания и умения в решении задач;
3. выполнять расчетные и качественные задания по теме, а также задания с выбором правильного ответа.

**Формируемые компетенции:** ОК 2, ОК 3, ОК 4.

**Инструкция по выполнению работы:** на выполнение работы дается 60 минут.

Работа содержит 2 варианта. В каждом варианте 9 заданий. Большинство заданий представляют собой расчетные задачи, из ответов к которым надо выбрать правильные, предварительно решив их на черновике. Одно задание качественное, одно на установление соответствия между физическими явлениями и их названиями.

При выполнении работы можно пользоваться справочным материалом, рабочими тетрадями.

Запрещено пользоваться калькулятором.

При необходимости можно пользоваться черновиком.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему.

**Текст заданий**

**Вариант 1**

1. При измерении пульса человека было зафиксировано 75 пульсаций крови за 1 минуту. Определите период сокращения сердечной мышцы.

- 1) 0,8 с;
- 2) 1,25 с;
- 3) 60 с;
- 4) 75 с.

2. Амплитуда свободных колебаний тела равна 3 см. Какой путь прошло это тело за  $1/2$  периода колебаний?

- 1) 3 см;
- 2) 6 см;
- 3) 9 см;
- 4) 12 см.

3. Определить период колебаний, график которого представлен на рисунке 1.

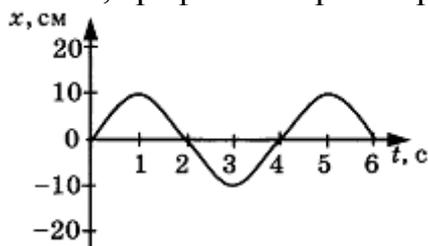


Рисунок 1. Зависимость координаты центра шара, подвешенного на пружине, от времени

- 1) 2,5 см;
- 2) 5 см;
- 3) 10 см;
- 4) 20 см.

4. Волна с частотой 4 Гц распространяется по шнуру со скоростью 8 м/с. Длина волны равна

- 1) 0,5 м;
- 2) 2 м;
- 3) 32 м;
- 4) для решения не хватает данных.

5. Какие изменения отмечает человек в звуке при увеличении амплитуды колебаний в звуковой волне?

- 1) повышение высоты тона;
- 2) понижение высоты тона;
- 3) повышение громкости;
- 4) уменьшение громкости.

6. Охотник выстрелил, находясь на расстоянии 170 м от лесного массива. Через сколько времени после выстрела охотник услышит эхо? Скорость звука в воздухе 340 м/с.

- 1) 0,5 с;
- 2) 1 с;
- 3) 2 с;
- 4) 4 с.

7. Установите соответствие между физическими явлениями и их названиями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго.

**Физические явления**

- А. Сложение волн в пространстве.
- Б) Отражение звуковых волн от преград.
- В) Резкое возрастание амплитуды колебаний.

**Названия:**

- 1) Преломление.
- 2) Резонанс.
- 3) Эхо.
- 4) Гром.
- 5) Интерференция.

8. За одно и то же время первый математический маятник совершил 40 колебаний, а второй 60. Определите отношение длины первого маятника к длине второго.

9. С какой скоростью проходит груз пружинного маятника положение равновесия, если жёсткость пружины 400 Н/м, а амплитуда колебаний 2 см? Масса груза 1 кг.

**Вариант 2**

1. При измерении пульса человека было зафиксировано 75 пульсаций крови за 1 минуту. Определите частоту сокращения сердечной мышцы.

- 1) 0,8 Гц;
- 2) 1,25 Гц;
- 3) 60 Гц;
- 4) 75 Гц.

2. Амплитуда свободных колебаний тела равна 50 см. Какой путь прошло это тело за 1/4 периода колебаний?

- 1) 0,5 м;
- 2) 1 м;
- 3) 1,5 м;
- 4) 2 м.

3. Определить период колебаний, график которого представлен на рисунке 1.

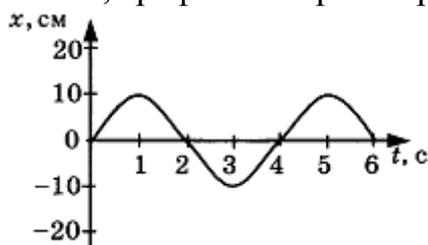


Рисунок 1. Зависимость координаты центра шара, подвешенного на пружине, от времени

- 1) 2 с;
- 2) 4 с;

- 3) 6 с;
- 4) 10 с.

4. Обязательными условиями возбуждения механической волны являются

А. наличие источника колебаний

Б. наличие упругой среды

- 1) А и В;
- 2) Б и В;
- 3) А и Б;
- 4) А, Б и В.

5. Камертон излучает звуковую волну длиной 0,5 м. Скорость звука 340 м/с. Какова частота колебаний камертона?

- 1) 680 Гц;
- 2) 170 Гц;
- 3) 17 Гц;
- 4) 3400 Гц.

6. Эхо, вызванное оружейным выстрелом, дошло до стрелка через 2 с после выстрела. Определите расстояние до преграды, от которой произошло отражение, если скорость звука в воздухе 340 м/с.

- 1) 85 м;
- 2) 340 м;
- 3) 680 м;
- 4) 1360 м.

7. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго.

**Физические величины**

А) период колебаний;

Б) длина волны;

В) скорость распространения волны.

**Формулы**

- 1)  $1/T$ ;
- 2)  $vT$ ;
- 3)  $N/t$ ;
- 4)  $t/N$ ;
- 5)  $\lambda v$ .

8. На некоторой планете период колебаний секундного земного математического маятника оказался равным 2с. Определите ускорение свободного падения на этой планете.

9. На рисунке 1 представлен график изменения со временем кинетической энергии ребёнка, качающегося на качелях. Определите потенциальную энергию качелей в момент, соответствующий точке А на графике.

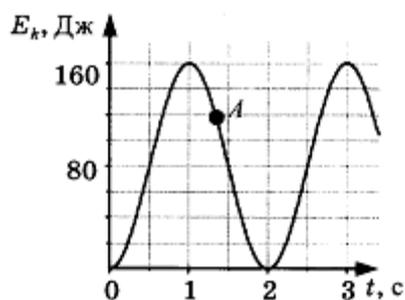


Рисунок 1. График изменения кинетической энергии

**Критерии оценок:**

Количество правильно выполненных заданий	Отметка
1 - 7	3
1 - 8	4
1 - 9	5

**5.5. Тема 5. «Элементы квантовой физики»**

**Контрольная работа №5 (1 час)**

**Цель:** проверка соответствия уровня деятельности обучающихся требованиям ФГОС.

**Задачи:**

1. проверить умения описывать и объяснять физические явления и свойства тел;
2. использовать приобретенные знания и умения в решении задач;
3. выполнять расчетные и качественные задания по теме.

**Формируемые компетенции:** ОК 2, ОК 3, ОК 4.

**Инструкция по выполнению работы:** на выполнение работы дается 60 минут.

Работа содержит 4 варианта, каждый из которых содержит части А, В, С. В каждой части по 2 задания, представляющие собой расчетные задачи. При выполнении работы можно пользоваться справочным материалом, рабочими тетрадями.

Запрещено пользоваться калькулятором.

При необходимости можно пользоваться черновиком.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему.

## **Текст заданий**

### **Вариант 1**

#### **Уровень А**

1. Найдите длину волны света, энергия кванта которого равна  $3,6 \cdot 10^{-19}$  Дж.
2. Красная граница фотоэффекта для вольфрама равна  $2,76 \cdot 10^{-7}$  м. Рассчитайте работу выхода электрона из вольфрама.

#### **Уровень В**

3. Найдите запирающее напряжение для электронов при освещении металла светом с длиной волны 330 нм, если красная граница фотоэффекта для металла 620 нм.
4. Какой длины волны следует направить лучи на поверхность цинка, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была 2000 км/с? Красная граница фотоэффекта для цинка равна 0,035 мкм.

#### **Уровень С**

5. Сколько фотонов видимого света испускает за 1 с электрическая лампочка мощностью 100 Вт, если средняя длина волны излучения 600 нм, а световая отдача лампы 3,3%?
6. При облучении ультрафиолетовыми лучами пластинки из никеля запирающее напряжение оказалось равным 3,7 В. При замене пластинки из никеля пластинкой из другого металла запирающее напряжение потребовалось увеличить до 6 В. Определите работу выхода электрона с поверхности этой пластинки. Работа выхода электронов из никеля равна 5 эВ.

### **Вариант 2**

#### **Уровень А**

1. Какова наибольшая длина волны света, при которой еще наблюдается фотоэффект, если работа выхода из металла  $3,3 \cdot 10^{-19}$  Дж?
2. Энергия фотона равна  $6,4 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите частоту колебаний для этого излучения и массу фотона.

#### **Уровень В**

3. Какова максимальная скорость электронов, вырванных с поверхности платины при облучении ее светом с длиной волны 100 нм? Работа выхода электронов из платины равна 5,3 эВ.
4. Фотоэффект у данного металла начинается при частоте света  $6 \cdot 10^{14}$  Гц. Найдите частоту излучения, падающего на поверхность металла, если вылетающие с поверхности электроны полностью задерживаются разностью потенциалов 3 В.

#### **Уровень С**

5. До какого максимального потенциала зарядится металлический шарик, удаленный от других тел, если он облучается монохроматическим излучением, длина волны которого 200 нм? Работа выхода электрона с поверхности шарика равна 4,5 эВ.
6. Источник света мощностью 40 Вт испускает  $5,6 \cdot 10^{17}$  фотонов в 1 с. Какова длина волны излучения, если световая отдача источника составляет 5% ?

### **Вариант 3**

#### **Уровень А**

1. Какова красная граница фотоэффекта для золота, если работа выхода электрона равна 4,59 эВ?
2. Определите энергию, массу и импульс фотона для инфракрасных лучей ( $\nu = 1012$  Гц).

#### **Уровень В**

3. Рассчитайте длину световой волны, которую следует направить на поверхность цезия, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была  $2 \cdot 10^6$  м/с. Красная граница фотоэффекта для цезия равна 690 нм.
4. Красная граница фотоэффекта для вольфрама равна 275 нм. Найдите значение запирающего напряжения, если вольфрам освещается светом с длиной волны 175 нм.

#### **Уровень С**

5. При освещении металлической пластинки монохроматическим светом запирающее напряжение равно 1,6 В. Если увеличить частоту падающего света в 2 раза, запирающее напряжение станет равным 5,1 В. Определите работу выхода электрона из этого металла.
6. Найдите КПД рентгеновской трубки, работающей под напряжением 50 кВ и потребляющей ток 2 мА. Трубка излучает  $5 \cdot 10^{13}$  фотонов в секунду. Длина волны излучения равна 0,1 нм. 11 класс.

### **Вариант 4**

#### **Уровень А**

1. Найдите энергию и импульс фотона, соответствующего рентгеновскому излучению с длиной волны  $1,5 \cdot 10^{10}$  м.
2. Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта, для натрия составляет 530 нм. Определите работу выхода электронов из натрия.

#### **Уровень В**

3. Для полной задержки фотоэлектронов, выбитых из некоторого металла излучением с длиной волны 210 нм, требуется напряжение 2,7 В. Определите работу выхода электронов для этого вещества.
4. Работа выхода электрона из цезия равна  $3 \cdot 10^{-19}$  Дж. Найдите длину волны падающего на поверхность цезия света, если скорость фотоэлектронов равна  $0,6 \cdot 10^6$  м/с.

#### **Уровень С**

5. Для измерения постоянной Планка катод вакуумного фотоэлемента освещается монохроматическим светом с длиной волны 620 нм. При увеличении длины волны на 25% значение запирающего напряжения необходимо уменьшить на 0,4 В. Определите по этим данным постоянную Планка.
6. При увеличении в 2 раза частоты падающего на металл света запирающее напряжение увеличилось в 4 раза. Определите красную границу фотоэффекта, если первоначальная длина волны падающего на металл света равна 400 нм.

**Критерии оценок:**

Количество правильно выполненных заданий	Отметка
Уровень А	3
Уровень А и В	4
Уровень А, В и С	5

**5.6. Итоговая контрольная работа за курс физики (90 мин.)****Контрольная работа №6**

**Цель:** проверка соответствия уровня деятельности обучающихся требованиям ФГОС.

**Задачи:**

1. проверить умения описывать и объяснять физические явления и свойства тел;
2. использовать приобретенные знания и умения в решении задач;
3. выполнять расчетные и качественные задания по теме.

**Формируемые компетенции:** ОК2, ОК3, ОК4.

**Инструкция по выполнению работы:** на выполнение работы дается 90 минут.

Контрольная работа составлена с использованием материалов демоверсии ЕГЭ годов, которая предполагает проверку знаний обучающихся по всем темам курса физики 11 класса на базовом уровне. В работу включены задания по темам:

№ 1-4	- Магнитное поле. Электромагнитная индукция
№ 5-10	- Колебания и волны
№ 11-18, 21, 23	- Оптика
№ 19	- Элементы теории относительности
№ 20	- Излучения и спектры
№ 22, 24	- Квантовая оптика
№ 25-29	- Физика атома и атомного ядра
№ 30	- Строение и эволюция Вселенной

При выполнении работы можно пользоваться справочным материалом, рабочими тетрадями.

Запрещено пользоваться калькулятором.

При необходимости можно пользоваться черновиком.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему.

**Критерии оценок:**

Количество правильно выполненных заданий	Отметка
15 -20	3
21 – 26	4
27 – 30	5

**Коды правильных ответов**

**Вариант №1**

№ п/п	ответ	№ п/п	ответ	№ п/п	ответ
1	А	11	Б	21	В
2	Б	12	В	22	Б
3	А	13	В	23	А
4	А	14	Д	24	Г
5	Г	15	А	25	В
6	Г	16	Г	26	Б
7	Б	17	Г	27	В
8	Г	18	Б	28	В
9	В	19	А	29	Б
10	Г	20	Д	30	Б

**Вариант №2**

№ п/п	ответ	№ п/п	ответ	№ п/п	ответ
1	В	11	В	21	Г
2	Г	12	Б	22	В
3	Б	13	А	23	В
4	А	14	Г	24	Б
5	А	15	Г	25	Д
6	А	16	А	26	Г
7	В	17	А	27	А
8	Г	18	Б	28	В
9	А	19	Д	29	Б
10	А	20	Г	30	Б

Вариант №3					
№ п/п	ответ	№ п/п	ответ	№ п/п	ответ
1	В	11	В	21	В
2	Г	12	Б	22	Г
3	Б	13	Б	23	А
4	А	14	А	24	А
5	Г	15	Б	25	А
6	Б	16	В	26	Г
7	Г	17	А	27	Г
8	А	18	В	28	А
9	Б	19	А	29	А
10	А	20	Д	30	В

### Вариант 1

1. Определите направление сил, действующих на проводник с током в магнитном поле (рис. 1).

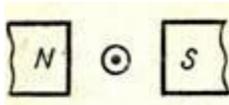


Рисунок 1. Проводник с током в магнитном поле

- А. вверх; Б. вниз; В. вправо; Г. влево; Д. определить невозможно.  
 2. Определите величину и направление силы Лоренца, действующей на протон, изображенный на рисунке 2 в случае:  $B = 80$  мТл,  $v = 200$  км/с.

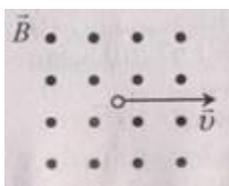


Рисунок 2. Протон в магнитном поле

- А.  $5,12 \cdot 10^4$  Н, влево; Б.  $2,56 \cdot 10^4$  Н, вниз; В.  $2,5 \cdot 10^8$  Н, вниз;  
 Г.  $2,56 \cdot 10^4$  Н, вверх; Д. Среди ответов А-Г нет правильного.  
 3. Какой из рисунков (рисунок 3) соответствует случаю возникновения магнитного поля при возрастании напряженности электрического поля?

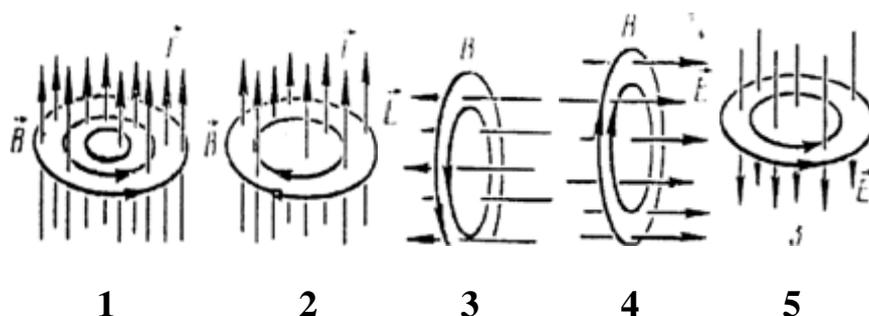


Рисунок 3.

А. 1; Б. 2; В. 3; Г. 4; Д.5.

4. Проводник MN с длиной активной части 1 м и сопротивлением 2 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Проводник подключен к источнику с ЭДС 1 В (внутренним сопротивлением источника можно пренебречь). Какова сила тока в проводнике, если проводник покоится?

А. 0,5 А; Б. 2 А; В. 20 А; Г. 0,2 А; Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

5. На рисунке 4 представлен график зависимости от времени координаты  $x$  тела, совершающего гармонические колебания вдоль оси  $Ox$ . Чему равен период колебаний тела?

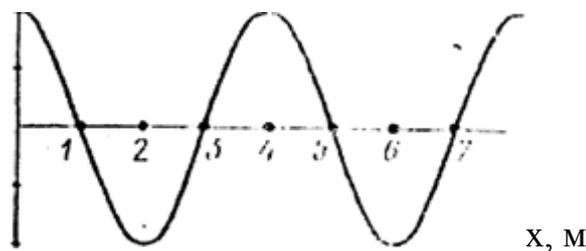


Рисунок 4.

т, с 0,2; 0,1; 0; -0,1; -0,2;

А. 1 с; Б. 2 с; В. 3 с; Г. 4 с; Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

6. Как изменится частота колебаний математического маятника, если его длину увеличить в 4 раза?

А. Не изменится; Б. Увеличится в 2 раза; В. Увеличится в 4 раза;  
Г. Уменьшится в 2 раза; Д. Уменьшится в 4 раза.

7. Какие из перечисленных ниже волн являются поперечными: 1 – волны на поверхности воды, 2 – звуковые волны, 3 – радиоволны, 4 – ультразвуковые волны в жидкостях?

А. Только 1-ое; Б. 1 и 3; В. 2 и 4; Г. 1,2,3, и 4;  
Д. Среди ответов А-Г нет правильного.



А. В области 1; Б. В области 2; В. В области 3; Г. В области 4; Д. В области 5.

14. С помощью собирающей линзы получили изображение светящейся точки. Чему равно фокусное расстояние линзы, если  $d = 0,5$  м,  $f = 1$  м?

А. 0,33 м; Б. 0,5 м; В. 1,5 м; Г. 3 м; Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

15. По условию предыдущей задачи определите, чему равно увеличение?

А. 0,33; Б. 0,5; В. 1,5; Г. 2; Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

16. Свет, какого цвета обладает наибольшим показателем преломления при переходе из воздуха в стекло?

А. Красного. Б. Синего. В. Зеленого. Г. Фиолетового. Д. У всех одинаков.

17. На какой из схем (рисунок 7) правильно представлен ход лучей при разложении пучка белого света стеклянной призмой?

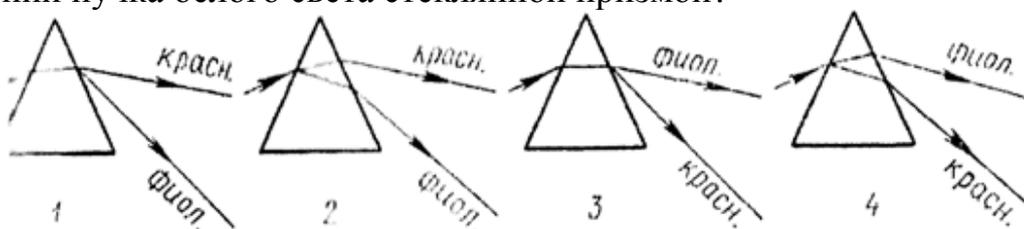


Рисунок 7. Ход лучей при разложении пучка белого света стеклянной призмой

А. 1; Б. 2; В. 3; Г. 4; Д. На всех схемах неправильно.

18. Два автомобиля движутся навстречу друг другу, скорость каждого относительно Земли равна  $v$ . Чему равна скорость света от фар первого автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем? Скорость света в системе отсчета, связанной с Землей, равна  $c$ .

А.  $c$ ; Б.  $c+v$ ; В.  $c+2v$ ; Г.  $c-v$ ; Д.  $c-2v$ .

19. Какие излучения из перечисленных ниже обладают способностью к дифракции: 1-видимый свет, 2-радиоволны, 3-рентгеновские лучи, 4-инфракрасные лучи?

А. Только 1. Б. Только 1 и 2. В. Только 1, 2 и 3. Г. Только 1, 3 и 4. Д. 1, 2, 3 и 4.

20. Разность фаз двух интерферирующих лучей равна  $\pi/2$ . Какова минимальная разность хода этих лучей?

А.  $\lambda$ . Б.  $\lambda/2$ . В.  $\lambda/4$ . Г.  $3\lambda/4$ . Д.  $3\lambda/2$ .

21. Чему равна частота света, если энергия фотона  $E$ ?

А.  $Eh$ . Б.  $E/h$ . В.  $E/c$ . Г.  $E/c^2$ . Д.  $Eh/c^2$ .

22. Какое из приведенных ниже выражений является условием наблюдения главных максимумов в спектре дифракционной решетки с периодом  $d$  под углом  $\varphi$ ?

- А.  $d \sin \varphi = k\lambda$ .    Б.  $d \cos \varphi = k\lambda$ .    В.  $d \sin \varphi = (2k+1)\lambda/2$ .  
 Г.  $d \cos \varphi = (2k+1)\lambda/2$ .    Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

23. Снимаются вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Максимальному числу фотонов, падающих на фотокатод за единицу времени, соответствует характеристика:

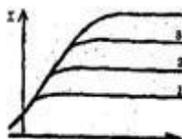


Рисунок 8. Вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента

- А.1.    Б. 2.    В. 3.    Г. 4.    Д. Не зависит от числа фотонов.

24. На рисунке 9 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Стрелкой, с какой цифрой обозначен переход с излучением фотона наибольшей частоты?

- А.1.    Б. 2.    В. 3.    Г. 4.    Д. 5.

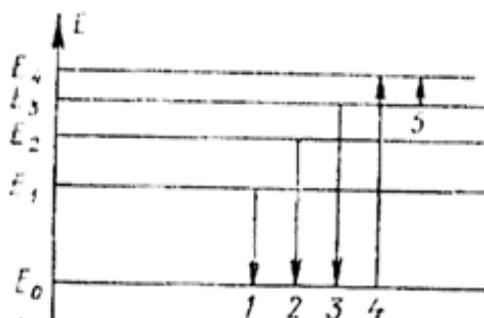


Рисунок 9. Диаграмма энергетических уровней атома

25. Сколько протонов  $Z$  и сколько нейтронов  $N$  в ядре изотопа кислорода  $^{17}O$ ?  
 А.  $Z = 8, N = 17$ .    Б.  $Z = 8, N = 9$ .    В.  $Z = 17, N = 8$ .    Г.  $Z = 9, N = 8$ .    Д.  $Z = 8, N = 8$ .

26. Что такое альфа-излучение?

- А. Поток электронов.    Б. Поток протонов.    В. Поток ядер атомов гелия.  
 Г. Поток квантов электромагнитного излучения, испускаемых атомными ядрами.  
 Д. Поток квантов электромагнитного излучения, испускаемых при торможении быстрых электронов в веществе.

27. Какое из трех видов излучений –  $\alpha$ -,  $\beta$ - или  $\gamma$ -излучение – обладает наибольшей проникающей способностью?

- А.  $\alpha$ -излучение.    Б.  $\beta$ -излучение.    В.  $\gamma$ -излучение.

Г. Все примерно одинаковой. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

28. Какое соотношение между массой  $m_{я}$  атомного ядра и суммой масс свободных протонов  $Zm_p$  и свободных нейтронов  $Nm_n$ , из которых составлено это ядро, справедливо?

А.  $m_{я} > Zm_p + Nm_n$ . Б.  $m_{я} < Zm_p + Nm_n$ . В.  $m_{я} = Zm_p + Nm_n$ .

Г. Для стабильных ядер правильный ответ А, для радиоактивных ядер - Б.

Д. Для стабильных ядер правильный ответ Б, для радиоактивных ядер - А.

29. В какой зоне Солнца происходят термоядерные реакции?

А. лучистая зона;

Б. ядро;

В. зона конвекции.

### Вариант 2

1. Определите направление сил, действующих на проводник с током в магнитном поле (рисунок 1).

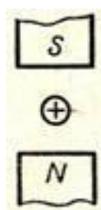


Рисунок 1.

А. вверх. Б. вниз. В. вправо. Г. влево. Д. определить невозможно.

2. Определите величину и направление силы Ампера, действующей в изображенном на рисунке 2 случае.  $B = 0,1$  Тл,  $I = 20$  А.

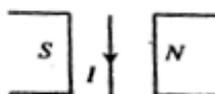


Рисунок 2.

А. 20 Н, от наблюдателя. Б. 0,2 Н, на наблюдателя. В. 20 Н, на наблюдателя.

Г. 0,2 Н, от наблюдателя. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

3. Какой из рисунков (рисунок 3) соответствует случаю возникновения магнитного поля при возрастании индукции магнитного поля?

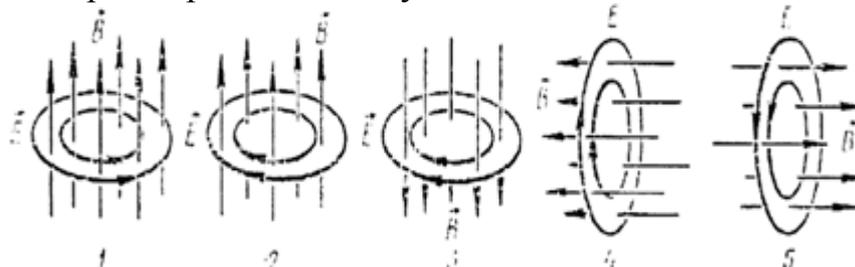


Рисунок 3.

А.1. Б.2. В.3. Г.4. Д.5.

4. Проводник MN с длиной активной части 1 м и сопротивлением 2 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Проводник подключен к источнику с ЭДС 1 В (внутренним сопротивлением источника можно пренебречь). Какова сила тока в проводнике, если проводник движется вправо со скоростью 4 м/с?

А. 0,7 А. Б. 3,8 А. В. 0,71 А. Г. 2,8 А. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

5. На рисунке 4 представлен график зависимости от времени  $t$  скорости  $v$  тела, совершающего гармонические колебания вдоль оси  $Ox$ . Чему равна амплитуда колебаний скорости тела?

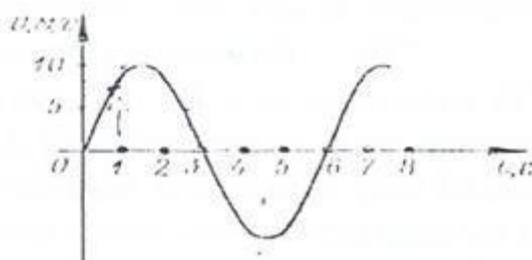


Рисунок 4. График

А. 10 м/с. Б. 20 м/с. В. 3 м/с. Г. 6 м/с. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

6. Как изменится период колебаний математического маятника, если его длину уменьшить в 4 раза?

А. Уменьшится в 2 раза. Б. Уменьшится в 4 раза. В. Не изменится.  
Г. Увеличится в 2 раза. Д. Увеличится в 4 раза.

7. Какие из перечисленных ниже волн являются продольными: 1 – волны на поверхности воды, 2 – звуковые волны в газах, 3 – радиоволны, 4 – ультразвуковые волны в жидкостях?

А. Только 1-ое. Б. 1 и 3. В. 2 и 4. Г. 1,2,3, и 4.  
Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

8. На рисунке 5 представлен профиль волны в определенный момент времени. Чему равна разность фаз колебаний в точках 0 и 4?

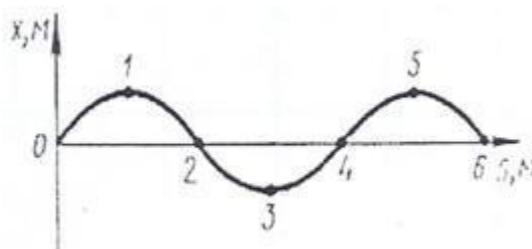


Рисунок 5. Профиль волны в определенный момент времени

А. 0. Б.  $\pi/2$ . В.  $\pi$ . Г.  $2\pi$ . Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

9. Длина волны равна 40 м, скорость распространения 20 м/с. Чему равна частота колебаний источника?

А. 0,5 с<sup>-1</sup>. Б. 2 с<sup>-1</sup>. В. 800 с<sup>-1</sup>. Г. По условию задачи частоту определить нельзя. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

10. В электрическом колебательном контуре емкость конденсатора 1 мкФ, а индуктивность катушки 1 Гн. Если для свободных незатухающих колебаний в контуре амплитуда силы тока составляет 100 мА, то какой должна быть амплитуда напряжения на конденсаторе?

А. 100 В; Б. 10 В; В. 30 В; Г. 80 В; Д. 60 В.

11. Как изменится угол между падающим и отраженным лучами света, если угол падения уменьшится на 10°?

А. Уменьшится на 5°; Б. Уменьшится на 10°; В. Уменьшится на 20°.

Г. Не изменится; Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

12. При некотором значении  $\alpha$  угла падения луча света на границу раздела двух сред отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно  $n$ . Чему равно это отношение при увеличении угла падения в 2 раза?

А.  $n/2$ . Б.  $n$ . В.  $2n$ . Г.  $\sqrt{2}$ . Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

13. Показатели преломления относительно воздуха для воды, стекла и алмаза соответственно равны 1,33, 1,5, 2,42. В каком из этих веществ предельный угол полного отражения при выходе в воздух имеет максимальное значение?

А. В воде. Б. В стекле. В. В алмазе. Г. Во всех трех веществах одинаковое.

Д. Ни в одном веществе полного отражения не будет.

14. На рисунке 6 показано положение линзы, ее главной оптической оси, главных фокусов и предмета MN. Где находится изображение предмета, создаваемое линзой?

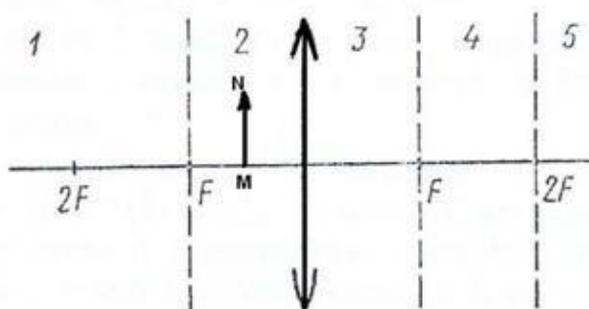


Рисунок 6.

А. В области 1. Б. В области 2. В. В области 3. Г. В области 4. Д. В области 5.

15. С помощью собирающей линзы получили изображение светящейся точки. Чему равно фокусное расстояние линзы, если  $d = 0,5$  м,  $f = 2$  м?

А. 2,5 м. Б. 1,5 м. В. 0,5 м. Г. 0,4 м. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

16. По условию предыдущей задачи определите, чему равно увеличение?

А. 4. Б. 0,25. В. 2,5. Г. 0,4. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

Свет, какого цвета больше других отклоняется призмой спектроскопа?

А. Фиолетового. Б. Зеленого. В. Красного. Г. Синего. Д. Все одинаковые.

17. На какой из схем (рис. 7) правильно представлен ход лучей при разложении пучка белого света стеклянной призмой?

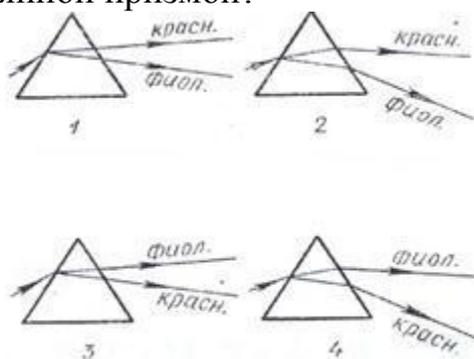


Рисунок 7.

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. На всех схемах неправильно.

18. Какие из приведенных ниже утверждений противоречат постулатам теории относительности: 1 – все процессы природы протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета; 2 – скорость света в вакууме одинакова для всех инерциальных систем отсчета; 3 – все процессы природы относительно и протекают в различных инерциальных системах отсчета неодинаково; 4 – скорость света зависит от системы отсчета?

А. Только 1. Б. Только 2. В. Только 3. Г. 1 и 2. Д. 3 и 4.

19. Какое излучение из перечисленных имеет самую низкую частоту:

1-ультрафиолетовые лучи, 2-инфракрасные лучи, 3-видимый свет, 4-радиоволны, 5-рентгеновские лучи?

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

20. Чему равна энергия фотона света с частотой  $\nu$ ?

А.  $h \nu c^2$ . Б.  $\nu ch$ . В.  $h\nu$ . Г.  $h \nu/c$ . Д.  $\nu h/c^2$ .

21. На дифракционную решетку падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  (рисунок 8). В точке D наблюдается второй главный максимум. Чему равен отрезок AC?

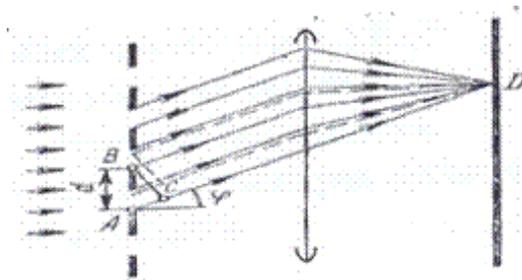


Рисунок 8.

А.  $\lambda$ . Б.  $\sin\varphi\lambda$ . В.  $2\lambda$ . Г.  $\sin\varphi 2\lambda$ . Д.  $2\lambda/\sin\varphi$ .

22. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта представляет собой применение к данному явлению:

А. Закона сохранения импульса. Б. Закона сохранения энергии.

В. Закона преломления и отражения света.

Г. Закона сохранения заряда. Д. Закона сохранения момента импульса.

23. На рисунке 9 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Стрелкой, с какой цифрой обозначен переход с излучением фотона наименьшей частоты?

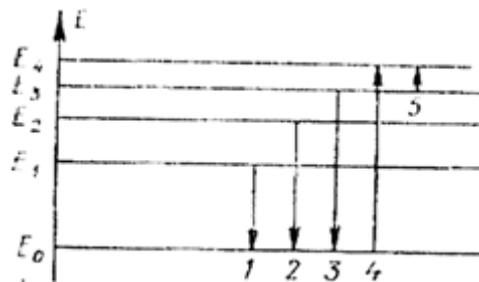


Рисунок 9. Диаграмма энергетических уровней атома

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

24. Сколько протонов  $Z$  и сколько нейтронов  $N$  в ядре изотопа углерода  $^{14}\text{C}$ ?

А.  $Z = 6, N = 14$ . Б.  $Z = 14, N = 6$ . В.  $Z = 6, N = 6$ . Г.  $Z = 6, N = 8$ .

Д.  $N = 6, Z = 8$ .

25. Что такое бета-излучение?

А. Поток электронов. Б. Поток протонов. В. Поток ядер атомов гелия.

Г. Поток квантов электромагнитного излучения, испускаемых атомными ядрами.

Д. Поток квантов электромагнитного излучения, испускаемых при торможении быстрых электронов в веществе.

26. Какое из трех видов излучений –  $\alpha$ -,  $\beta$ - или  $\gamma$ -излучение – не отклоняется электрическими и магнитными полями?

А.  $\alpha$ -излучение. Б.  $\beta$ -излучение. В.  $\gamma$ -излучение. Г. Все отклоняются.

Д. Все три не отклоняются.

27. Какое соотношение из приведенных ниже справедливо для полной энергии свободных протонов  $E_p$ , свободных нейтронов  $E_n$  и атомного ядра  $E_{\alpha}$ , составленного из них?

А.  $E_{\alpha} > E_p + E_n$ .    Б.  $E_{\alpha} < E_p + E_n$ .    В.  $E_{\alpha} = E_p + E_n$ .

Г. Для стабильных ядер правильный ответ А, для радиоактивных ядер - Б.

Д. Для стабильных ядер правильный ответ Б, для радиоактивных ядер - А.

28. Космические объекты, удаленные на миллиарды световых лет, мощность излучения которых превышает мощность излучения галактик.

А. цефеиды;

Б. квазары;

В. белые карлики.

29. В какой зоне Солнца происходит перенос энергии?

А. лучистая зона;

Б. ядро;

В. зона конвекции.

### Вариант 3

1. Определите направление сил, действующих на проводник с током в магнитном поле (рис. 1).

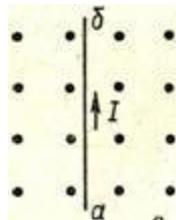


Рисунок 1.

А. вверх;    Б. вниз;    В. Вправо;    Г. влево;    Д. определить невозможно.

2. Определите силу и направление тока в изображенном на рисунке 2 случае.  $B = 50$  мТл,  $F_A = 40$  мН,  $l = 10$  см.

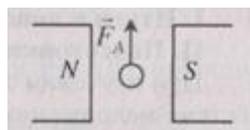


Рисунок 2.

А. 8 А, на наблюдателя.

Б. 8 А, от наблюдателя.

В.  $2 \cdot 10^{-4}$  А, от наблюдателя.    Г.  $2 \cdot 10^{-5}$  А, на наблюдателя.

Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

3. Какой из рисунков (на рис. 3) соответствует случаю возникновения магнитного поля при убывании напряженности электрического поля?

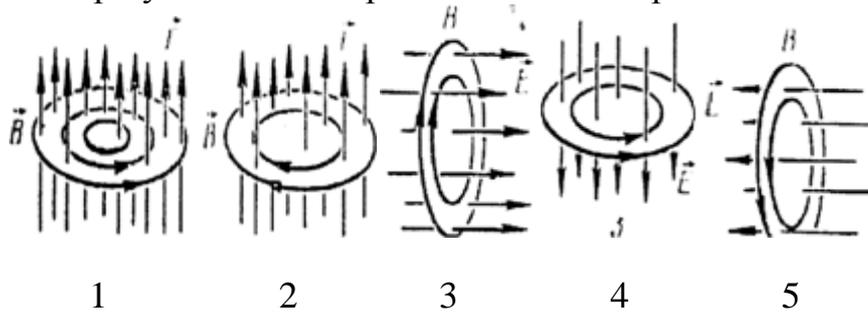


Рисунок 3.

А. 1; Б. 2; В. 3; Г. 4; Д. 5.

4. Проводник MN с длиной активной части 1 м и сопротивлением 2 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Проводник подключен к источнику с ЭДС 1 В (внутренним сопротивлением источника можно пренебречь). Какова сила тока в проводнике, если проводник движется влево с такой же по модулю скоростью?

А. 0,3 А; Б. 0,7 А; В. 1,2 А; Г. 2,8 А; Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

5. На рисунке 4 представлен график зависимости от времени заряда конденсатора при гармонических колебаниях в колебательном контуре. Чему равна частота колебаний заряда в колебательном контуре?

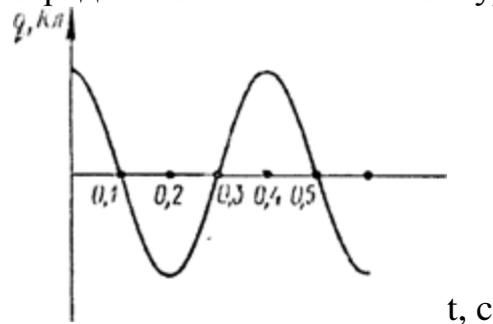


Рисунок 4.

А. 10 с<sup>-1</sup>; Б. 5 с<sup>-1</sup>; В. 3,3 с<sup>-1</sup>; Г. 2,7 с<sup>-1</sup>;  
Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

6. Как изменится период свободных электрических колебаний в колебательном контуре, если индуктивность L увеличить в 4 раза?

А. Увеличится в 4 раза; Б. Увеличится в 2 раза; В. Не изменится;  
Г. Уменьшится в 2 раза; Д. Уменьшится в 4 раза.

7. В каких средах могут распространяться продольные упругие волны?

А. Только в твердых средах. Б. Только в жидких средах.

**В.** Только в газообразных средах. **Г.** В газообразных, жидких и твердых средах. **Д.** Среди ответов А-Г нет правильного.

**8.** На рисунке 5 представлен профиль волны в определенный момент времени. Чему равна амплитуда волны?

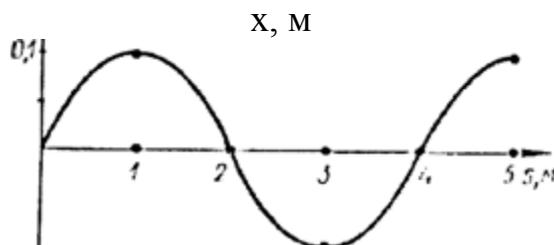


Рисунок 5. Профиль волны в определенный момент времени

**А.** 0,1 м; **Б.** 0,2 м; **В.** 2 м; **Г.** 4 м; **Д.** Среди ответов А-Г нет правильного.

**9.** Длина волны равна 0,1 м, скорость распространения 0,5 м/с. Чему равен период колебаний?

**А.** 5 с; **Б.** 0,2 с; **В.** 0,05 с; **Г.** По условию задачи период колебаний определить нельзя; **Д.** Среди ответов А-Г нет правильного.

**10.** В электрическом колебательном контуре емкость конденсатора 2 мкФ, а максимальное напряжение на нем 15 В. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе равно 3 В, энергия магнитного поля катушки равна:

**А.**  $1,6 \cdot 10^{-5}$  Дж; **Б.**  $3,0 \cdot 10^{-5}$  Дж; **В.**  $6,5 \cdot 10^{-5}$  Дж; **Г.**  $2,2 \cdot 10^{-5}$  Дж;  
**Д.**  $6,4 \cdot 10^{-5}$  Дж.

**11.** Угол падения равен  $20^\circ$ . Чему равен угол между падающим и отраженным лучами?

**А.**  $10^\circ$ ; **Б.**  $20^\circ$ ; **В.**  $40^\circ$ ; **Г.**  $70^\circ$ ; **Д.**  $140^\circ$ .

**12.** При переходе луча из первой среды во вторую угол падения равен  $30^\circ$ , а угол преломления  $60^\circ$ . Чему равен относительный показатель преломления второй среды относительно первой?

**А.** 0,5; **Б.**  $\sqrt{3}/3$ ; **В.**  $\sqrt{3}$ ; **Г.** 2; **Д.** Среди ответов А-Г нет правильного.

**13.** Какое выражение определяет предельный угол полного отражения для луча света, идущего из среды с абсолютным показателем преломления  $n_1$  в среду абсолютным показателем преломления  $n_2$ ?

**А.**  $\sin \alpha_0 = n_2/n_1$ ; **Б.**  $\sin \alpha_0 = n_1/n_2$ ; **В.**  $\sin \alpha_0 = 1/n_1$ ; **Г.**  $\sin \alpha_0 = 1/n_2$ ;  
**Д.** Среди ответов А-Г нет правильного.

**14.** На рисунке 6 показано положение линзы, ее главной оптической оси, главных фокусов и предмета MN. Где находится изображение предмета, создаваемое линзой?

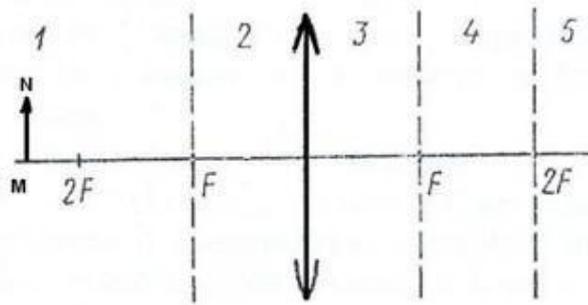


Рисунок 6.

А. В области 1; Б. В области 2; В. В области 3; Г. В области 4; Д. В области 5.

15. С помощью собирающей линзы получили изображение светящейся точки. Чему равно фокусное расстояние линзы, если  $d = 1$  м,  $f = 2$  м?

А. 1 м; Б.  $2/3$  м; В.  $3/2$  м; Г. 3 м; Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

16. По условию предыдущей задачи определите, чему равно увеличение?

А.  $2/3$ ; Б. 0,5; В. 2; Г. 3; Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

17. Свет, какого цвета обладает наименьшим показателем преломления при переходе из воздуха в стекло?

А. Красного. Б. Синего. В. Зеленого. Г. Фиолетового. Д. У всех одинаковый.

18. На какой из схем (рисунок 7) правильно представлен ход лучей при разложении пучка белого света стеклянной призмой?

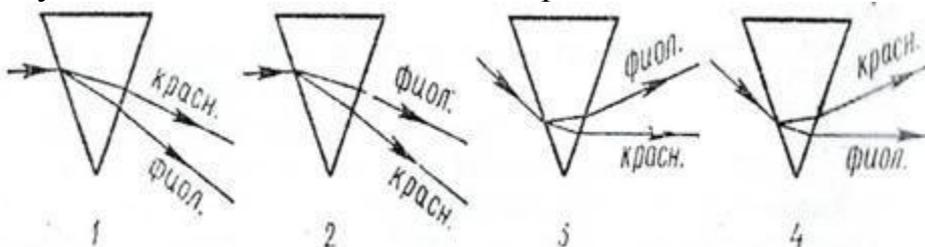


Рисунок 7.

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. На всех схемах неправильно.

19. Два автомобиля движутся в противоположные стороны со скоростью  $v$  относительно Земли. Чему равна скорость света от фар первого автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем? Скорость света в системе отсчета, связанной с Землей, равна  $c$ .

А.  $c$ . Б.  $c+v$ . В.  $c+2v$ . Г.  $c-v$ . Д.  $c-2v$ .

20. Какие излучения из перечисленных ниже обладают способностью к интерференции: 1-видимый свет 2-радиоволны, 3-рентгеновские лучи, 4-инфракрасные лучи?

А. Только 1. Б. Только 1 и 2. В. Только 1, 2 и 3. Г. Только 1, 3 и 4.

Д. 1, 2, 3 и 4.

21. Какое из перечисленных ниже оптических явлений обусловлено поперечностью световых волн?

- А. Интерференция света.    Б. Дифракция света.    В. Поляризация света.  
Г. Дисперсия света.    Д. Фотоэффект.

22. На дифракционную решетку с периодом  $d$  перпендикулярно ее плоскости падает параллельный монохроматический пучок света с длиной волны  $\lambda$ . Какое из приведенных ниже условий выполняется для угла  $\varphi$ , под которым наблюдается первый главный максимум?

- А.  $\sin\varphi = \lambda/d$ .    Б.  $\sin\varphi = d/\lambda$ .    В.  $\cos\varphi = \lambda/d$ .    Г.  $\cos\varphi = d/\lambda$ .  
Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

23. Красная граница фотоэффекта может быть рассчитана по формуле ( $A_{\text{вых}}$  – работа выхода электрона с поверхности металла):

- А.  $\lambda k = hc/A_{\text{вых}}$ .    Б.  $\nu k = A_{\text{вых}}/hc$ .    В.  $\nu k = h/A_{\text{вых}}$ .    Г.  $\lambda k = h/A_{\text{вых}}$ .  
Д.  $\lambda k = A_{\text{вых}}/hc$ .

24. На рисунке 8 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Стрелкой, с какой цифрой обозначен переход с излучением фотона наименьшей частоты?

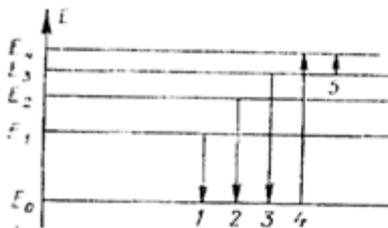


Рисунок 8. Диаграмма энергетических уровней атома

- А. 1.    Б. 2.    В. 3.    Г. 4.    Д. 5.

25. Сколько протонов  $Z$  и сколько нейтронов  $N$  в ядре изотопа урана  $^{235}_{92}\text{U}$ ?

- А.  $Z = 92$ ,  $N = 235$ .    Б.  $Z = 235$ ,  $N = 92$ .    В.  $Z = 92$ ,  $N = 92$ .  
Г.  $Z = 92$ ,  $N = 143$ .    Д.  $Z = 143$ ,  $N = 92$ .

26. Что такое гамма-излучение?

- А. Поток электронов.    Б. Поток протонов.    В. Поток ядер атомов гелия.  
Г. Поток квантов электромагнитного излучения, испускаемых атомными ядрами.  
Д. Поток квантов электромагнитного излучения, испускаемых при торможении быстрых электронов в веществе.

27. Какое из трех видов излучений –  $\alpha$ -,  $\beta$ - или  $\gamma$ -излучение – обладает наименьшей проникающей способностью?

- А.  $\alpha$ -излучение;    Б.  $\beta$ -излучение;    В.  $\gamma$ -излучение;  
Г. Все примерно одинаковой;    Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

**28.** Как изменится полная энергия системы из двух свободных протонов и двух нейтронов при соединении их в атомное ядро гелия?

А. Уменьшится. Б. Увеличится. В. Не изменится. Г. Может уменьшиться, а может увеличиться. Д. Среди ответов А-Г нет правильного.

**29.** Какое из приведенных ниже высказываний правильно описывает способность атома к излучению и поглощению фотонов света при переходах между двумя различными стационарными состояниями?

А. расстояние от Земли до Солнца;  
Б. астрономическая единица (1 а. е.);  
В. световой год.

### ***Источники:***

1. Касаткина, И.Л., Физика для колледжей :[Текст]: учебник для средних специальных учебных заведений. - Ростов н/Д : Феникс, 2017. – 671 с.

2. Дмитриева, В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Лабораторный практикум [Текст] : учеб. пособие для учреждений сред. проф. образования / В. Ф.Дмитриева, А. В. Коржув, О. В. Муртазина. – Москва : ИЦ «Академия», 2012. – 160 с.

3. Касьянов, В.А. Физика. 10 класс. [Текст]: учебник для общеобразовательных учебных заведений / В.А. Касьянов – 2-е изд. – Москва :Дрофа,2001. - 416с.: ил.

4. Касьянов, В.А. Физика. 11 класс. [Текст]: учебник для общеобразовательных учебных заведений / В.А. Касьянов – 2-е изд. – Москва :Дрофа,2002. – 416 с.: ил. 8л.цв. вкл.

## **6. Практические работы и методические рекомендации к их выполнению**

### **Пояснительная записка**

Практические занятия по учебной дисциплине «Физика» предназначены для студентов 1 курса СПО по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования.

Предлагаемый курс основан на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении учебной дисциплины «Физика» на теоретических занятиях.

### **Цели:**

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей обучающихся в процессе решения задач по физике и самостоятельного приобретения новых знаний;
- воспитание духа сотрудничества в процессе совместного решения задач и выполнения лабораторных работ.

### **Задачи практических занятий:**

- формировать у обучающихся умения применять знания по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, решения задач по физике;

самостоятельно приобретать и оценивать новую информацию о физических явлениях, использовать современные информационные технологии;

– применять знания и умения для решения практических, жизненных задач.

Курс практических занятий, прежде всего, ориентирован на развитие у студентов интереса к занятиям, на организацию самостоятельного познавательного процесса и самостоятельной практической деятельности. В сборнике представлена система задач постепенно возрастающей сложности за курс физики средней школы.

Занятия по решению теоретических задач дают возможность обеспечить студентов материалами для самостоятельной работы. С этой целью после разбора двух - трех ключевых задач на занятии целесообразно дать комплект из 10 – 13 задач по данной теме для самостоятельной работы с обязательным полным письменным оформлением.

## **6.1. Тема 1. «Кинематика»**

### **Практическая работа №1 (2 часа)**

#### **«Определение координаты, скорости, ускорения по графикам и уравнениям движения».**

**Цель:** закрепление знаний по теме «Кинематика», формирование умений и навыков нахождения физической величины, вывод физической величины из формулы.

#### ***Теория***

*Кинематика* — раздел механики, изучающий математическое описание (средствами геометрии, алгебры, математического анализа) движения идеализированных тел (материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальная жидкость), без рассмотрения причин движения (массы, сил и т. д.). Исходные понятия кинематики — пространство и время. Например, если тело движется по окружности, то кинематика предсказывает необходимость существования центростремительного ускорения без уточнения того, какую природу имеет сила, его порождающая. Причинами возникновения механического движения занимается другой раздел механики — динамика.

Главной задачей кинематики является математическое (уравнениями, графиками, таблицами и т. п.) определение положения и характеристик движения точек или тел во времени. Любое движение рассматривается в определённой системе отсчёта. Также кинематика занимается изучением составных движений (движений в двух взаимно перемещающихся системах отсчёта).

*Ускорение. Равноускоренное движение.*

Равноускоренным называется движение, при котором скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.

Ускорением тела называют отношение изменения скорости тела ко времени, за которое это изменение произошло.

Ускорение характеризует быстроту изменения скорости.

$$\vec{a} = \frac{\vec{V} - \vec{V}_0}{t} \quad (1)$$

$$[a] = \frac{м/с}{с} = \frac{м}{с^2}$$

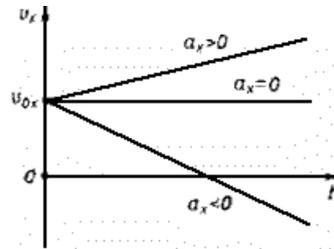
Ускорение - векторная величина. Оно показывает, как изменяется мгновенная скорость тела за единицу времени.

Зная начальную скорость тела и его ускорение, из формулы (1) можно найти скорость в любой момент времени:  $\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t$  (2)

Для этого уравнение нужно записать в проекциях на выбранную ось:

$$V_x = V_{0x} + a_x t$$

Графиком скорости при равноускоренном движении является прямая, параллельная оси времени или наклонная к ней в зависимости от ускорения.



Перемещение и путь при равноускоренном движении.

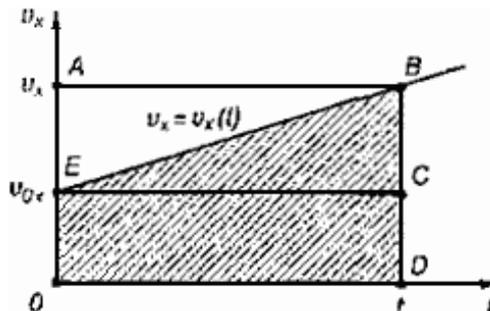
Предположим, что тело совершило перемещение за время  $t$ , двигаясь с ускорением. Если скорость изменяется от  $\vec{V}_0$  до  $\vec{V}$  и учитывая, что,

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t, \text{ получим}$$

$$\vec{s} = \frac{\vec{V}_0 + \vec{V}_0 + \vec{a}t}{2} t = \frac{2\vec{V}_0 t + \vec{a}t^2}{2},$$

$$\vec{s} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}.$$

Используя график скорости, можно определить пройденный телом за известное время путь - он численно равен площади заштрихованной поверхности.



*Свободное падение тел.*

Движение тел в безвоздушном пространстве под действием силы тяжести называют *свободным падением*.

Свободное падение - это равноускоренное движение. Ускорение свободного падения в данном месте Земли постоянно для всех тел и не зависит от массы падающего тела:  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

Для решения различных задач из раздела "Кинематика" необходимы два уравнения:

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

и

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

**Задача №1.** Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за пятую секунду прошло путь 18 м. Чему равно ускорение и какой путь прошло тело за 5 с?

$v_0 = 0,$   
 $t_4 = 4 \text{ с},$   
 $t_5 = 5 \text{ с}$   
 $s = 18 \text{ м},$   
 $a = ? \quad s_5 = ?$

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} \Rightarrow x - x_0 = \frac{a t^2}{2}$$

За пятую секунду тело прошло путь  $s = s_5 - s_4$  и  $s_5$  и  $s_4$  - расстояния, пройденные телом соответственно за 4 и 5 с.

$$s = \frac{a t_5^2}{2} - \frac{a t_4^2}{2} = \frac{a}{2} (t_5^2 - t_4^2) \Rightarrow a = \frac{2s}{t_5^2 - t_4^2}$$

$$a = \frac{2 \cdot 18 \text{ м}}{25 \text{ с}^2 - 16 \text{ с}^2} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$s_5 = \frac{4 \text{ м/с}^2 \cdot 25 \text{ с}^2}{2} = 50 \text{ м}$$

**Ответ:** тело, двигаясь с ускорением  $4 \text{ м/с}^2$ , за 5 с прошло 50 м.

**Задача №2.** С погружающейся равномерно подводной лодки испускаются звуковые импульсы длительностью  $t_1 = 30,1 \text{ с}$ . Длительность импульса, принятого на лодке после его отражения от дна, равна  $t_2 = 29,9 \text{ с}$ . Определите скорость погружения лодки  $v$ . Скорость звука в воде  $c = 1500 \text{ м/с}$ .

**Решение.**

Звуковой импульс не является материальной частицей, однако уравнения движения звукового импульса такие же, как и у материальной точки, поэтому можно применять законы кинематики материальной точки.

За время  $t_1$  лодка переместится на расстояние  $vt_1$ , поэтому расстояние в воде между началом импульса и его концом равно

$$L = ct_1 - vt_1.$$

Такая длина сигнала сохранится и после отражения от дна. Прием импульса закончится в тот момент, когда лодка встретится с задним концом импульса. Поскольку скорость их сближения равна  $c + v$ , то продолжительность приема равна

$$t_2 = L / (c + v).$$

Решая эти уравнения совместно, получим

$$v = \frac{q_1 R_2 - q_2 R_1}{R_1 + R_2} = 5 \text{ м/с.}$$

**Ответ:** 5 м/с

### **Задания:**

1. Движение тел задано уравнениями:  $x_1 = 3t$ ,  $x_2 = 130 - 10t$ . Когда и где они встретятся?
2. Координата тела меняется с течением времени согласно формуле  $x = 10 - 4t$ . Чему равна координата тела через 5 с после начала движения?
3. При равноускоренном прямолинейном движении скорость катера увеличилась за 10 с от 2 м/с до 8 м/с. Чему равен путь, пройденный катером за это время?
4. Вертолёт и самолёт летят навстречу друг другу: первый – со скоростью  $v$ , второй – со скоростью  $3v$ . Какова скорость вертолёта относительно самолёта?
5. Может ли человек на эскалаторе находиться в покое относительно Земли если эскалатор поднимается со скоростью 1 м/с?
6. Ускорение шайбы, соскальзывающей с гладкой наклонной плоскости, равно  $1,2 \text{ м/с}^2$ . На этом спуске её скорость увеличилась на 9 м/с. Определите полное время спуска шайбы с наклонной плоскости.
7. Камень брошен с некоторой высоты вертикально вниз с начальной скоростью 1 м/с. Какова скорость камня через 0,6 с после бросания?
8. Мотоциклист, двигаясь по хорошей дороге с постоянной скоростью 108 км/ч, проехал  $4/7$  всего пути. Оставшуюся часть пути по плохой дороге он проехал со скоростью 15 м/с. Какова средняя скорость мотоциклиста на всём пути?
9. Автомобиль двигался по окружности. Половину длины окружности он проехал со скоростью 60 км/ч, а вторую – ехал со скоростью 40 км/ч. Чему равна средняя скорость автомобиля?
10. Шар, двигаясь из состояния покоя равноускоренно, за первую секунду переместился на 10 см. Какой путь (в сантиметрах) он пройдёт за 3 с от начала движения?
11. С балкона дома на высоте 5 м вверх подбросили мяч со скоростью 4 м/с. Какой будет скорость мяча через 0,4 с?
12. Автомобиль, трогаясь с места, движется с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ . Какова будет скорость автомобиля через 5 с?
13. Колесо равномерно вращается с угловой скоростью  $4\pi \text{ рад/с}$ . За какое время сделает колесо 100 оборотов?

## 6.2. Тема 2. «Динамика»

### Практическая работа №2 (2 часа) «Решение задач на законы Ньютона»

**Цель:** закрепление знаний по теме «Динамика», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, вывод физической величины из формулы.

#### Теория

В разделе физики «Динамика» исследуются причины движения тел. Известно, что любое тело изменяет свою скорость в результате взаимодействия с другими телами. Сила есть характеристика взаимодействия. Обычно сила обозначается буквой  $F$ . Если на тело действует несколько сил, то они

складываются как векторы. Сумма всех сил действующих на тело, называется равнодействующей  $R$ .

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$

Масса есть характеристика инертности. Обычно масса обозначается буквой  $m$ . Масса — суть скаляр, сила — суть вектор. В основе динамики лежат три закона Ньютона. **Первый закон Ньютона** утверждает, что существуют такие системы отсчета, в которых, если на тело не действуют никакие внешние силы, оно движется равномерно и прямолинейно. Такие системы отсчета называют инерциальными. **Второй закон Ньютона** утверждает, что, если на тело массой

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}.$$

$m$  действует сила  $F$ , то ускорение тела  $a$  будет равно

**Третий закон Ньютона** утверждает, что, если на тело  $A$  со стороны тела  $B$  действует сила  $F_{BA}$ , то на тело  $B$  со стороны тела  $A$  действует сила  $F_{AB}$ , причем  $\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$ .

#### Виды сил:

1. **Сила упругости.** Эта сила возникает при деформации тела. Свойство силы упругости  $F$  таково, что при небольших деформациях  $\Delta x$ ,  $F$  пропорционально  $\Delta x$  и направлена против деформации. Коэффициент пропорциональности  $k$

носит название коэффициента жесткости. Таким образом,  $\vec{F} = -k \Delta \vec{x}$

2. **Гравитационная сила.** Известно, что все тела притягиваются друг к другу с силой  $F$  пропорциональной массе каждого тела  $m_1$  и  $m_2$  и обратно

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

пропорциональной квадрату расстояния  $R$  между телами.

$$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2.$$

где  $R_0$  — радиус Земли,  $M$  — масса Земли. Ускорение свободного падения  $g$  не зависит от массы тела, поэтому все тела падают с одинаковым ускорением. На поверхности Земли, где  $H$  равно нулю,  $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$ .

3. **Вес тела.** Весом тела  $P$  называют силу, которая давит на опору или растягивает подвес. Эта сила вообще приложена не к телу, а к опоре или подвесу; на тело же действует нормальная реакция опоры или сила натяжения нити. Вес тела может быть равен силе тяжести, а может быть и не равен.

Например, если тело лежит на горизонтальной плоскости, то вес тела равен силе тяжести, а если на наклонной, то нет.

4. *Сила трения.* Силой трения  $F_{\text{тр}}$  называют силу, которая препятствует движению, т.е. направлена против скорости, и равна  $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр max}} = \mu N$ .

### **Задача.**

На тело массой 2160 кг, лежащее на горизонтальной дороге, действует сила, под действием которой тело за 30 секунд пройдет расстояние 500 метров. Найти величину этой силы.

Дано:

$$m = 2160 \text{ кг}$$

$$t = 30 \text{ с}$$

$$S = 500 \text{ м}$$

$F = ?$

### **Решение.**

$$F = ma$$

$$S = \frac{at^2}{2}; \quad a = \frac{2S}{t^2}$$

$$F = \frac{2mS}{t^2}$$

$$F = \frac{2 * 2160 \text{ кг} * 500 \text{ м}}{900 \text{ с}^2} = 2400 \text{ Н}$$

**Ответ:** 2400 Н

### **Задания:**

1. После удара теннисной ракеткой мячик массой 5 г получил ускорение 12 м/с<sup>2</sup>. Какова сила удара?
2. Брусок массой 5 кг равномерно скользит по поверхности стола под действием силы 15 Н. Определите коэффициент трения между бруском и столом.
3. Две силы по 200 Н каждая направлены под углом 120° друг к другу. Найдите равнодействующую силу.
4. С каким ускорением будет двигаться тело массой 1 кг под действием двух взаимно перпендикулярных сил 3 Н и 4 Н?
5. С каким ускорением будет двигаться тело массой 20 кг, на которое действуют три равные силы по 40 Н каждая, лежащие в одной плоскости и направлены под углом 120° друг к другу?
6. Под действием некоторой силы первое тело приобретает ускорение **a**. Под действием вдвое большей силы второе тело приобретает ускорение в 2 раза меньше, чем первое. Как относится масса первого тела к массе второго?
7. Если пружина изменила свою длину на 6 см под действием груза массой 4 кг, то как бы она растянулась под действием груза массой 6 кг?
8. Сила 10 Н сообщает телу ускорение 0,4 м/с<sup>2</sup>. Какая сила сообщит этому же телу ускорение 2 м/с<sup>2</sup>?

9. Мальчик массой 50 кг, скатившись на санках с горы, проехал по горизонтальной дороге до остановки 20 м за 10 с. Найдите силу трения.
10. Чему равен модуль равнодействующей сил, приложенных к телу массой 2 кг, если зависимость его координат от времени имеет вид  $x(t)=4t^2+5t-2$  и  $y(t)=3t^2+4t+14$ ?
11. Тело массой 5,6 кг лежит на наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Коэффициент трения скольжения 0,7. Чему равна сила трения, действующая на тело?
12. Две силы 6 Н и 8 Н приложены к телу. Угол между векторами этих сил равен  $90^\circ$ . Определите модуль равнодействующей этих сил.
13. Тело массой 6 кг начинает двигаться из состояния покоя под действием постоянной силы. За первую секунду тело перемещается на 5 м. Определите величину этой силы.

### 6.3. Тема 3. «Законы сохранения в механике»

#### Практическая работа №3 (2 часа)

#### «Решение задач по теме «Законы сохранения в механике»

**Цель:** закрепление знаний по теме «Законы сохранения в механике», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, вывода физической величины из формулы.

#### Теория

Сила и импульс:

$$\vec{F} \Delta t = m \vec{v}_2 - m \vec{v}_1 = \Delta(m \vec{v}).$$

Закон сохранения импульса:

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

Механическая работа:

$$A = Fs \cos \alpha$$

Мощность:

$$N = \frac{A}{t}.$$

Кинетическая энергия:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Теорема о кинетической энергии:

$$A = E_{k2} - E_{k1}.$$

Потенциальная энергия:

$$E_p = mgh, \quad E_p = -G \frac{Mm}{r}, \quad E_p = \frac{kx^2}{2}.$$

Закон сохранения энергии в механических процессах:

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}.$$

**Задача.**

Взрыв изнутри раскалывает кусок скалы на три части. Два куска летят под прямым углом друг к другу. Масса первого обломка 100 килограмм, его скорость - 12 м/с, масса второго - 250 килограмм, его скорость 8 м/с. Третий обломок отлетел со скоростью 10 м/с. Какова его масса?

**Решение.**

Наша механическая система состоит из трех тел. Поскольку изменение импульса системы может происходить только под действием внешних сил, запишем:

$Dm_1v_1 + Dm_2v_2 + Dm_3v_3 = (F_1 + F_2 + F_3)Dt$ . В этой задаче внешней силой является сила тяжести. Но, поскольку время разрыва очень мало, то импульс внешней силы посчитаем равным нулю. Таким образом, можно считать нашу систему замкнутой и применить к ней закон сохранения импульса. До разрыва тела, составляющие механическую систему, покоились, значит, суммарный импульс системы был равен нулю. По закону сохранения импульса имеем:  $m_1v_1 + m_2v_2 + m_3v_3 = 0$ . Для определения направления движения третьего куска выясним, как направлен его импульс (см. рисунок 1). Учитывая, что закон сохранения импульса имеет векторный характер, импульсы тел следует складывать как вектора.

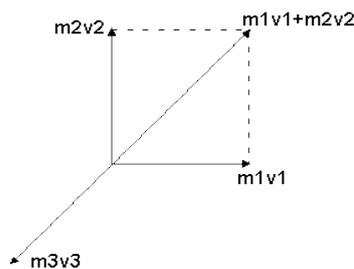


Рисунок 1.

$$m_1v_1 = 1200$$

кг·м/сек.,

$$m_2v_2 = 2000$$

кг·м/сек.,

$$m_3v_3 = (1,44 \cdot 10^6 + 4 \cdot 10^6)^{0,5} = 2332,38 \text{ кг·м/сек.}, \text{ откуда } m_3 = 233,238 \text{ кг.}$$

**Ответ:** 233,238 кг

**Задания:**

1. Два шара с одинаковыми массами  $m$  двигались навстречу друг другу с одинаковыми скоростями  $v$ . После неупругого соударения оба шара остановились. Чему равно изменение суммы импульсов двух шаров после столкновения?

2. Два шара с одинаковыми массами  $m$  движутся перпендикулярно друг другу одинаковыми скоростями  $v$ . Чему равен их суммарный импульс после неупругого удара?
3. Два шара с одинаковыми массами **3 кг** движутся во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями 3 м/с и 4 м/с. Чему равна величина полного импульса этой системы?
4. На тело массой 2 кг, движущегося со скоростью 1 м/с, начала действовать постоянная сила. Каким должен быть импульс этой силы, чтобы скорость тела возросла до 6 м/с?
5. Мальчик везёт санки с постоянной скоростью. Сила трения санок о снег равна 30 Н. Мальчик совершил работу, равную 30 Дж. Определите пройденный путь.
6. При открывании двери пружину жёсткостью 50 кН/м растягивают на 10 см. Какую работу совершает пружина, открывая дверь?
7. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, догоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Найдите скорость вагонов после их взаимодействия, если удар неупругий.
8. Пуля массой 10 г попадает в деревянный брусок, лежащий на гладкой поверхности, и застревает в нём. Скорость бруска после этого становится равной 8 м/с. Масса бруска в 49 раз больше массы пули. Определите скорость пули до попадания в брусок.
9. Спортсмен поднимает гирию массой 16 кг на высоту 2 м, затрачивая на это 0,8 с. Какую мощность при этом развивает спортсмен?
10. Тело массой 100 г движется по окружности со скоростью 0,4 м/с. Определите модуль изменения импульса за половину периода.

#### 6.4. Тема 4. «Молекулярная физика»

##### Практическая работа №4 (2 часа)

##### «Расчет молярной массы, количества вещества, числа молекул»

**Цель:** закрепление знаний по теме «Основы молекулярной физики», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, вывода физической величины из формулы.

##### *Теория*

*В основе молекулярно-кинетической теории лежат три основных положения:*

1. Все вещества – жидкие, твердые и газообразные – образованы из мельчайших частиц – молекул.
2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.

Масса одной молекулы  $m_0$  выражается формулой 
$$m_0 = \frac{M}{N_A}$$

Количеством вещества  $\nu$  называется отношение числа молекул  $N$  к числу Авогадро  $N_A$ :  $\nu = \frac{N}{N_A}$ .

Концентрацией молекул  $n$  называется отношение числа молекул  $N$  в объеме  $V$  к этому объему  $V$ :

$$n = \frac{N}{V} \quad p = \frac{1}{3} m_0 n \langle v^2 \rangle$$

Давление  $p$  можно выразить следующей формулой  
Это уравнение носит название основного уравнения молекулярно-кинетической теории (МКТ) газов. Это уравнение можно переписать в виде

$$\langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT,$$

где  $k$  — постоянная Больцмана,  $\langle E_k \rangle$  — средняя кинетическая энергия.

Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad R = kN_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

где — универсальная газовая постоянная.

**Задача.**

Какой объем занимают 100 моль ртути?

**Дано:**  $\mu = 0,2$  кг/моль,  $\rho = 13600$  кг/м<sup>3</sup>,  $\nu = 100$  моль. Найти:  $V$

**Решение:**

$$m = \rho V = \mu \nu; \quad V = \frac{\mu \nu}{\rho} = \frac{0,2 \text{ кг/моль} \cdot 100 \text{ моль}}{13600 \text{ кг/м}^3} \approx 0,0015 \text{ м}^3.$$

**Ответ:**  $V \approx 0,0015 \text{ м}^3$ .

**Задания:**

1. Определите массу молекулы воды.
2. В баллоне находится 600 г водорода. Какое количество вещества это составляет?
3. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа увеличилась в 4 раза. Как при этом изменилось давление газа на стенки сосуда?
4. Как отличаются при одинаковой температуре среднеквадратичная скорость молекул кислорода и среднеквадратичная скорость молекул водорода?
5. Сравните массы аргона и азота, находящиеся в сосудах, если сосуды содержат равные количества веществ.
6. В сосуде А находится 14 г молекулярного азота, в сосуде В — 4 г гелия. В каком сосуде находится большее количество вещества?
7. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа в закрытом сосуде увеличилась в 4 раза. Как меняется при этом температура газа?
8. Объем 12 моль азота в сосуде при температуре 300К и давлении  $10^5$  Па равен  $V_1$ . Чему равен объем 1 моля азота при таком же давлении газа и вдвое большей температуре?

9. Определите массу воздуха в классной комнате размерами 5x12x3 м при температуре 25<sup>o</sup>c. Принять плотность воздуха равной 1,29 кг/м<sup>3</sup>.
10. Если положить овощи в солёную воду, то через некоторое время они становятся солёными. Какое явление объясняет этот факт?

## 6.5. Тема 5. «Основы термодинамики»

### Практическая работа №5 (2 часа)

#### «Решение задач по теме «Основы термодинамики»

**Цель:** закрепление знаний по теме «Основы термодинамики», формирование умений и навыков нахождения физической величины, вывода физической величины из формулы.

#### Теория

*Внутренняя энергия* идеального одноатомного газа прямо пропорциональна его абсолютной температуре. Работа внешней силы, изменяющей объём газа на  $\Delta V$ , равна  $A = -p \Delta V$ . Работа самого газа  $A' = -A = p \Delta V$ , где  $p$  - давление газа. Первый закон термодинамики: изменение внутренней энергии системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе:  $\Delta U = A + Q$ .

Внутренняя энергия системы тел изменяется при совершении работы и при передаче количества теплоты. В каждом состоянии система обладает определённой внутренней энергией.

- Виды изопроцессов:
1. *Изотермический* - внутренняя энергия не меняется;
  2. *Изохорный* – объём газа не меняется и поэтому работа газа равна нулю;
  3. *Изобарный* - передаваемое газу количество теплоты идёт на изменение его внутренней энергии и на совершение работы при постоянном давлении;
  4. *Адиабатный* – при адиабатном процессе количество теплоты равно нулю.

#### Задача.

При увеличении давления в 1,5 раза объём газа уменьшился на 30 мл. Найти первоначальный объём.

Дано:

$$P_2 = 1,5P_1,$$

$$\Delta V = 30 \text{ мл.}$$

Найти:  $V$ .

#### Решение:

$$P_1 V = P_2 (V - \Delta V);$$

$$P_1 V = 1,5P_1 (V - \Delta V); V = 1,5V - 1,5\Delta V;$$

$$0,5V = 1,5\Delta V; V = 3\Delta V = 3 \cdot 30 \text{ мл} = 90 \text{ мл.}$$

**Ответ:**  $V = 90$  мл.

### **Задания:**

1. Какова внутренняя энергия 10 моль одноатомного газа при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ ?
2. На сколько изменится внутренняя энергия гелия массой 200 г при увеличении температуры на  $20^{\circ}\text{C}$ ?
3. Сравнить внутренние энергии аргона и гелия при одинаковой температуре. Массы газов одинаковы.
4. Как изменяется внутренняя энергия одноатомного газа при изобарном нагревании? при изохорном охлаждении? при изотермическом сжатии?
5. Какова внутренняя энергия гелия, заполняющего аэростат объёмом  $60\text{ м}^3$  при давлении 100 кПа?
6. При уменьшении объёма одноатомного газа в 3,6 раза его давление увеличилось на 20%. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия?
7. Какую работу совершил воздух массой 200 г при его изобарном нагревании на 20К? Какое количество теплоты ему при этом сообщили?
8. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль. На 500К ему сообщили количество теплоты 9.4 МДж. Определить работу газа и приращение его внутренней энергии.
9. Объём кислорода массой 160 г, температура которого  $27^{\circ}\text{C}$ , при изобарном нагревании увеличился вдвое. Найти работу газа при расширении. Количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода, изменение внутренней энергии.
10. Для получения газированной воды через воду пропускают сжатый углекислый газ. Почему температура воды при этом понижается?
11. Сколько дров надо сжечь в печи с КПД 40%, чтобы получить из 200 кг снега, взятого при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ , воду при  $20^{\circ}\text{C}$ ?
12. Какая часть количества теплоты, сообщённого одноатомному газу в изобарном процессе, идёт на увеличение внутренней энергии, и какая часть на совершение работы?

## **6.6. Тема 6. «Электродинамика»**

### **Практическая работа №6 (2 часа)**

#### **«Решение задач по теме «Закон Кулона. Напряжённость»**

**Цель:** закрепление знаний по теме «Закон Кулона. Напряжённость», формирование умений и навыков нахождения физической величины, выражения физической величины из формулы.

#### **Теория**

При покое зарядов их взаимодействие называют электростатическим (электрическим). При движении зарядов их взаимодействие будет отличаться от электростатического. Дополнительное взаимодействие зарядов, обусловленное их движением, называется магнитным. В общем случае при движении зарядов их

взаимодействие является электромагнитным. Сила взаимодействия двух точечных электрических зарядов прямо пропорциональна величине зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.  $F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ , где  $q_1$  - величина первого заряда (Кл),  $q_2$  - величина второго заряда (Кл),  $r$  - расстояние между зарядами (м),  $k$  - коэффициент пропорциональности ( $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ ).

Условия для выполнения закона Кулона:

1. Должны быть точечные заряды.
2. Заряженные тела должны быть неподвижными.

Напряженность электрического поля равна отношению силы, с которой поле

действует на точечный заряд к этому заряду. 
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}.$$

### **Задача.**

С какой силой взаимодействуют два заряда 2 по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?

#### **Дано:**

$$\begin{aligned} q_1 = q_2 &= \\ &= 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл}; \\ r &= 3 \text{ см} = \\ &= 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}. \end{aligned}$$

Найти  $F$ .

#### **Решение:**

$$\begin{aligned} F &= k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} = \\ &= 10^{-3} \text{ Н} = 1 \text{ мН}. \end{aligned}$$

Ответ:  $F = 1 \text{ мН}$ .

### **Задания:**

1. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?
2. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мкКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?
3. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?
4. Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой 0,23 мН. Найти число избыточных электронов на каждом шарике.
5. Во сколько раз сила электрического отталкивания между двумя электронами больше силы их гравитационного притяжения друг к другу?
6. Заряды 90 и 10 нКл расположены на расстоянии 4 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы силы, действующие на него со стороны других зарядов, были равны по модулю и противоположны по направлению?
7. В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила 0,4 мкН. Найти напряжённость поля в этой точке.

8. Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещённый в точку, в которой напряжённость электрического поля равна 2 кВ/м?
9. С каким ускорением движется электрон в поле напряжённостью 10кВ/м?
10. Найти напряжённость поля заряда 36 нКл в точках, удалённых от заряда на 9 и 18 см.
11. В вершинах равностороннего треугольника со стороной *a* находятся заряды +q, +q и -q. Найти напряжённость поля *E* в центре треугольника.

## 6.7. Тема 7. «Расчет электрических цепей постоянного тока»

### Практическая работа №7 (2 часа) «Расчет электрических цепей постоянного тока»

**Цель:** закрепление знаний по теме «Постоянный ток», формирование умений и навыков нахождения физической величины, выражения физической величины из формулы.

#### *Теория*

Электрический ток - это упорядоченное движение заряженных частиц. Сила тока равна отношению заряда, переносимого через поперечное сечение проводника за определенный интервал времени, к этому интервалу. Если сила тока со временем не меняется, то ток называется постоянным. Для возникновения и существования электрического тока в веществе. Необходимо, во-первых, наличие свободных заряженных частиц; во-вторых, необходима сила, действующая на них в определённом направлении. На заряженные частицы действует электрическое поле с силой  $F=qE$ . Сопротивление проводника  $R = \rho l/S$ . Единица сопротивления – Ом. Закон Ома для участка цепи:  $I=U/R$ . При упорядоченном движении заряженных частиц электрическое поле совершает работу, её принято называть работой тока. Работа тока  $A = IU \Delta t$ . Мощность тока равна отношению работы тока за время к этому интервалу времени.  $P=A/\Delta t=IU=U^2/R$ .

#### *Задача.*

В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключенном к элементу с ЭДС 1,1 В, сила тока равна 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

**Дано:**  $R=2$  Ом,  $\varepsilon=1,1$  В,  $I = 0,5$ А Найти  $I_3$ .

#### **Решение:**

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}; r = \frac{\varepsilon - IR}{I}; I_3 = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{\varepsilon I}{\varepsilon - IR} = \frac{1,1 \text{ В} \cdot 0,5 \text{ А}}{1,1 \text{ В} - 0,5 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом}} = 5,5 \text{ А}.$$

**Ответ:**  $I_3 = 5,5$  А.

### **Задания:**

1. Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой лампочки равно 360 Ом, второй 240 Ом. Какая из лампочек потребляет большую мощность и во сколько раз?
2. При ремонте электрической плитки спираль была укорочена на 0,1 первоначальной длины. Во сколько раз изменилась мощность плитки?
3. Электродвигатель подъёмного крана работает под напряжением 380 В, при этом сила тока в его обмотке равна 20 А. Каков КПД установки, если груз массой 1 т кран поднимает на высоту 19 м за 50 с?
4. Троллейбус массой 11 т движется равномерно со скоростью 36 км/ч. Найти силу тока в обмотке двигателя, если напряжение равно 550 В и КПД 80%. Коэффициент сопротивления движению равен 0,02.
5. Почему электронагревательные приборы делают из материала с большим удельным сопротивлением?
6. Электромотор питается от сети с напряжением 220 В. Сопротивление обмотки мотора 2 Ом. Сила потребляемого тока 10 А. Найти потребляемую мощность и КПД мотора.
7. Конденсатор ёмкостью 100 мкФ заряжается от напряжения 500 В за 0,5 с. Каково среднее значение силы зарядного тока?
8. Элемент с внутренним сопротивлением 4 Ом и ЭДС 12 В замкнут проводником с сопротивлением 8 Ом. Какое количество теплоты будет выделяться во внешней части цепи за 1 с?
9. Найти сопротивление каркаса куба, составленного из проволок с одинаковыми сопротивлениями.
10. По медному проводнику с поперечным сечением 1 мм<sup>2</sup> течёт ток с силой 10 А. Определите среднюю скорость упорядоченного движения (скорость дрейфа) электронов в проводнике.

## **7. Тема 8. «Изучение действия магнитного поля на проводник с током, заряженную частицу»**

### **Практическая работа №8 (2 часа)**

#### **«Решение задач по теме «Изучение действия магнитного поля на проводник с током, заряженную частицу»**

**Цель:** закрепление знаний по теме «Сила Ампера, сила Лоренца», формирование умений и навыков нахождения физической величины, её выражение из формулы.

#### **Теория**

Сила Ампера – это сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера: сила Ампера равна произведению вектора магнитной индукции на силу тока, длину участка проводника и на синус угла между магнитной индукцией и участком проводника.  $F=IBl\sin\alpha$ . Единица силы

Ампера – Н, магнитной индукции – Тл, длины проводника – м, силы тока – А. Направление силы Ампера определяются правилом левой руки: если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная к проводнику составляющая вектора магнитной индукции входила ладонь. А четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на  $90^\circ$  большой палец покажет направление силы, действующей на отрезок проводника.

Силу, действующую на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля, называют силой Лоренца. Сила Лоренца:  $F=qvB\sin\alpha$ . Сила Лоренца измеряется в Н.

### **Задача.**

С какой силой действует магнитное поле индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

### **Дано:**

$$B = 10 \text{ мТл} = 0,01 \text{ Тл},$$

$$I = 50 \text{ А}, L = 0,1 \text{ м},$$

$$\alpha = 90^\circ.$$

Найти F.

### **Решение:**

$$F = BIL\sin\alpha = 0,01 \text{ Тл} \cdot 50 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ м}$$

$$\sin 90^\circ = 0,05 \text{ Н}.$$

**Ответ:** F = 0,05

### **Задания:**

1. Какая сила действует на проводник длиной 0,1 м в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 2 Тл, если ток в проводнике 5 А, а угол между направлением тока и линиями индукции  $30^\circ$ ?
2. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 1,4 мТл в вакууме со скоростью 500 км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите силу, действующую на электрон, радиус окружности, по которой он движется.
3. Определите величину силы Лоренца, действующей на протон с индукцией 80 мТл, со скоростью протона 200 км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции.
4. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. Проводник расположен перпендикулярно вектору индукции магнитного поля.
5. С какой силой действует магнитное поле индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции магнитного поля и ток взаимно перпендикулярны.
6. Протон в магнитном поле индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найти скорость протона.
7. Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией 4 мТл. Найти период обращения электрона.

8. Определите силу тока, если магнитная индукция равна 50 мТл, сила Ампера 40 мН, длина проводника 8 см.
9. Определите силу Ампера, действующей с индукцией с индукцией 0,1 Тл с силой тока 20 А, если длина проводника 14 см.
10. В однородном магнитном поле с индукцией 0,8 Тл на проводник стоком 30 А, длина активной части которого 10 см, действует сила 1,5 Н. Под каким углом к вектору магнитной индукции размещён проводник?

***Источники:***

1. Касаткина, И.Л., Физика для колледжей [Текст]: учебник для средних специальных учебных заведений. - Ростов н/Д : Феникс, 2017. – 671 с.
2. Дмитриева, В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач [Текст] : учеб. пособие для учреждений сред. проф.образования / В.Ф. Дмитриева. – 5-е изд., стер. – Москва : ИЦ «Академия», 2012. – 256с.
3. Касьянов, В.А. Физика. 10 класс.. [Текст]: учебник для общеобразовательных учебных заведений / В.А. Касьянов – 2-е изд. – Москва :Дрофа, 2001.- 416 с.: ил.
4. Касьянов, В.А. Физика. 11 класс.. [Текст]: учебник для общеобразовательных учебных заведений / В.А. Касьянов – 2-е изд. – Москва : Дрофа,2002.-416 с.: ил.8 л.цв. вкл.