

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Автомеханический колледж»

**РАССМОТРЕНО И ПРИНЯТО**

на заседании Педагогического Совета  
СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж»

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель Педагогического Совета  
Директор СПб ГБПОУ  
«Автомеханический колледж»

Протокол №7 от

«\_\_13\_\_» \_\_04\_\_ 20\_\_20\_\_г

\_\_\_\_\_/Р.Н. Лучковский/

«\_\_14\_\_» \_\_04\_\_ 20\_\_20\_\_г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ И  
ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ  
общеобразовательной учебной дисциплины**

<i>Специальность</i>	<i>23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (на автомобильном транспорте)</i>
<i>Дисциплина</i>	<i>ОДП.03 ФИЗИКА</i>

СРОК ОБУЧЕНИЯ – 3 ГОДА 10 МЕСЯЦЕВ

2020г.

Сборник лабораторных и практических занятий по физике разработан в соответствии с требованиями ФК (Федерального компонента) Государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования в пределах основной профессиональной образовательной программы по профессиям среднего профессионального образования (далее СПО), входящим в состав укрупнённой группы профессий: 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте; входящей в состав укрупнённой группы профессий: 23.00.00 Техника и технологии наземного транспорта,

Организация-разработчик: Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Автомеханический колледж»

**Составитель:**

Хитёва Лидия Петровна, преподаватель СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж»

РАССМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ на заседании Методической комиссии естественно-математического цикла СПб ГБПОУ «Автомеханический колледж»

## 1. Пояснительная записка

Настоящие методические рекомендации предназначены для обучающихся, в качестве практического пособия при выполнении лабораторных работ и практических занятий по программе дисциплины ОДП.03 Физика по 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте; 22.02.06 Сварочное производство, входящей в состав укрупнённой группы профессий: 23.00.00 Техника и технологии наземного транспорта, 22.00.00 Технологии материалов при подготовке ССЗ.

Цель данных методических указаний:

- оказание помощи студентам в выполнении лабораторных и практических занятий по дисциплине.

Лабораторные работы и практические занятия проводятся с целью систематизации и углубления знаний, полученных при изучении дисциплины ОДП.03.ФИЗИКА, практической отработке обучающимися навыков по выполнению физического эксперимента, закрепление теоретических знаний, а также ознакомление с организацией рабочего места, технологическим оборудованием и инвентарем, правилами техники безопасности при работе в кабинете физике

выполнение лабораторных работ и практических занятий направлено на формирование **следующих умений:**

- выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам.
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников (справочных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета), использовать компьютерные технологии для обработки и передачи информации и ее представления в различных формах
- Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

**знания;**

- **смысл понятий:** физическое явление, гипотеза, законы, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения, планета, звезда, галактика, Вселенная;
- **-смысл физических законов** классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта;
- **-смысл физических величин:** скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд

**При оценке знаний, обучающихся используется шкала оценки образовательных достижений:**

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
60 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 60	2	неудовлетворительно

*Лабораторные и практические занятия реализуются с учетом возможностей образовательного учреждения.*

**2. Перечень лабораторных работ  
1-й курс**

№ лабораторной работы	ОДП.03.ФИЗИКА		Контрольн о-оценочные средства
	Наименование темы и содержание по программе	Количество часов	
	Тема1.1 «Основы механики.»	<b>5</b>	
1	Изучение движения тела по окружности	1	Отчет о результатах лабораторной работы
2	Измерение жёсткости пружины	2	Отчет о результатах лабораторной работы
3	Измерение коэффициента трения скольжения	1	Отчет о результатах лабораторной работы
4	Определение ускорения свободного падения при помощи маятника	1	Отчет о результатах лабораторной работы
5	Изучение закона сохранения механической энергии под действием силы упругости	1	Отчет о результатах лабораторной работы
	Тема2.1 Молекулярная физика.	<b>4</b>	
6	Исследование зависимости объема газа от температуры при постоянном давлении	1	Отчет о результатах лабораторной работы
7	Измерение относительной влажности воздуха	1	Отчет о результатах лабораторной работы
8	Определение коэффициента	1	Отчет о

	поверхностного натяжения		результатах лабораторной работы
9	Наблюдение роста кристаллов из раствора	1	Отчет о результатах лабораторной работы
	<b>Итого</b>		10

№ лабораторной работы	ОДП.03.ФИЗИКА		Контроль о-оценочные средства
	Наименование темы и содержание по программе	Количество часов	
	Тема 3.2 Законы постоянного тока	4	
10	Изучение закона Ома для участка цепи	1	Отчет о результатах лабораторной работы
11	Изучение законов соединения проводников	1	Отчет о результатах лабораторной работы
12	Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока	1	Отчет о результатах лабораторной работы
13	Измерение сопротивления лампы накаливания при разных напряжениях	1	Отчет о результатах лабораторной работы
	Тема 3.3 Магнитное поле	2	
14	Изучение зависимости силы Ампера от силы тока в проводнике	1	Отчет о результатах лабораторной работы
15	Изучение явления электромагнитной индукции	1	Отчет о результатах лабораторной работы
	Тема 4.2 Электромагнитные волны	4	
16	Получение изображения с помощью собирающей линзы	1	Отчет о результатах лабораторной работы
17	Измерение показателя преломления стекла	1	Отчет о результатах лабораторной работы
18	Наблюдение явления интерференции и дифракции	1	Отчет о результатах лабораторной работы

19	Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки	1	Отчет о результатах лабораторной работы
	<b>итого</b>		<b>20</b>

## 2.Перечень практических занятий 1-й курс

№ практического занятия	ОДБ.03.ФИЗИКА		Контрольн о-оценочный материал
	Наименование темы и содержание занятий по программе	Количество часов	
	Тема 1.1: Кинематика	<b>5</b>	
1	Решение задач на относительность движения	2	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
2	Решение задач на равномерное и равноускоренное движение	2	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
3	Решение задач на движение по окружности	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
	Тема 1.2: Основы динамики	<b>5</b>	
4	Расчетные задачи на движение тела под действием нескольких сил	5	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
	Тема 1.3; Законы сохранения	<b>4</b>	
5	Расчетные задачи на применение законов сохранения импульса	2	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
6	Расчетные задачи на определение мощности, к п. д	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)

7	Расчетные задачи на применение законов сохранения энергии		1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
	Тема 1.4: Механические колебания и волны		1	
8	Решение задач на механические колебания и волны		1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
	Тема 2.1 Молекулярная физика.		<b>6</b>	
9	Расчетные задачи уравнение состояния		2	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
10	Качественные, графические задачи на изопроцессы		1	
11	Решение задач на влажность воздуха, насыщенный пар		1	Отчет о практической работе (расчетные данные)
12	Решение задач на механические свойства твердого тела		1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
13	Решение задач на механические свойства твердого тела		1	Отчет о практической
		Тема 3.1: Электростатика	<b>3</b>	работе (представить расчетные данные)
15		Расчетные задачи на закон Кулона и напряженность	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
	Тема 2.2 Основы термодинамики		<b>1</b>	
14	Решение задач на законы термодинамики		1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
16		Расчетные задачи на потенциальную энергию, разность потенциалов	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
17		Расчетные задачи на Конденсаторы	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
		7		
<b>ИТОГО</b>			<b>24</b>	

№ практи- ческой работы	ОДБ.03.ФИЗИКА		Контрольно- оценочный материал
	Наименование темы и содержание занятий по программе	Количество часов	
	Тема3.2 : Законы постоянного тока	<b>3</b>	
18	Решение задач на законы Ома	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
19	Решение задач на расчет электрических цепей	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
20	Решение задач на работу и мощность тока	1	Отчет о практической работе ( расчетные данные)
	Тема 3.4: Магнитное поле	<b>3</b>	
22	Решение задач на силу Ампера	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
23	Решение задач на силу Лоренца	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
24	Решение задач на самоиндукцию и индуктивность	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
	Тема4.1: Электромагнитные колебания	<b>3</b>	
25	Как качественные и графические задачи на электромагнитные колебания	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
26	Решение задач на переменный электрический ток	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
27	Решение задач на превращение энергии при электромагнитных колебаниях. Решение задач на цепи переменного тока	1	Отчет о практической работе (представить расчетные данные)
	Тема4.2 Электромагнитные волны	<b>2</b>	
29	Решение задач на волновые свойства света	1 8	Отчет о практической работе ( расчетные данные)
30	Решение задач на формулу тонкой линзы	1	Отчет о практической работе (представить расчетные



### **3. Подготовка и порядок проведения: лабораторных работ**

При подготовке к проведению лабораторных работ учащиеся должны заранее знать, какую работу они будут выполнять. Повторить по учебнику и конспекту теоретический материал, ознакомиться с описанием работы и порядке ее выполнения. Всю эту предварительную работу, учащийся по заданию преподавателя проводит дома. Кроме того, перед началом работы учащимся предлагается ответить контрольные вопросы. Каждая работа рассчитана на один час. За это время учащиеся должны собрать по схеме электрическую цепь, провести необходимые измерения, записать их в таблицы, произвести расчеты, оформить отчеты и сдать отчет преподавателю. При проведении наиболее трудоемких работ разрешается оформить или дооформить отчет дома.

На каждую лабораторную работу составляется задание: порядковый номер и название работы, ее цель; основные теоретические положения; оборудование и аппаратуры; порядок выполнения работы; контрольные вопросы.

Приступая к выполнению работы, учащийся знакомится с электрическими схемами приборов и схемами включения.

При сборке схемы сначала выполняют все соединения последовательной цепи, а затем элементов, входящих в параллельные цепи. В этом случае получается схема более наглядной, облегчает проведение эксперимента и нахождение неисправности в цепи. Все регуляторы напряжения устанавливаются в положение, обеспечивающее наименьший ток во всех элементах схемы.

#### **практических занятий**

При выполнении практических занятий углубленно изучаются методы расчета электрических цепей, и определения параметров элементов этих цепей.

Практические работы являются неотъемлемой частью учебной дисциплины. Подлежат обязательному выполнению студентами, и являются едиными для всех форм обучения.

При подготовке отчетов по практическим работам рекомендуется применять различные расчетные инструменты анализа электрических цепей постоянного и переменного тока; формулы, графики, векторные диаграммы, числовые таблицы.

Указания содержат;

. Общие требования к подготовке. Проведению и защите практических занятий:

- Перечень практических занятий;
- Инструкции по выполнению практических занятий
- В результате выполнения практических занятий студенты;
- Уметь применять теоретические знания для решения практических задач по электротехнике, правильно включить измерительные приборы и производить измерения.
- Иметь представление о способах получения и применения электрической энергии.

Практические работы по «Физике» выполняются студентами под руководством преподавателя. Перед выполнением первой практической работы студенты получают указания от преподавателя по порядку проведения, оформления и защиты практических занятий.

При выполнении практических занятий преподаватель проверяет подготовку студентов к работе. Подготовка к работе указана в инструкциях соответствующих практических занятий.

При выполнении практических занятий студенты производят расчеты и анализ электрических схем. Каждый имеет индивидуальное задание на каждую практическую работу. Задания определяется вариантом студента. По результатам работы делается «вывод»

При защите отчета по практической работе студенты должны;

- рассказать порядок проведения работы
- уметь применять расчетные формулы и строить графики, векторные диаграммы
- описывать порядок анализа электрической схемы.

Вовремя защиты преподаватель выясняет степень усвоения материала и полученных навыков. По результатам защиты студенту выставляется «зачет» по данной работе.

## **Лабораторная работа № 1.**

### **Тема: Изучение движения тела по окружности**

**Цель работы:** Определить центростремительное ускорение шарика при его равномерном движении по окружности.

При подготовке к лабораторной работе по теме «Определить центростремительное ускорение шарика при его равномерном движении по окружности». Необходимо повторить тему «Равноускоренное движение, Криволинейное движение» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы «Равноускоренное движение, характеристики движения»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

#### **Техника безопасности**

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы, материалами и инструментами.
- При сборке схем воспрещается использовать провода с поврежденной изоляцией. Приборы и оборудованием с неисправными зажимами
- Включить собранную схему разрешается только после проверки ее преподавателем
- При включении схемы необходимо убедиться в том, что никто не прикасается к токоведущим частям
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимся к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- По окончании работы с разрешения преподавателя производится разборка схемы при полностью отключенном источнике питания
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

#### **Результат выполнения лабораторной работы**

##### **Знать;**

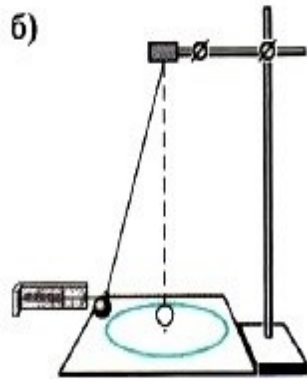
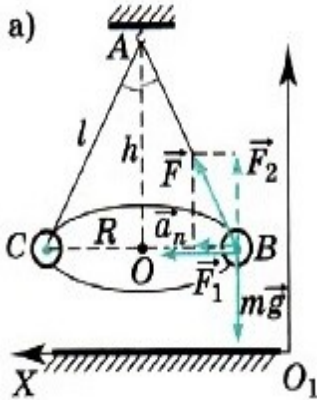
- **смысл понятий:** физическое явление

- -смысл физических законов классической механики
- смысл физических величин: скорость, ускорение

Уметь:

- выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### Теоретический материал



Л.2

Эксперименты проводятся с коническим маятником. Небольшой шарик движется по окружности радиусом  $R$ . При этом нить  $AB$ , к которой прикреплён шарик, описывает поверхность прямого кругового конуса. Из кинематических соотношений следует, что  $a_n = \omega^2 R = 4\pi^2 R/T^2$ .

На шарик действуют две силы: сила тяжести  $m\vec{g}$  и сила натяжения нити  $\vec{F}$ . Согласно второму закону Ньютона  $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}$ . Разложив силу  $\vec{F}$  на составляющие  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$ , направленные по радиусу к центру окружности и по вертикали вверх, второй закон Ньютона запишем следующим образом:  $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ . Тогда можно записать:  $ma_n = F_1$ . Отсюда  $a_n = F_1/m$ . Модуль составляющей  $F_1$  можно определить, пользуясь подобием треугольников  $OAB$  и  $F_1FB$ :  $F_1/R = mg/h$  ( $|m\vec{g}| = |\vec{F}_2|$ ). Отсюда  $F_1 = mgR/h$  и  $a_n = gR/h$ . Сопоставим все три выражения для  $a_n$ :

$$a_n = 4\pi^2 R/T^2, \quad a_n = gR/h, \quad a_n = F_1/m$$

и убедимся, что числовые значения центростремительного ускорения, полученные тремя способами, примерно одинаковы.

### Оборудование

Штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, кусочек пробки с отверстием, лист бумаги, линейка.

### Порядок выполнения работы

- 1. задание** Определите массу шарика на весах с точностью до 1 г.
- 2. задание** Нить проденьте сквозь отверстие в пробке и зажмите пробку в лапке штатива (рис. Л.2, б).
- 3. задание.** Начертите на листе бумаги окружность, радиус которой около 20 см. Измерьте радиус с точностью до 1 см.
- 4. задание.** Штатив с маятником расположите так, чтобы продолжение нити проходило через центр окружности.
- 5. задание.** Взяв нить пальцами у точки подвеса, вращайте маятник так, чтобы шарик описывал такую же окружность, как и начерченная на бумаге.
- 6. задание.** Отсчитайте время, за которое маятник совершает заданное число (например, в интервале от 30 до 60) оборотов.
- 7. задание.** Определите высоту конического маятника. Для этого измерьте расстояние по вертикали от центра шарика до точки подвеса (считаем  $h \approx l$ ).
- 8. задание.** Найдите модуль центростремительного ускорения по формулам

$$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \quad \text{и} \quad a_n = \frac{gR}{h}.$$

**9. задание.** Оттяните горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу окружности, и измерьте модуль составляющей  $\vec{F}_1$ .

Затем вычислите ускорение по формуле  $a_n = \frac{F_1}{m}$ .

10. задание. Результаты измерений (в СИ) и вычислений занесите в таблицу 3.

Таблица 3

Номер опыта	$R$ , м	$N$	$\Delta t$ , с	$T = \frac{\Delta t}{N}$ , с	$h$ , м	$m$ , кг	$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$ , м/с <sup>2</sup>	$a_n = \frac{gR}{h}$ , м/с <sup>2</sup>	$a_n = \frac{F_1}{m}$ , м/с <sup>2</sup>

Сравнивая полученные три значения модуля центростремительного ускорения, убеждаемся, что они примерно одинаковы.

11 задание. Произвести расчеты

12 задание. Сделать подробный вывод по работе

13 задание. Ответить на контрольные вопросы

1. В каких единицах измеряется ускорение?
2. Как направлено центростремительное ускорение?
3. Записать формулу для расчета ускорения тела?
4. Сформулировать второй закон Ньютона?
5. Записать математическую формулировку второго закона Ньютона.

## Лабораторная работа № 2.

### Тема: Измерение жёсткости пружины

**Цель работы:** Определить жёсткость пружины, а также исследовать зависимость жёсткости от толщины проволоки, из которой изготовлена пружина.

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

#### Результат выполнения лабораторной работы

##### Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической механики
- смысл физических величин: коэффициент жесткости, удлинение, сила упругости

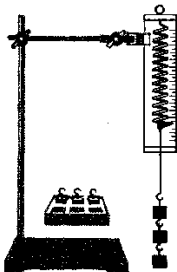
##### Уметь:

- .выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

#### теоретический материал

Сила тяжести грузов, подвешенных к пружине, уравновешивается силой упругости,

Рис. 176



возникающей в пружине. При изменении числа грузов, подвешенных к пружине, изменяется ее удлинение и сила упругости. По закону Гука  $F_{упр} = k |\Delta l|$ , где  $\Delta l$  - удлинение пружины,  $k$  – жесткость пружины. По результатам нескольких опытов постройте график зависимости модуля силы упругости  $F_{упр}$  от модуля удлинения  $|\Delta l|$ . При построении графика по результатам опыта экспериментальные точки могут не оказаться на прямой, которая соответствует формуле  $F_{упр} = k |\Delta l|$ . Это связано с погрешностями измерения. В этом случае график надо проводить так, чтобы примерно одинаковое число точек оказалось по разные стороны от прямой. После построения графика сделайте вывод о зависимости силы упругости от удлинения пружины. Возьмите точку на прямой (в средней части графика) и определите по графику соответствующие этой точке значения силы упругости и удлинения и вычислите жесткость  $k$ . Она и будет искомым средним значением жесткости пружины.

**Оборудование:**

Штатив с муфтой и лапкой, пружинный динамометр, пружина, отличающаяся по толщине проволоки от пружины динамометра, три груза, линейка.

**Порядок выполнения работы**

1. задание. Укрепите динамометр на штативе.
2. задание. Измерьте динамометром вес первого, второго и третьего грузов, а линейкой удлинение  $x$  пружины динамометра в каждом случае.
3. задание. Укрепите на штативе пружину, поставьте рядом линейку, запишите значение высоты  $h_0$ , на которой находится нижний конец пружины в недеформированном состоянии.
4. задание. Поочерёдно подвесьте грузы и определите положение нижнего конца пружины (высоту  $h_i$ ) в трёх случаях.
5. задание. Используя полученные данные и учитывая, что в нашем случае  $F_{упр} = P$ , сделайте расчёты.
6. задание. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 4.

Таблица 4

Номер опыта	$P$ , Н	$x$ , мм	$h_0$ , мм	$h_i$ , мм	$\Delta h_i$ , мм	$k_1 = \frac{P}{x}$ , Н/м	$k_{1ср}$ , Н/м	$k_2 = \frac{P}{\Delta h_i}$ , Н/м	$k_{2ср}$ , Н/м

7. задание. По результатам измерений постройте график зависимости силы упругости от удлинения и , пользуясь им, определите среднее значение жесткости пружины  $k_{ср}$

№ опыта	Масса груза $m$ , кг	Сила тяжести $mg$ , Н	Удлинение пружины $ \Delta l $ , м
1	0,1		
2	0,2		
3	0,3		
4	0,4		

Сделайте вывод о зависимости жёсткости от толщины проволоки, из которой изготовлена пружина.

8 задание. Произвести расчеты

**9 задание.** Сделайте подробный вывод по работе

**10 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Что такое сила упругости?
2. Сформулируйте закон Гука.
3. Что такое абсолютная и относительная деформации?
4. Какие виды физических деформаций наблюдаются при выполнении работы?
5. Чему равна потенциальная энергия упругих деформаций?

### Лабораторная работа № 3.

#### Тема: Измерение коэффициента трения скольжения

**Цель работы:** Определить коэффициент трения скольжения и его зависимость от свойств поверхности.

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы, материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

#### Результат выполнения лабораторной работы

**Знать;**

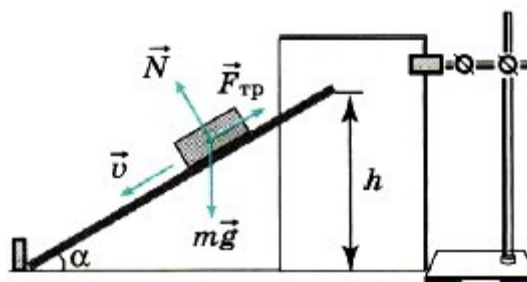
- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической механики
- смысл физических величин: силы, коэффициент трения,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам

осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

#### Теоретическая часть:



Л.3

Сила трения скольжения направлена в сторону, противоположную относительной скорости тел, и равна произведению коэффициента трения  $\mu$  и силы нормального давления  $N$ :

$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

На тело, равномерно движущееся по наклонной плоскости, действуют сила тяжести, сила нормального давления и сила трения (рис. Л.3). Сумма сил, действующих на тело, при равномерном движении равна нулю:

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} = 0.$$

Следовательно,  $N = mg\cos\alpha$ .

Воспользовавшись выражением  $F_{\text{тр}} = \mu N$ , можно записать:

$$mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = 0, \text{ тогда } \mu = \text{tga}.$$

Таким образом, измерив угол, при котором тело начинает скользить по наклонной плоскости, мы можем определить коэффициент трения.

### Оборудование

Доска, два разных бруска, различающиеся по гладкости поверхностей, лист плотной бумаги, штатив, линейка.

### Порядок выполнения работы

**1.задание.** Измерьте длину  $l$  доски.

**2.задание.** На штативе укрепите кусок плотной бумаги, как показано на рисунке Л.3. Нижний конец листа должен касаться стола.

**3.задание.** Положите первый брусок на доску.

**4.задание.** Один конец доски не должен двигаться, поэтому прижмите его к какой-нибудь опоре, например к стопке книг. Начиная медленно поднимать доску за другой конец. Зафиксируйте, на какой высоте будет находиться конец доски, при которой брусок начнёт скользить. Проведите на бумаге черту.

**5.задание.** Измерьте расстояние  $h_1$  на бумаге от нижнего края до черты.

**6.задание.** Повторите опыт три раза.

**7.задание.** Проведите аналогичные опыты со вторым бруском и измерьте расстояние  $h_2$ .

**8.задание.** Сделайте расчёт основания наклонной плоскости для каждого случая по формуле  $d = \sqrt{l^2 - h^2}$  и коэффициента трения по формуле  $\mu = \text{tga} = \frac{h}{d}$ .

**9.задание.** Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 5.

Таблица 5

Номер опыта	$l$ , см	$h_1$ , см	$h_2$ , см	$d_1$ , см	$\mu_1$	$\mu_{\text{ср}}$	$d_2$ , см	$\mu_2$	$\mu_{\text{ср}}$

**10.задание.** Переверните брусок на другую грань и повторите опыт. Проверьте, существенно ли различается высота подъёма конца доски, при которой брусок начинает скользить. Сделайте вывод.

**11.задание.** Произвести расчеты

**12.задание.** Сделайте подробный вывод по работе

**13.задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. В каких случаях возникает сила трения?
2. Что представляет собой трение покоя, скольжения, колебания?
3. Как можно с помощью наклонной плоскости определить коэффициент трения скольжения?
4. Какова роль смазки при движении тел?
5. Какие превращения энергии наблюдаются при скольжении одного тела по поверхности другого?

### Лабораторная работа №4

**Тема: Измерение ускорения свободного падения при помощи математического маятника**

**Цель работы:** вычислить ускорение свободного падения

При подготовке к лабораторной работе по теме «Определение ускорения свободного падения при помощи маятника.» Необходимо повторить тему «Механические колебания, основные характеристики» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы « Механические колебания, Математический маятник»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.

- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимся к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической механики
- смысл физических величин: период колебания, ускорение свободного падения,

#### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### Теоретический материал

Для измерения ускорения свободного падения применяются разнообразные гравиметры, в частности маятниковые приборы. С их помощью удастся измерить ускорение свободного падения с абсолютной погрешностью порядка  $10^{-5}$  м/с<sup>2</sup>.

В работе используется простейший маятник — шарик на нити. При малых размерах шарика по сравнению с длиной нити и небольших отклонениях от положения равновесия период колебаний

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

равен периоду колебаний математического маятника  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ . Для увеличения точности измерения периода нужно измерить время  $t$  достаточно большого числа  $N$  полных колебаний

маятника. Тогда период  $T = \frac{t}{N}$ , и ускорение свободного падения может быть вычислено по

$$g = 4\pi^2 \frac{lN^2}{t^2}.$$

формуле

#### Обрудование:

Часы с секундной стрелкой, измерительная лента с погрешностью  $\Delta_l = 0,5$  см, шарик с отверстием, нить, штатив с муфтой и кольцом

#### Ход работы

**1. задание.** Установите на краю стола штатив. У его верхнего конца укрепите с помощью муфты кольцо и подвесьте к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 1—2 см от пола.

**2. задание.** Измерьте лентой длину  $l$  маятника (длина маятника должна быть не менее 50 см).

**3. задание.** Возбудите колебания маятника, отклонив шарик в сторону на 5—8 см и отпустив его.

**4. задание.** Измерьте в нескольких экспериментах время  $t$  50 колебаний маятника и вычислите

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots}{n},$$

где  $n$  — число опытов по измерению времени.

**5. задание.** Вычислите среднюю абсолютную погрешность измерения времени

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{|t_1 - t_{\text{ср}}| + |t_2 - t_{\text{ср}}| + |t_3 - t_{\text{ср}}| + \dots}{n}$$

и результаты занесите в таблицу.



Номер опыта	$t, c$	$t_{cp}, c$	$\Delta t, c$	$\Delta t_{cp}, c$	$l, m$
1					
2					
3					
4					
5					
6					

6.задание. Вычислите ускорение свободного падения по формуле

$$g_{cp} = 4\pi^2 \frac{lN^2}{t_{cp}^2}.$$

7.задание. Определите относительную погрешность измерения времени  $\epsilon_t$ .

$$\epsilon_t = \frac{\Delta t}{t}.$$

8.задание. Определите относительную погрешность измерения длины маятника. Значение  $\Delta l$  складывается из погрешности мерной ленты и погрешности отсчета, равной половине цены деления ленты:  $\Delta l = \Delta l_l + \Delta l_{отсч}$ .

9.задание. Вычислить относительную погрешность измерения  $g$  по формуле

$$\epsilon_g = \epsilon_l + 2\epsilon_\pi + 2\epsilon_t,$$

учитывая, что погрешностью округления  $\pi$  можно пренебречь, если  $\pi = 3,14$ ; также можно пренебречь  $\epsilon_t$ , если она в 4 раза (и более) меньше  $2\epsilon_t$ .

10.задание. Определите  $\Delta g = \epsilon_q g_{cp}$  и запишите результат измерения в виде

$$g_{cp} - \Delta g \leq g \leq g_{cp} + \Delta g.$$

Убедитесь в достоверности измерений и проверьте принадлежность известного значения  $g$  полученному интервалу.

11.задание. Произвести расчеты

12.задание. Сделать подробный вывод по работе

13.задание. Ответить на контрольные вопросы

1. Что представляет собой математический маятник?
2. От чего зависит период колебания математического маятника?
3. Почему в работе угол отклонения маятника должен быть маленьким?
4. Покажите на примере маятника переход потенциала энергии в кинетическую.
5. Напишите формулу периода колебания физического и пружинного маятников.

### Лабораторная работа

### № 5.

### Тема: Изучение закона сохранения механической энергии

**Цель работы:** Научиться измерять потенциальную энергию поднятого над землёй тела и деформированной пружины; сравнить два значения потенциальной энергии системы.

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.

- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической механики
- смысл физических величин: потенциальная энергия, сила упругости, ускорение свободного падения

#### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### Теоретический материал

Пружина динамометра заканчивается проволочным стержнем с крючком. Фиксатор (в увеличенном масштабе он показан отдельно — помечен цифрой 2) — это легкая пластинка из пробки (размерами 5 X 7 X 1,5 мм), прорезанная ножом до ее центра. Ее насаживают на проволочный стержень динамометра. Фиксатор должен перемещаться вдоль стержня с небольшим трением, но трение все же должно быть достаточным, чтобы фиксатор сам по себе не падал вниз. В этом нужно убедиться перед началом работы. Для этого фиксатор устанавливают у нижнего края шкалы на ограничительной скобе. Затем растягивают и отпускают.

Фиксатор вместе с проволочным стержнем должен подняться вверх, отмечая этим максимальное удлинение пружины, равное расстоянию от упора до фиксатора.

Если поднять груз, висящий на крючке динамометра, так, чтобы пружина не была растянута, то потенциальная энергия груза по отношению, например, к поверхности **стола** равна  $mgh$ . При падении груза (опускание на расстояние  $x = h$ ) потенциальная энергия груза уменьшится на

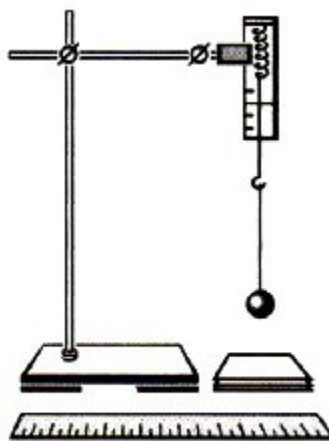
$$E_1 = mgh,$$

а энергия пружины при ее деформации увеличивается на

$$E_2 = \frac{kx^2}{2}.$$

**Оборудование:** Штатив с муфтой и лапкой, динамометр лабораторный, линейка, груз массой  $m$  на нити длиной  $l$ , набор картонок толщиной порядка 2 мм, краска и кисточка.

#### Ход работы



Л.4

Для выполнения работы собирают установку, показанную на рисунке. Динамометр укрепляется в лапке штатива.

**1.задание.** Привяжите груз к одному концу нити, другой конец нити привяжите к крючку динамометра и измерьте вес груза  $F_T = mg$  (в данном случае вес груза равен силе тяжести).

**2.задание.** Измерьте длину  $l$  нити, на которой привязан груз.

**3.задание.** На нижний конец груза нанесите немного краски.

**4.задание.** Поднимите груз до точки закрепления нити к крючку динамометра.

**5.задание.** Отпустите груз и убедитесь по отсутствию краски на столе, что груз не касается его при падении.

**6.задание.** Повторяйте опыт, каждый раз подкладывая картонки до тех пор, пока на верхней картонке не появятся следы краски.

**7.задание.** Взявшись за груз рукой, растяните пружину до его соприкосновения с верхней картонкой и измерьте динамометром максимальную силу упругости  $F_{упр}$  и линейкой максимальное растяжение пружины  $\Delta l$ , отсчитывая его от нулевого деления динамометра.

**8.задание.** Вычислите высоту, с которой падает груз:  $h = l + \Delta l$  (это высота, на которую смещается центр тяжести груза).

**9.задание.** Вычислите потенциальную энергию поднятого груза:

$$E'_n = mg(l + \Delta l).$$

**10.задание.** Вычислите энергию деформированной пружины:

$$E''_n = k \frac{\Delta l^2}{2}, \text{ где } k = \frac{F_{упр}}{\Delta l}.$$

Подставив выражение для  $k$  в формулу для энергии  $E''_n$ , получим

$$E''_n = F_{упр} \frac{\Delta l}{2}.$$

**11.задание.** Результаты измерений (в СИ) и вычислений занесите в таблицу 7.

Таблица 7

$F_{\tau} = mg,$ Н	$l, \text{ м}$	$\Delta l, \text{ м}$	$F_{упр}, \text{ Н}$	$h = l + \Delta l, \text{ м}$	$E'_n = mg(l + \Delta l),$ Дж	$E''_n = F_{упр} \frac{\Delta l}{2},$ Дж

**12.задание.** Сравните значения энергий  $E'_n$  и  $E''_n$ . Подумайте, почему значения этих энергий совпадают не совсем точно.

**13.задание.** Произвести расчеты

**14.задание.** Сделать подробный вывод по работе

**15.задание.** Ответить на контрольные вопросы

- 1.Какие виды энергии вы знаете?
- 2.Сформулируйте закон сохранения энергии.
- 3.В каких системах этот закон выполняется?
- 4.Как формулируется теорема о кинетической энергии?
- 5.Для каких сил можно применять эту теорему?

## Лабораторная работа

### № 6.

#### Тема: Исследование зависимости объема газа от температуры при постоянном давлении

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

**Цель работы:** Экспериментально проверить справедливость соотношения

При подготовке к лабораторной работе по теме «Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака.» Необходимо повторить тему «Изопроцессы» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы «Изопроцессы»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимся к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи

- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

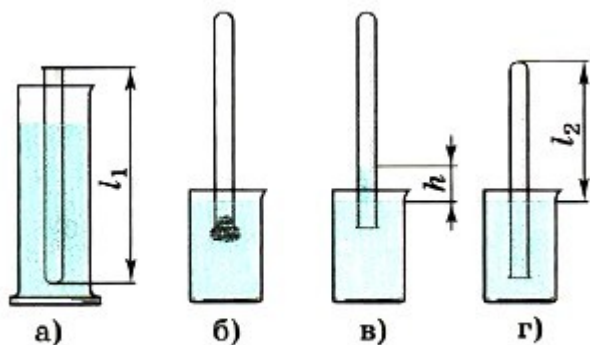
- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической механики
- смысл физических величин: давление, объем, температура,

#### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### Теоретический материал

Чтобы проверить, выполняется ли закон Гей-Люссака, достаточно измерить объем и температуру газа в двух состояниях при постоянном давлении и проверить справедливость равенства  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ . Это можно осуществить, используя в качестве газа воздух при атмосферном давлении.



Л.7

Стеклянная трубка открытым концом вверх помещается вертикально на 3—5 мин в цилиндрический сосуд с горячей водой (рис. Л.7, а). В этом случае объем воздуха  $V_1$  равен объему стеклянной трубки, а температура — температуре горячей воды  $T_1$ . Это — первое состояние. Чтобы при переходе воздуха во второе состояние его количество не изменилось, открытый конец стеклянной трубки, находящейся в горячей воде, замазывают пластилином. После этого трубку вынимают из сосуда с горячей водой и замазанный конец быстро опускают в стакан с водой комнатной температуры (рис. Л.7, б), а затем прямо под водой снимают пластилин. По мере охлаждения воздуха в трубке вода в ней будет подниматься. После прекращения подъема воды в трубке (рис. Л.7, в) объем воздуха в ней станет равным  $V_2 < V_1$ , а давление  $p = p_{\text{атм}} - \rho gh$ . Чтобы давление воздуха в трубке вновь стало равным атмосферному, необходимо увеличивать глубину погружения трубки в стакан до тех пор, пока уровни воды в трубке и стакане не выровняются (рис. Л.7, г). Это будет второе состояние воздуха в трубке при температуре  $T_2$  окружающего воздуха. Отношение объемов воздуха в трубке в первом и втором состояниях можно заменить отношением высот воздушных столбов в трубке в

$$\left( \frac{V_1}{V_2} = \frac{Sl_1}{Sl_2} = \frac{l_1}{l_2} \right).$$

этих состояниях, если сечение трубки постоянно по всей длине

$$\frac{l_1}{l_2} \text{ и } \frac{T_1}{T_2}.$$

Поэтому в работе следует сравнить отношения  $\frac{l_1}{l_2}$  и  $\frac{T_1}{T_2}$ . Длина воздушного столба измеряется линейкой, температура — термометром.

**Оборудование:** Стеклянная трубка, запаянная с одного конца, длиной 600 мм и диаметром 8—10 мм; цилиндрический сосуд высотой 600 мм и диаметром 40—50 мм, наполненный горячей водой ( $t \approx 60^\circ\text{C}$ ); стакан с водой комнатной температуры; пластилин.

### Ход работы

**1. задание.** Подготовьте бланк отчёта с таблицей 10 для записи результатов измерений и вычислений (инструментальные погрешности определяются с помощью таблицы 1).

Измерено					Вычислено												
$l_1$ , мм	$l_2$ , мм	$t_1$ , °C	$t_2$ , °C	$\Delta_{\text{изм}} l$ , мм	$\Delta_{\text{теп}} l$ , мм	$\Delta l$ , мм	$T_1$ , К	$T_2$ , К	$\Delta_{\text{изм}} T$ , К	$\Delta_{\text{теп}} T$ , К	$\Delta T$ , К	$\frac{l_1}{l_2}$	$\varepsilon_1$ , %	$\Delta_1$	$\frac{T_1}{T_2}$	$\varepsilon_2$ , %	$\Delta_2$

**2. задание.** Подготовьте стакан с водой комнатной температуры и сосуд с горячей водой.

**3. задание.** Измерьте длину  $l_1$  стеклянной трубки и температуру воды в цилиндрическом сосуде.

**4. задание.** Приведите воздух в трубке во второе состояние так, как об этом сказано выше. Измерьте длину  $l_2$  воздушного столба в трубке и температуру окружающего воздуха  $T_2$ .

**5. задание.** Вычислите отношения  $\frac{l_1}{l_2}$  и  $\frac{T_1}{T_2}$  относительные ( $\varepsilon_1$ , и  $\varepsilon_2$ ) и абсолютные ( $\Delta_1$  и  $\Delta_2$ ) погрешности измерений этих отношений по формулам

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta l}{l_1} + \frac{\Delta l}{l_2}, \quad \Delta_1 = \frac{l_1}{l_2} \varepsilon_1;$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\Delta T}{T_1} + \frac{\Delta T}{T_2}, \quad \Delta_2 = \frac{T_1}{T_2} \varepsilon_2.$$

**6. задание.** Сравните отношения  $\frac{l_1}{l_2}$  и  $\frac{T_1}{T_2}$  (см. п. 3 и рис. Л.1 введения к лабораторным работам).

**7. задание** Сделайте вывод о справедливости закона Гей-Люссака.

**8. задание.** Произвести расчеты

**9. задание.** Сделай подробный вывод по работе

**10. задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Что называют уравнением состояния?
2. Какой физический смысл газовой постоянной?
3. Что такое параметры состояния?
4. Что такое изопроцессы?
5. В чем особенность закона Гей-Люссака?

### Лабораторная работа №7.

#### Тема: Измерение относительной влажности воздуха

**Цель работы:** измерить влажность воздуха.

При подготовке к лабораторной работе по теме «Измерение влажности воздуха» Необходимо повторить тему «Взаимное превращение жидкостей и газов» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы « Влажность воздуха»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

#### Результат выполнения лабораторной работы

ОК.3. анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль,

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- смысл физических величин: относительная влажность,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### Теоретический материал

В атмосфере Земли всегда содержатся водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью.

**Абсолютной влажностью воздуха**  $\rho_a$  - называется плотность водяных паров, находящихся в воздухе при данной температуре.

$$\rho_a = \frac{m_{\text{водяного пара}}}{V_{\text{воздуха}}} \quad [\rho_a] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

**Относительная влажность воздуха**  $\varphi$  показывает сколько процентов составляет абсолютная влажность от плотности насыщенного водяного пара при данной температуре:

$$\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_0} \cdot 100\% \quad [\varphi] = \%,$$

где  $\rho_0$ -плотность насыщенного водяного пара при данной температуре и определяется по таблице «Давление насыщенного водяного пара и его плотность при различных значениях температуры» Таким образом, относительная влажность характеризует степень насыщения воздуха водяным паром.

Для жилых помещений нормальной влажностью считается относительная влажность, равная 40 - 60 %. О влажности воздуха можно судить только по относительной влажности, так как при одной и той же абсолютной влажности в зависимости от температуры воздух может казаться или сухим или влажным.

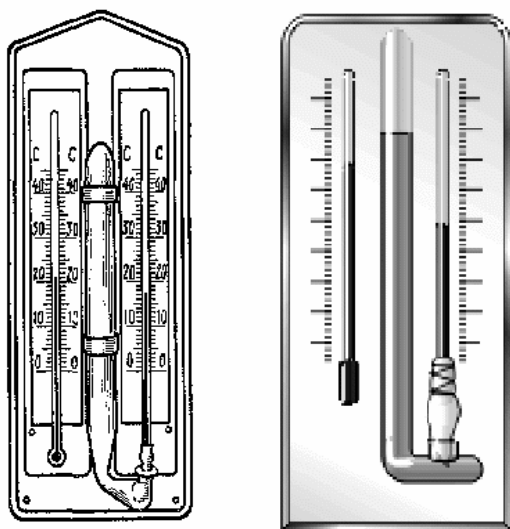


Рисунок «Психрометр»

Относительную влажность воздуха можно определить с помощью психрометра.

**Психрометр** или психрометр Августа (см.рисунок) состоит из двух термометров: сухого и увлажненного. На шарике увлажненного термометра закреплен фитиль, конец которого опущен в чашечку с водой. Вода, испаряясь с фитиля забирает от термометра тепло, поэтому показания увлажненного термометра ниже, чем у сухого. По показанию сухого и разности показаний сухого и увлажненного термометров с помощью психрометрической таблицы находится относительная влажность воздуха.

Температура, при которой охлажденный воздух становится насыщенным водяными парами, называется точкой росы  $T_p$

При точке росы абсолютная влажность воздуха равна плотности насыщенного пара  $\rho_0 = \rho_a$

Запотевание холодного предмета, внесенного в теплую комнату, объясняется тем, что воздух вокруг предмета охлаждается ниже точки росы и часть имеющихся в нем водяных паров конденсируется.

**Оборудование;** Психрометр или термометр, стакан, психометрическая таблица.

### Ход работы

**1.задани.** Запишите в таблицу показания сухого термометра.

**2.задание.** Снимите показания влажного термометра и запишите в таблицу.

**3.задание.** Определите разность показаний сухого и влажного термометров  $\Delta t$ .

**4.задание.** По психрометрической таблице найдите относительную влажность  $\phi$ .

$t$	$t_{\text{вл}}$	$\Delta t$	$\phi$

Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
6	100	86	73	60	74	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	71	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	74	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

**5.задание.** Произвести расчеты

**6.задание.** Сделать подробный вывод по работе

**7.задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Какой вид имеет формула относительной влажности воздуха?
2. В чем измеряется относительная влажность?
3. Что называется, точкой росы?
4. Когда относительная влажность воздуха равна 100%?
5. Какое значение имеет влажность воздуха в природе и технике?

### Лабораторная работа №8

**Тема: Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.**

**Цель работы:** приобрести навыки работы с микрометром и штангенциркулем; проверить на опыте значение коэффициента поверхностного натяжения воды.

При подготовке к лабораторной работе по теме «Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости» Необходимо повторить тему «Взаимного превращения жидкостей и газов» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы «Поверхностное натяжение, его характеристики»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимся к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность

учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда  
**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- смысл физических величин: коэффициент поверхностного натяжения,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

**теоретический материал**

Молекулы жидкости, расположенные в поверхностном слое, находятся в особом состоянии по сравнению с молекулами, находящимися внутри жидкости. Действие на эти молекулы со стороны молекул жидкости больше, чем со стороны молекул пара или воздуха, и поэтому равнодействующая всех сил, действующих на молекулу, направлена внутрь жидкости нормально к её поверхности. Отсюда следует, что на молекулы, расположенные в тонком поверхностном слое, действуют силы, стремящиеся втянуть их внутрь жидкости. Молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избытком энергии сравнительно с молекулами, находящимися внутри жидкости. Эта избыточная энергия называется свободной поверхностной энергией.

Поверхностный слой жидкости находится в особом состоянии, подобном состоянию натянутой упругой пленки, стремящейся сократить свою поверхность. Это стремление к сокращению поверхности называется поверхностным натяжением. Силы поверхностного натяжения  $F$  направлены по касательной к поверхности жидкости. Для количественной характеристики сил поверхностного натяжения введен коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$ , который численно равен силе  $F$ , действующей на единицу длины контура свободной поверхности жидкости  $l$ :  $\sigma = \frac{F}{l}$ . В этом случае он измеряется в Н/м. Из рассмотрения свойств поверхностного слоя можно показать, что коэффициент поверхностного натяжения численно равен свободной поверхностной энергии  $W$ , рассчитанной на единицу площади поверхности:  $\sigma = \frac{W}{S}$ . В этом случае размерность коэффициента Дж/м<sup>2</sup>. Коэффициент поверхностного натяжения различен для разных жидкостей. Он зависит от рода жидкости, температуры (уменьшается с ее повышением) и от степени чистоты поверхности

**Оборудование:** капиллярные трубки, мензурка, микрометр, линейка.

**Ход работы:**

**1. задание.** С помощью микрометра определить внутренний диаметр капиллярной трубки  $d$  и выразить его в метрах.

**2. задание.** Опустить трубку в мензурку с водой и с помощью линейки измерить высоту подъема воды в капиллярной трубке  $h(m)$ .

$$\frac{R\rho gh}{2}$$

**3. задание.** По формуле  $\sigma_1 = \frac{R\rho gh}{2}$  вычислить коэффициент поверхностного натяжения:

$R$  — радиус капиллярной трубки,  $\rho$  — плотность воды  $g$  — ускорение свободного падения.

**4. задание.** Повторить пункты 1-3 для второй трубки и вычислить  $\sigma_2$ .

**5. задание.** Найти среднее значение коэффициента поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$$

**6. задание.** Сравнить полученное значение коэффициента поверхностного натяжения с табличным значением и определить относительную погрешность по

$$\delta = \frac{|\sigma_{cp} - \sigma_m|}{\sigma_m} \cdot 100\%$$

формуле:

**7. задание.** Произвести расчеты

**8. задание.** Сделать подробный вывод по работе

**9. задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Какие силы создают поверхностное натяжение?



2. Что называется силой поверхностного натяжения?
3. Как направлена сила поверхностного натяжения?
4. Как определить массу капель?
5. По какой формуле рассчитать поверхностное натяжение жидкости?

## **Лабораторная работа №9**

### **Тема: Наблюдение роста кристаллов из раствора.**

**Цель:** пронаблюдать процесс роста кристаллов различных веществ в пересыщенном водном растворе.

#### **Техника безопасности**

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

#### **Результат выполнения лабораторной работы**

##### **Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов молекулярной физики
- смысл физических величин: кристаллизация,

##### **Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

#### **Теоретический материал**

Существуют два простых способа выращивания кристаллов из раствора: охлаждение насыщенного раствора соли и его выпаривание. Первым этапом при любом из двух способов является приготовление насыщенного раствора. В условиях школьного физического кабинета проще всего выращивать кристаллы алюмокалиевых квасцов. В домашних условиях можно выращивать кристалл медного купороса или обычной поваренной соли.

Растворимость любых веществ зависит от температуры. Обычно с повышением температуры растворимость увеличивается, а с понижением температуры уменьшается.

При охлаждении горячего (примерно 40°C) насыщенного раствора до 20°C в нем окажется избыточное количества соли на 100 г воды. При отсутствии центров кристаллизации это вещество может оставаться в растворе, т.е. раствор будет пересыщенным.

С появлением центров кристаллизации избыток вещества выделяется из раствора, при каждой данной температуре в растворе остается то количество вещества, которое соответствует коэффициенту растворимости при этой температуре. Избыток вещества из раствора выпадает в виде кристаллов; количество кристаллов тем больше, чем больше центров кристаллизации в растворе. Центрами кристаллизации могут служить загрязнения на стенках посуды с раствором, пылинки, мелкие кристаллики соли. Если предоставить выпавшим кристалликами возможность подрасти в течение суток, то среди них найдутся чистые и совершенные по форме экземпляры. Они могут служить затравками для выращивания крупных кристаллов.

Чтобы вырастить крупный кристалл, в тщательно отфильтрованный насыщенный раствор нужно внести кристаллик - затравку, заранее прикрепленный на волосе или тонкой леске, предварительно обработанной спиртом.

Можно вырастить кристалл без затравки. Для этого волос или леску обрабатывают спиртом и опускают в раствор так, чтобы конец висел свободно. На конце волоса или лески может начаться рост кристалла.

**Оборудование:** 1) микроскоп школьный с 80-кратным увеличением; 2) насыщенные растворы хлорида натрия, хлорида аммония, 3) предметные стёкла; 4) стеклянные палочки.

#### **Ход работы**

**1. задание.** Поместить на столик микроскопа предметное стекло, не дотрагиваясь до его поверхности. Отрегулировать освещение и добиться чёткого изображения.

**2. задание.** Вынуть предметное стекло, нанести на него с помощью стеклянной палочки каплю насыщенного раствора хлорида аммония. Палочкой распределить каплю по стеклу.

**3. задание.** Поместить стекло с каплей под объектив микроскопа так, чтобы в поле зрения кристаллы находился край капли, т.к. первые образуются обычно на её краю.

**4. задание.** Пронаблюдать процесс зарождения и роста кристаллов.

**5. задание.** В отчёте указать краткое описание процесса роста кристаллов, а также зарисовать картины, видимые в микроскоп.

**6. задание.** Пронаблюдать аналогичный процесс с раствором хлорида натрия.

**8. задание.** Сделать подробный вывод по работе

**9. задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Сравните скорости роста кристалла в горизонтальном и вертикальном направлениях.
2. Как называется явление зависимости физических свойств кристалла от направления?
3. Отличаются ли по форме кристаллы разных веществ?
4. Каким образом происходит рост кристаллов?
5. Где применяются кристаллы?

### **Лабораторная работа №10**

**Тема:** Изучение закона Ома для участка цепи.

**Цель:** построение вольтамперной характеристики металла.

При подготовке к лабораторной работе по теме «Изучение закона Ома для участка цепи» необходимо повторить тему «Электрические цепи постоянного тока. Закон Ома для участка цепи» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы «Электрические цепи постоянного тока. Закон Ома для участка цепи»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

#### **Техника безопасности**

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- При сборке схем воспрещается использовать провода с поврежденной изоляцией. Приборы и оборудованием с неисправными зажимами
- Включить собранную схему разрешается только после проверки ее преподавателем
- При включении схемы необходимо убедиться в том. Что никто не прикасается к токоведущим частям
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- По окончании работы с разрешения преподавателя производится разборка схемы при полностью отключенном источнике питания
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.

- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

- **смысл понятий:** физическое явление
- **-смысл физических законов;** Зак Ома для участка цепи
- **смысл физических величин;** сила тока, напряжение, сопротивление

#### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### Теоретический материал

**Электрический ток** - упорядоченное движение заряженных частиц

Количественной мерой электрического тока служит **сила тока I**

**Сила тока** - – **скалярная физическая величина, равная отношению заряда q, переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени t, к этому интервалу времени:**

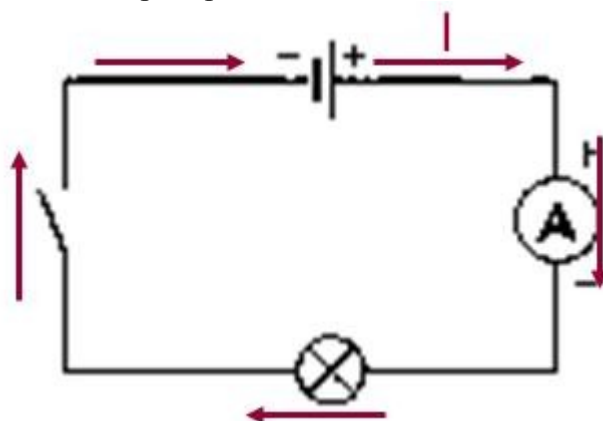
$$I = \frac{q}{t}$$

В Международной системе единиц СИ сила тока измеряется в **амперах [A]**.

[1A=1Кл/1с]

Прибор для измерения силы тока **Амперметр**. Включается в цепь **последовательн**

На схемах электрических цепей амперметр обозначается .



**Напряжение** – это физическая величина, характеризующая действие электрического поля на заряженные частицы, численно равно работе электрического поля по перемещению заряда из точки с потенциалом  $\varphi_1$  в точку с потенциалом  $\varphi_2$

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

$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2$$

**U** – напряжение

**A** – работа тока

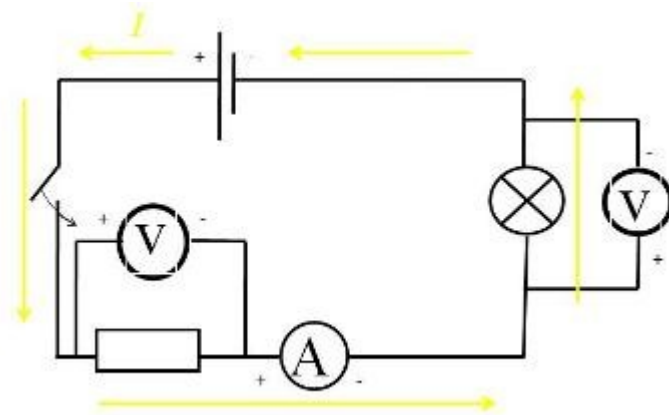
**q** – электрический заряд

Единица напряжения – Вольт [В]

[1В=1Дж/1Кл]

Прибор для измерения напряжения – **Вольтметр**. Подключается в цепь параллельно тому участку цепи, на котором измеряется разность потенциалов.

На схемах электрических цепей амперметр обозначается .



Величина, характеризующая противодействие электрическому току в проводнике, которое обусловлено внутренним строением проводника и хаотическим движением его частиц, называется **электрическим сопротивлением проводника**.

Электрическое сопротивление проводника зависит от **размеров и формы проводника и от материала**, из которого изготовлен проводник.

$$R = \rho \frac{S}{l}$$

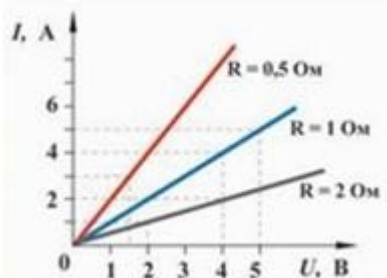
$S$  – площадь поперечного сечения проводника

$l$  – длина проводника

$\rho$  – удельное сопротивление проводника

В СИ единицей электрического сопротивления проводников служит **ом [Ом]**.

**Графическая зависимость** силы тока  $I$  от напряжения  $U$  - **вольт-амперная характеристика**



**Закон Ома для однородного участка цепи:** сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника.

$$I = \frac{U}{R}$$

**Оборудование:** источник постоянного напряжения; проволочное сопротивление 2Ом; реостат, амперметр и вольтметр, соединительные провода, ключ.

#### Ход работы:

**1. задание.** Соедините последовательно ключ, реостат, источник, амперметр и проволочное сопротивление. Движок реостата переместите к верхней клемме. Вольтметр подключите параллельно к сопротивлению. **Соблюдайте полярность** при включении измерительных приборов в цепь!

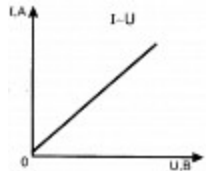
**2. задание.** Начертите рабочую схему в тетради.

**3. задание.** Несколько раз меняйте положение движка реостата и снимайте показания вольтметра и амперметра. **Не превышайте** значение тока 1,5А

**4. задание.** Результаты представьте в виде таблицы.

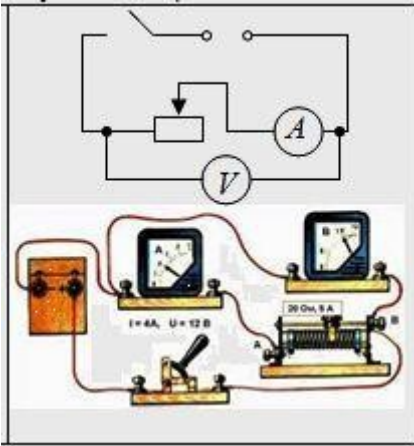
**5. задание.** Для построения графика выберите единичный отрезок 1клетка — 0,1.

**6. задание.** По полученным значениям силы тока и напряжения **постройте соответствующие им точки на графике.**



**7. задание.** На глаз проведите прямую линию так, чтобы она проходила как можно ближе к точкам (смотри рисунок).

**8. задание.** Найдите коэффициент пропорциональности полученной линейной функции и запишите уравнение, используя обозначения физических величин.



**9. задание.** схема включения приборов в цепь

Для выполнения работы соберем цепь по схеме (рис.). Параллельно проволочному резистору (2 Ом) присоединяют вольтметр.

**10. задание.** Начертим рабочую схему.

**11. задание.** Включаем ток и с помощью реостата доводим напряжение на зажимах резистора до 1 В, затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз измеряем силу тока.

Напряжение, В	1	2	3
Сила тока, А	0,5	1,0	1,5

**12. задание.** Результаты запишем в таблицу:

**13. задание.** Строим график с осями  $I$  и  $U$ , откладываем единичный отрезок 1 клетка — 0,1.

**14. задание.** По полученным значениям силы тока и напряжения построим соответствующие им точки на графике.

**15. задание.** Проведем прямую линию (см. п.7). **Получили вольт-амперную характеристику проводника.**

$$I = \frac{U}{R}$$

**16. задание** — закона Ома для участка цепи запишем в виде  $U = RI$ . Это линейная зависимость  $U$  от  $I$  (вольт-амперная характеристика),

график — прямая линия, а для нахождения коэффициента линейности (это и есть сопротивление), достаточно ОДНОЙ точки. (Вторая известна, это (0,0)). Рассчитаем  $R = U_1/I_1 = \dots$

**16. задание.** Произвести расчеты

**17. задание.** Сделать подробный вывод по работе

**18. задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Что такое сопротивление?
2. От чего зависит и в каких единицах в СИ измеряется сопротивление?
3. Какова методика измерения сопротивления в данной работе?
4. Перечислите определения физических величин и законы, изучаемые при выполнении этой работы.
5. Что показывает вольт- амперная характеристика?

### Лабораторная работа № 11

#### Тема: Изучение законов соединения проводников

**Цель работы:** проверить основные закономерности последовательного и параллельного соединений проводников (резисторов), а также справедливость формул для определения эквивалентного сопротивления.

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.

- При сборке схем воспрещается использовать провода с поврежденной изоляцией. Приборы и оборудованием с неисправными зажимами
- Включить собранную схему разрешается только после проверки ее преподавателем
- При включении схемы необходимо убедиться в том. Что никто не прикасается к токоведущим частям
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- По окончании работы с разрешения преподавателя производится разборка схемы при полностью отключенном источнике питания
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

- **смысл понятий:** физическое явление
- **-смысл физических законов;** Закон Ома для участка цепи
- **смысл физических величин:** сопротивление, напряжение, сила тока

#### Уметь:

- выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### Теоретическая часть:

1) При **последовательном** соединении проводников  $R_1$  и  $R_2$  сила тока, идущего по ним, одинакова:

$$I = I_1 = I_2,$$

а напряжение на концах этого участка цепи равно сумме падений напряжения на каждом из проводников:

$$U = U_1 + U_2.$$

При любом числе последовательно соединённых проводников полное сопротивление участка цепи

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

2) При **параллельном** соединении проводников напряжение на их концах одинаково:

$$U = U_1 = U_2.$$

Сила тока в цепи равна сумме токов, идущих по параллельно соединённым проводникам:

$$I = I_1 + I_2$$

При любом числе параллельно соединённых проводников эквивалентное (полное) сопротивление этого участка цепи определяется формулой

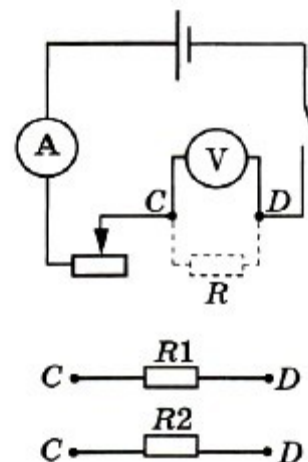
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

### Оборудование

Источник тока, резисторы, амперметр, вольтметр, реостат, соединительные провода, ключ.

### Ход работы

**1. задание** Соберите схему, состоящую из соединённых последовательно источника тока, реостата, амперметра, одного резистора (рис. Л.8).



2. задание. Подключите к точкам С и D вольтметр параллельно резистору.

3. задание. Замкните цепь и измерьте силу тока  $I_1$  и напряжение  $U_1$ .

4. задание. Замените первый резистор вторым и измерьте силу тока  $I_2$  и напряжение  $U_2$ .

5. задание. Подключите между точками С и D оба резистора последовательно. Параллельно им подключите вольтметр.

Измерьте силу тока  $I_3$  и напряжение  $U_3$ .

6. задание. Соедините резисторы параллельно, подключите их между точками С и D, затем параллельно им подключите вольтметр.

Измерьте силу тока  $I_4$  и напряжение  $U_4$ .

7. задание. Результаты измерений запишите в таблицу 11.

Таблица 11

$I_1, A$	$U_1, B$	$I_2, A$	$U_2, B$	$I_3, A$	$U_3, B$	$I_4, A$	$U_4, B$

8. задание. Проведите расчёты и заполните таблицу 12.

Таблица 12

$R_1 = \frac{U_1}{I_1},$ Ом	$R_2 = \frac{U_2}{I_2},$ Ом	$R_{\text{пос}} = \frac{U_3}{I_3},$ Ом	$R_{\text{пар}} = \frac{U_4}{I_4},$ Ом	$R_{\text{пос}} = R_1 + R_2,$ Ом	$R_{\text{пар}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2},$ Ом

Сравните значения эквивалентных сопротивлений при последовательном и параллельном соединениях резисторов. Возможное несовпадение результатов объясняется погрешностями измерений.

9. задание. Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерений.

Относительную погрешность измерения каждого сопротивления можно определить по формуле

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta U}{U_i} + \frac{\Delta I}{I_i}.$$

Абсолютная погрешность  $\Delta R_i = \varepsilon_i R_i$ .

Оцените, насколько ошибки измерений повлияли на совпадение результатов. Запишите окончательные результаты измерений сопротивлений для каждого случая в виде

$$R - \Delta R \leq R \leq R + \Delta R.$$

Сделайте вывод о справедливости приведённых выше формул.

10. задание. Произвести расчеты

11. задание. Сделайте подробный вывод по работе

12. задание. Ответить на контрольные вопросы

1. Что называется электрическим током? Какова природа тока в металлах?
2. Что называется сопротивлением проводника? От чего оно зависит?
3. Сформулируйте все правила, справедливые для последовательного соединения проводников, для параллельного соединения.

### Лабораторная работа № 12.

#### Тема: Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

**Цель работы:** научиться измерять ЭДС источника тока и косвенными измерениями определять его внутреннее сопротивление.

При подготовке к лабораторной работе по теме «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока» Необходимо повторить тему «Цепи постоянного тока. Законы Ома для участка цепи и для полной цепи» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл. Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы «Законы Ома для полной цепи»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.

- При сборке схем воспрещается использовать провода с поврежденной изоляцией. Приборы и оборудованием с неисправными зажимами
- Включить собранную схему разрешается только после проверки ее преподавателем
- При включении схемы необходимо убедиться в том. Что никто не прикасается к токоведущим частям
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- По окончании работы с разрешения преподавателя производится разборка схемы при полностью отключенном источнике питания
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

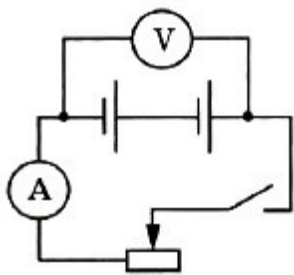
### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

- **смысл понятий:** физическое явление
- **-смысл физических законов :** законы Ома для электрической цепи
- **смысл физических величин:** сила тока, напряжение, сопротивления э.д.с.

#### Уметь:

- .выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников



л.9

### Теоретический материал

При разомкнутом ключе (рис. Л.9) ЭДС источника тока равна напряжению на внешней цепи. В эксперименте источник тока замкнут на вольтметр, сопротивление которого  $R_B$  должно быть много больше внутреннего сопротивления  $r$  источника тока. Обычно сопротивление источника тока достаточно мало, поэтому для измерения напряжения можно использовать школьный вольтметр со шкалой 0—6 В и сопротивлением  $R_B = 900$  Ом (см. надпись под шкалой прибора). Так как  $R_B \gg r$ , отличие  $E$  от  $U$  не превышает десятых долей процента, а потому погрешность измерения ЭДС равна погрешности измерения напряжения. Внутреннее сопротивление источника тока можно измерить косвенным путём, сняв показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе. Действительно, из закона Ома для полной цепи (см. § 106) получаем  $E = U + Ir$ , где  $U = IR$  —

напряжение на внешней цепи ( $R$  — сопротивление реостата). Поэтому  $r_{пр} = \frac{\mathcal{E}_{пр} - U_{пр}}{I_{пр}}$ . Для измерения силы тока в цепи можно использовать школьный амперметр со шкалой 0—2 А. Максимальные погрешности измерений внутреннего сопротивления источника тока определяются по формулам

$$\varepsilon_{пр} = \frac{\Delta \mathcal{E} + \Delta U}{\mathcal{E}_{пр} - U_{пр}} + \frac{\Delta I}{I_{пр}}, \quad \Delta r = r_{пр} \varepsilon_r.$$

### Оборудование:

Аккумулятор или батарейка для карманного фонаря, вольтметр, амперметр, реостат, ключ.

### Ход работы

**1. задание** Подготовьте бланк отчёта со схемой электрической цепи и таблицами 13 и 14 для записи результатов измерений и вычислений.



Таблица 13

Номер опыта	Измерено			Вычислено	
	$U_{пр}, В$	$I_{пр}, А$	$\xi_{пр}, В$	$r_{пр}, Ом$	$r_{пр. ср}, Ом$

Таблица 14

$\Delta_u U, В$	$\Delta_o U, В$	$\Delta U, В$	$\epsilon_U, \%$	$\epsilon_r, \%$	$\Delta_u I, А$	$\Delta_o I, А$	$\Delta I, А$	$\epsilon_I, \%$	$\epsilon_r, \%$

**2. задание.** Соберите электрическую цепь согласно рисунку Л.9. Проверьте надёжность электрических контактов, правильность подключения амперметра и вольтметра.

**3. задание.** Проверьте работу цепи при разомкнутом и замкнутом ключе.

**4. задание.** Измерьте ЭДС источника тока.

**5. задание.** Снимите показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе для трёх положений движка реостата и вычислите гпр. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 13.

**6. задание.** Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, используя данные о классе точности приборов. Занесите все данные в таблицу 14.

**7. задание.** Запишите результаты измерений ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока:

**8. задание.** Произвести расчеты

**9. задание.** Сделать подробный вывод по работе

**10. задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Что такое ЭДС, внутреннее сопротивление источника тока?
2. От чего зависит и в каких единицах в СИ измеряется ЭДС внутреннее сопротивление?
3. Какова методика измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока в данной работе?
4. Основные определения физических величин и законы, изучаемые при выполнении этой работы.
5. Что происходит при коротком замыкание?

### Лабораторная работа №13

#### Тема: Измерение сопротивления лампы накаливания при разных напряжениях

**Цель:** установить характер изменения сопротивления при увеличении напряжения.

При подготовке к лабораторной работе по теме «Измерение сопротивления лампы накаливания при разных напряжениях.» Необходимо повторить тему «Электрические цепи постоянного тока, Основные характеристики» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 11 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 :По конспекту повторить темы « Основные характеристики цепей постоянного тока»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- При сборке схем воспрещается использовать провода с поврежденной изоляцией. Приборы и оборудованием с неисправными зажимами
- Включить собранную схему разрешается только после проверки ее преподавателем
- При включении схемы необходимо убедиться в том. Что никто не прикасается к токоведущим частям
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимся к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая

- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- По окончании работы с разрешения преподавателя производится разборка схемы при полностью отключенном источнике питания
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

- **смысл понятий:** физическое явление
- **-смысл физических законов ;** Закон Ома,
- **смысл физических величин:** сопротивление, сила тока, напряжение

#### Уметь:

- .выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### Теоретический материал

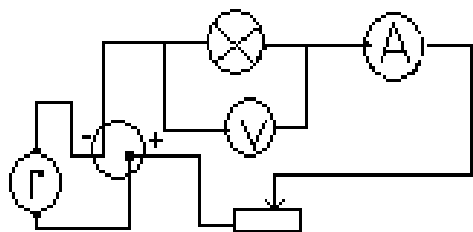
При замыкании электрической цепи на ее участке с сопротивлением  $R$ , током  $I$ , напряжением на концах  $U$  производится работа  $A$ :

$$A = IUt = I^2Rt = R \frac{U^2t}{R}$$

Величина, равная отношению работы тока ко времени, за которое она совершается, называется мощностью  $P$ :  $P = A / t$ . Следовательно,

$$P = IU = I^2R = \frac{U^2}{R} \quad (1)$$

Анализ выражения (1) убеждает нас в том, что  $P$  – функция двух переменных. Зависимость  $P$  от  $U$  можно исследовать экспериментально.



$$r_t = \frac{U}{I};$$

$$t^0 = \frac{r_t - r_0}{r_0 \alpha}$$

температуру нити лампы

где  $\alpha = 0,004$  1/град – температурный коэффициент сопротивления вольфрама;

$r_0$ - сопротивление нити лампы при  $0^\circ\text{C}$ .

**Оборудование:** Источник питания с регулируемым напряжением, ключ, лампа на колодке, рассчитанная на напряжение не менее 8В, вольтметр, амперметр, соединительные провода.

### Ход работы

**1. задание.** Соберите последовательную цепь, состоящую из источника, амперметра, ключа и лампы. Вольтметр подсоедините параллельно лампе. **Соблюдайте полярность!**

**2. задание.** Начертите рабочую схему в тетради.

**3. задание.** Выставьте на источнике напряжение 4В, замкните цепь и снимите показания приборов. Повторите измерения при 6В и 8В.

**4. задание.** Результаты измерений и расчетов представьте в виде таблицы.

**5. задание.** Рассчитайте сопротивление нити накала во всех случаях, используя закон Ома для

$$I = \frac{U}{R}$$

участка цепи

Напряжение на источнике тока			
Показания вольтметра, В			
Показания амперметра, А			
Сопротивление нити лампы накаливания, Ом			

**6. задание.** Произвести расчеты

**7. задание.** Сделать подробный вывод по работе

**8. задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Какие закономерности Вы заметили?
2. По какому признаку можно судить об увеличении температуры нити накаливания?
3. Можно ли утверждать, что температура нити накаливания влияет на сопротивление металла?
4. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
5. Какие еще существуют формулы для вычисления сопротивления?

## Лабораторная работа № 14.

### Тема: Изучение зависимости силы Ампера от силы тока в проводнике

**Цель:** экспериментально выяснить зависимость силы Ампера от силы тока, от величины магнитной индукции.

При подготовке к лабораторной работе по теме «Наблюдение действия магнитного поля на проводник с током» необходимо повторить тему «Наблюдение действия магнитного поля на проводник с током» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 11 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 :По конспекту повторить темы « Сила Ампера, »: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- При сборке схем воспрещается использовать провода с поврежденной изоляцией. Приборы и оборудованием с неисправными зажимами
- Включить собранную схему разрешается только после проверки ее преподавателем
- При включении схемы необходимо убедиться в том. Что никто не прикасается к токоведущим частям
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимся к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию

- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- По окончании работы с разрешения преподавателя производится разборка схемы при полностью отключенном источнике питания
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

- **смысл понятий:** физическое явление
- **-смысл физических законов;** закон электромагнитной индукции
- **смысл физических величин:** электромагнитная индукция, сила Ампера. сила тока.

#### Уметь:

- .выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### теоретический материал

Проверить экспериментальным путем воздействия магнита на движение тока *Согласно теории близкодействия ток в одном из проводников не может непосредственно действовать на ток в другом проводнике.* Электрический ток в одном из проводников создает вокруг себя магнитное поле, которое действует на ток во втором проводнике. А поле, созданное электрическим током второго проводника, действует на первый. Поднесем к висящему мотку 1 **магнит** 2 и, замыкая ключ 3 пронаблюдаем за движением мотка. Мы видим, что моток встал прямо и неподвижно. Если мы поменяем полярность магнита, то ток и моток поменяют свои направления.

### Оборудование:

Проволочный моток, штатив, источник постоянного тока, реостат, ключ, соединительные провода, дугообразный магнит.

### Ход работы

**1.задание.**Подвесьте проволочный моток к штативу, подсоедините его к источнику тока последовательно с реостатом и ключом. Предварительно ключ должен быть разомкнут, движок реостата установлен на максимальное сопротивление.

**2.задание.** Поднесите к висящему мотку магнит и, замыкая ключ, пронаблюдайте движение мотка.

**3.задание.** Выберите несколько характерных вариантов относительного расположения мотка и магнита и зарисуйте их, указав направление магнитного поля, направление тока и предполагаемое движение мотка относительно магнита.

**4.задание.**Проверьте на опыте правильность предположений о характере и направлении движения мотка.

**5.задание.**Произвести расчеты

**6.задание.**Сделать подробный вывод по работе

**7.задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Какие взаимодействия называют магнитными?
2. Перечислите основные свойства магнитного поля.
3. .В чем состоит особенность линий магнитной индукции?
4. Укажите способы определения направления вектора магнитной индукции.
5. Дайте характеристику силе Ампера.

### Лабораторная работа №15.

## Тема: Изучение явления электромагнитной индукции

**Цель работы:** экспериментальная проверка правила Ленца.

### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- При сборке схем воспрещается использовать провода с поврежденной изоляцией. Приборы и оборудованием с неисправными зажимами
- Включить собранную схему разрешается только после проверки ее преподавателем
- При включении схемы необходимо убедиться в том. Что никто не прикасается к токоведущим частям
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- По окончании работы с разрешения преподавателя производится разборка схемы при полностью отключенном источнике питания
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

- **смысл понятий:** физическое явление
- **-смысл физических законов;** закон электромагнитной индукции
- **смысл физических величин:** магнитная индукции,

#### Уметь:

- .выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### теоретический материал

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в проводящем контуре, который либо покоится в переменном во времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле таким образом, что число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, меняется. В нашем случае разумнее было бы менять во времени магнитное поле, так как оно создается движущимися (свободно) магнитом. Согласно правилу Ленца, возникающий в замкнутом контуре индукционный ток своим магнитным полем противодействует тому изменению магнитного потока, которым он вызван. В данном случае это мы можем наблюдать по отклонению стрелки миллиамперметра.

#### Оборудование:

Миллиамперметр, источник питания, катушки с сердечниками, дугообразный магнит, выключатель кнопочный, соединительные провода, магнитная стрелка (компас), реостат.

#### Ход работы

**1. задание.** Вставьте в одну из катушек железный сердечник, закрепив его гайкой. Подключите эту катушку через миллиамперметр, реостат и ключ к источнику питания. Замкните ключ и с помощью магнитной стрелки (компаса) определите расположение магнитных полюсов катушки с током. Зафиксируйте, в какую сторону отклоняется при этом стрелка миллиамперметра. В дальнейшем при выполнении работы можно будет судить о расположении магнитных полюсов катушки с током по направлению отклонения стрелки миллиамперметра.

**2. задание.** Отключите от цепи реостат и ключ, замкните миллиамперметр на катушку, сохранив порядок соединения их клемм.

**3. задание.** Приставьте сердечник к одному из полюсов дугообразного магнита и вдвиньте внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра.

**4. задание.** Повторите наблюдение, выдвигая сердечник из катушки, а также меняя полюса магнита.

**5. задание.** Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнение правила Ленца в каждом случае.

**6. задание.** Расположите вторую катушку рядом с первой так, чтобы их оси совпадали.

**7. задание.** Вставьте в обе катушки железные сердечники и присоедините вторую катушку через выключатель к источнику питания.

**8. задание.** Замыкая и размыкая ключ, наблюдайте отклонение стрелки миллиамперметра.

**9. задание.** Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнение правила Ленца.

**10. задание.** Произвести расчеты

**11. задание.** Сделать подробный вывод по работе

**12. задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Что такое индукция магнитного поля?
2. От чего зависит и в каких единицах в СИ измеряется магнитная индукция?
3. Основные определения физических величин и законы, изучаемые при выполнении этой работы.
4. Сформулируйте правило Ленца.

## Лабораторная работа №16.

### Тема: Получение изображения с помощью собирающей линзы

---

**Цель работы:** получить формулу тонкой линзы и формулу для вычисления увеличения.

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимся к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случае
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

#### Результат выполнения лабораторной работы

##### Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической механики
- смысл физических величин: фокус, увеличение, оптическая сила линзы

##### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

#### Теоретический материал

Обозначим тонкую собирательную линзу через  $L$ , расстояние от предмета до оптического центра линзы через  $a$ , расстояние от изображения до оптического центра линзы через  $b$ , и главное фокусное расстояние линзы  $F$ (рис.1).

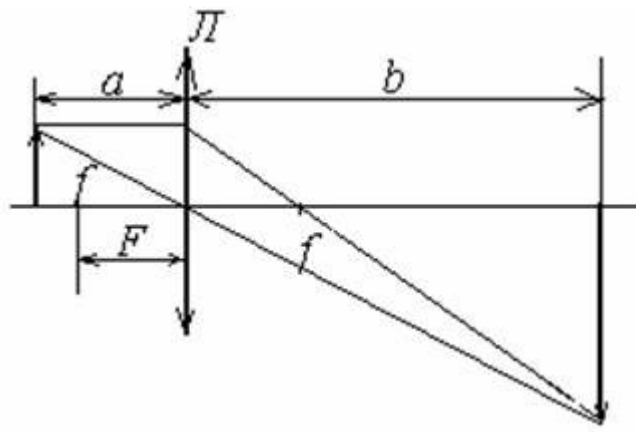


Рис.1

Между величинами  $a$ ,  $b$  и  $F$  имеет место следующее соотношение

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}, \quad (1)$$

называемое формулой линзы. Из формулы линзы получается следующее выражение для главного фокусного расстояния линзы

$$F = \frac{a \cdot b}{a + b} \quad (2)$$

Таким образом, величина  $F$  может быть вычислена, если измерены значения  $a$  и  $b$ . Следует заметить, что величины  $a$  и  $b$  с высокой точностью определить трудно в силу того, что в общем случае оптический центр линзы не совпадает с её центром симметрии. Более точные результаты дает другой способ определения величины  $F$ , описанный ниже.

Если расстояние  $L$  между предметом и экраном в 4 раза превышает главное фокусное расстояние линзы  $F$ , то можно, перемещая линзу между предметом и экраном, дважды получить изображение предмета на экране (рис.2). Один раз изображение будет увеличенным, другой раз - уменьшенным.

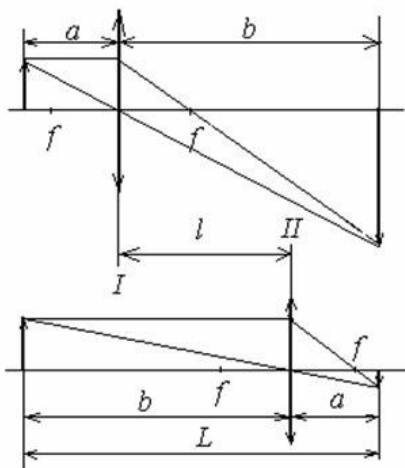


Рис.2

Очевидно, расстояние от предмета до оптического центра в первом случае и расстояние от оптического центра линзы до изображения во втором случае будут одинаковы. Обозначим их через  $a$ . Аналогично расстояния от оптического центра линзы до изображения в первом случае и равное ему расстояние от предмета до оптического центра линзы во втором случае обозначим через  $b$ .

Из рисунка следует, что

$$a + b = L, \quad b - a = l,$$

где  $l$  - расстояние между первым и вторым положением линзы.

Вычитая и складывая эти выражения, получим

$$a = \frac{L - l}{2}, \quad b = \frac{L + l}{2}.$$

Подставляя эти значения  $a$  и  $b$  в формулу (2), получим следующее выражение для главного фокусного расстояния линзы

$$F = \frac{L^2 - l^2}{4L} \quad (3)$$

Эта формула положена в основу определения фокусного расстояния линзы в данной работе.

**Оборудование:** Линейка, два прямоугольных треугольника, длиннофокусная собирающая линза, лампочка на подставке с колпачком, источник тока, выключатель, соединительные провода, экран, направляющая рейка.

### Ход работы

**1. задание.** Соберите электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.

**2. задание** Поставьте лампочку на край стола, а экран — у другого края. Между ними поместите линзу, включите лампочку и передвигайте линзу вдоль рейки, пока на экране не будет получено резкое изображение светящейся буквы.

Для уменьшения погрешности измерений, связанной с настройкой на резкость, целесообразно получить уменьшенное (и, следовательно, более яркое) изображение.

**3. задание** Измерьте расстояния  $d$  и  $f$ , обратив внимание на необходимость тщательного отсчета расстояний.

При неизменном  $d$  повторите опыт несколько раз, каждый раз заново получая резкое изображение. Вычислите  $f_{cp}$ ,  $D_{cp}$ ,  $F_{cp}$ . Результаты измерений расстояний (в миллиметрах) занесите в таблицу.

Номер опыта	$f, 10^{-3}$ м	$f_{cp}, 10^{-3}$ м	$d, 10^{-3}$ м	$D_{cp}$ , дптр	$F_{cp}$ , м
1					
2					
3					

**4. задание** Абсолютную погрешность  $\Delta D$  измерения оптической силы линзы можно вычислить

$$\Delta D = \frac{\Delta_1}{d^2} + \frac{\Delta_2}{f^2},$$

по формуле где  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  — абсолютные погрешности в измерении  $d$  и  $f$ .

При определении  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  следует иметь в виду, что измерение расстояний  $d$  и  $f$  не может быть проведено с погрешностью, меньшей половины толщины линзы  $h$ .

Так как опыты проводятся при неизменном  $d$ , то  $\Delta_1 = \frac{h}{2}$ . Погрешность измерения  $f$  будет больше из-за неточности настройки на резкость примерно еще на  $\frac{h}{2}$ . Поэтому  $\Delta_2 = \frac{h}{2} + \frac{h}{2} = h$ .



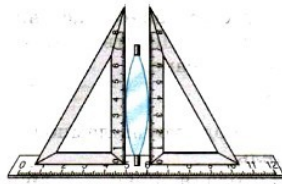


Рис. 18.3

5. задание Измерьте толщину линзы  $h$  (рис. 18.3) и вычислите  $\Delta D$  по формуле

$$\Delta D = \frac{h}{2d^2} + \frac{h}{f^2}.$$

6. задание Запишите результат в форме

$$D_{\text{ср}} - \Delta D \leq D \leq D_{\text{ср}} + \Delta D.$$

7. задание. Произвести расчеты

8. задание. Сделать подробный вывод по работе

9. задание. Ответить на контрольные вопросы

1. Что называется, линзой? Тонкой линзой?
2. Какие виды линз различают по оптическим свойствам? По форме?
3. Что называется, фокусом линзы?
4. Укажите формулу для расчета оптической силы линзы. В каких единицах измеряется оптическая сила линзы?
5. Укажите формулу тонкой линзы.

### Лабораторная работа №17.

#### Тема: Измерение показателя преломления стекла

**Цель:** измерение показателя преломления стеклянной пластины, имеющей форму трапеции.

#### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимся к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

#### Результат выполнения лабораторной работы

##### Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической механики
- смысл физических величин: углы отражения и преломления,

##### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

**Оборудование.** стеклянной пластины, источником света, экрана с щелью, листе бумаги в клетку

#### Теоретический материал

В работе измеряется показатель преломления стеклянной пластины, имеющей форму трапеции. На одну из параллельных граней пластины наклонно к ней направляют узкий световой пучок. Проходя через пластину, этот пучок света испытывает двукратное преломление. Источником света служит электрическая лампочка, подключенная через ключ к какому-либо

источнику тока. Световой пучок создается с помощью металлического экрана с щелью. При этом ширина пучка может меняться за счет изменения расстояния между экраном и лампочкой.

Показатель преломления стекла относительно воздуха определяется по формуле

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta},$$

где  $\alpha$  — угол падения пучка света на грань пластины (из воздуха в стекло);  $\beta$  — угол преломления светового пучка в стекле.

Для определения отношения, стоящего в правой части формулы, поступают следующим образом. Перед тем как направить на пластину световой пучок, ее располагают на столе на листе миллиметровой бумаги (или листе бумаги в клетку) так, чтобы одна из ее параллельных граней совпала с предварительно отмеченной линией на бумаге. Эта линия укажет границу раздела сред воздух — стекло. Тонко очиненным карандашом проводят линию вдоль второй параллельной грани. Эта линия изображает границу раздела сред стекло — воздух. После этого, не смещая пластины, на ее первую параллельную грань направляют узкий световой пучок под каким-либо углом к грани. Вдоль падающего на пластину и вышедшего из нее световых пучков тонко очиненным карандашом ставят точки 1, 2, 3 и 4 (рис. 18.1). После этого лампочку выключают, пластину снимают и с помощью линейки прочерчивают входящий, выходящий и преломленный лучи (рис. 18.2).

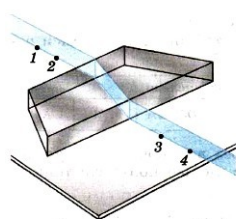


Рис. 18.1

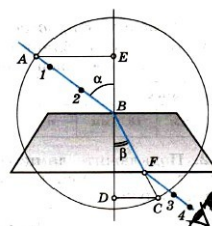


Рис. 18.2

Через точку В границы раздела сред воздух — стекло проводят перпендикуляр к границе, отмечают углы падения  $\alpha$  и преломления  $\beta$ . Далее с помощью циркуля проводят окружность с центром в точке В и строят прямоугольные треугольники АВЕ и СВD.

$$\sin \alpha = \frac{AE}{AB}, \quad \sin \beta = \frac{CD}{BC}$$

Так как  $AB = BC$ , то формула для определения показателя преломления стекла примет вид

$$n_{\text{пр}} = \frac{AE}{DC}. \quad (18.1)$$

Длины отрезков АЕ и DC измеряют по миллиметровой бумаге или с помощью линейки. При этом в обоих случаях инструментальную погрешность можно считать равной 1 мм. Погрешность отсчета надо взять также равной 1 мм для учета неточности в расположении линейки относительно края светового пучка.

Максимальную относительную погрешность  $\epsilon$  измерения показателя преломления определяют по формуле

$$\epsilon = \frac{\Delta AE}{AE} + \frac{\Delta DC}{DC}.$$

Максимальная абсолютная погрешность определяется по формуле

$$\Delta n = n_{\text{пр}} \epsilon.$$

(Здесь  $n_{\text{пр}}$  — приближенное значение показателя преломления, определяемое по формуле (18.1).)

Окончательный результат измерения показателя преломления записывается так:

$$n = n_{\text{пр}} \pm \Delta n.$$

**Оборудование.** стеклянной пластины, источником света, экрана с щелью, листе бумаги в клетку

#### Ход работы

**1. задание.** Подготовьте бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений.

Измерено		Вычислено				
AE, мм	DC, мм	$n_{\text{пр}}$	$\Delta AE$ , мм	$\Delta DC$ , мм	$\epsilon$ , %	$\Delta n$

**2.задание.** Подключите лампочку через выключатель к источнику тока. С помощью экрана с щелью получите тонкий световой пучок.

**3.задание.** Измерьте показатель преломления стекла относительно воздуха при каком-нибудь угле падения. Результат измерения запишите с учетом вычисленных погрешностей.

**4.задание.** Повторите то же при другом угле падения.

**5. задание.** Сравните результаты, полученные по формулам

$$n_{1пр} - \Delta n_1 < n_1 < n_{1пр} + \Delta n_1,$$
$$n_{2пр} - n_2 < n_2 < n_{2пр} + \Delta n_2.$$

**6. задание.** Произвести расчеты

**7. задание.** Сделать подробный вывод по работе

**8. задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Сформулировать законы отражения и преломления света.
2. Что называется, абсолютным и относительным показателем преломления?
3. От чего зависит абсолютный показатель преломления?
4. Зависит ли показатель преломления - от угла падения, угла преломления, угла отражения, скорости распространения света в среде, от толщины пластинки?
5. В чем заключается физический смысл показателя преломления?

## Лабораторная работа №18

**Тема:** Наблюдение явления интерференции и дифракции.

**Цель работы:** провести наблюдение явлений интерференции световых волн и дифракции

**Техника безопасности**

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимися к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

### теоретический материал

Интерференция световых волн – сложение двух волн, вследствие которого наблюдается устойчивая во времени картина усиления или ослабления результирующих световых колебаний в различных точках пространства. Результат интерференции зависит от угла падения на пленку, ее толщины и длины волны. Усиление света произойдет в том случае, если преломленная отстанет от отраженной на целое число длин волн. Если вторая волна отстанет от первой на половину длину волны или на нечетное число полуволн, то произойдет ослабление света. Дифракция – огибание волнами краев препятствий.

**Оборудование:**

Оптическая скамья, держатель с источником света, держатель с собирающей линзой, рамка со щелями, рамка с дифракционными решетками, рамка с круглым отверстием, поляроиды.

### Ход работы.

#### а) Наблюдение интерференции.

**1. задание.** Поместить источник света в держателе на самом конце скамьи. На источник зафиксировать маску в виде щели, ориентированной вертикально.

**2. задание.** На другом конце скамьи поместить держатель и укрепить на нем рамку с двойной щелью.

**3. задание.** Глядя на светящуюся щель сквозь двойную щель, рассмотреть изображение светящейся щели. Увиденное изображение, зарисовать.

#### б) Наблюдение дифракции.

**4. задание.** На источник света зафиксировать маску в виде круглого отверстия. Ближе к другому концу скамьи поместить держатель с круглым отверстием, а на самом конце скамьи – держатель с собирающей линзой.

**5. задание.** Плавнo перемещая держатель с отверстием вдоль скамьи и рассматривая его через собирающую линзу, добиться получения резкого изображения краев отверстия.

**6. задание.** Наблюдаемую дифракционную картину, зарисовать.

**7. задание.** Сделать подробный вывод по работе

**8. задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. В чем заключается явление дифракции?
2. Как с помощью принципа Гюйгенса можно объяснить дифракцию?
3. Что такое зоны Френеля?
4. Какие должны быть выполнены условия, чтобы можно было наблюдать дифракцию?
5. Почему крылья стрекоз имеют радужную окраску?

#### Лабораторная работа №19.

##### Тема: Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

**Цель урока:** измерить длину световой волны при помощи дифракционной решетки.

##### Техника безопасности

- Перед тем как приступить к работе. Следует внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием. Порядком выполнения работы. материалами и инструментами.
- Нельзя загромождать свое рабочее место оборудованием, не относящимся к выполняемой работе. так как это может стать причиной несчастного случая
- Категорически запрещается выполнять работы, не относящиеся к полученному заданию
- Не разрешается выполнять лабораторную работу одному, обязательно присутствие второго учащегося для оказания помощи работающему пренесчастном случаи
- Учащиеся после окончания работы обязаны привести в порядок свое рабочее место и только после разрешения преподавателя могут выйти из лаборатории.
- Каждый учащийся несет ответственность за личную безопасность и безопасность учащихся в случае невыполнения правил безопасности труда

##### Результат выполнения лабораторной работы

##### Знать;

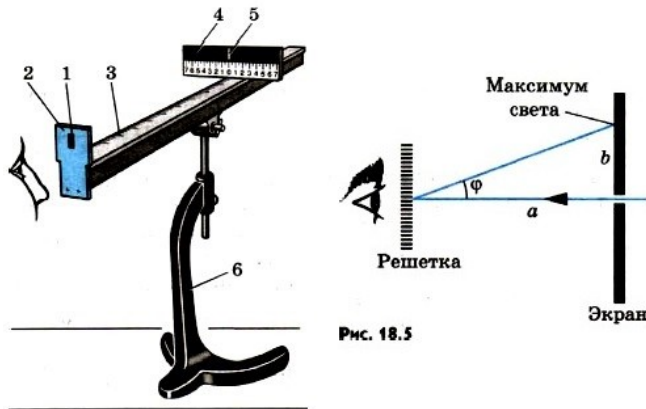
- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов
- смысл физических величин: длина волны, дифракционная решетка,

##### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

## Теоретический материал

В работе для определения длины световой волны используется дифракционная решетка с периодом  $\frac{1}{100}$  мм или  $\frac{1}{50}$  мм (период указан на решетке). Она является основной частью измерительной установки, показанной на рисунке 18.4. Решетка 1 устанавливается в держателе 2, который прикреплен к концу линейки 3. На линейке же располагается черный экран 4 с узкой вертикальной щелью 5 посередине. Экран может перемещаться вдоль линейки, что позволяет изменять расстояние между ним и дифракционной решеткой. На экране и линейке имеются миллиметровые шкалы. Вся установка крепится на штативе 6.



Если смотреть сквозь решетку и прорезь на источник света (лампу накаливания или свечу), то на черном фоне экрана можно наблюдать по обе стороны от щели дифракционные спектры 1-го, 2-го и т. д. порядков.

Длина волны  $\lambda$  определяется по формуле

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k},$$

где  $d$  — период решетки;  $k$  — порядок спектра;  $\varphi$  — угол, под которым наблюдается максимум света соответствующего цвета.

Поскольку углы, под которыми наблюдаются максимумы 1-го и 2-го порядков, не превышают  $5^\circ$ , можно вместо синусов углов использовать их тангенсы. Из рисунка 18.5 видно, что

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{b}{a}.$$

Расстояние  $a$  отсчитывают по линейке от решетки до экрана, расстояние  $b$  — по шкале экрана от щели до выбранной линии спектра.

Окончательная формула для определения длины волны имеет вид

$$\lambda = \frac{db}{ka}.$$

В этой работе погрешность измерений длин волн не оценивается из-за некоторой неопределенности выбора середины части спектра данного цвета.

## Ход работы

**1. задание.** Подготовьте бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений.

**2. задание.** Соберите измерительную установку, установите экран на расстоянии 50 см от решетки.

**3. задание.** Глядя сквозь дифракционную решетку и щель в экране на источник света и перемещая решетку в держателе, установите ее так, чтобы дифракционные спектры располагались параллельно шкале экрана.

**4. задание.** Вычислите длину волны красного цвета в спектре 1-го порядка справа и слева от щели в экране, определите среднее значение результатов измерения.

**5. задание.** Прodelайте то же для фиолетового цвета.

**6. задание.** Сравните полученные результаты с длинами волн красного и фиолетового цвета

7 задание. Произвести расчеты

8 задание. Сделать подробный вывод по работе

9 задание. Ответить на контрольные вопросы

1. Что называется, дисперсией света?
2. Укажите условие максимумов дифракционной решетки.
3. Что называется, периодом дифракционной решетки?
4. Если, прищурив глаз, смотреть на нить лампочки накаливания, то нить кажется окаймленной светлыми бликами. Почему?
5. Чем отличается дифракционный спектр от дисперсионного?

### Практическое занятие № 1

**Тема: Решение задач на относительность движения**

**Цель:** Изучение движения в разных системах отсчета

При подготовке к практической работе по теме «Относительность движения» Необходимо повторить тему «Кинематика» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл. Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы « Относительность движения »: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

**Результат выполнения лабораторной работы**

- ОК.3. анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, неся ответственность за результаты своей работы
- ОК.4. осуществлять поиск информации, необходимый для эффективного выполнения профессиональных задач
- ОК.5. использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности
- ОК.6. работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической физики
- смысл физических величин: скорость, ускорение, перемещение,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам
- осуществлять самостоятельный поиск физической информации с использованием различных источников

**Теоретический материал:**

Закон сложения скоростей ;

Если тело движется относительно некоторой системы координат  $K_1$  со скоростью  $\vec{v}$  и сама система  $K_1$  движется относительно другой системы координат  $K_2$  со скоростью  $\vec{v}_1$ , то скорость тела относительно второй системы равна геометрической сумме скоростей  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}$ .

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{v}.$$

Скорости складываются геометрически, как и все другие векторы.

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

При решении задач на эту тему прежде всего надо грамотно выбрать тело отсчёта, с которым связать неподвижную систему координат. Затем выбрать тело отсчёта, движущееся относительно первого, и связать с ним подвижную систему координат. В этих двух системах рассмотреть движение тела и записать закон сложения скоростей.

1. Два поезда движутся равномерно друг за другом. Скорость первого равна 80 км/ч, а скорость второго — 60 км/ч. Определите скорость второго поезда относительно первого.

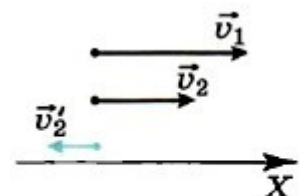


Рис. 1.21

**Решение.** Обозначим скорость первого поезда относительно земли через  $\vec{v}_1$ , а скорость второго поезда — через  $\vec{v}_2$ . Тогда согласно закону сложения скоростей (1.9)

$$\vec{v}_2 = \vec{v}'_2 + \vec{v}_1,$$

где  $\vec{v}'_2$  — искомая скорость второго поезда относительно первого. Отсюда

$$\vec{v}'_2 = \vec{v}_2 - \vec{v}_1.$$

Это сложение скоростей поясняется на рисунке 1.21. Из рисунка видно, что скорость второго поезда относительно первого направлена в сторону, противоположную направлению движения поездов, и второй поезд удаляется от первого. Проекция скорости  $\vec{v}'_2$  на ось OX равна

$$v'_2 = v_2 - v_1 = -20 \text{ км/ч.}$$

2. Скорость течения реки  $v = 1,5$  м/с. Определите модуль скорости  $v_1$  катера относительно воды, если катер движется перпендикулярно к берегу со скоростью  $v_2 = 2$  м/с относительно его.

**Решение.** Согласно закону сложения скоростей (1.9)

$$\vec{v}_2 = \vec{v}'_2 + \vec{v}.$$

Отсюда скорость катера относительно воды

$$\vec{v}'_1 = \vec{v}_1 + \vec{v}.$$

Векторное сложение скоростей  $\vec{v}'_1$  и  $\vec{v}_2$  показано на рисунке 1.22.

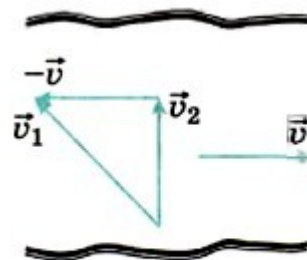


Рис. 1.22

Так как полученный треугольник скоростей прямоугольный, то  $v'_1 = 2,5$  м/с.

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Скорость катера относительно воды равна 36 км/ч, а скорость течения равна 9 км/ч. На одном берегу реки находятся две пристани. Расстояние между ними равно 90 км. Какое время затратит катер на прохождение пути между пристанями по течению и обратно?

2. По двум параллельным железнодорожным путям навстречу друг другу равномерно движутся два поезда со скоростями 72 км/ч и 108 км/ч. Длина первого поезда 900 м, второго — 140 м. В течение какого времени один поезд пройдёт мимо другого?

3. Капли дождя падают отвесно относительно земли со скоростью 35 м/с. Какую наименьшую скорость относительно земли должен иметь автомобиль, чтобы на заднем смотровом стекле, наклонённом под углом  $60^\circ$  к горизонту, не оставалось следов капель? Завихрения воздуха не учитывайте.

4. Эскалатор метро спускает идущего по нему человека вниз за 1 мин. Если человек идёт вдвое быстрее, то он спустится за 45 с. Сколько времени будет спускаться человек, стоящий на эскалаторе?

5. Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один — со скоростью 50 км/ч, а другой — со скоростью 70 км/ч. При этом они

- 1) сближаются
- 2) удаляются
- 3) не изменяют расстояние друг от друга
- 4) могут сближаться, а могут удаляться

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Сформулируйте закон сложения скоростей.
2. Велосипедист движется по дорожке со скоростью  $\vec{v}$ . Чему равна скорость дорожки относительно велосипедиста?
3. Лодка плывёт через реку, выдерживая курс перпендикулярно берегам. Запишите для лодки закон сложения скоростей, связав неподвижную систему координат с водой.
4. Зависит ли траектория движения тела от выбора системы отсчета, в которой рассматривается это движение?

5. 5. Зависит ли ускорение тела от выбора системы отсчета?

### Практическое занятие № 2

**Тема:** Решение задач на равномерное и равноускоренное движение

**Цель:** закрепить знания по теме «Кинематика», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, вывод физической величины из формулы.

При подготовке к практической работе по теме «Равномерное и равноускоренное движение» необходимо повторить тему «Кинематика» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл. Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы «Равномерное и равноускоренное движение»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической физики
- смысл физических величин: скорость, ускорение, перемещение,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал:**

Закон изменения скорости с течением времени при движении с постоянным ускорением в векторном виде:

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

Здесь  $v_0$  - начальная скорость.

Закон движения материальной точки с постоянным ускорением в векторном виде:

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

. Пусть, пройденный телом за время при равноускоренном движении с начальной скоростью и с ускорением :

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} .$$

Удобнее использовать уравнение

$$x = x_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2} ,$$

где  $v_0$  и  $a$  —

модули начальной скорости и ускорения. Очевидно, что в этом уравнении знак «+» берётся тогда, когда направления скорости  $\vec{v}_0$  и ускорения  $\vec{a}$  совпадают с направлением оси OX, знак «—» — когда они направлены в противоположную сторону.

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. Ударом клюшки хоккейной шайбе сообщили скорость  $v_0 = 20$  м/с. Через время  $t = 2$  с скорость шайбы, движущейся прямолинейно, стала равна 16 м/с. Определите ускорение шайбы, считая его постоянным.

**Решение.** Выберем оси координат так, чтобы движение шайбы происходило вдоль какой-нибудь координатной оси, например вдоль оси OX. За положительное направление оси OX примем направление вектора начальной скорости (рис. 1.47). Из определения ускорения следует:  $a_x = (v - v_0)/t = -2$  м/с<sup>2</sup>.

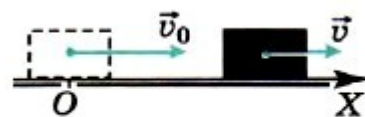


Рис. 1.47

Знак «—» в конечном результате означает, что вектор ускорения направлен в сторону, противоположную положительному направлению оси OX. Модуль же ускорения  $a = |a_x| = |-2$  м/с<sup>2</sup> = 2 м/с<sup>2</sup>.

2. На рисунке 1.48 изображена зависимость проекции скорости от времени.

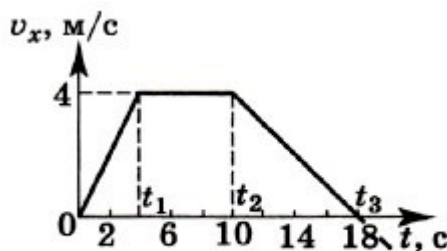


Рис. 1.48

1) Постройте графики зависимости ускорения и перемещения от времени.

2) Определите перемещение за время, равное  $t_3$ .

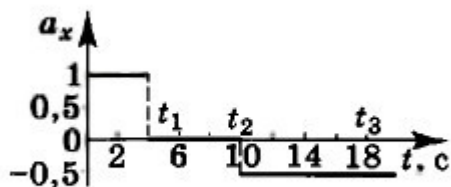
3) Определите среднюю скорость движения за время, равное  $t_3$ .



**Решение.** В течение промежутка времени от 0 до материальная точка движется равноускоренно, так как скорость растёт со временем по линейному закону. Ускорение  $a_{1x} = (v_1 - 0)/t_1 = 1 \text{ м/с}^2$ .

В течение промежутка времени  $\Delta t = t_2 - t_1$  материальная точка движется равномерно:  $v = v_1 = \text{const}$ ,  $a_2 = 0$ . При  $t > t_2$  точка движется равнозамедленно с ускорением  $a_{3x} = (0 - v_1)/(t_3 - t_2) = -0,5 \text{ м/с}^2$ .

а)



б)

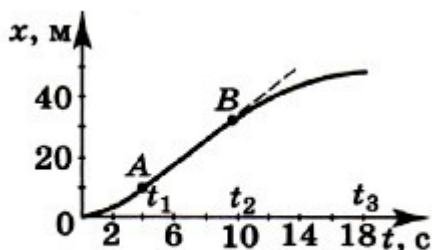


Рис. 1.49

На рисунке (1.49, а) изображён график зависимости  $a_x$  от  $t$ . Зависимость  $x(t)$  в интервале  $0 < t < t_1$  определяется по формуле  $x = 0 + a_{1x}t^2/2$  и при  $t = t_1$ ,  $x_1 = a_{1x}t_1^2/2 = 8 \text{ м}$ . Скорость в момент времени  $t_1$  будет равна  $v_1$ , и тело начнёт двигаться равномерно:

$$x_2 = x_1 + v_{1x}(t_2 - t_1) = 32 \text{ м.}$$

Начиная с  $t = t_2$  тело движется равнозамедленно:

$$x_3 = x_2 + v_{1x}(t_3 - t_2) - a_{3x}(t_3 - t_2)^2/2 = 48 \text{ м.}$$

Средняя скорость движения

$$v_{\text{ср}} = x_3/t_3 \approx 2,7 \text{ м/с.}$$

Перемещение также можно определить как площадь трапеции (см. рис. 1.48):

$$v_3 = v_{1x}t_1/2 + v_{1x}(t_2 - t_1) + v_{1x}(t_3 - t_2)/2 = 48 \text{ м.}$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Тело движется вдоль координатной оси OX. Направления начальной скорости и ускорения совпадают с положительным направлением оси, а их

модули равны  $v_0 = 4 \text{ м/с}$ ,  $a = 2 \text{ м/с}^2$ . Определите скорость через 4 с от начала отсчёта времени.

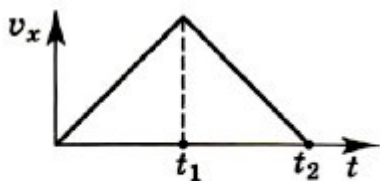


Рис. 1.50

2. В точке с координатой  $x_0 = 10 \text{ м}$  тело имело скорость  $v_0 = 20 \text{ м/с}$ , направленную противоположно положительному направлению оси OX. Ускорение тела направлено противоположно вектору начальной скорости, а его модуль равен  $10 \text{ м/с}^2$ . Определите координату тела в моменты времени 1, 2, 3, 4 с от начала отсчёта.

3. На рисунке 1.50 показан график зависимости проекции скорости тела от времени. Постройте график зависимости модуля перемещения от времени.

4. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением  $a = 0,4 \text{ м/с}^2$ , увеличит свою скорость с  $v_1 = 12 \text{ м/с}$  до  $v_2 = 20 \text{ м/с}$  ?

5. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью  $v_0 = 72 \text{ км/ч}$ , остановился через  $t = 3 \text{ с}$ . Найти тормозной путь.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Что называется ускорением?
2. Куда направлено ускорение, если модуль ее скорости увеличивается?
3. Может ли точка иметь ускорение, если ее скорость равна нулю?

### Практическое занятие № 3

**Тема:** Решение задач на движение по окружности

**Цель:** научить решать задачи на движение тела по окружности

При подготовке к практической работе по теме «Движение по окружности» Необходимо повторить тему «Кинематика» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы «Криволинейное движение»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

### Результат выполнения лабораторной работы

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической физики
- смысл физических величин: линейная скорость, центростремительное ускорение, перемещение,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теоретический материал.

Модуль центростремительного ускорения точки тела, движущейся равномерно по окружности, можно выразить через угловую скорость тела и радиус окружности:

$$a_{цс} = \frac{v^2}{R}, \quad v = \omega R.$$

Следовательно,

$$a_{цс} = \omega^2 R.$$

Запишем все возможные расчётные формулы для центростремительного ускорения:

$$a_{цс} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} R = 4\pi^2 \nu^2 R.$$

1. **Периодом вращения ( $T$ )** называется время одного полного оборота.

2. **Частота вращения ( $n$ )** – число оборотов, которое тело совершает в единицу времени. Измеряется в системе СИ в обратных секундах.

$$[n] = \frac{1}{c} = c^{-1}$$

3. **Угловой скоростью ( $\omega$ )** называют отношение изменения угла, на который повернулось тело, ко времени, за которое этот поворот произошел. Измеряется в системе СИ в радианах, деленных на секунды.

$$[\omega] = \frac{\text{рад}}{c}$$

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

### Примеры решения задач:

1. Два шкива соединены ременной передачей, передающей вращение от одного шкива к другому. Ведущий шкив вращается с частотой  $\nu_1 = 3000$  об/мин, ведомый шкив — с частотой  $\nu_2 = 600$  об/мин. Ведомый шкив имеет диаметр  $D_2 = 500$  мм. Какой диаметр  $D_1$  у ведущего шкива?

**Решение.** Ведущий шкив вращается с угловой скоростью  $\omega_1 = 2\pi\nu_1$ , а ведомый — со скоростью  $\omega_2 = 2\pi\nu_2$ . Скорость приводного ремня равна линейной скорости точек окружностей того и другого шкива:  $v = \omega_1 R_1 = \omega_2 R_2$ .

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\nu_2}{\nu_1}.$$

$$D_1 = D_2 \frac{\nu_2}{\nu_1} = 100 \text{ мм.}$$

Отсюда Следовательно, искомый диаметр

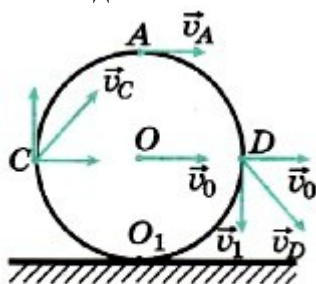


Рис. 1.64

2. Колесо, радиус которого 40 см, катится по горизонтальной дороге со скоростью 2 м/с. Определите скорости относительно дороги точек колеса, находящихся на концах его вертикального и горизонтального диаметров, а также ускорения этих точек.

**Решение.** Точка  $O_1$  неподвижна относительно земли (рис. 1.64), следовательно,  $v_1 = 0$ . Если считать, что через точку  $O_1$  проходит мгновенная ось вращения, то относительно неё

скорости всех точек, согласно уравнению (1.29), будут равны  $v = \omega r$ , где  $r$  — расстояние от точки  $O_1$  до выбранной точки обода. Угловая скорость вращения  $\omega = v_0/R$ .

Тогда  $v_c = v_D = \omega R\sqrt{2} = v_0\sqrt{2} \approx 2,8$  м/с.

Скорость точки  $A$   $v_A = 2\omega R = 2v_0 = 4$  м/с.

Все точки обода относительно оси вращения движутся с одинаковыми линейными скоростями и, следовательно, с одинаковым ускорениями

$$a_{цс} = \frac{v_0^2}{R} = 10 \text{ м/с}^2.$$

Заметим, что эту задачу также можно решить на основе закона сложения скоростей. Так, например, скорость точки  $D$  равна сумме скорости  $\vec{v}_0$  подвижной системы отчёта, связанной с осью колеса, и скорости  $\vec{v}_1$  точки обода  $D$  относительно этой оси.

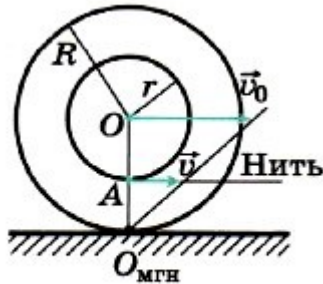


Рис. 1.65

2/Катушка с намотанной на неё нитью может катиться по поверхности горизонтального стола без скольжения. С какой скоростью  $v_0$  и в каком направлении будет перемещаться ось катушки, если конец нити тянуть в горизонтальном направлении со скоростью  $v$ ? Радиус внутренней части катушки  $r$ , внешней —  $R$  (рис. 1.65).

Р е ш е н и е. Скорость  $v$  — скорость движения нити — совпадает со скоростью точки  $A$  внутренней части катушки.  $O_{мгн}$  — мгновенная ось вращения. Угловая скорость относительно мгновенной оси вращения  $\omega = v/(R - r)$ , так как

расстояние  $O_{мгн}A = R - r$ . Отсюда  $v_0 = \omega R = vR/(R - r)$ .

Очевидно, что катушка перемещается в направлении движения конца нити. Скорость перемещения катушки будет больше, чем скорость нити.

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Линейная скорость периферийных точек шлифовального камня не должна превышать 95 м/с. Определите наибольшее допустимое число оборотов в минуту для диска диаметром 30 см.
2. Длина минутной стрелки часов на Спасской башне Московского Кремля 3,5 м. Определите модуль и изменение направления линейной скорости конца стрелки через каждые 15 мин в течение часа.

3. Колесо равномерно вращается с угловой скоростью  $4\pi$  рад/с. За какое время сделает колесо 100 оборотов?

4. К барабану диаметром  $D = 5$  спосле начала равномерного вращения барабана на него намоталось  $l = 0,5$  м прикреплен трос. Через время  $t = 10$  м троса. Чему равна частота вращения барабана?

5. Пропеллер самолета радиусом  $R = 1,5$  м вращается при посадке с частотой  $n = 2^3 \text{ мин}^{-1}$ , посадочная скорость самолета относительно земли  $V = 45$  м/с. Определить скорость точки в конце пропеллера

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Точка движется равномерно по окружности. Постоянна ли её скорость?
2. Постоянно ли ускорение при равномерном движении точки по окружности
3. Куда направлено ускорение конца стрелки часов? Будет ли ускорение перпендикулярно мгновенной скорости?
4. Какое ускорение всегда перпендикулярно мгновенной скорости?

## Практическое занятие № 4

**Тема:** *Расчет движения тел под действием нескольких сил*

**Цель:** закрепить знания по теме «динамика»,

При подготовке к практической работе по теме «Силы в природе» необходимо повторить тему «Динамика» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы « Силы в природе»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической физики
- смысл физических величин: сила, ускорение, перемещение,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал:**

**Виды сил:**

1. *Сила упругости.* Эта сила возникает при деформации тела. Свойство силы упругости  $\vec{F}$  таково, что при небольших деформациях  $\Delta x$ ,  $\vec{F}$  пропорционально  $\Delta x$  и направлена против деформации. Коэффициент пропорциональности к 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 пропорциональной квадрату расстояния

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

$R$  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 притягиваемого 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  $\vec{F}_{\text{тр}}$  называют силу, которая препятствует движению, т.е.

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр max}} = \mu N.$$

направлена против скорости, и равна

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. При опытной проверке закона всемирного тяготения сила взаимодействия между двумя свинцовыми шарами массами  $m_1 = 5 \text{ кг}$  и  $m_2 = 500 \text{ г}$ , расстояние между центрами которых  $r = 7 \text{ см}$ , оказалась равной  $F = 34 \text{ нН}$ . Вычислите по этим данным гравитационную постоянную.

**Решение.** Согласно закону всемирного тяготения 
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}.$$
 Из этого выражения

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

следует, что Подставим в эту формулу результаты опыта, при этом все данные переведем в СИ:  $m_2 = 500 \text{ г} = 5 \cdot 10^{-1} \text{ кг}$ ,  $r = 7 \text{ см} = 7 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ,  $F = 34 \text{ нН} = 3,4 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$ .

Получим  $G = 6,66 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ . Уточнённое значение гравитационной постоянной,

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}.$$

которое входит в таблицы:

2. Вычислите первую космическую скорость для Солнца. Масса Солнца  $2 \cdot 10^{30}$  кг, диаметр Солнца  $1,4 \cdot 10^9$  м.

**Р е ш е н и е.** Спутник движется вокруг Солнца под действием единственной силы — силы тяготения. Согласно второму закону Ньютона запишем:

$$\frac{mv_1^2}{R_C} = G \frac{mM}{R_C^2}.$$

Из этого уравнения определим первую космическую скорость, т. е. минимальную скорость, с которой надо запустить тело с поверхности Солнца, чтобы оно стало его спутником:

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_C}} \approx 437 \text{ км/с}.$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Радиус  $R_1$  Луны примерно в 3,7 раза меньше, чем радиус  $R$  Земли, а масса  $m$  Луны в 81 раз меньше массы  $M$  Земли. Определите ускорение свободного падения тел на поверхности Луны.

2. Предположим, что масса Земли стала в 2 раза, а радиус — в 1,2 раза больше. Определите, во сколько раз изменилась сила тяжести, действующая на тело, находящееся на полюсе.

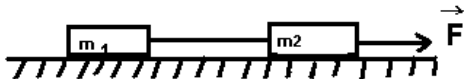
3. При быстром торможении автомобиль начал двигаться по горизонтальной дороге юзом (заторможенные колёса не вращаются, а скользят по дороге). С каким ускорением при этом движется автомобиль и через сколько времени от начала торможения автомобиль остановится, если его начальная скорость  $v_0 = 20$  м/с, а коэффициент трения колёс о дорогу  $\mu = 0,8$ ?

4. Груз массой 97 кг перемещают равномерно по горизонтальной поверхности с помощью верёвки, образующей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Определите силу натяжения верёвки, если коэффициент трения равен 0,2.

5. 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.

Задача 6 Два тела, связанные невесомой нерастяжимой нитью (см. рис.) тянут с силой 15 Н вправо по столу. Массы брусков  $m_1 = 1$  кг и  $m_2 = 4$  кг,  $\mu = 0,1$ .

С каким ускорением движутся бруски? Чему равна сила натяжения нити?



Задача 7 К концам невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через невесомый неподвижный блок без трения в оси, подвешены грузы с массами  $m_1 = 1$  кг и  $m_2 = 2$  кг. Каково ускорение, с которым движется второй груз?

Задача 8 Брусок массой 2 кг скользит по горизонтальной поверхности под действием груза массой 0,5 кг, прикрепленного к концу нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок.

Коэффициент трения бруска о поверхность 0,1. Найти ускорение движения тела и силу натяжения нити. Массами блока и нити, а также трением в б

задача 9 Груз массой 5 кг, связанный нерастяжимой нитью, перекинутой через неподвижный блок, с другим грузом массой 2 кг движется вниз по наклонной плоскости. Найти натяжение нити и ускорение грузов, если коэффициент трения между первым грузом и плоскостью 0,1, угол наклона плоскости к горизонту  $45^\circ$ . Массами нитей и блока, а также трением в блоке пренебречь.

Задача 10 К центру однородного шарика массой  $m = 0,2$  кг приложена сила  $F = 1,5$  Н. Определите модуль и направление силы  $\vec{F}_1$ , которую необходимо приложить к центру шарика помимо

силы  $\vec{F}$ , чтобы шарик двигался с ускорением  $a = 5 \text{ м/с}^2$ , направленным так же, как и сила  $\vec{F}$  (рис.

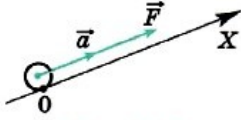


Рис. 2.17

2.17).

Задача 10. Два тела массами  $m_1 = 10 \text{ г}$  и  $m_2 = 15 \text{ г}$  связаны нерастяжимой и невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок, установленный на наклонной плоскости (рис. 2.20).

Плоскость образует с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . Определите ускорение, с которым будут двигаться эти тела. Трение не учитывайте.

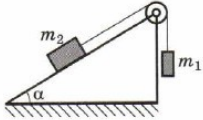


Рис. 2.20

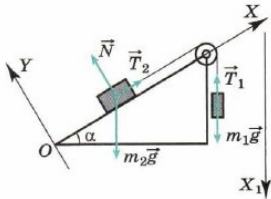


Рис. 2.21

Задача 11. В результате полученного толчка брусок начал скользить вверх по наклонной плоскости из точки  $O$  с начальной скоростью  $v_0 = 4,4 \text{ м/с}$ . Определите положение бруска относительно точки  $O$  через промежуток времени  $t_1 = 2 \text{ с}$  после начала его движения, если угол наклона плоскости к

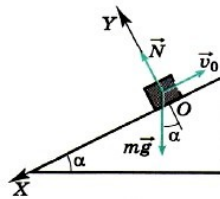


Рис. 2.19

горизонту  $\alpha = 30^\circ$ . Трение не учитывайте.

Задача 12. На полу лифта находится тело массой  $50 \text{ кг}$ . Лифт поднимается так, что за  $3 \text{ с}$  его скорость изменяется от  $8$  до  $2 \text{ м/с}$ . Определите силу давления тела на пол лифта.

Задача 13. Тепловоз на горизонтальном участке пути длиной  $600 \text{ м}$  развивает постоянную силу тяги  $147 \text{ кН}$ . Скорость поезда возрастает при этом от  $36$  до  $54 \text{ км/ч}$ . Определите силу сопротивления движению, считая её постоянной. Масса поезда  $1000 \text{ т}$ .

Задача 14. Жёсткий стержень длиной  $1 \text{ м}$  с прикрепленным к нему шариком массой  $100 \text{ г}$  вращается равномерно в вертикальной плоскости. Определите модуль и направление силы, с которой стержень действует на шарик в верхней точке, при скоростях шарика  $2 \text{ м/с}$  и  $4 \text{ м/с}$ .

Задача 15. Два груза массами  $2 \text{ кг}$  и  $4 \text{ кг}$ , связанные нерастяжимой нитью, поднимают вертикально силой  $84 \text{ Н}$ , приложенной к первому грузу. Определите ускорение, с которым движутся грузы, и силу натяжения нити.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Назовите основные разновидности сил.
2. Что называют состоянием невесомости?

3. Что называется весом тела?
4. Будет ли парашютист во время прыжка находиться в состоянии невесомости?
5. Дайте определение силе трения.

### Практическое занятие №5

**Тема:** Решение задач на применение законов сохранения импульса

**Цель:** Закрепить знания по теме «законы сохранения импульса»

При подготовке к практической работе по теме «Законы сохранения импульса в механике»

Необходимо повторить тему «Законы сохранения импульса в механике» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл. Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы «Законы сохранения импульса в механике»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической физики
- смысл физических величин: импульс, импульс силы, импульс тела,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

#### Теоретический материал:

Закон сохранения импульса целесообразно применять для решения тех задач, в которых требуется определить скорость, а не силу или ускорение.

Для решения задачи нужно записать этот закон в векторной форме:

$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 + \dots$ , где  $\vec{v}_1, \vec{v}_2$  и т. д. — скорости тел системы до взаимодействия, а  $\vec{u}_1, \vec{u}_2$  и т. д. — их скорости после взаимодействия.

После этого векторное уравнение записывается в проекциях на оси выбранной системы координат. Выбор направления осей диктуется удобством решения задачи. Если, например, все тела движутся вдоль одной прямой, то координатную ось целесообразно направить вдоль этой прямой.

При решении некоторых задач приходится использовать дополнительно уравнения кинематики.

**Задача 1.** Два шара, массы которых  $m_1 = 0,5$  кг и  $m_2 = 0,2$  кг, движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу со скоростями  $v_1 = 1$  м/с и  $v_2 = 4$  м/с. Определите их скорость  $v$  после центрального абсолютно неупругого столкновения.

**Решение.** Ось  $Ox$  направим вдоль линии, проходящей через центры движущихся шаров по направлению скорости  $\vec{v}_1$ .

После абсолютно неупругого удара шары движутся с одной и той же скоростью  $\vec{v}$ . Так как вдоль оси  $Ox$  внешние силы не действуют (трения нет), то сумма проекций импульсов на эту ось сохраняется (сумма проекций импульсов обоих шаров до удара равна проекции общего импульса системы после удара):

$$m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = (m_1 + m_2) v_x.$$

Так как  $v_{1x} = v_1$ , а  $v_{2x} = -v_2$ , то

$$v_x = (m_1 v_1 - m_2 v_2) / (m_1 + m_2) \approx -0,4 \text{ м/с.}$$

После удара шары будут двигаться в отрицательном направлении оси  $Ox$  со скоростью  $0,4$  м/с.

**Задача 2.** Два пластилиновых шарика, отношение масс которых  $m_2/m_1 = 4$ , после соударения слиплись и стали двигаться по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью  $u$  (рис. 4.3, вид сверху). Определите скорость более лёгкого шарика до соударения, если он двигался в 3 раза быстрее тяжёлого ( $v_1 = 3v_2$ ), а направления движения шариков были взаимно перпендикулярны. Трением можно пренебречь.

**Решение.** Так как скорости  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$  шариков взаимно перпендикулярны, то оси прямоугольной системы координат удобно направить параллельно этим скоростям.



Согласно закону сохранения импульса имеем

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{u}.$$

Запишем это уравнение в проекциях на оси OX и OY, проведённые так, как показано на рисунке 4.3:

$$\begin{aligned} m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} &= (m_1 + m_2) u_x, \\ m_2 v_{1y} + m_2 v_{2y} &= (m_1 + m_2) u_y. \end{aligned}$$

Так как  $v_{1x} = v_1$ ,  $v_{2x} = 0$ ,  $v_{1y} = 0$ ,  $v_{2y} = v_2$ , то

$$\begin{aligned} u_x &= \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{3}{5} v_2, & u_y &= \frac{m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{4}{5} v_2. \\ u &= \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = v_2. \end{aligned}$$

Модуль скорости и равен

Итак,  $v_2 = u$ , следовательно,  $v_1 = 3u$ .

Можно эту задачу решить так. Импульсы  $\vec{p}_1$  и  $\vec{p}_2$  тел взаимно перпендикулярны, поэтому согласно закону сохранения импульса и теореме Пифагора  $(m_1 v_2)^2 + (m_2 + m_2)^2 = (m_1 + m_2)^2 u^2$ .

Тогда  $u = \frac{\sqrt{(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2}}{(m_1 + m_2)} = \frac{m_1 v_2 \sqrt{3^2 + 4^2}}{5m_1} = v_2$ , и, следовательно,  $v_1 = 3u$ .

**Задача 3.** Компоненты топлива в двигатель ракеты подаются со скоростью  $v_1 = 200$  м/с, а горючий газ выходит из сопла со скоростью  $v_2 = 500$  м/с.

Массовый расход топлива двигателем  $\frac{\Delta m}{\Delta t} = 30$  кг/с. Определите реактивную силу.

**Решение.** Изменение импульса топлива массой  $\Delta m$  за время  $\Delta t$  равно

$$\Delta m v_2 - \Delta m v_1 = F \Delta t.$$

Тогда сила, действовавшая на горючий газ, вырывающийся из сопла ракеты,

$$F = \frac{\Delta m}{\Delta t} (v_2 - v_1).$$

Согласно третьему закону Ньютона сила, действовавшая на топливо, равна по модулю и противоположна по направлению силе, действовавшей на ракету, т. е. реактивной силе  $\vec{F} = -\vec{F}_p$ . Следовательно, искомая сила

$$F_p = \frac{\Delta m}{\Delta t} (v_2 - v_1) = 9000 \text{ Н.}$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

### Задачи для самостоятельного решения

1. Неподвижный вагон массой  $2 \cdot 10^4$  кг сцепляется с платформой массой  $3 \cdot 10^4$  кг. До сцепки платформа имела скорость 1 м/с. Чему равна скорость вагона и платформы после их сцепки?
2. На плот массой 100 кг, имеющий скорость 1 м/с, направленную вдоль берега, прыгает человек массой 50 кг со скоростью 1,5 м/с перпендикулярно берегу. Определите скорость плота с прыгнувшим на него человеком.
3. Будет ли увеличиваться скорость ракеты, если скорость истечения газов относительно ракеты меньше скорости самой ракеты и вытекающие из сопла газы летят вслед за ракетой?
4. Охотник стреляет с лёгкой надувной лодки. Определите скорость лодки после выстрела, если масса охотника 70 кг, масса дроби 35 г и средняя начальная скорость дробинок равна 320 м/с. Ствол ружья во время выстрела образует с горизонтом угол  $60^\circ$ .

**задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

- а. Что называется импульсом системы?
- б. Может ли сохраняться импульс системы, на которую действуют внешние силы?
- в. Какие виды импульсов вы знаете?



- d. Размерность импульса?
- e. Применение импульса ?

### Практическое занятие №6

**Тема:** *Решение задач на определение мощности и к.п.д.*

**Цель:** Закрепить знания по теме «Работа, мощность, к.п.д.»»

При подготовке к практической работе по теме « Работа, мощность, к.п.д.» Необходимо повторить тему « работа, мощность, к.п.д.» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы « раюота, мощность, к.п.д.»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

#### Результат выполнения лабораторной работы

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической физики
- смысл физических величин: работа, мощность, к.п.д.,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов, относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

#### Теоретический материал:

Энергетические характеристики движения вводятся на основе понятия **механической работы** или **работы силы**.

Если действующая на тело сила вызывает его перемещение  $s$ , то действие этой силы характеризуется величиной, называемой **механической работой** (или, сокращенно, просто **работой**).

**Механическая работа  $A$**  - скалярная величина, равная произведению модуля силы  $F$ , действующей на тело, и модуля перемещения  $s$ , совершаемого телом в направлении действия этой силы.

$$A = Fs$$

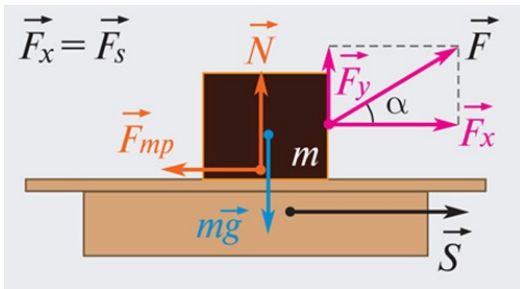
Если направления перемещения тела и приложенной силы не совпадают, то работу можно вычислить как произведение модулей силы и перемещения, умноженному на косинус угла  $\alpha$

между векторами силы  $\vec{F}$  и перемещения  $\vec{s}$

$$A = Fs \cos \alpha$$

Работа является скалярной величиной. Она может быть как положительной ( $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ ), так и отрицательной ( $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ ). При  $\alpha = 90^\circ$  работа, совершаемая силой, равна нулю. В системе СИ работа измеряется в **джоулях (Дж)**.

Джоуль равен работе, совершаемой силой в 1 Н на перемещении 1 м в направлении действия силы.



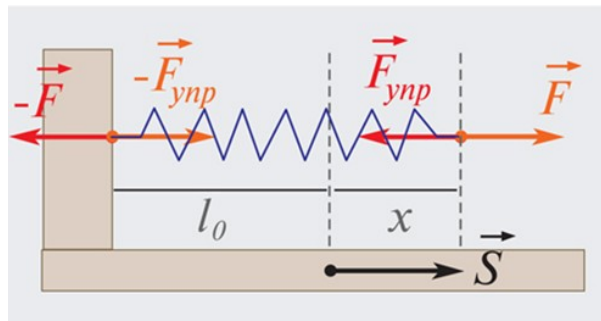
Работа силы  $\vec{F}$   $A = F s \cos \alpha = F_s$

Если проекция  $\vec{F}_s$  силы  $\vec{F}$  на направление перемещения  $\vec{s}$  не остается постоянной, работу следует вычислять для малых перемещений  $\Delta s_i$  и суммировать результаты:

$$A = \sum_i \Delta A_i = \sum_i F_{si} \Delta s_i$$

Это сумма в пределе ( $\Delta s_i \rightarrow 0$ ) переходит в интеграл.

Примером силы, модуль которой зависит от координаты, может служить сила упругости пружины, подчиняющаяся закону Гука. Для того, чтобы растянуть пружину, к ней нужно приложить внешнюю силу  $\vec{F}$  модуль которой пропорционален удлинению пружины (рис. 1.18.3).



Растянутая пружина. Направление внешней силы  $\vec{F}$  совпадает с направлением перемещения  $\vec{s}$ :

$$F_s = kx$$

$k$  – жесткость пружины.  $\vec{F}_{упр} = -\vec{F}$

$$A = \frac{kx^2}{2}$$

Этой же формулой выражается работа, совершенная внешней силой при сжатии пружины. В обоих случаях работа упругой силы  $\vec{F}_{упр}$  равна по модулю работе внешней силы  $\vec{F}$  и противоположна ей по знаку.

Если к телу приложено несколько сил, то общая работа всех сил равна алгебраической сумме работ, совершаемых отдельными силами. При поступательном движении тела, когда точки приложения всех сил совершают одинаковое перемещение, общая работа всех сил равна работе **равнодействующей приложенных сил**.

### Мощность

Работа силы, совершаемая в единицу времени, называется **мощностью**. Мощность  $N$  это физическая величина, равная отношению работы  $A$  к промежутку времени  $t$ , в течение которого совершена эта работа:

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

В Международной системе (СИ) единица мощности называется **ватт (Вт)**. Ватт равен

мощности силы, совершающей работу в 1 Дж за время 1 с.  $1\text{Вт} = \frac{1\text{Дж}}{1\text{с}}$

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

- f. Что называется механической работой и мощностью?
- g. От каких параметров зависит механическая работа?
- h. Как объяснить размерность мощности «лошадиная сила»?
- i. К,П,Д, расшифровка и размерность?

### Практическое занятие №7

**Тема:** Решение задач на применение законов сохранения энергии

**Цель:** Закрепить знания по теме «законы сохранения в механике»

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической физики
- смысл физических величин: импульс, импульс силы, импульс тела,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал:**

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:

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

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. Мяч брошен с высоты 1 м под углом 60° к горизонту со скоростью 4 м/с. Определите максимальную высоту подъёма мяча над поверхностью Земли. Силу сопротивления при движении мяча не учитывайте.

**Решение.** Выберем нулевой уровень потенциальной энергии на поверхности Земли (рис. 5.16). В момент броска в начальном положении 1 мяч обладает кинетической и потенциальной энергиями:

$$E_1 = E_{k1} + E_{п1} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh_0.$$

В момент максимальной высоты  $h_{max}$  подъёма скорость мяча направлена горизонтально. Горизонтальная составляющая скорости при движении мяча остаётся постоянной и равной  $v_x = v_0 \cos \alpha$ .

Механическая энергия в положении 2:  $E_2 = E_{k2} + E_{п2} = (mv_0^2 \cos^2 \alpha) / 2 + mgh_{max}$ .

Так как по условию задачи силой сопротивления можно пренебречь, то считаем, что на мяч действует только консервативная сила — сила тяжести, и, следовательно, полная механическая энергия мяча сохраняется:

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = \frac{mv_0^2 \cos^2 \alpha}{2} + mgh_{max}.$$

$$h_{max} = h_0 + \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha = 1,6 \text{ м.}$$

Тогда максимальная высота  $h_{max}$ :

2. Определите скорости двух шаров массами  $m_1$  и  $m_2$  после центрального абсолютно упругого удара. Скорости шаров до удара  $v_1$  и  $v_2$  соответственно.

**Решение.** Закон сохранения импульса системы имеет вид

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2, \quad (1)$$

где  $\vec{u}_1$  и  $\vec{u}_2$  — скорости шаров после удара.

Запишем уравнение (1) в проекции на ось X (рис. 5.18) (предположим, что шары после удара разлетаются в разные стороны):

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = -m_1 u_1 + m_2 u_2. \quad (2)$$

Запишем закон сохранения энергии:

$$m_1 v_1^2 / 2 + m_2 v_2^2 / 2 = m_1 u_1^2 / 2 + m_2 u_2^2 / 2. \quad (3)$$

Уравнения (2) и (3) образуют систему двух уравнений относительно двух неизвестных  $u_1$  и  $u_2$ . Перенесём все члены системы, содержащие  $m_1$ , в левую часть уравнения, а содержащие  $m_2$ , в правую:  $m_1(v_1 + u_1) = m_2(v_2 + u_2)$ ,  $m_1(v_1^2 - u_1^2) = m_2(u_2^2 - v_2^2)$ .

Очевидно, что  $u_1 \neq -v_1$  и  $u_2 \neq -v_2$ , так как скорости шаров после соударения должны измениться. Разделив левые и правые части равенств одно на другое, получим  $v_1 - u_1 = v_2 - u_2$ , откуда  $u_2 = v_1 + v_2 - u_1$ .

Подставив  $u_2$  в уравнение (2), получим уравнение относительно  $u_1$ :

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = -m_1 u_1 + m_2 v_1 + m_2 v_2 - m_2 u_1.$$

Окончательно

$$u_1 = \frac{2m_2 v_2 + v_1(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2}; \quad u_2 = \frac{2m_1 v_1 + v_2(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}.$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Определите суммарную работу сил, которая будет совершена, если сила, равная 3 Н, поднимет груз массой 100 г на высоту 5 м.
2. Груз массой 97 кг перемещают с помощью верёвки с постоянной скоростью по горизонтальной поверхности. Угол между верёвкой и этой поверхностью равен 30°. Коэффициент трения равен 0,2. Определите работу силы натяжения верёвки на пути 100 м.

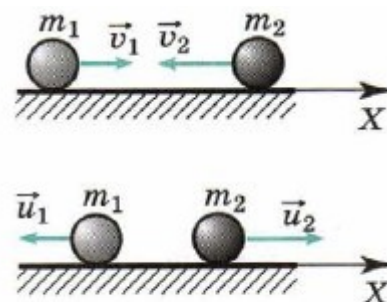


Рис. 5.18

3. С какой скоростью двигался вагон массой 20 000 кг по горизонтальному пути, если при ударе о преграду каждая пружина буфера сжалась на 10 см? Известно, что для сжатия пружины буфера на 1 см требуется сила 10 000 Н. Вагон имеет два буфера.
4. Автомобиль, имеющий массу 1 т, трогается с места и, двигаясь равноускоренно, проходит путь 20 м за время 2 с. Какую мощность при этом развивает двигатель автомобиля?
5. В проплывающую под мостиком лодку массой 150 кг опускают с мостика груз массой 50 кг. Какова будет после этого скорость лодки. Если ее начальная скорость 4 м/с? Сопротивлением воды можно пренебречь.

### Практическое занятие №8

**Тема:** *Решение задач на механические колебания и волны*

**Цель:** закрепить знания по теме «колебания и волны»

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической физики
- смысл физических величин: период, частота, длина волны, скорость

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

#### **Теоретический материал:**

Колебания различной природы (механические, электрические и др.) описываются одинаковыми уравнениями. Различают свободные, затухающие и вынужденные колебания

Решение уравнения, описывающего свободные колебания, выражается через косинус:  $x = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$  — или синус.

Колебания, происходящие по закону косинуса или синуса, называются гармоническими.

Величина  $\omega_0$  называется циклической частотой колебаний и выражается через частоту колебаний  $\nu$  так:

$$\omega_0 = 2\pi\nu.$$

Промежуток времени, за который система совершает одно полное колебание, называется периодом колебаний. Период можно выразить через циклическую частоту:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0}.$$

Величину, стоящую под знаком косинуса или синуса, называют фазой колебаний. Фаза определяет положение колеблющегося тела в произвольный момент времени при заданной амплитуде колебаний.

Собственная циклическая частота колебаний груза, прикрепленного к пружине, зависит от его массы  $m$  и жесткости пружины  $k$ :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Собственная циклическая частота колебаний математического маятника определяется формулой

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}},$$

где  $g$  — ускорение свободного падения, а  $l$  — длина маятника. Частота (как и период) гармонических колебаний не зависит от амплитуды.

Энергия колеблющегося тела при отсутствии сил трения сохраняется:

$$W = \frac{mv_x^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_m^2}{2} = \frac{kx_m^2}{2}.$$

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

### Примеры решения задач:

1. Сколько колебаний совершает математический маятник длиной  $l = 4,9$  м за время  $t = 5$  мин?  
Решение. Период колебаний определяется по формуле

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

Искомое число колебаний можно найти так:

$$n = \frac{t}{T} = \frac{t}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \approx 68.$$

2. Вертикально подвешенная пружина растягивается прикрепленным к ней грузом на  $\Delta l = 0,8$  см. Чему равен период  $T$  свободных колебаний груза? (Массой пружины пренебречь.)

Решение. Период колебаний груза, прикрепленного к пружине, определяется формулой

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}},$$

где  $m$  — масса груза;  $k$  — жесткость пружины. На груз действуют сила тяжести  $\vec{F}_T$  и сила упругости  $\vec{F}_{\text{уп}}$ . Когда груз находится в равновесии, эти силы равны по модулю:

$$F_T = F_{\text{уп}}.$$

Так как  $F_T = mg$  и  $F_{\text{уп}} = k\Delta l$  (закон Гука), то  $mg = k\Delta l$ , откуда  $\frac{m}{k} = \frac{\Delta l}{g}$ .  
Следовательно,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}} \approx 0,2 \text{ с.}$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

#### Задачи для самостоятельного решения:

1. Груз массой 100 г совершает колебания с частотой 2 Гц под действием пружины. Определите жесткость пружины.
2. В Санкт-Петербурге в Исаакиевском соборе висел маятник Фуко, длина которого была равна 98 м. Чему был равен период колебаний маятника?
3. Тело массой 200 г совершает колебания в горизонтальной плоскости с амплитудой 2 см под действием пружины жесткостью 16 Н/м. Определите циклическую частоту колебаний тела и энергию системы.
4. Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн 1,2 м. Какова скорость распространения волны?
5. По поверхности жидкости распространяется волна со скоростью 2,4 м/с при частоте 2 Гц. Какова разность фаз для точек, лежащих на одном луче и отстоящих друг от друга на 90 см?

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради четко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Какие колебания называют гармоническими?
2. Как связаны ускорение и координата при гармонических колебаниях?
3. Как связаны циклическая частота колебаний и период колебаний?
4. Почему частота колебаний тела, прикрепленного к пружине, зависит от его массы, а частота колебаний математического маятника от массы не зависит?

### Практическое занятие №9

## Тема: Расчетные задачи уравнения состояния идеального газа

Цель: Закрепить знания по теме «уравнение состояния»

### Результат выполнения лабораторной работы

Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов молекулярной физики
- смысл физических величин: давление, объем, температура, молярная масса

Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теоретический материал

Если индексом 1 обозначить параметры, относящиеся к первому состоянию, а индексом 2 — параметры, относящиеся ко второму состоянию, то согласно уравнению для газа данной массы

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{m}{M} R \quad \text{и} \quad \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{m}{M} R.$$

Правые части этих уравнений одинаковы, следовательно, должны быть равны и их левые части:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \text{const.} \quad (10.5)$$

Известно, что один моль любого газа при нормальных условиях ( $p_0 = 1 \text{ атм} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ,  $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  или  $T = 273 \text{ К}$ ) занимает объём 22,4 л. Для одного моля газа, согласно соотношению (10.5), запишем:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3}}{273} \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{моль} \cdot \text{К}} = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}.$$

Мы получили значение универсальной газовой постоянной  $R$ .

$$\frac{pV}{T} = R.$$

Таким образом, для одного моля любого газа

Уравнение состояния идеального газа произвольной массы

$$pV = \frac{m}{M} RT. \quad (10.4)$$

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

### Примеры решения задач:

1. Определите температуру кислорода массой 64 г, находящегося в сосуде объёмом 1 л при давлении  $5 \cdot 10^6 \text{ Па}$ . Молярная масса кислорода  $M = 0,032 \text{ кг/моль}$ .

Р е ш е н и е. Согласно уравнению Менделеева—Клапейрона  $pV = \frac{m}{M} RT$ .

Отсюда температура кислорода  $T = \frac{pVM}{mR} = 300 \text{ К}$ .

2. Определите плотность азота при температуре 300 К и давлении 2 атм. Молярная масса азота  $M = 0,028 \text{ кг/моль}$ .

Р е ш е н и е. Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона:  $pV = \frac{m}{M} RT$ .

Разделив на объём левую и правую части равенства, получим

$$p = \frac{m}{VM} RT = \frac{\rho}{M} RT, \quad \text{откуда} \quad \rho = \frac{pM}{RT} \approx 2,28 \text{ кг/м}^3.$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

### Задачи для самостоятельного решения:

1. Чему равен объём идеального газа в количестве одного моля при нормальных условиях?
2. Определите массу воздуха в классе размером 6х8х3 м при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении. Молярную массу воздуха примите равной 0,029 кг/моль.
3. В баллоне вместимостью 0,03 м<sup>3</sup> находится газ под давлением  $1,35 \cdot 10^6 \text{ Па}$  при температуре 455 °С. Какой объём занимал бы этот газ при нормальных условиях ( $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $p = 101\,325 \text{ Па}$ )?

4. Выразите среднюю квадратичную скорость молекулы через универсальную газовую постоянную и молярную массу.

5. При переходе газа определённой массы из одного состояния в другое его давление уменьшается, а температура увеличивается. Как изменяется его объём?

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Что называют уравнением состояния?
2. Какая форма уравнения состояния содержит больше информации: уравнение Клапейрона или уравнение Менделеева — Клапейрона?
3. Почему газовая постоянная  $R$  называется универсальной?
4. Сформулируйте закон Дальтона.
5. Назовите макро и микропараметры.

## Практическое занятие №10

**Тема:** *Графические задачи на изопроцессы*

**Цель:** Графическое представление изопроцессов

При подготовке к практической работе по теме «Изопроцессы» Необходимо повторить тему «Молекулярная физика» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы «Изопроцессы»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов молекулярной физики
- смысл физических величин: давление, объём, температура

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал:**



Название процесса	Постоянный параметр	Формула газового закона	Название газового закона	Графическое представление газового закона
Изотермический	T температура	$p \cdot V = \text{const}$ $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = \dots$	Бойля – Мариотта	
Изобарный	p давление	$\frac{V}{T} = \text{const}$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots$	Гей-Люссака	
Изохорный	V объём	$\frac{p}{T} = \text{const}$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \dots$	Шарля	

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. Выведите уравнение Клапейрона при переходе газа из состояния 1 ( $p_1, V_1, T_1$ ) в состояние 2 ( $p_2, V_2, T_2$ )

**Решение.** Переведём газ из состояния 1 в состояние 2, совершив два процесса: изотермический из состояния 1 в состояние 1', поддерживая постоянную температуру  $T_1$ , и изобарный из состояния 1' в состояние 2, поддерживая постоянным давление  $p_2$  (рис. 10.6, б).

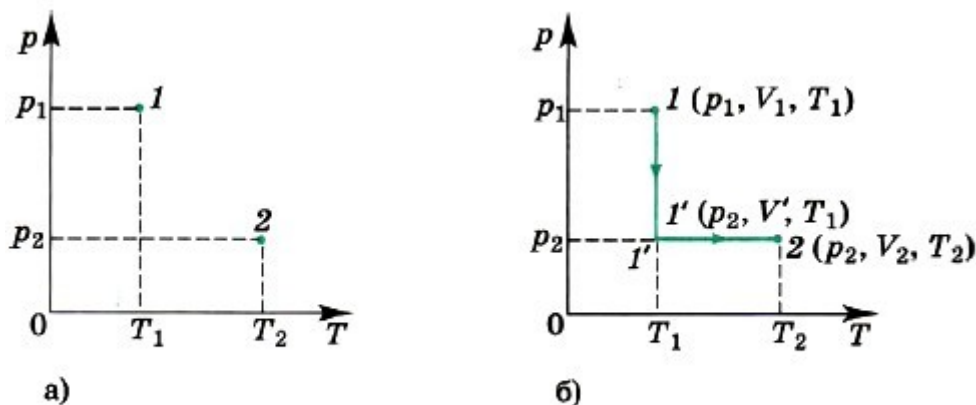


Рис. 10.6

Согласно закону Бойля—Мариотта запишем:  $p_1 V_1 = p_2 V'$ , согласно закону Гей-

Люссака  $\frac{V'}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ . Выразив из первого и второго уравнений  $V'$  и приравняв правые части

$$\frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{V_2 T_1}{T_2}$$

полученных равенств, запишем: Перенеся параметры с индексом 1 в левую часть, а

$$\frac{p_1 V_1}{T_2} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

параметры с индексом 2 в правую, получим уравнение Клапейрона. Для вывода уравнения мы использовали два экспериментально установленных закона: изотермический и изобарный.

2. На рисунке (10.8, а) изображён график перехода газа из состояния А в состояние В в координатах  $p, V$ . Постройте график этого перехода в координатах  $p, T$  и  $V, T$ .

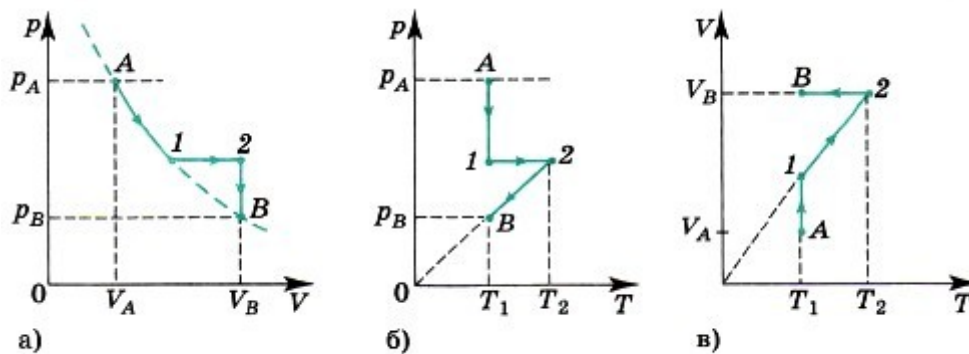


Рис. 10.8

**Решение.** Сначала построим график перехода в координатах  $p, T$ . Поставим точку, соответствующую состоянию А газа (рис. 10.8, б). Процесс А—1 изотермический. При этом давление газа уменьшается. Процесс 1—2 изобарный. Построим отрезок, параллельный оси абсцисс. Процесс 2—В изохорный, при этом температура газа уменьшается. Начертим изохору, проходящую через точку 2. Конечное состояние соответствует давлению  $p_B$ .

Аналогично строим переход в координатах  $V, T$  (рис. 10.8, в). При процессе А—1 объём газа увеличивается при постоянной начальной температуре. При процессе 1—2 объём увеличивается при постоянном давлении. Изобара проходит через начало координат. Конечное состояние соответствует объёму  $V_B$ . Затем процесс изохорный, при этом температура газа понижается.

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Постройте изохоры для кислорода массой 16 г и объёмом 1 л в координатах  $p, V$ ;  $V, T$  и  $p, T$ .
2. На рисунке 10.9 представлен график изменения состояния идеального газа в координатах  $V, T$ . Представьте этот процесс на графиках в координатах  $p, V$  и  $p, T$ .
3. Начертите графики зависимости плотности газа от температуры при изобарном процессе и плотности газа от давления при изохорном процессе. Масса газа постоянна.
4. Постройте изобары для водорода массой 2 г при нормальном атмосферном давлении  $p_0$  в координатах  $p, T$ ;  $p, V$ ;  $V, T$ .

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Вы надули щёки. При этом и объём, и давление воздуха у вас во рту увеличиваются. Как это согласовать с законом Бойля—Мариотта?
2. Как можно осуществить изотермический, изобарный и изохорный процессы? Какое состояние системы (газа) считается равновесным?
3. Как качественно объяснить газовые законы на основе молекулярно-кинетической теории?
4. Каковы нормальные условия для идеального газа?

Начертите две изотермы для разных температур.

### Практическое занятие №11

**Тема:** Решение задач на влажность воздуха, насыщенный пар

**Цель:** Научиться определять давление насыщенного пара

При подготовке к практической работе по теме «Влажность воздуха, насыщенный пар» Необходимо повторить тему «Взаимное превращение жидкости и газа» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы «Влажность воздуха, насыщенный пар»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net)

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов молекулярной физики
- смысл физических величин: относительная влажность, парциальное давление, насыщенный пар,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теоретический материал

При решении задач надо иметь в виду, что давление и плотность насыщенного пара не зависят от его объема, а зависят только от температуры. Уравнение состояния идеального газа приближенно применимо и для описания насыщенного пара. Но при сжатии или нагревании насыщенного пара его масса не остается постоянной. При решении некоторых задач могут понадобиться значения давления насыщенного пара при некоторых температурах. Эти данные нужно брать из таблицы. **Абсолютная влажность** показывает, сколько граммов водяного пара содержится в  $1 \text{ м}^3$  воздуха. Соответственно, единица измерения абсолютной

влажности –  $\frac{\Gamma}{\text{м}^3}$ . Оба упомянутых показателя влажности связаны уравнением Менделеева – Клапейрона.

$$P = \frac{pRT}{M} \frac{\Gamma}{M} \text{ – молярная масса водяного пара; } T \text{ – его абсолютная температура}$$

**Относительной влажностью**  $\varphi$  воздуха называют выраженное в процентах отношение давления  $P$  водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению  $P_0$  насыщенного пара при той же температуре:

$$\varphi = \frac{P}{P_0} \cdot 100 \%$$

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

**1.** Закрытый сосуд объемом  $V_1 = 0,5 \text{ м}^3$  содержит воду массой  $m = 0,5 \text{ кг}$ . Сосуд нагрели до температуры  $t = 147 \text{ }^\circ\text{C}$ . На сколько следует изменить объем сосуда, чтобы в нём содержался только насыщенный пар? Давление насыщенного пара  $p_{\text{н.п}}$  при температуре  $t = 147 \text{ }^\circ\text{C}$  равно  $4,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

**Решение.** Насыщенный пар при давлении  $p_{\text{н.п}}$  занимает объем, равный  $V = \frac{mRT}{p_{\text{н.п}}M} \approx 0,2 \text{ м}^3$ , где  $M = 0,018 \text{ кг/моль}$  — молярная масса воды. Объем сосуда  $V_1 > V$ , а значит, пар не является насыщенным. Для того чтобы пар стал насыщенным, объем сосуда следует уменьшить на

$$\Delta V = V_1 - V = V_1 - \frac{mRT}{p_{\text{н.п}}M} = 0,3 \text{ м}^3.$$

**Задача 2.** Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде при температуре  $t_1 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$  равна  $\varphi_1 = 84 \%$ , а при температуре  $t_2 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$  равна  $\varphi_2 = 30 \%$ . Во сколько раз давление насыщенного пара воды при температуре  $t_2$  больше, чем при температуре  $t_1$ ?

**Решение.** Давление водяного пара в сосуде при  $T_1 = 278 \text{ К}$  равно  $p_1 = \frac{\varphi_1}{100 \%} p_{\text{н.п}1}$ , где  $p_{\text{н.п}1}$  — давление насыщенного пара при температуре  $T_1$ . При температуре  $T_2 = 295 \text{ К}$  давление  $p_2 = \frac{\varphi_2}{100 \%} p_{\text{н.п}2}$ .

Так как объем постоянен, то по закону Шарля  $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$ .

$$\frac{p_{\text{н.п}2}}{p_{\text{н.п}1}} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} \frac{T_2}{T_1} \approx 3.$$

Отсюда

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения :**

1. В комнате с закрытыми окнами при температуре  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  относительная влажность  $\varphi = 10\%$ . Чему станет равна относительная влажность, если температура в комнате повысится на  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Давление насыщенного пара при  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$   $p_{\text{н.п1}} = 12,8\text{ мм рт. ст.}$ , а при  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$   $p_{\text{н.п2}} = 23,8\text{ мм рт. ст.}$

2. Относительная влажность воздуха в помещении  $60\%$ , температура  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . До какой температуры надо охладить металлический предмет, чтобы его поверхность запотела?

3. При температуре  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  относительная влажность в комнате  $\varphi_1 = 20\%$ . Определите массу воды, которую нужно испарить для увеличения влажности до  $\varphi_2 = 50\%$ , если объём комнаты  $V = 40\text{ м}^3$ . Плотность насыщенного пара воды при температуре  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  равна  $\rho_{\text{н.п}} = 1,73 \cdot 10^{-2}\text{ кг/м}^3$ .

4. Смешали воздух объёмом  $5\text{ м}^3$  и относительной влажностью  $22\%$  при температуре  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  с воздухом с относительной влажностью  $46\%$  при температуре  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Определите относительную влажность смеси, если её объём  $8\text{ м}^3$ .

5. Температура воздуха вечером была  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $65\%$ . Ночью температура воздуха понизилась до  $9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Выпала ли роса? Если выпала, то сколько водяного пара конденсировалось из воздуха объёмом  $1\text{ м}^3$ ? При  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  плотность насыщенного пара  $15,4\text{ г/м}^3$ , при  $9\text{ }^{\circ}\text{C}$  —  $8,8\text{ г/м}^3$ .

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Какую величину измеряют с помощью психрометра?
2. Как будет меняться температура кипения воды, если сосуд с водой опускать в глубокую шахту?
3. Чему равна плотность пара в пузырьках, поднимающихся к поверхности воды, кипящей при атмосферном давлении?
4. На улице моросит холодный осенний дождь. В комнате развешено выстиранное бельё. Высохнет ли бельё быстрее, если открыть форточку?
5. Дайте определение относительной влажности.

### Практическое занятие №12

**Тема:** Решение задач на механические свойства твердого тела

**Цель:** Применение закона Гука

При подготовке к практической работе по теме «Механические свойства твердого тела»

Необходимо повторить тему «Силы в механике» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б.,

Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы «

Силы упругости. Закон Гука»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов классической физики
- смысл физических величин: сила трения, сила упругости, ускорение, перемещение,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал:**

При решении задач по этой теме надо иметь в виду, что закон Гука справедлив только при упругих деформациях тел.

Сила упругости не зависит от того, какая происходит деформация: сжатия или растяжения, она одинакова при одинаковых  $\Delta l$ . Кроме этого, считается, что сила упругости вдоль всей пружины одинакова, так как масса пружины обычно не учитывается.

Закон Гука: при упругой деформации растяжения или сжатия модуль силы упругости прямо пропорционален модулю изменения длины тела:

$$F = k|\Delta l| = k|x|.$$

Коэффициент пропорциональности  $k$  называют коэффициентом упругости или жёсткостью. Учитывая, что координата  $x$  и проекция силы упругости деформированного тела  $F_x$  на ось  $X$  имеют противоположные знаки, можно также записать:

$$F_x = -kx.$$

Эта закономерность хорошо выполняется только при упругих деформациях, при которых удлинение  $x$  тела мало. Она наблюдается при растяжении стержней из стали, чугуна, алюминия и других твёрдых упругих тел. Закону Гука подчиняется также деформация упругой пружины.

На рисунке 3.14 показана зависимость модуля силы упругости деформированного тела от абсолютного значения его растяжения  $|x|$ , а на рисунке 3.15 — зависимость проекции силы упругости  $F_x$  того же тела от значения  $x$ .

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

### Примеры решения задач:

1. При помощи пружинного динамометра поднимают с ускорением  $a = 2,5 \text{ м/с}^2$ , направленным вверх, груз массой  $m = 2 \text{ кг}$ . Определите модуль удлинения пружины динамометра, если её жёсткость  $k = 1000 \text{ Н/м}$ .

**Решение.** Согласно закону Гука, выражающему связь между модулем внешней силы  $\vec{F}$ , вызывающей растяжение пружины, и её

удлинением, имеем  $F = k\Delta l$ . Отсюда 
$$\Delta l = \frac{F}{k}.$$

Для нахождения силы  $\vec{F}$  воспользуемся вторым законом Ньютона. На груз, кроме силы тяжести  $m\vec{g}$ , действует сила упругости пружины, равная по модулю  $F$  и направленная вертикально вверх.

Согласно второму закону Ньютона  $m\vec{a} = F + m\vec{g}$ .

Направим ось  $OY$  вертикально вверх так, чтобы пружина была расположена вдоль этой оси (рис. 3.16). В проекции на ось  $OY$  второй закон Ньютона можно записать в виде  $ma_y = F_y + mg_y$ .

Так как  $a_y = a$ ,  $g_y = -g$  и  $F_y = F$ , то  $F = ma + mg = m(a + g)$ .

Следовательно,

$$\Delta l = \frac{m(a+g)}{k} \approx 2,5 \text{ см.}$$

2. К потолку подвешены последовательно две невесомые пружины жёсткостями  $60 \text{ Н/м}$  и  $40 \text{ Н/м}$ . К нижнему концу второй пружины прикреплен груз массой  $0,1 \text{ кг}$ . Определите жёсткость воображаемой пружины, удлинение которой было бы таким же, как и двух пружин при подвешивании к ней такого же груза (эффективную жёсткость).

**Решение.** Так как весом пружин можно пренебречь, то очевидно, что силы натяжения пружин равны (рис. 3.18). Тогда согласно закону Гука

$$F_{\text{упр1}} = F_{\text{упр2}}; k_1x_1 = k_2x_2. \quad (1)$$

На подвешенный груз действуют две силы — сила тяжести и сила натяжения второй пружины.

Условие равновесия груза запишем в виде  $mg = k_2x_2$ .

$$x_2 = \frac{mg}{k_2} = 0,025 \text{ (м)} = 2,5 \text{ см.}$$

Из этого уравнения найдём удлинение

Подставив выражение для  $x_2$  в уравнение (1), получим для

$$x_1 = \frac{mg}{k_1} = 0,017 \text{ (м)} = 1,7 \text{ см.}$$

удлинения

Определим теперь эффективную жёсткость. Запишем закон Гука для воображаемой пружины:

$$k_{\text{эфф}}x = mg, \text{ или } x = x_1 + x_2 = \frac{mg}{k_{\text{эфф}}}. \quad (2)$$

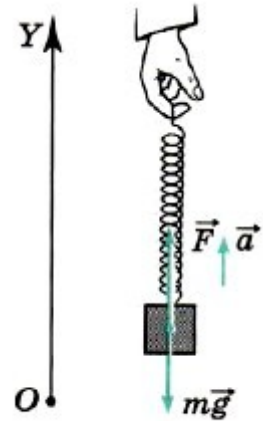


Рис. 3.16

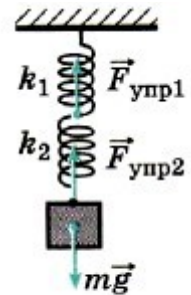


Рис. 3.18

Подставив в формулу (2) выражения для удлинений  $x_1$  и  $x_2$  пружин,

$$k_{\text{эфф}} = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} = 24 \text{ Н/м.}$$

получим

$$\frac{mg}{k_1} + \frac{mg}{k_2} = \frac{mg}{k_{\text{эфф}}}.$$

Для эффективной жёсткости получим выражение

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. К динамометру привязан груз массой 2 кг. Динамометр с грузом опускают с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ . Жёсткость пружины  $10^3 \text{ Н/м}$ . Определите модуль растяжения пружины динамометра.

2. К бруску массой 1 кг, находящемуся на гладкой горизонтальной поверхности, прикреплены две пружины. Жёсткость правой пружины  $2 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ , левой — в 2 раза меньше. Чему равно отношение удлинений пружин в случае, когда брусок неподвижен?

3. Ящик массой 100 кг удерживается на наклонной плоскости на высоте 0,5 м закреплённой у основания пружиной, жёсткость которой равна  $10^4 \text{ Н/м}$ . Определите длину пружины в недеформированном состоянии. Угол у основания наклонной плоскости равен  $30^\circ$ . Трением можно пренебречь.

4. К нижнему концу лёгкой пружины подвешены связанные невесомой нитью грузы: верхний массой  $m_1 = 0,5 \text{ кг}$  и нижний массой  $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ . Нить, соединяющую грузы, пережигают. Определите проекцию ускорения на направленную вниз ось  $OY$ , с которым начнёт двигаться верхний груз.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

- При каком условии появляются силы упругости?
- При каких условиях выполняется закон Гука?
- Объясните, почему рессоры уменьшают тряску автомобиля.
- Каким образом возникают деформации тел?
- Почему безопасен прыжок акробата на сетку батута ?

### Практическое занятие №13

**Тема:** Решение задач на первый закон термодинамики

**Цель:** Научиться выделять параметры системы

При подготовке к практической работе по теме «Внутренняя энергия, работа газа» Необходимо повторить тему «Термодинамика» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы «Внутренняя энергия, работа газа»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

**Результат выполнения лабораторной работы**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов термодинамики
- смысл физических величин: внутренняя энергия, работа, количество теплоты, масса, температура,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал:**

Формула для внутренней энергии идеального газа:

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT. \quad (13.1)$$

Работа газа:  $A' = p(V_2 - V_1) = p\Delta V > 0$ .

При расширении газ совершает положительную работу, так как направление силы и направление перемещения поршня совпадают.

Если газ сжимается, то формула для работы газа остаётся справедливой. Но теперь  $V_2 < V_1$ , и поэтому  $A < 0$ . Работа  $A$ , совершаемая внешними телами над газом, отличается от работы  $A'$  самого газа только знаком:  $A = -A' = -p\Delta V$ .

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. В цилиндре под тяжёлым поршнем находится углекислый газ ( $M = 0,044$  кг/моль) массой  $m = 0,20$  кг. Газ нагревается на  $\Delta T = 88$  К. Какую работу он при этом совершает?

**Решение.** Газ расширяется при некотором постоянном давлении  $p$ , которое создаётся атмосферой и поршнем. В этом случае работа газа  $A' = p(V_2 - V_1)$ , где  $V_1$  и  $V_2$  — начальный и конечный объёмы газа. Используя уравнение Менделеева—Клапейрона, выразим произведения

$pV_2$  и  $pV_1$  через  $\frac{m}{M}RT_2$  и  $\frac{m}{M}RT_1$ . Тогда

$$A' = \frac{m}{M} R(T_2 - T_1) \approx 3,3 \text{ Дж.}$$

2. Чему равна работа, совершённая газом в количестве 3 моль при сжатии, если температура увеличилась на 100 К? Потери тепла не учитывайте.

**Решение.** При сжатии внешняя сила совершает положительную работу, за счёт которой происходит изменение внутренней энергии и соответственно температуры газа, т. е.  $A = \Delta U$ .

Изменение внутренней энергии  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ .

$$A' = -\frac{3}{2} \nu R \Delta T \approx -1250 \text{ Дж.}$$

Работа, совершённая силой давления газа:

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Как изменится внутренняя энергия одноатомного идеального газа, если его давление увеличится в 3 раза, а объём уменьшится в 2 раза?
2. Стержень отбойного молотка приводится в движение сжатым воздухом. Масса воздуха в цилиндре за время хода поршня меняется от 0,1 до 0,5 г. Считая давление воздуха в цилиндре и температуру ( $27^\circ\text{C}$ ) постоянными, определите работу газа за один ход поршня ( $M_{\text{возд}} = 0,029$  кг/моль).
3. При изобарном расширении одноатомного газа, взятого в количестве 4 моль, его температура увеличилась на  $100^\circ\text{C}$ . Определите изменение внутренней энергии и работу, совершённую силой давления газа.
4. Какова внутренняя энергия гелия, заполняющего аэростат объёмом  $60 \text{ м}^3$  при давлении 100 кПа?
5. При уменьшении объёма одноатомного газа в 3,6 раза его давление увеличилось на 20%. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия?

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Почему газы при сжатии нагреваются?
2. Положительную или отрицательную работу совершают внешние силы при изотермическом процессе?
3. Приведите примеры превращения механической энергии во внутреннюю и обратно в технике и быту.

4. От каких физических величин зависит внутренняя энергия тела?
5. Чему равна внутренняя энергия идеального одноатомного газа?

### Практическое занятие №14

**Тема:** Решение задач на закон Кулона, напряжённость

**Цель:** Применять закон Кулона для нахождения силы

При подготовке к практической работе по теме «Закон Кулона, напряжённость» Необходимо повторить тему «Электростатика» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы «Закон Кулона, напряжённость»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: заряд, сила взаимодействия, **напряжённость**

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал:**

**Закон закон Кулона**

Сила взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Если обозначить модули зарядов через  $|q_1|$  и  $|q_2|$ , а расстояние между ними через  $r$ , то закон Кулона можно записать в следующей форме:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}, \quad (14.2)$$

где  $k$  — коэффициент пропорциональности, численно равный силе взаимодействия единичных зарядов на расстоянии, равном единице длины. Его значение зависит от выбора системы единиц.

Отношение силы, действующей на помещаемый в данную точку поля точечный заряд, к этому заряду, называется **напряжённостью электрического поля**. Подобно силе, напряжённость поля — *векторная величина*; её обозначают буквой  $\vec{E}$  :

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}. \quad (14.7)$$

Отсюда сила, действующая на заряд  $q$  со стороны электрического поля, равна:

$$\vec{F} = q \vec{E}. \quad (14.8)$$

Единица напряжённости в СИ — Н/Кл.

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

**1:** Два одинаковых положительных точечных заряда расположены на расстоянии  $r$  друг от друга в вакууме. Определите напряжённость электрического поля в точке, расположенной на одинаковом расстоянии  $r$  от этих зарядов.

**Решение.** Согласно принципу суперпозиции полей искомая напряжённость  $\vec{E}$  равна геометрической сумме напряжённостей полей, созданных каждым из зарядов (рис. 14.17):  $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ .

Модули напряжённостей полей зарядов равны:

$$E_1 = E_2 = k \frac{q}{r^2}.$$

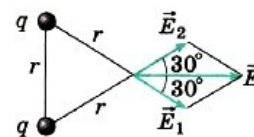


Рис. 14.17



Диагональ параллелограмма, построенного на векторах  $\vec{E}_1$  и  $\vec{E}_2$ , есть напряжённость результирующего поля, модуль которой равен:

$$E = 2E_1 \cos 30^\circ = 2k \frac{q}{r^2} \frac{\sqrt{3}}{2} = k \frac{q\sqrt{3}}{r^2}.$$

2. В однородное электрическое поле напряжённостью  $E_0 = 3$  кН/Кл внесли точечный заряд  $q = 4 \cdot 10^{-10}$  Кл. Определите напряжённость электрического поля в точке А, находящейся на расстоянии  $r = 3$  см от точечного заряда. Отрезок, соединяющий заряд и точку А, перпендикулярен силовым линиям однородного электрического поля.

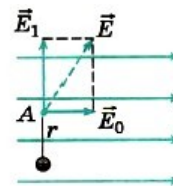


Рис. 14.18

Решение. Согласно принципу суперпозиции, напряжённость электрического поля в точке А равна векторной сумме напряжённостей однородного поля  $\vec{E}_0$  и поля  $\vec{E}_1$ , созданного в этой точке внесённым электрическим зарядом. На рисунке 14.18 показаны эти два вектора и их сумма. По условию задачи векторы  $\vec{E}_0$  и  $\vec{E}_1$  взаимно перпендикулярны. Напряжённость поля точечного

заряда  $E_1 = k \frac{q}{r^2}$ . Тогда напряжённость электрического поля в точке А равна:

$$E = \sqrt{E_0^2 + \left(k \frac{q}{r^2}\right)^2} = 5 \text{ кН/Кл.}$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Расстояние между двумя неподвижными зарядами  $q_1 = -2 \cdot 10^{-9}$  Кл и  $q_2 = 10^{-9}$  Кл равно 1 м. В какой точке напряжённость электрического поля равна нулю?

2. В вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a = 3$  см находятся три точечных заряда  $q_1 = q_2 = 10^{-9}$  Кл,  $q_3 = -2 \cdot 10^{-9}$  Кл. Определите напряжённость электрического поля в центре треугольника в точке О.

3. 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?

4. В направленном вертикально вниз однородном электрическом поле напряжённостью  $1,3 \cdot 10^5$  Н/Кл капля жидкости массой  $2 \cdot 10^{-9}$  г оказалась в равновесии. Определите заряд капли и число избыточных электронов на ней.

5. В вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a$  находятся заряды  $+q$ ,  $+q$  и  $-q$ . Найти напряжённость поля  $E$  в центре треугольника.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба. Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. В чём сходство и различие закона всемирного тяготения и закона Кулона?
2. При каком условии заряженное тело можно считать точечным зарядом?
3. Что называется напряжённостью электрического поля?
4. Что называют силовыми линиями электрического поля?
5. Могут ли силовые линии пересекаться?

### Практическое занятие №15

**Тема :** Решение задач на потенциальную энергию, разность потенциалов

**Цель:** Энергетическая характеристика магнитного поля

При подготовке к практической работе по теме «Потенциальная энергия, разность потенциалов» необходимо повторить тему «Электростатика» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы «Потенциальная энергия, разность потенциалов»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

**Результат выполнения лабораторной работы**

### Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: потенциал, напряжение,

### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теоретический материал

Потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле равна:

$$W_n = qEd,$$

где  $d$  — расстояние .

Потенциал поля неподвижного точечного заряда  $q$  в данной точке поля, находящейся на расстоянии  $r$  от заряда, равен:

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}.$$

Потенциал однородного поля в точке, отстоящей на расстоянии  $d$  от неё, равен:

$$\varphi = \frac{W_n}{q} = Ed. \quad (14.16)$$

Работа сил поля равна:

$$A = -(W_{n2} - W_{n1}) = -q(\varphi_2 - \varphi_1) = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU.$$

Здесь

$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

разность потенциалов.

Разность потенциалов между двумя точками оказывается равной:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}. \quad (14.19)$$

Разность потенциалов между двумя точками численно равна единице, если при перемещении заряда в 1 Кл из одной точки в другую электрическое поле совершает работу в 1 Дж. Эту единицу называют вольт (В):  $1 \text{ В} = 1 \text{ Дж}/1 \text{ Кл}$ .

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

### Примеры решения задач:

1. Определите значение напряжённости и потенциала поля в точке А, находящейся на расстоянии  $l = 20$  см от поверхности заряженной проводящей сферы радиусом  $R = 10$  см, если потенциал сферы  $\varphi_0 = 240$  В.

**Решение.** Напряжённость поля сферы в точке А

$$E_A = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0(R+l)^2}, \quad (1)$$

где  $q_0$  — заряд сферы. Потенциал сферы и потенциал поля в точке А равны соответственно

$$\varphi_0 = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0 R}, \quad (2)$$

$$\varphi_A = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0(R+l)}. \quad (3)$$

Выражая из формулы (2) заряд сферы  $q_0$  и подставляя полученное выражение в формулы (1) и (3), получаем для напряжённости  $E_A$  и потенциала  $\varphi_A$  следующие выражения:

$$E_A = \varphi_0 R / (R+l)^2 \approx 267 \text{ Н/Кл}, \quad \varphi_A = \varphi_0 R / (R+l) = 80 \text{ В}.$$

2. Какую работу  $A$  необходимо совершить, чтобы перенести заряд  $q = 3 \cdot 10^{-8}$  Кл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии  $l = 90$  см от поверхности сферы радиусом  $R = 10$  см, если поверхностная плотность заряда сферы  $\sigma = 2 \cdot 10^{-6}$  Кл/м<sup>2</sup>?

**Решение.** Работа, совершаемая при перенесении заряда  $q$  из бесконечности в точку 1 (рис. 14.35), равна увеличению потенциальной энергии заряда:

$$A = \Delta W_{\text{п}} = W_{\text{п1}} - W_{\infty}.$$

Так как площадь поверхности сферы равна  $4\pi R^2$ , то заряд сферы равен  $4\pi R^2 \sigma$ . Тогда потенциал поля в точке 1

$$\varphi_1 = \frac{\sigma 4\pi R^2}{4\pi \epsilon_0 (R+l)} = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 (R+l)},$$

следовательно,

$$A = q\varphi_1 = \frac{q\sigma R^2}{\epsilon_0 (R+l)} \approx 6,8 \cdot 10^{-5} \text{ Дж.}$$



Рис. 14.35

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Электрический заряд  $q_1 > 0$  переместили по замкнутому контуру ABCD в поле точечного заряда  $q_2 > 0$  (рис. 14.38). На каких участках работа поля по перемещению заряда была положительной? отрицательной? равной нулю? Как изменялась потенциальная энергия системы? Чему равна полная работа поля по перемещению заряда?

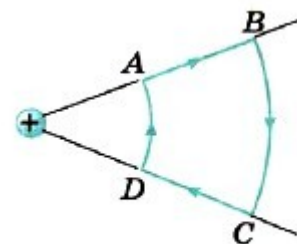


Рис. 14.38

2. Двигаясь в электрическом поле, электрон перешёл из одной точки в другую, потенциал которой выше на 1 В. Насколько изменилась кинетическая энергия электрона? потенциальная энергия электрона?

3. Два одинаковых шарика, имеющие одинаковые одноимённые заряды, соединены пружиной, жёсткость которой  $k = 10^3$  Н/м, а длина  $l_0 = 4$  см. Шарики колеблются так, что расстояние между ними изменяется от 3 до 6 см. Определите заряды шариков.

4. Разность потенциалов между точками, лежащими на одной силовой линии на расстоянии 3 см друг от друга, равна 120 В. Определите напряжённость электростатического поля, если известно, что поле однородно.

5. У электрона, движущегося в электрическом поле, увеличилась скорость с  $v_1 \approx 1 \cdot 10^7$  м/с до  $v_2 \approx 3 \cdot 10^7$  м/с. Определите разность потенциалов между начальной и конечной точками перемещения электрона. Отношение заряда электрона к его массе  $\frac{e}{m} = 1,76 \cdot 10^{11}$  Кл/кг.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**4 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**5. задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Как связано изменение потенциальной энергии заряженной частицы с работой электрического поля?
2. Чему равна потенциальная энергия заряженной частицы в однородном электрическом поле?
3. Какие поля называют потенциальными
4. Как разность потенциалов между двумя точками поля зависит от работы электрического поля?
5. Как связана разность потенциалов с напряжённостью электрического поля?

### Практическое занятие №16

**Тема:** Решение задач **на конденсаторы**

**Цель:** Закрепить знания по теме «конденсаторы»

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики

- смысл физических величин: емкость, напряжение, энергия,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал:**

Физическая величина, характеризующая способность проводников накапливать электрический заряд, называется ёмкостью.

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

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$

Единицы измерения в СИ: ( Ф - фарад )

Кроме того, ёмкость конденсатора зависит от свойств диэлектрика между пластинами. Так как диэлектрик ослабляет поле, то ёмкость при наличии диэлектрика

увеличивается:  $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ , где  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость диэлектрика.

Обозначение на электрических схемах:



Ёмкость плоского конденсатора

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

Включение конденсаторов в электрическую цепь параллельное и последовательное

Тогда общая ёмкость (C):

при параллельном включении

$$C = C_1 + C_2.$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

**ЭНЕРГИЯ ЗАРЯЖЕННОГО КОНДЕНСАТОРА**

Конденсатор - это система заряженных тел и обладает энергией.

Энергия любого конденсатора:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

Энергия конденсатора равна работе, которую совершит электрическое поле при сближении пластин конденсатора вплотную, или равна работе по разделению положительных и отрицательных зарядов , необходимой при зарядке конденсатора.

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. Заряд конденсатора  $q = 3 \cdot 10^{-8}$  Кл. Ёмкость конденсатора  $C = 10$  пФ. Определите скорость, которую приобретает электрон, пролетая в конденсаторе путь от одной пластины к другой. Начальная скорость электрона равна нулю. Удельный заряд электрона  $\frac{e}{m} = 1,76 \cdot 10^{11}$  Кл/кг.

Решение. Начальная кинетическая энергия электрона равна нулю, а конечная равна  $W_k = \frac{mv^2}{2}$ . Применим закон сохранения энергии  $\frac{mv^2}{2} - 0 = A$ , где  $A$  — работа электрического поля конденсатора:  $A = |e|U$ ,  $U = \frac{q}{C}$ .

Следовательно,  $\frac{mv^2}{2} = \frac{|e|q}{C}$ .

$$v = \sqrt{\frac{2|e|q}{mC}} \approx 10^7 \text{ м/с.}$$

Окончательно

2. Энергия плоского воздушного конденсатора  $W_1 = 2 \cdot 10^{-7}$  Дж. Определите энергию конденсатора после заполнения его диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 2$ , если:

- 1) конденсатор отключён от источника питания;
- 2) конденсатор подключён к источнику питания.

Решение. 1) Так как конденсатор отключён от источника питания, то его заряд  $q_0$  остаётся

постоянным. Энергия конденсатора до заполнения его диэлектриком  $W_1 = \frac{q_0^2}{2C_1}$ ; после заполнения  $W_2 = \frac{C_2 U_0^2}{2}$ , где  $C_2 = \epsilon C_1$ .

Тогда  $W_2 = \frac{\epsilon C_1 U_0^2}{2} = \epsilon W_1 = 4 \cdot 10^{-7}$  Дж.

1 задание. Выписать исходные данные согласно варианту

#### Задачи для самостоятельного решения

1. Разность потенциалов между обкладками конденсатора ёмкостью 0,1 мкФ изменилась на 175 В. Определите изменение заряда конденсатора.
2. Во сколько раз изменится ёмкость конденсатора при уменьшении рабочей площади пластин в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 3 раза?
3. Найти ёмкость плоского конденсатора, состоящего из двух круглых пластин диаметром 20 см, разделённых парафиновой прослойкой 1 мм.
4. Конденсатору ёмкостью 10 мкФ сообщили заряд 4 мкКл. Какова энергия заряженного конденсатора?
5. 10. Площадь каждой из пластин плоского конденсатора 200 см<sup>2</sup>, а расстояние между ними 1 см. Какова энергия поля, если напряжённость поля 500 кВ/м?

2. задание. Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырёх знаков после запятой.

3 задание. Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

4 задание. Ответить на контрольные вопросы

1. Что называют электроёмкостью двух проводников?
2. Почему понятие электроёмкости неприменимо к диэлектрикам?
3. От чего зависит электроёмкость?
4. Как изменяется ёмкость конденсатора при наличии диэлектрика между его обкладками?
5. Какие существуют типы конденсаторов

### Практическое занятие №17

**Тема:** Решение задач на законы Ома

**Цель:** закрепить знания по теме «законы Ома».

## Результат выполнения лабораторной работы

### Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: сила тока, напряжение, сопротивление,

### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теоретический материал:

#### Закон Ома для участка цепи

Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна приложенному к нему напряжению  $U$  и обратно пропорциональна сопротивлению этого участка  $R$ :

$$I = \frac{U}{R}. \quad (15.3)$$

#### Закон Ома для замкнутой цепи

Сила тока в замкнутой цепи равна отношению ЭДС источника тока к полному сопротивлению цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}. \quad (15.20)$$

При коротком замыкании, когда  $R \approx 0$ , сила тока в цепи  $I_{к.з} = \frac{\mathcal{E}}{r}$  и определяется именно внутренним сопротивлением источника и при электродвижущей силе в несколько вольт может оказаться очень большой, если  $r$  мало (например, у аккумулятора  $r \approx 0,1 - 0,001$  Ом). Провода могут расплавиться, а сам источник выйти из строя.

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

#### Примеры решения задач:

При подключении вольтметра сопротивлением  $R_V = 200$  Ом непосредственно к зажимам источника он показывает  $U = 20$  В. Если же этот источник замкнуть на резистор сопротивлением  $R = 8$  Ом, то сила тока в цепи  $I_2 = 0,5$  А. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление источника.

**Решение.** По закону Ома для полной цепи в первом случае сила тока  $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_V + r}$ , во втором случае  $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ . Показания вольтметра — падение напряжения на его внутреннем сопротивлении, т. е.  $U = I_1 R_V$ . Из соотношения  $I_1(R_V + r) = I_2(R + r)$  найдём внутреннее сопротивление источника:

$$r = \frac{I_1 R_V - I_2 R}{I_2 - I_1} = \frac{U - I_2 R}{I_2 - \frac{U}{R_V}} = \frac{(U - I_2 R) R_V}{I_2 R_V - U} = 40 \text{ Ом.}$$

Для ЭДС источника запишем:  $E = I_2(R + r) = 24$  В.

2. Определите силу тока короткого замыкания для источника, который при силе тока в цепи  $I_1 = 10$  А имеет полезную мощность  $P_1 = 500$  Вт, а при силе тока  $I_2 = 5$  А — мощность  $P_2 = 375$  Вт.

**Решение.** Сила тока короткого замыкания  $I_{к.з} = \frac{\mathcal{E}}{r}$ . Полезная мощность  $P = IU$ , где  $U$  — напряжение на зажимах источника, или падение напряжения на внешнем участке цепи. Напряжения на зажимах источника в первом и во втором случаях

$$U_1 = \frac{P_1}{I_1} = \mathcal{E} - I_1 r, \quad U_2 = \frac{P_2}{I_2} = \mathcal{E} - I_2 r.$$

Вычтем почленно из первого выражения второе:

$$\frac{P_1}{I_1} - \frac{P_2}{I_2} = (\mathcal{E} - I_1 r) - (\mathcal{E} - I_2 r) = (I_2 - I_1) r,$$

$$r = \frac{P_1 I_2 - P_2 I_1}{I_1 I_2 (I_2 - I_1)} = 5 \text{ Ом.}$$

откуда определим  
ЭДС источника тока

$$\mathcal{E} = U_1 + I_1 r = \frac{P_1}{I_1} + \frac{I_1 (P_1 I_2 - P_2 I_1)}{I_1 I_2 (I_2 - I_1)} = \frac{P_1}{I_1} + \frac{P_1 I_2 - P_2 I_1}{I_2 (I_2 - I_1)} = 100 \text{ В.}$$

Окончательно для силы тока короткого замыкания

$$I_{к.з} = \frac{\mathcal{E}}{r} = 20 \text{ А.}$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Чему равно напряжение на клеммах гальванического элемента с ЭДС, равной  $E$ , если цепь разомкнута?

2. Чему равна сила тока при коротком замыкании аккумулятора с ЭДС  $E = 12 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $r = 0,01 \text{ Ом}$ ?

3. Батарейка для карманного фонаря замкнута на резистор переменного сопротивления. При сопротивлении резистора, равном  $1,65 \text{ Ом}$ , напряжение на нём равно  $3,30 \text{ В}$ , а при сопротивлении, равном  $3,50 \text{ Ом}$ , напряжение равно  $3,50 \text{ В}$ . Определите ЭДС и внутреннее сопротивление батарейки.

4. В проводнике сопротивлением  $2 \text{ Ом}$ , подключённом к элементу с ЭДС  $1,1 \text{ В}$ , сила тока равна  $0,5 \text{ А}$ . Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

5. При питании лампочки от элемента  $1,5 \text{ В}$  сила тока в цепи равна  $0,2 \text{ А}$ . Найти работу сторонних сил в элементе за  $1 \text{ мин}$ .

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. От чего зависит знак ЭДС в законе Ома для замкнутой цепи?
2. Чему равно внешнее сопротивление в случае: а) короткого замыкания; б) разомкнутой цепи?
3. Из каких элементов состоит полная электрическая цепь?
4. Почему сопротивление амперметра должно быть малым, а сопротивление ИВ вольтметра — большим?

## Практическое занятие №18

**Тема:** Расчет электрических цепей

**Цель:** научиться рассчитывать различные соединения

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: сопротивление, сила тока, напряжение, последовательное и параллельное соединение

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал:**

## Последовательное и параллельное соединение резисторов:

Последовательное соединение осуществляется подключением резисторов друг за другом без разветвления проводника

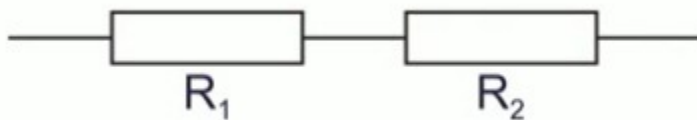


Рис. 1. Пример последовательного соединения

Основная задача – это понять, как связаны параметры каждого резистора в соединении с параметрами эквивалентного резистора (как будто весь блок последовательных резисторов  $R_1, R_2, \dots$  мы заменили одним резистором  $R$ )

В первую очередь такое соединение не дает никакой возможности зарядам в разном количестве проходить через разные резисторы в цепи, поэтому:

$$I = I_1 = I_2 = \dots$$

Напряжение же, напротив, будет разным. Так как работа электрического поля по переносу заряда через весь блок – это сумма работ по переносу заряда через каждый резистор:

$$U = U_1 + U_2 + \dots$$

Вспользовавшись законом Ома в последнем равенстве:

$$I \cdot R = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + \dots$$

мы получим выражение для сопротивлений:

$$R = R_1 + R_2 + \dots$$

Главная проблема последовательного соединения – это то, что в случае разрыва цепи в каком-то одном месте ток перестает идти во всей цепи.

Параллельным называется соединение, при котором концы всех резисторов имеют общую точку – «узел» (рис. 5):

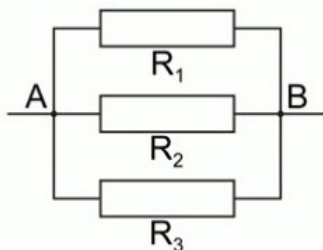


Рис.2 . Параллельное сопротивление

Так как концы всего блока совпадают с концами каждого резистора, все напряжения равны

между собой и равны эквивалентному:  $U = U_1 = U_2 = \dots$

Заряд же, прошедший за единицу времени через весь блок, равен сумме зарядов, прошедших через каждый отдельный резистор в соединении. Поэтому:

$$I = I_1 + I_2 + \dots$$

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \dots$$

Теперь, подставив в последнее равенство закон Ома:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

мы получим выражение для эквивалентного сопротивления:

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

### Примеры решения задач:

1. Параллельно амперметру, имеющему сопротивление  $R_a = 0,5$  Ом, подсоединён медный провод длиной  $l = 0,4$  м и диаметром  $d = 0,001$  м. Удельное сопротивление меди  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом • м. Определите полную силу тока в цепи, если амперметр показывает силу тока  $I_a = 0,2$  А.

**Решение.** Так как амперметр и провод подключены параллельно, то напряжение на амперметре равно напряжению на проводе:

$$I_a R_a = I_n R_n.$$



Определим сопротивление

$$R_n = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4\rho l}{\pi d^2}.$$

провода:

Тогда  $I_n = \frac{I_a R_a}{R_n} = \frac{I_a R_a}{\frac{4\rho l}{\pi d^2}}$ . Полная сила тока в

$$I = I_a + I_n = I_a + I_n \frac{R_a \pi d^2}{4\rho l} \approx 12 \text{ A}.$$

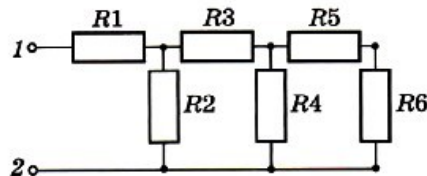


Рис. 15.7

цепи

2.: На рисунке 15.7 все сопротивления резисторов равны R. Определите эквивалентное сопротивление цепи. Чему равна полная сила тока в цепи, если на клеммы 1, 2 подано напряжение U?

Р е ш е н и е. Трудно определить, как соединены резисторы R1 и R3 — последовательно или параллельно. В подобных схемах всегда нужно искать резисторы, соединения которых очевидны. Так, очевидно, что резисторы R5 и R6 соединены последовательно. Значит,  $R_{5,6} = R_5 + R_6 = 2R$ . Эквивалентный резистор сопротивлением  $R_{5,6}$  соединён с резистором R4 параллельно. Следовательно,

$$\frac{1}{R_{4-6}} = \frac{1}{R_{5,6}} + \frac{1}{R_4}; \quad R_{4-6} = \frac{2RR}{2R + R} = \frac{2}{3}R.$$

Эквивалентный резистор сопротивлением  $R_{4-6}$ , в свою очередь, соединён последовательно с резистором R3:

$$R_{3-6} = R_3 + R_{4-6} = R + (2/3)R = (5/3)R,$$

а эквивалентный резистор сопротивлением  $R_{3-6}$  — параллельно с резистором R2:

$$R_{2-6} = \frac{R_{3-6} R_2}{R_{3-6} + R_2} = \frac{(5/3)RR}{(5/3)R + R} = \frac{5}{8}R.$$

И наконец, эквивалентный резистор  $R_{2-6}$  соединён последовательно с резистором R1, так что

$$R_{\text{эquiv}} = R_{2-6} + R = (5/8)R + R = (13/8)R.$$

Из закона Ома следует, что сила тока

$$I = \frac{U}{R_{\text{эquiv}}} = \frac{8U}{13R}.$$

Р е ш е н и е. Начертим схему цепи (рис. 15.8). Очевидно, что напряжение на каждой лампочке будет одинаково, так как они соединены параллельно. Резистор сопротивлением R и участок цепи с лампочками соединены последовательно, следовательно,  $U = U_1 + U_2 = IR + IR_{\text{эquiv}}$ . Запишем закон

Ома для каждого из участков цепи:  $I = \frac{U_1}{R}; \quad I = \frac{U_2}{R_{\text{эquiv}}}$ , откуда  $\frac{U_1}{R} = \frac{U_2}{R_{\text{эquiv}}}$ , или  $\frac{U - U_2}{R} = \frac{U_2}{R_{\text{эquiv}}}$ . Решив

$$U_2 = \frac{UR_{\text{эquiv}}}{R + R_{\text{эquiv}}}.$$

это уравнение относительно  $U_2$ , получим

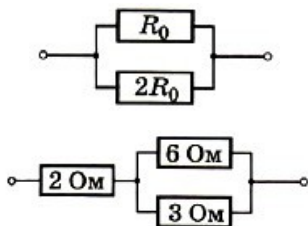
$$\frac{1}{R_{\text{эquiv}}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_{10}} = \frac{10}{r}, \quad \text{откуда } R_{\text{эquiv}} = \frac{r}{10}.$$

откуда  $R_{\text{эquiv}} = \frac{r}{10}$ . Окончательно получим

$$U_2 = \frac{Ur}{10\left(R + \frac{r}{10}\right)}.$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

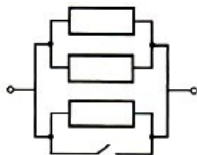


1. Сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, равно

- 1)  $2R_0/3$  2)  $3R_0$  3)  $1,5R_0$  4)  $R_0/3$

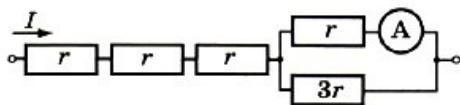
2. Сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, равно

- 1) 11 Ом 2) 6 Ом 3) 4 Ом 4) 1 Ом



3. каким будет сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, при замыкании ключа? Каждый из резисторов имеет сопротивление  $R$ .

- 1)  $R$    2)  $R/2$    3)  $R/3$    4)  $0$



4. Через участок цепи (см. рис.) идёт постоянный ток. Сила тока  $I = 8$  А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивление амперметра не учитывайте.

- 1) 2 А   2) 3 А   3) 6 А   4) 12 А

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Почему лампы в квартире соединяют параллельно, а лампочки в ёлочных гирляндах — последовательно?
2. Сопротивление каждого проводника равно 1 Ом. Чему равно сопротивление двух таких проводников, соединённых: 1) последовательно; 2) параллельно?

### Практическое занятие №19

**Тема:** Решение задач на работа и мощность тока

**Цель:** Определять работу и мощность тока

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: сила тока, работа, мощность

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал**

Работа тока:

$$A = IU\Delta t = I^2 R \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t = Q. \quad (15.13)$$

Формулой  $A = I^2 R \Delta t$  удобно пользоваться при последовательном соединении проводников, так как сила тока в этом случае одинакова во всех проводниках. При параллельном соединении удобна

формула  $A = \frac{U^2}{R} \Delta t$ , так как напряжение на всех проводниках одинаково.

**Закон Джоуля—Ленца**

Количество теплоты, выделяемой в проводнике с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока по проводнику:

$$Q = I^2 R \Delta t.$$

Электрическая мощность, так же как и механическая, выражается в *ваттах* (Вт).

Это выражение для мощности тока можно переписать в нескольких эквивалентных формах, используя закон Ома для участка цепи:

$$P = IU = I^2R = \frac{U^2}{R}.$$

В быту для расчётов потребляемой электроэнергии часто используется единица кВт · ч, 1 кВт · ч = 3,6 · 10<sup>6</sup> Дж.

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. Аккумулятор с ЭДС  $E = 6,0$  В и внутренним сопротивлением  $r = 0,1$  Ом питает внешнюю цепь с сопротивлением  $R = 12,4$  Ом. Какое количество теплоты  $Q$  выделится во всей цепи за время  $t = 10$  мин?

**Решение.** Согласно закону Ома для замкнутой цепи сила тока в цепи равна  $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ . Количество теплоты, выделившейся на внешнем участке цепи,  $Q_1 = I^2Rt$ , на внутреннем —  $Q_2 = I^2rt$ . Полное количество теплоты

$$Q = Q_1 + Q_2 = I^2(R+r)t = \frac{\mathcal{E}^2 t}{R+r} = 1728 \text{ Дж.}$$

2. Разность потенциалов в сети зарядной станции равна 20 В. Внутреннее сопротивление аккумулятора, поставленного на зарядку, равно 0,8 Ом; в начальный момент времени его остаточная ЭДС равна 12 В. Какая мощность будет расходоваться станцией на зарядку аккумулятора при этих условиях? Какая часть этой мощности будет расходоваться на нагревание аккумулятора?

**Решение.** При зарядке аккумулятора зарядное устройство и аккумулятор соединены разноимёнными полюсами навстречу друг другу. Сила тока, идущего через аккумулятор,  $I = (U - E)/R$ . Мощность, расходуемая станцией:

$$P_1 = UI = U(U - E)/R = 200 \text{ Вт.}$$

Мощность, расходуемая на нагревание аккумулятора:

$$P_2 = I^2R = \left(\frac{U - \mathcal{E}}{R}\right)^2 R = 80 \text{ Вт.}$$

Тогда  $P_2/P_1 = 0,4$ .

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. За некоторый промежуток времени электрическая плитка, включённая в сеть с постоянным напряжением, выделила количество теплоты  $Q$ . Какое количество теплоты выделяют за то же время две такие плитки, включённые в ту же сеть последовательно? параллельно? Изменение сопротивления спирали в зависимости от температуры не учитывать.

2. Источники тока с ЭДС 4,50 В и 1,50 В и внутренними сопротивлениями 1,50 Ом и 0,50 Ом, соединённые, как показано на рисунке (15.13), питают лампу от карманного фонаря. Какую мощность потребляет лампа, если известно, что сопротивление её нити в нагретом состоянии равно 23 Ом?

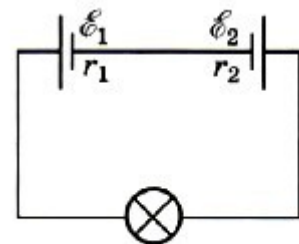


Рис. 15.13

3. Замкнутая цепь питается от источника с ЭДС  $E = 6$  В и внутренним сопротивлением 0,1 Ом. Постройте графики зависимости силы тока в цепи, напряжения на зажимах источника и мощности от сопротивления внешнего участка.

4. Два элемента, имеющие одинаковые ЭДС по 4,1 В и одинаковые внутренние сопротивления по 4 Ом, соединены одноимёнными полюсами, от которых сделаны выводы, так что получилась батарейка. Какую ЭДС и какое внутреннее сопротивление должен иметь элемент, которым можно было бы заменить такую батарейку?

5. Определите силу тока короткого замыкания для источника, который при силе тока в цепи  $I_1 = 10$  А имеет полезную мощность  $P_1 = 500$  Вт, а при силе тока  $I_2 = 5$  А — мощность  $P_2 = 375$  Вт.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Что называют работой тока?
2. Почему электронагревательные приборы делают из материала с большим удельным сопротивлением?
3. Что такое мощность тока?
4. В каких единицах выражается мощность тока?
5. Какие преобразования энергии происходят в проводнике, когда по нему идёт ток?

### Практическое занятие №20

**Тема:** Решение задач на ток в различных средах

**Цель:** рассмотреть различные носители зарядов

При подготовке к практической работе по теме «Ток в различных средах» Необходимо повторить тему «Ток в различных средах» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы « Ток в различных средах»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: масса, химическая реакция, заряд,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

**Теоретический материал:**

**Закон Фарадея.** Обозначим через  $k$  коэффициент пропорциональности между массой  $m$  вещества и зарядом  $\Delta q = I\Delta t$ , прошедшим через электролит:

$$k = \frac{1}{eN_A} \frac{M}{n} = \frac{1}{F} \frac{M}{n}, \quad (16.7)$$

где  $F = eN_A = 9,65 \cdot 10^4$  Кл/моль — *постоянная Фарадея*.

Коэффициент  $k$  зависит от природы вещества (значений  $M$  и  $n$ ). Согласно формуле имеем  $m = kIt$ .

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. Проводящая сфера радиусом  $R = 5$  см помещена в электролитическую ванну, наполненную раствором медного купороса. Насколько увеличится масса сферы, если отложение меди длится  $t = 30$  мин, а электрический заряд, поступающий на каждый квадратный сантиметр поверхности сферы за 1 с,  $q = 0,01$  Кл? Молярная масса меди  $M = 0,0635$  кг/моль.

**Решение.** Площадь поверхности сферы  $S = 4\pi R^2 = 314$  см<sup>2</sup>. Следовательно, заряд, перенесённый ионами за  $t = 30$  мин = 1800 с, равен  $\Delta q = qSt = 0,01$  Кл/(см<sup>2</sup> · с) · 314 см<sup>2</sup> · 1800 с = 5652 Кл. Масса выделившейся меди равна:

$$m = \frac{M}{neN_A} \Delta q \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг.}$$

2. При электролизе, длившемся в течение одного часа, сила тока была равна 5 А. Чему равна температура выделившегося атомарного водорода, если при давлении, равном  $10^5$  Па, его объём

равен 1,5 л? Электрохимический эквивалент водорода  $k = 1,0 \cdot 10^{-8} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$ .

**Решение.** По закону Фарадея масса  $m$  выделившегося водорода:  $m = kIt$ . Из уравнения

Менделеева—Клапейрона  $\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} R$ , где  $R$  — универсальная газовая

постоянная,  $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \cdot \text{К}$ ;  $M$  — молярная масса атомарного водорода, определим массу

водорода, полученного при электролизе:  $m = \frac{\rho VM}{TR}$ . (2) Из

выражений (1) и (2) определим температуру:  $T = \frac{\rho VM}{RkIt} \approx 100 \text{ К}$ .

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1.. Спираль электрической плитки перегорела и после соединения концов оказалась несколько короче. Как изменилось количество теплоты, выделяемой плиткой за единицу времени?

2. Концентрация электронов проводимости в кремнии при комнатной температуре  $n_1 = 10^{17} \text{ м}^{-3}$ , а при  $700 \text{ }^\circ\text{C}$  —  $n_2 = 10^{24} \text{ м}^{-3}$ . Какую часть составляет число электронов проводимости от общего числа атомов кремния? Плотность кремния  $2300 \text{ кг/м}^3$ .

3. Для получения примесной проводимости применяют индий, мышьяк, фосфор, галлий, сурьму, висмут. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в кремний, чтобы получить электронную проводимость?

4. При никелировании детали в течение 2 ч сила тока, проходящего через ванну, была 25 А. Электрохимический эквивалент никеля  $k = 3 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}$ , его плотность  $\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Чему равна толщина слоя никеля, выделившегося на детали, если площадь детали  $S = 0,2 \text{ м}^2$ ?

5. Определите скорость электронов при выходе из электронной пушки в двух случаях — при разности потенциалов между анодом и катодом 500 В и 5000 В.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. В чём различие между диссоциацией электролитов и ионизацией газов?
2. Что такое рекомбинация?
3. Почему после прекращения действия ионизаторов газ снова становится диэлектриком?
4. При каких условиях несамостоятельный разряд в газах превращается в самостоятельный?
5. Почему ионизация электронным ударом не может обеспечить существование разряда в газах?

## Практическое занятие №21

**Тема:** Решение задач на силу Ампера

**Цель:** научиться вычислять силу, действующую на проводник с током.

При подготовке к практической работе по теме «Сила Ампера» Необходимо повторить тему «Магнитное поле» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 11 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы « Сила Ампера»: Интернет-ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: сила Ампера, сила тока, магнитная индукция,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теоретический материал:

1. Взаимодействие электрических токов осуществляется посредством магнитного поля. Основной характеристикой магнитного поля является вектор магнитной индукции  $\vec{B}$ .

Модуль вектора магнитной индукции определяется отношением максимальной силы, действующей на отрезок проводника с током со стороны магнитного поля, к произведению силы тока на длину этого отрезка.

2. Линии магнитной индукции всегда замкнуты. Магнитное поле является вихревым.

3. Согласно закону Ампера на отрезок проводника с током длиной  $\Delta l$  со стороны магнитного поля действует сила, модуль которой равен  $F = I |\vec{B}| \Delta l \sin \alpha$ , где  $\alpha$  — угол между направлением тока и вектором  $\vec{B}$ ;  $I$  — сила тока в проводнике. Направление силы определяется по правилу левой руки.

$$F = I |\vec{B}| \Delta l \sin \alpha.$$

$$1 \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}.$$

Единица магнитной индукции равна

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

### Примеры решения задач:

1. Между полюсами магнита подвешен горизонтально на двух невесомых нитях прямой проводник длиной  $l = 0,2$  м и массой  $m = 10$  г. Вектор индукции однородного магнитного поля перпендикулярен проводнику и направлен вертикально;  $B = 49$  мТл. На какой угол  $\alpha$  от вертикали отклонятся нити, поддерживающие проводник, если по нему пропустить ток? Сила тока  $I = 2$  А.

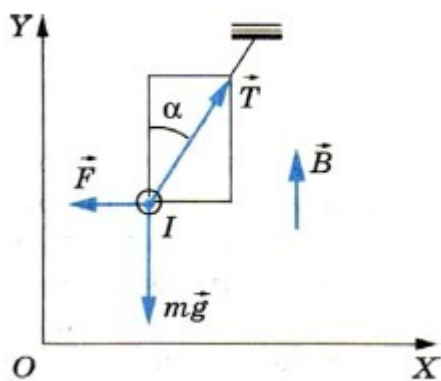


Рис. 1.30

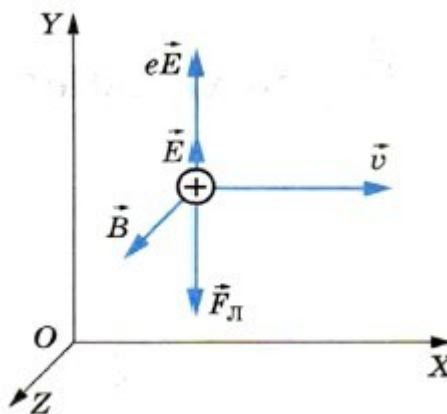


Рис. 1.31

**Решение.** На проводник действуют следующие силы: силы упругости двух нитей  $\vec{T}$ , сила тяжести  $m\vec{g}$  и сила Ампера  $\vec{F}$  (рис. 1.30). Модуль силы Ампера  $F = IBl$ . При равновесии проводника суммы проекций сил на вертикальное и горизонтальное направления (с учетом их знаков) равны нулю:

$$\begin{aligned} -mg + T \cos \alpha &= 0, \\ -F + T \sin \alpha &= 0. \end{aligned}$$

Отсюда

$$\text{tg } \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{IBl}{mg} \approx 0,2.$$

Следовательно, угол  $\alpha = 11,3^\circ$ .

2. В пространстве, где созданы одновременно однородные и постоянные электрическое и магнитное поля, по прямолинейной траектории движется протон. Известно, что напряженность электрического поля равна  $\vec{E}$ . Определите индукцию  $\vec{B}$  магнитного поля.

**Решение.** Прямолинейное движение протона возможно в двух случаях.

1) Вектор  $\vec{E}$  направлен вдоль траектории движения протона. Тогда вектор  $\vec{B}$  также должен быть направлен вдоль этой траектории, и его модуль может быть любым, так как магнитное поле не будет действовать на частицу.

2) Векторы  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$  и  $\vec{v}$  взаимно перпендикулярны, и сила, действующая на протон со стороны электрического поля, равна по модулю и противоположна по направлению силе Лоренца, действующей на протон со стороны магнитного поля (рис. 1.31). Так как

$$\text{то} \quad e\vec{E} + \vec{F}_L = 0,$$
$$eE - evB = 0 \text{ и } B = \frac{E}{v}.$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Определите силу тока, если магнитная индукция равна 50 мТл, сила Ампера 40 мН, длина проводника 8 см.
2. Определите силу Ампера, действующей с индукцией с индукцией 0,1 Тл с силой тока 20 А, если длина проводника 14 см.
3. 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?
4. Используя правило буравчика и правило левой руки, покажите, что токи, направленные параллельно, притягиваются, а направленные противоположно — отталкиваются.
5. Проводник длиной  $l = 0,15$  м перпендикулярен вектору магнитной индукции однородного магнитного поля, модуль которого  $B = 0,4$  Тл. Сила тока в проводнике  $I = 8$  А. Определите работу силы Ампера, которая была совершена при перемещении проводника на 0,025 м по направлению действия этой силы.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Как определяется модуль вектора магнитной индукции?
2. Чему равен модуль вектора силы Ампера?
3. Сформулируйте правило для определения направления силы Ампера.
4. В каких единицах выражается магнитная индукция?

## Практическое занятие №22

**Тема:** Решение задач на силу Лоренца

**Цель:** научиться находить силу, действующую на одну частицу.

При подготовке к практической работе по теме «Сила Лоренца» Необходимо повторить тему «Магнитное поле» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы « Сила Лоренца»:  
Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: сила Лоренца, заряд, скорость,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики

- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теоретический материал:

Электрический ток — это упорядоченно движущиеся заряженные частицы. Поэтому действие магнитного поля на проводник с током есть результат действия поля на движущиеся заряженные частицы внутри проводника. Найдем силу, действующую на одну частицу.

На движущуюся заряженную частицу в магнитном поле действует сила Лоренца, модуль которой равен  $F_L = |q| v B \sin \alpha$ , где  $\alpha$  — угол между скоростью частицы и вектором  $\vec{B}$ . Сила Лоренца перпендикулярна скорости частицы и вектору  $\vec{B}$ , где  $\alpha$  — угол между вектором скорости и вектором магнитной индукции.

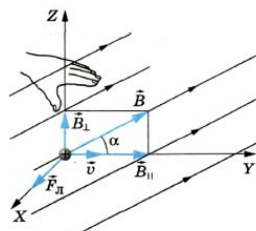


Рис. 1.24

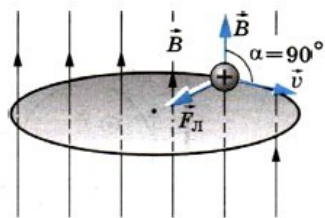


Рис. 1.25

$$\frac{mv^2}{r} = |q| v B.$$

Отсюда

$$r = \frac{mv}{|q| B}. \quad (1.6)$$

Время, за которое частица делает полный оборот (период обращения), равно:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{|q| B}.$$

(1.7) **Оборудование:** методические указания, микрокалькулятор, линейка

учебник [2],

### Примеры решения задач:

1. В пространстве, где созданы одновременно однородные и постоянные электрическое и магнитное поля, по прямолинейной траектории движется протон. Известно, что напряженность электрического поля равна  $\vec{E}$ . Определите индукцию  $\vec{B}$  магнитного поля.

Решение. Прямолинейное движение протона возможно в двух случаях.

1) Вектор  $\vec{E}$  направлен вдоль траектории движения протона. Тогда вектор  $\vec{B}$  также должен быть направлен вдоль этой траектории, и его модуль может быть любым, так как магнитное поле не будет действовать на частицу.

2) Векторы  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$  и  $\vec{v}$  взаимно перпендикулярны, и сила, действующая на протон со стороны электрического поля, равна по модулю и противоположна по направлению силе Лоренца, действующей на протон со стороны магнитного поля (рис. 1.31). Так как

$$e\vec{E} + \vec{F}_L = 0,$$

то

$$eE - evB = 0 \text{ и } B = \frac{E}{v}.$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

### Задачи для самостоятельного решения:

1. Протон в магнитном поле индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найти скорость протона.

2. Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией 4 мТл. Найти период обращения электрона.

3. 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.

4. Определите величину силы Лоренца, действующей на протон с индукцией 80 мТл, со скоростью протона 200 км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции.



5. Определите радиус окружности и период обращения электрона в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,01$  Тл. Скорость электрона перпендикулярна вектору магнитной индукции и равна  $10^6$  м/с.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме. Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба. Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Чему равен модуль силы Лоренца?
2. Как движется заряженная частица в однородном магнитном поле, если начальная скорость частицы перпендикулярна линиям магнитной индукции?
3. Как определить направление силы Лоренца

### Практическое занятие №23

**Тема:** Решение задач на самоиндукцию и индуктивность

**Цель:** закрепить знания по теме «самоиндукцию и индуктивность»,

При подготовке к практической работе по теме «самоиндукция и индуктивность» необходимо повторить тему «Электромагнетизм» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 11 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы «Самоиндукция и индуктивность»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

**Результат выполнения лабораторной работы**

ОК.3. анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, неся ответственность за результаты своей работы

ОК.4. осуществлять поиск информации, необходимый для эффективного выполнения профессиональных задач

ОК.5. использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ОК.6. работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: самоиндукция, индуктивность,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам

осуществлять самостоятельный **опыт:** 1. Явление электромагнитной индукции проявляется в возникновении ЭДС индукции в замкнутом контуре при изменении со временем магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром. Это явление лежит в основе работы генераторов всех электростанций. Согласно закону электромагнитной индукции ЭДС индукции в замкнутом контуре равна скорости изменения магнитного потока, взятой со знаком «-»:

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

2. Важным частным случаем электромагнитной индукции является самоиндукция. При самоиндукции изменяющееся магнитное поле индуцирует ЭДС в том самом проводнике, по которому идет ток, создающий это поле. ЭДС самоиндукции прямо пропорциональна скорости изменения силы тока в проводнике:

$$\mathcal{E}_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

3. Коэффициент пропорциональности  $L$  называют индуктивностью. Индуктивность зависит от размеров и формы проводника, а также от свойств среды, в которой находится проводник.

$$1 \text{ Гн} = 1 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}}.$$

Единица индуктивности — генри:

4. Энергия магнитного поля тока равна той работе, которую должен совершить источник, чтобы создать данный ток:

$$W_{\text{м}} = \frac{LI^2}{2}.$$

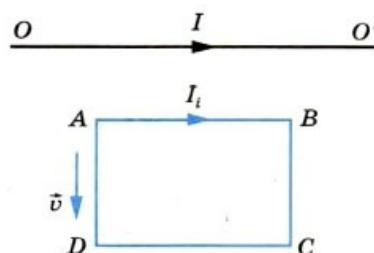
**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

### Примеры решения задач:

1.. Прямоугольный контур ABCD перемещается поступательно в магнитном поле тока, идущего по прямолинейному длинному проводнику (рис. 2.20). Определите направление тока, индуцированного в контуре, если контур удаляется от провода. Какие силы действуют на контур?

**Решение.** Вектор магнитной индукции  $\vec{B}$  магнитного поля тока  $I$  направлен перпендикулярно плоскости контура от нас. При удалении контура от провода магнитный поток через площадку ABCD убывает ( $\Delta\Phi < 0$ ).

Следовательно, вектор магнитной индукции  $\vec{B}'$  магнитного поля тока  $I_i$ , согласно правилу Ленца направлен от нас, как и вектор  $B$ . Применяя правило буравчика, находим, что индукционный ток в контуре направлен по часовой стрелке.



ТОКОМ

Рис. 2.20

Взаимодействие тока в контуре с прямолинейным приводит к появлению сил, действующих на проводники контура. Применяв правило левой руки,

можно выяснить, что эти силы, во-первых, растягивают рамку, стремясь увеличить площадь контура, и, во-вторых, создают результирующую силу, направленную к прямолинейному проводнику. Оба действия будут препятствовать уменьшению магнитного потока через контур

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

### Задачи для самостоятельного решения:

1. Магнитный поток через контур проводника сопротивлением  $3 \cdot 10^{-2}$  Ом за 2 с изменился на  $1,2 \cdot 10^{-2}$  Вб. Определите силу тока в проводнике, если изменение потока происходило равномерно.
2. Самолет летит горизонтально со скоростью 900 км/ч. Определите разность потенциалов между концами его крыльев, если модуль вертикальной составляющей магнитной индукции земного магнитного поля  $5 \cdot 10^{-5}$  Тл, а размах крыльев 12 м.
3. Сила тока в катушке изменяется от 1 А до 4 А за время, равное 3 с. При этом возникает ЭДС самоиндукции, равная 0,1 В. Определите индуктивность катушки и изменение энергии магнитного поля, создаваемого током.
4. В катушке индуктивностью 0,15 Гн и очень малым сопротивлением  $r$  сила тока равна 4 А. Параллельно катушке присоединили резистор сопротивлением  $R \gg r$ . Какое количество теплоты выделится в катушке и в резисторе после быстрого отключения источника тока?
5. Сколько витков должна содержать катушка с площадью поперечного сечения  $50 \text{ см}^2$ , чтобы при изменении магнитной индукции от 0,2 до 0,3 Тл в течение 4 мс в ней возбуждалась ЭДС 10 В?

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Что называют самоиндукцией?
2. Как направлены по отношению к току линии напряженности вихревого электрического поля в проводнике при увеличении и уменьшении силы тока?
3. Что называют индуктивностью проводника?
3. Что принимают за единицу индуктивности в СИ?
4. Чему равна ЭДС самоиндукции?
5. В чем главное отличие переменных электрических и магнитных полей от постоянных?

### Практическое занят №24

#### Тема *Качественные и графические задачи на электромагнитные колебания*

**Цель:** научиться читать и строить графики

При подготовке к практической работе по теме «гармонические колебания силы тока и напряжения» Необходимо повторить тему «Переменный ток» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы « Гармонические колебания силы тока и напряжения»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

#### Результат выполнения лабораторной работы

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: период, частота, амплитуда,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

#### Теоретический материал:

Подобно тому как координата при механических колебаниях (в случае, когда в начальный момент времени отклонение тела маятника от положения равновесия максимально) изменяется со временем по гармоническому закону:

$$x = x_m \cos \omega_0 t,$$

заряд конденсатора меняется с течением времени по такому же закону:

$$q = q_m \cos \omega_0 t, \quad \text{где } q_m \text{ — амплитуда колебаний заряда.}$$

Сила тока также совершает гармонические колебания:

$$i = q' = -\omega_0 q_m \sin \omega_0 t = I_m \cos \left( \omega_0 t + \frac{\pi}{2} \right), \quad (4.13)$$

где  $I_m = q_m \omega_0$  — амплитуда колебаний силы тока. Колебания силы тока опережают по фазе на  $\frac{\pi}{2}$  колебания заряда

Точно так же колебания скорости тела в случае пружинного или математического маятника опережают на  $\frac{\pi}{2}$  колебания координаты (смещения) этого тела.

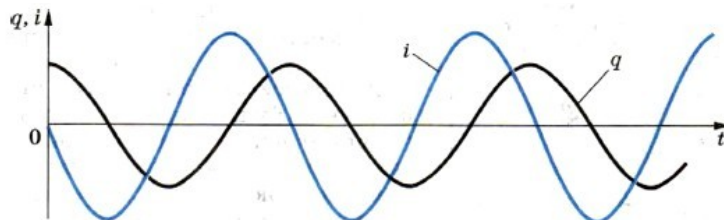


Рис. 4.7

**Оборудование:** методические

указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

#### Примеры решения задач:

1. Сила тока в цепи переменного тока меняется со временем по закону  $i = 20 \cos 100\pi t$ . Определить характеристики колебательной системы и построить график данного колебательного процесса.

**Решение.**

1. Выясним сначала, какой это вид колебаний.

Гармонические колебания.

2. Запишем уравнение в общем виде:  $i = I_m \cos \omega t$

3. Проводим сравнение общего уравнения с данным.

Увидели, что  $I_m = 20A$ , а  $\omega = 100\pi$ .

4. Для построения графика нужны следующие величины:  $I_m$  и  $T$ .

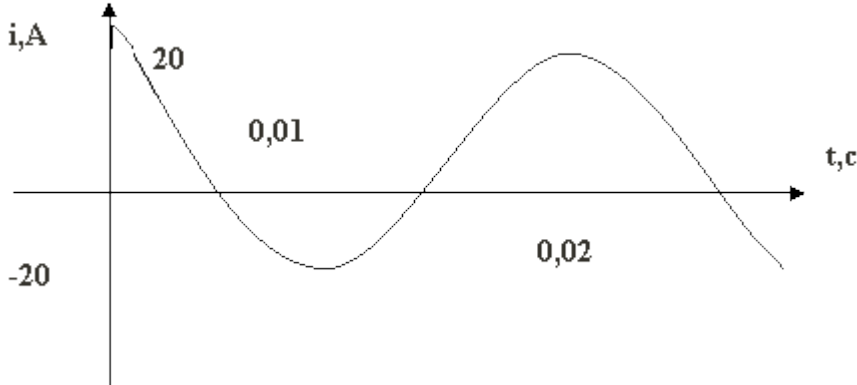
$I_m$  мы уже нашли, а теперь найдём  $T$ , используя формулу  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ;  $T = \frac{2\pi}{100\pi} = 0,02c$ .

5. Теперь выберем и построим оси координат; одна – время, вторая – переменный ток.

Обязательно нужно выбрать правильно масштаб.

6. Давайте вспомним, какой график функций  $y = \cos x$ . Зная с алгебры промежутки возрастания и убывания функции  $y = \cos x$ , мы построим схематично график.  $T = 0,02c$ . 7. Проведем плавную линию.

Итак, мы построили график колебаний по уравнению  $i = 20 \cos 100\pi t$ . Рисунок 1.



Ребята, давайте подчеркнём основные этапы, т.е. проговорим алгоритм решения такого типа задач.

**Алгоритм:**

- Сравниваем конкретное уравнение с уравнением в общем виде.
- Определяем характеристики колебательной системы и обозначаем их.  $I_m$ ,  $T$ ,  $\omega$ .
- Выбираем масштаб, строим и обозначаем оси.
- Показываем значение периода, полупериода, значение максимального тока в характерных точках. Схематично проводим график по аналогии с  $y = \cos x$ .
- Применяем формулы конкретного вида сопротивления и закона Ома.

2. Пусть дан график колебаний в колебательном контуре радиопередатчика системы. Определить её характеристики и записать уравнение зависимости силы тока  $i = i(t)$ , текущего в катушке, от времени, если  $L = 0,2Гн$ .

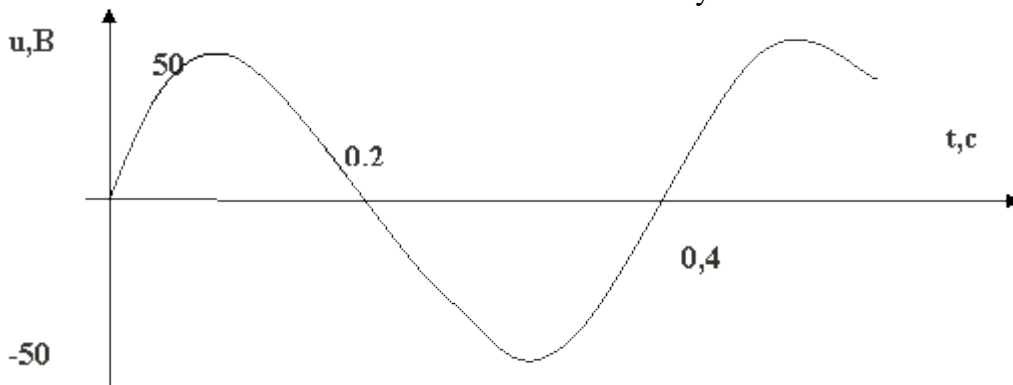
**Решение.**

1. По данному графику мы можем определить:  $U_m = 50В$ ,  $T = 0,4 c$ .

2. Для записи уравнения, необходимо рассчитать циклическую частоту по формуле:  $T = \frac{2\pi}{\omega} \rightarrow$   
 $\frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0,4} = \frac{20\pi}{4} = 5\pi$

3. График, каких колебаний нам дан? Это синусоида или косинусоида?

$u = U_m \sin \omega t \rightarrow u = 50 \sin 5\pi$  Рисунок 2.



4. Используя закон Ома для участка цепи, где присутствует катушка с индуктивностью  $L = 0,2 \text{ Гн}$ , рассчитаем  $I_m$ .

$$I_m = \frac{U_m}{X_L} \text{ и } X_L = \omega * L \quad X_L = 0,2 * \pi * 5 = \pi = 3,14 (\text{Ом})$$

$$I_m = \frac{50 \text{ В}}{3,14 \text{ Ом}} = 16 \text{ А}$$

Если рассматривать колебательный контур с катушкой индуктивности, то знаем что  $I_m$  уменьшается по сравнению с  $U_m$ , и что колебания силы тока отстают от колебаний напряжения на  $\frac{\pi}{2}$ . График строим передвижением вертикальной оси вправо на  $\frac{\pi}{2}$ .

5. Используя данные, запишем уравнение зависимости  $i = i(t)$ .

$$I = I_m \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$i = 16 \sin \left( 5\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

Сила тока в колебательном контуре, содержащем конденсатор емкостью  $4 \text{ мкФ}$ , меняется по закону:  $i = 0,1 \cos(10^5 \pi t) \text{ А}$ .

Найдите:

- 1)  $I_m$  – амплитудное значение силы тока;
- 2) Действующее значение силы тока в цепи –  $I_d$ .
- 3) Период, частоту и циклическую частоту колебаний;
- 4) Емкостное сопротивление -  $X_C$
- 5) Амплитудное значение заряда и напряжение на конденсаторе;
- 6) Индуктивность катушки.
- 7) Напишите уравнение зависимости напряжения на катушке от времени:  $u = u(t)$

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. В чем различие между свободными и вынужденными электрическими колебаниями?
2. Как изменится период свободных электрических колебаний в контуре, если емкость конденсатора в нем вдвое увеличить или же вдвое уменьшить?
3. Как связаны амплитуды колебаний заряда и тока при разрядке конденсатора через катушку?
4. При каких условиях в электрической цепи возникают вынужденные электромагнитные колебания?
5. Одинаково ли мгновенное значение силы переменного тока в данный момент времени во всех участках неразветвленной цепи?

## Практическое занятие №25

**Тема:** Задачи на переменный электрический ток

**Цель:** изучение вынужденных колебаний с помощью графиков

При подготовке к практической работе по теме «переменный электрический ток» Необходимо повторить тему «Переменный ток» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика

### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: сила тока, напряжение, активные и реактивные сопротивления, закон Ома для переменного тока,

#### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теоретический материал:

**Переменным током** называется электрический ток, который изменяется с течением времени по гармоническому закону. Величины  $U_0, I_0 = U_0/R$  называются **амплитудными** значениями напряжения и силы тока. Значения напряжения  $U(t)$  и силы тока  $I(t)$ , зависящие от времени, называют **мгновенными**.

Переменный ток характеризуется **действующими** значениями силы тока и напряжения. Действующим (эффективным) значением переменного тока называется сила такого постоянного тока, который, проходя по цепи, выделил бы в единицу времени такое же количество теплоты, что и данный переменный ток. Для переменного тока **действующее значение силы тока** может быть рассчитано по формуле:

$$I_{д} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

Аналогично можно ввести **действующее (эффективное) значение и для напряжения**, рассчитываемое по формуле:

$$U_{д} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

Таким образом, выражения для мощности постоянного тока остаются справедливыми и для переменного тока, если использовать в них действующие значения силы тока и напряжения:

$$P = U_{д} I_{д} = I_{д}^2 R = \frac{U_{д}^2}{R}$$

Обратите внимание, что если идет речь о напряжении или силе переменного тока, то (если не сказано иного) имеется в виду именно действующее значение. Так, 220В – это действующее напряжение в домашней электросети.

Мы будем изучать в дальнейшем вынужденные электрические колебания, происходящие в цепях под действием напряжения, меняющегося с циклической частотой  $\omega$  по закону синуса или косинуса:

$$u = U_m \sin \omega t$$

или

$$u = U_m \cos \omega t,$$

где  $U_m$  — амплитуда напряжения, т. е. максимальное по модулю значение напряжения.

Если напряжение меняется с циклической частотой  $\omega$ , то и сила тока в цепи будет меняться с той же частотой. Но колебания силы тока не обязательно должны совпадать по фазе с колебаниями напряжения. Поэтому в общем случае сила тока  $i$  в любой момент времени (мгновенное значение силы тока) определяется по формуле

$$i = I_m \sin (\omega t + \varphi_c).$$

Здесь  $I_m$  — амплитуда силы тока, т. е. максимальное по модулю значение силы тока, а  $\varphi_c$  — разность (сдвиг) фаз между колебаниями силы тока и напряжения.

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. Рамка площадью  $S = 3000 \text{ см}^2$  имеет  $N = 200$  витков и вращается в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ . Максимальная ЭДС в рамке  $\mathcal{E}_m = 1,5 \text{ В}$ . Определите время одного оборота.

Решение. Магнитный поток, пронизывающий рамку, равен:

$$\Phi = BSN \cos \omega t.$$

Согласно закону электромагнитной индукции:

$$e = -\Phi' = BSN\omega \sin \omega t.$$

Амплитуда ЭДС индукции

$$\mathcal{E}_m = BSN\omega.$$

Отсюда

$$\omega = \frac{\mathcal{E}_m}{BSN}.$$

Время одного оборота рамки равно:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi BSN}{\mathcal{E}_m} \approx 3,8 \text{ (с)}.$$

2. В цепь переменного тока с частотой  $\nu = 500 \text{ Гц}$  включена катушка индуктивностью  $L = 10 \text{ мГн}$ . Определите емкость конденсатора, который надо включить в эту цепь, чтобы наступил резонанс.

Решение. Электрическая цепь согласно условию задачи представляет собой колебательный контур. Резонанс в этой цепи наступит, когда частота переменного тока будет равна собственной частоте колебательного контура ( $\nu = \nu_0$ ).

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Отсюда

$$C = \frac{1}{4\pi^2 L \nu^2} \approx 10^{-5} \text{ Ф} = 10 \text{ мкФ}.$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Определите амплитуду ЭДС, наводимой в рамке, вращающейся в однородном магнитном поле, если частота вращения составляет 50 об/с, площадь рамки  $100 \text{ см}^2$  и магнитная индукция  $0,2 \text{ Тл}$ .

2. Катушка индуктивностью  $L = 0,08 \text{ Гн}$  присоединена к источнику переменного напряжения с частотой  $\nu = 1000 \text{ Гц}$ . Действующее значение напряжения  $U = 100 \text{ В}$ . Определите амплитуду силы тока  $I_m$  в цепи.

3. Конденсатор включён в цепь переменного тока стандартной частоты. Напряжение в сети  $220 \text{ В}$ . Сила тока в цепи этого конденсатора  $2,5 \text{ А}$ . Какова ёмкость конденсатора?

4. На какое напряжение надо рассчитывать изоляторы линии электропередачи, если действующее напряжение  $430 \text{ кВ}$ ?

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. При каких условиях в электрической цепи возникают вынужденные электромагнитные колебания?
2. Одинаково ли мгновенное значение силы переменного тока в данный момент времени во всех участках неразветвленной цепи?
3. Что представляет собой переменный электрический ток?
4. Что называется, амплитудным и мгновенным значениями силы переменного тока, напряжения?

5. Что называется, действующим значением силы переменного тока и напряжения переменного тока?

### Практическое занятие №26

**Тема:** Расчетные задачи на превращение энергии при электромагнитных колебаниях

**Цель:** показать превращение энергии магнитного поля в электрического.

При подготовке к практической работе по теме «превращение энергии при электромагнитных колебаниях» необходимо повторить тему «Электромагнитные колебания» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 11 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы « Электромагнитный колебательный контур. Формула Томсона»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net); [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net)

### Результат выполнения лабораторной работы

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов электродинамики
- смысл физических величин: электрическая емкость.индуктивность,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теоретический материал:

Простейшая система, в которой могут происходить свободные электромагнитные колебания, состоит из конденсатора и катушки, присоединенной к его обкладкам (рис. 4.3), и называется **колебательным контуром**.

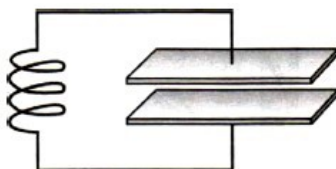


Рис. 4.3

Конденсатор получит энергию

$$W_{\text{э}} = \frac{q_m^2}{2C}. \quad (4.1)$$

где  $q_m$  — заряд конденсатора, а  $C$  — его электроемкость. Между обкладками конденсатора возникнет разность потенциалов  $U_m$ .

.По мере разрядки конденсатора энергия электрического поля уменьшается, но одновременно возрастает энергия магнитного поля тока, которая определяется формулой

$$W_{\text{м}} = \frac{Li^2}{2}. \quad (4.2)$$

где  $i$  — сила переменного тока;  $L$  — индуктивность катушки.

Полная энергия  $W$  электромагнитного поля контура равна сумме энергий его магнитного и электрического полей:

$$W = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C}. \quad (4.3)$$

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

### Примеры решения задач:

1. Максимальный заряд на обкладках конденсатора колебательного контура  $q_m = 10^{-6}$  Кл. Амплитудное значение силы тока в контуре  $I_m = 10^{-3}$  А. Определите период колебаний. (Потери на нагревание проводников можно пренебречь.)

Р е ш е н и е. Амплитудные значения силы тока и заряда связаны соотношением:

$$I_m = \omega_0 q_m,$$

откуда



$$\omega_0 = \frac{I_m}{q_m}.$$

Следовательно,

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \frac{q_m}{I_m} \approx 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ (с)}.$$

2. В цепь переменного тока с частотой  $\nu = 500$  Гц включена катушка индуктивностью  $L = 10$  мГн. Определите емкость конденсатора, который надо включить в эту цепь, чтобы наступил резонанс.

**Решение.** Электрическая цепь согласно условию задачи представляет собой колебательный контур. Резонанс в этой цепи наступит, когда частота переменного тока будет равна собственной частоте колебательного контура ( $\nu = \nu_0$ ).

Но

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Отсюда

$$C = \frac{1}{4\pi^2 L \nu^2} \approx 10^{-5} \text{ Ф} = 10 \text{ мкФ}.$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи, для самостоятельного решения:**

1. После того как конденсатору колебательного контура был сообщен заряд  $q = 10^{-5}$  Кл, в контуре возникли затухающие колебания. Какое количество теплоты выделится в контуре к тому времени, когда колебания в нем полностью затухнут? Емкость конденсатора  $C = 0,01$  мкФ.
2. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $L = 0,003$  Гн и плоского конденсатора емкостью  $C = 13,4$  пФ. Определите период свободных колебаний в контуре.
3. В каких пределах должна изменяться индуктивность катушки колебательного контура, чтобы частота колебаний изменялась от 400 до 500 Гц? Емкость конденсатора 10 мкФ.
4. Определите амплитуду ЭДС, наводимой в рамке, вращающейся в однородном магнитном поле, если частота вращения составляет 50 об/с, площадь рамки 100 см<sup>2</sup> и магнитная индукция 0,2 Тл.
5. Катушка индуктивностью  $L = 0,08$  Гн присоединена к точнику переменного напряжения с частотой  $\nu = 1000$  Гц. Действующее значение напряжения  $U = 100$  В. Определите амплитуду силы тока  $I_m$  в цепи.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме. Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради четко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. В чем различие между свободными и вынужденными электрическими колебаниями?
2. Как изменится период свободных электрических колебаний в контуре, если емкость конденсатора в нем вдвое увеличить или же вдвое уменьшить?
3. Как связаны амплитуды колебаний заряда и тока при разрядке конденсатора через катушку?
4. Чему равна энергия контура в произвольный момент времени?
5. Почему при подключении конденсатора к катушке он разряжается постепенно?

### Практическое занятие №27

**Тема: Расчетные задачи на цепи переменного тока**

## Цель: изучение вынужденных электрических колебаний

При подготовке к практической работе по теме «цепи переменного тока» Необходимо повторить тему «Цепи переменного тока» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы « Характеристики цепей переменного тока»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

### Результат выполнения лабораторной работы

#### Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов Ома для переменного тока
- смысл физических величин: сила тока, сопротивления активные и реактивные,

#### Уметь:

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теоретический материал

Мгновенное значение силы тока определяется по формуле

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi_c).$$

Здесь  $I_m$  — амплитуда силы тока, т. е. максимальное по модулю значение силы тока, а  $\varphi_c$  — разность (сдвиг) фаз.

Мощность в цепи переменного тока определяется действующими значениями силы тока и напряжения:  $P = IU \cos \varphi$ .

Заряд конденсатора меняется по гармоническому закону:

$$q = CU_m \cos \omega t.$$

Сила тока, представляющая собой производную заряда по времени, равна:

$$i = q' = -U_m C \omega \sin \omega t = U_m C \omega \cos \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right). \quad (4.28)$$

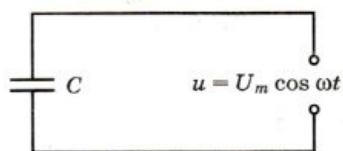


Рис. 4.14

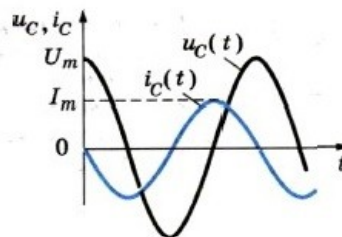


Рис. 4.15

Следовательно, колебания силы тока опережают по фазе колебания напряжения на конденсаторе на  $\frac{\pi}{2}$

Амплитуда силы тока равна:

$$I_m = U_m C \omega.$$

Так как  $u = -e$ , напряжение на концах катушки оказывается равным

$$u = L \omega I_m \cos \omega t = L \omega I_m \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) = U_m \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right),$$

где  $U_m = L \omega I_m$  — амплитуда напряжения.

$$I_m = \frac{U_m}{\omega L}. \quad (4.33)$$

Если ввести обозначение

$$\omega L = X_L$$

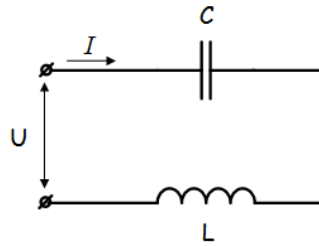
и вместо амплитуд силы тока и напряжения использовать их действующие значения, то получим:

$$I = \frac{U}{X_L} \quad (4.35)$$

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. В сеть переменного тока включены последовательно катушка индуктивностью 3 мГн и активным сопротивлением 20 Ом и конденсатор емкостью 30 мкФ. Напряжение  $U_C$  на конденсаторе 50 В. Определите напряжение на зажимах цепи, ток в цепи, напряжение на катушке, активную и реактивную мощность.



Решение задачи начнём с определения тока в цепи, но для этого нужно сначала определить реактивное сопротивление конденсатора.

Как известно, реактивное сопротивление конденсатора зависит от частоты переменного тока (при её увеличении уменьшается, а при её уменьшении увеличивается), следовательно

$$x_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 * 3.14 * 50 * 30 * 10^{-6}} = 106.1 \text{ Ом}$$

Ток в цепи находим из соображения, что элементы в цепи соединены последовательно, а значит, ток на конденсаторе и катушке будет одним и тем же.

$$I = I_C = \frac{U_C}{x_C} = \frac{50}{106.1} = 0.471 \text{ А}$$

Следующим шагом мы определяем индуктивное сопротивление и напряжение катушки

$$x_L = \omega L = 2\pi f L = 2 * 3.14 * 50 * 0.003 = 0.94 \text{ Ом}$$

$$U_L = I x_L = 0.471 * 0.94 = 0.44 \text{ В}$$

Зная активное сопротивление обмотки катушки, можем определить падение напряжения на нем

$$U_R = I R = 0.471 * 20 = 9.42 \text{ В}$$

Теперь, когда мы знаем напряжение на каждом из элементов, мы можем определить напряжение на зажимах цепи, которое будет равно

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{9.42^2 + (0.44 - 50)^2} = 50.44 \text{ В}$$

Активную мощность в данном случае можно определить как мощность, выделяемую на обмотке катушки

$$P = U_R I = 9.42 * 0.471 = 4.44 \text{ Вт}$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно

варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Максимальный заряд на обкладках конденсатора колебательного контура  $q_m = 10^{-6}$  Кл. Амплитудное значение силы тока в контуре  $I_m = 10^{-3}$  А. Определите период колебаний. (Потери на нагревание проводников можно пренебречь.)

2. Рамка площадью  $S = 3000 \text{ см}^2$  имеет  $N = 200$  витков и вращается в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 1,5 \cdot 10^{-2}$  Тл. Максимальная ЭДС в рамке  $\mathcal{E}_m = 1,5 \text{ В}$ . определите время одного оборота.

3. После того как конденсатору колебательного контура был сообщен заряд  $q = 10^{-5}$  Кл, в контуре возникли затухающие колебания. Какое количество теплоты выделится в контуре к тому времени, когда колебания в нем полностью затухнут? Емкость конденсатора  $C = 0,01$  мкФ.

4. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $L = 0,003$  Гн и плоского конденсатора емкостью  $C = 13,4$  пФ. Определите период свободных колебаний в контуре.

5. В каких пределах должна изменяться индуктивность катушки колебательного контура, чтобы частота колебаний изменялась от 400 до 500 Гц? Емкость конденсатора 10 мкФ.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Как связаны между собой действующие значения силы тока и напряжения на катушке индуктивности, активным сопротивлением которой можно пренебречь?
2. Почему ЭДС самоиндукции и напряжение на катушке имеют противоположные знаки?
3. Как связаны между собой действующие значения силы тока и напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока?
4. Выделяется ли энергия в цепи, содержащей только конденсатор, если активным сопротивлением цепи можно пренебречь?
5. Выключатель цепи представляет собой своего рода конденсатор. Почему же выключатель надежно размыкает цепь?

### **Практическое занятие №28**

**Тема:** *Расчетные задачи на волновые свойства света*

**Цель:** определение длины волны при помощи дифракционной решетки

**Результат выполнения практической работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов волновой оптики
- смысл физических величин: дифракционная решетка, переод решетки. длина волны

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### **Теоретический материал:**

Дифракционная решетка представляет собой совокупность большого числа узких щелей, разделенных непрозрачными промежутками. Хорошая решетка изготавливается с помощью специальной делительной машины, наносящей на стеклянной пластинке параллельные штрихи. Количество штрихов доходит до нескольких тысяч на 1 мм. Просты в изготовлении платиновые отпечатки с такой решетки, зажатые между двумя стеклянными пластинками. Наилучшим качеством обладают отражательные решетки. Они представляют собой чередование участков отражающих свет и рассеивающих его.

Период решетки:

$$d = a + b,$$

где  $d$  - период решетки;  $a$  - ширина прозрачных щелей;  $b$  - ширина непрозрачных щелей.

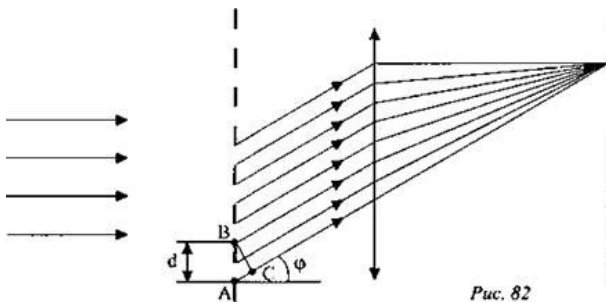


Рис. 82

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. В опыте Юнга по дифракции световых волн расстояние между щелями  $d = 0,07$  мм, а расстояние от двойной щели до экрана  $D = 2$  м. При освещении прибора зеленым светом расстояние между соседними светлыми дифракционными полосами оказалось равным  $\Delta h = 16$  мм. Определите длину волны.

**Решение.** В некоторой точке С экрана (рис. 8.65) будет наблюдаться максимум освещенности, если выполнено условие

$$d_2 - d_1 = k\lambda,$$

где  $k = 0, 1, 2, \dots$  — целые числа.

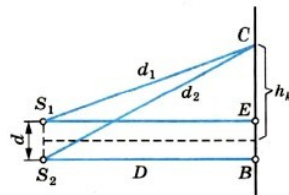


Рис. 8.65

Применим теорему Пифагора к треугольникам  $S_1CE$  и  $S_2CB$ :

$$d_2^2 = D^2 + \left(h_k + \frac{d}{2}\right)^2,$$

$$d_1^2 = D^2 + \left(h_k - \frac{d}{2}\right)^2.$$

Вычитая почленно из первого равенства второе, получаем

$$d_2^2 - d_1^2 = 2h_k d,$$

**или**

$$(d_1 + d_2)(d_2 - d_1) = 2h_k d.$$

Так как  $d \ll D$ , то  $d_1 + d_2 \approx 2D$ . Следовательно,

$$d_2 - d_1 \approx \frac{h_k d}{D}.$$

Учитывая, что  $d_2 - d_1 = k\lambda$ , можем записать:

$$k\lambda \approx \frac{h_k d}{D}.$$

Отсюда находим расстояние  $k$ -й светлой полосы от центра экрана:

$$h_k \approx \frac{k\lambda D}{d}.$$

Расстояние между соседними полосами равно:

$$\Delta h = h_{k+1} - h_k \approx \frac{\lambda D}{d}.$$

**Отсюда**

$$\lambda \approx \frac{d\Delta h}{D} \approx 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ (см)}.$$

2. На дифракционную решетку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, падает плоская монохроматическая волна ( $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$  см). Определите наибольший порядок спектра  $k$ , который можно наблюдать при нормальном падении лучей на решетку.

$$k = \frac{d}{\lambda} = 4.$$

**Решение.** Максимальному  $k$  соответствует  $\sin\phi = 1$ . Следовательно,

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

1. Два когерентных источника  $S_1$  и  $S_2$  испускают свет с длиной волны  $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$  м. Источники находятся друг от друга на расстоянии  $d = 0,3$  см. Экран расположен на расстоянии 9 м от источников. Что будет наблюдаться в точке А экрана светлое пятно или темное?
2. Дифракционная решётка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решётку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен  $8^\circ$ .
3. На дифракционную решетку, имеющую период  $d = 1,2 \cdot 10^{-3}$  см, падает по нормали монохроматическая волна. Оцените длину волны  $\lambda$ , если угол между спектрами второго и третьего порядков  $\Delta\varphi = 2^\circ 30'$ .
4. Определить угол отклонения лучей зелёного света (длина волны 0,55 мкм) в спектре первого порядка, полученном с помощью дифракционной решётки, период которой равен 0,02 мм.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Какое явление называется дифракцией?
2. Почему дифракцию механических волн наблюдать легче, чем дифракцию света?
3. Почему с помощью микроскопа нельзя увидеть атом?
4. В каких случаях приближенно справедливы законы геометрической оптики?
5. Зависит ли положение максимумов освещенности, создаваемых дифракционной решеткой, от числа щелей?

### **Практическое занятие №29**

**Тема:** *Расчетные задачи на формула тонкой линзы.*

**Цель:** графическое решение задач

При подготовке к практической работе по теме «формула тонкой линзы.» Необходимо повторить тему «Оптика» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 11 кл Учебник, М.: Просвещение, 2015 : По конспекту повторить темы « Линзы, формула тонкой линзы, построение изображения»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов оптики, увеличение линзы,

**Уметь:**

- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам

осуществлять самостоятельный

**Теория:**

**Формулой тонкой линзы:**

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F},$$

(8.10)

или

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D.$$

(8.11)

Величины  $d$ ,  $f$  и  $F$  могут быть как положительными, так и отрицательными.

**Оптическая сила линзы.** Величину, обратную фокусному расстоянию, называют оптической силой линзы. Ее обозначают буквой  $D$ :

$$D = \pm \frac{1}{|F|}.$$

$D > 0$ , если линза собирающая,  $D < 0$ , если линза рассеивающая.

Чем ближе к линзе ее фокусы, тем сильнее линза преломляет лучи, собирая или рассеивая их, и тем больше оптическая сила линзы.

Оптическую силу  $D$  линз выражают в диоптриях (дптр). Оптической силой в 1 дптр обладает линза с фокусным расстоянием 1 м.

*Оборудование:* методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

**Примеры решения задач:**

1. На рисунке 8.39 показано расположение главной оптической оси  $MN$  линзы, светящейся точки  $S$  и ее изображения  $S_1$ . Найдите построением оптический центр линзы и ее фокусы. Определите, собирающей или рассеивающей является эта линза, действительным или мнимым является изображение.

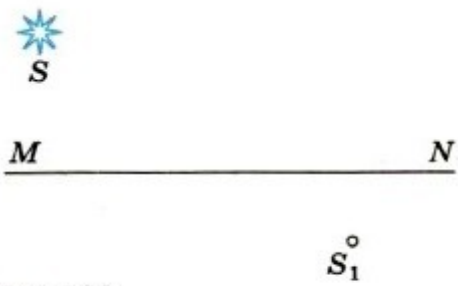


Рис. 8.39

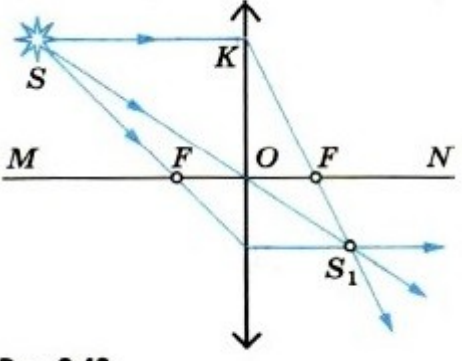


Рис. 8.40

2. Изображение предмета имеет высоту  $H = 2$  см. Какое фокусное расстояние  $F$  должна иметь линза, расположенная на расстоянии  $f = 4$  м от экрана, чтобы изображение данного предмета на экране имело высоту  $h = 1$  м?

*Решение.* Из формулы линзы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

находим фокусное расстояние:

$$F = \frac{fd}{d + f}.$$

Увеличение линзы можно выразить так:

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}.$$

Отсюда

$$d = \frac{hf}{H}.$$

Поэтому

$$F = \frac{hf}{H + h} \approx 8 \text{ (см)}.$$

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

**Задачи для самостоятельного решения:**

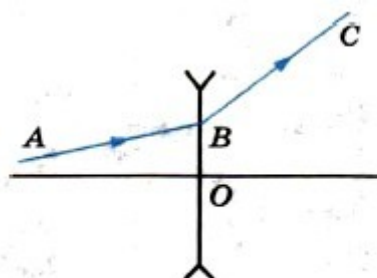
1. С помощью линзы на вертикальном экране получено действительное изображение электрической лампочки. Как изменится изображение, если закрыть верхнюю половину линзы?

2. Фотоаппарат дает на пленке изображение человеческого лица. Поясните с помощью чертежа, почему изображение леса, виднеющегося вдаль за человеком, получается нерезким. В какую сторону следует сместить объектив, чтобы лес был изображен четко? Будет ли при этом четким изображение лица?

3. Почему ныряльщик без маски плохо различает предметы под водой?

4. Постройте изображение предмета, помещенного перед собирающей линзой, в следующих случаях: 1)  $d > 2F$ ; 2)  $d = 2F$ ; 3)  $F < d < 2F$ ; 4)  $d < F$ .

5. На рисунке 8.41 линия ABC изображает ход луча через тонкую рассеивающую линзу. Определите построением положения главных фокусов линзы.



**Рис. 8.41**

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради четко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Какую линзу называют тонкой?
2. Что называется, главным фокусом линзы?
3. Какие лучи удобно использовать для построения изображения в линзе?
4. Что называется, увеличением линзы?
5. Сколько времени идет свет от Солнца до Земли?



## Практическое занятие №30

### Тема: Расчетные задачи на законы фотоэффекта

#### Цель: применение уравнения Эйнштейна

При подготовке к практической работе по теме «расчетные задачи по фотоэффекту» Необходимо повторить тему «Квантовая физика» по учебнику Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 кл Учебник, М.: Просвещения, 2015 : По конспекту повторить темы «Фотоэффект, характеристики»: Интернет- ресурсы: [www.videouroki.net](http://www.videouroki.net);

#### Результат выполнения лабораторной работы

##### Знать;

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов квантовая физики
- смысл физических величин: частота, красная граница фотоэффекта, фотон,

##### Уметь:

- выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### Теория фотоэффекта

Для объяснения закономерностей теплового излучения М. Планк предположил, что атомы испускают электромагнитную энергию не непрерывно, а отдельными порциями — квантами. Энергия каждой такой порции определяется формулой  $E = h\nu$ , где  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж • с — постоянная Планка;  $\nu$  — частота световой волны.

Поглощается электромагнитная энергия также отдельными порциями. Это подтверждается явлением фотоэффекта (вырывание электронов из вещества под действием света). Число вырванных электронов пропорционально интенсивности излучения, а кинетическая энергия электронов определяется только частотой света. Согласно представлениям Эйнштейна поглощенная порция энергии  $h\nu$  идет на совершение работы выхода  $A$  по вырыванию электрона из

металла и на сообщение ему кинетической энергии:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}.$$

Если частота света меньше некоторого ее минимального значения, соответствующего работе

выхода  $\nu < \nu_{\min} = \frac{A}{h}$ , то фотоэффект не наблюдается.

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

#### Примеры решения задач:

1. Когда длину волны излучения, падающего на катод фотоэлемента, уменьшили от  $\lambda_1 = 500$  нм до  $\lambda_2 = 400$  нм максимальная скорость фотоэлектронов увеличилась в 2 раза. Определите красную границу фотоэффекта  $\lambda_{\max}$  для этого катода.

Решения. После изменения длины волны излучения максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 4 раза. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$\frac{hc}{\lambda_1} = A + E_{k1}, \quad \frac{hc}{\lambda_2} = A + E_{k2} = A + 4E_{k1}.$$
$$A = \frac{hc(4\lambda_2 - \lambda_1)}{3\lambda_1\lambda_2}.$$

Исключая из этих уравнений  $E_{k1}$ , найдем

$$A = \frac{hc}{\lambda_{\max}}, \quad \lambda_{\max} = \frac{3\lambda_1\lambda_2}{4\lambda_2 - \lambda_1}.$$

Поскольку получаем Проверив единицы величин и подставив числовые значения, находим красную границу фотоэффекта: 545 нм.

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

#### Задачи для самостоятельного решения:

1. Определите постоянную Планка, если с увеличением частоты электромагнитного излучения в процессе фотоэффекта на  $1,21 \cdot 10^{11}$  кГц затримувальный потенциал вырос на 0,5 В.

2. При освещении поверхности некоторого металла светом с частотой  $5 \cdot 10^{14}$  Гц вылетают фотоэлектроны. Какова работа выхода электронов из металла, если максимальная кинетическая энергия электронов фото 1,2 эВ?

3. Определите абсолютный показатель преломления среды, в которой свет с энергией фотона  $E = 4,4 \cdot 10^{-19}$  Дж имеет длину волны  $\lambda = 3,0 \cdot 10^{-7}$  м.

4. Определите энергию фотона, соответствующую длине волны  $\lambda = 5,0 \cdot 10^{-7}$  м.

5. Определите длину волны  $\lambda$  света, которым освещается поверхность металла, если фотоэлектроны имеют кинетическую энергию  $W_k = 4,5 \cdot 10^{-20}$  Дж, а работа выхода электрона из металла равна  $A = 7,6 \cdot 10^{-19}$  Дж.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**4 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Что такое красная граница фотоэффекта?
2. Как ее определить по известной работе выхода?
3. Что такое внутренний фотоэффект?
4. Что такое квант?
5. Какой из законов не мог быть установлен А.Г. Столетовым. Почему?

### Практическое занятие №31

**Тема:** Расчетные задачи на ядерные реакции

**Цель:** научиться применять правило смещения

**Результат выполнения лабораторной работы**

**Знать;**

- смысл понятий: физическое явление
- -смысл физических законов ядерной физики
- смысл физических величин: критическая масса, нуклоны, энергия связи, ускорени,

**Уметь:**

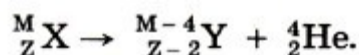
- . выполнять физический эксперимент по получению конкретных результатов относящихся к изученным законам физики
- проводить расчеты по физическим формулам и законам осуществлять самостоятельный

### теоретический материал

Ядерными реакциями называют превращение одних ядер в другие при взаимодействии с какими-то частицами.

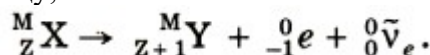
**Правило смещения.** Превращения ядер подчиняются так называемому правилу смещения, сформулированному впервые Содди: при  $\alpha$ -распаде ядро теряет положительный заряд  $2e$  и его масса  $M$  убывает примерно на четыре атомные единицы массы. В результате элемент смещается на две клетки к началу периодической системы.

Символически это можно записать так:



Здесь элемент обозначается, как и в химии, общепринятыми символами: заряд ядра записывается в виде индекса слева внизу у символа, а атомная масса — в виде индекса слева вверху у символа.

Например, водород обозначается символом  ${}^1_1 \text{H}$ . Для  $\alpha$ -частицы, являющейся ядром атома гелия, применяется обозначение  ${}^4_2 \text{He}$  и т. д. При  $\beta$ -распаде из ядра вылетает электрон. В результате заряд ядра увеличивается на единицу, а масса остается почти неизменной:



Здесь  ${}^0_{-1} e$  обозначает электрон: индекс 0 вверху означает, что масса его очень мала по сравнению с атомной единицей массы,  $\bar{\nu}_e$  — электронное антинейтрино — нейтральная частица с очень малой (возможно, нулевой) массой, уносящая при  $\beta$ -распаде часть энергии. Образованием

антинейтрино сопровождается  $\beta$ -распадом любого ядра и в уравнениях соответствующих реакций эту частицу часто не указывают.

После  $\beta$ -распада элемент смещается на одну клетку ближе к концу периодической системы. Гамма-излучение не сопровождается изменением заряда; масса же ядра меняется ничтожно мало.

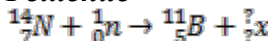
Согласно правилу смещения, при радиоактивном распаде сохраняется суммарный электрический заряд и приближенно сохраняется относительная атомная масса ядер. Возникшие при радиоактивном распаде новые ядра могут быть также радиоактивны и испытывать дальнейшие превращения.

**Оборудование:** методические указания, учебник [2], микрокалькулятор, линейка

### Примеры решения задач:

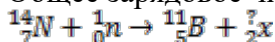
1. При бомбардировке ядер изотопа азота  ${}^{14}_7\text{N}$  нейтронами образуется изотоп бора  ${}^{11}_5\text{B}$ . Какая ещё частица образуется в этой реакции? Варианты ответа: 1. протон; 2. 2 протона; 3. 2 нейтрона; 4.  $\alpha$ -частица.

**Решение**

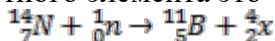


Зарядовое и массовое число установим по законам сохранения.

Общее зарядовое число после реакции должно быть равно 7, следовательно:



Массовое число после реакции должно быть равно 15. У бора оно равно 11, поэтому у неизвестного элемента это число – 4.



Неизвестный элемент имеет заряд равный двум, а массу – четыре. Следовательно, это  $\alpha$ -частица.

**Ответ:** 4.  $\alpha$ -частица

**1 задание.** Выписать исходные данные согласно варианту

### Задачи для самостоятельного решения:

1. В результате последовательной серии радиоактивных распадов уран  ${}^{238}_{92}\text{U}$  превращается в свинец  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . Сколько  $\alpha$ - и  $\beta$ -превращений он при этом испытывает?

2. При бомбардировке ядер бора  ${}^{11}_5\text{B}$  протонами получается бериллий  ${}^8_4\text{Be}$ . Какое еще ядро образуется при этой реакции?

3. В результате деления ядра урана  ${}^{235}_{92}\text{U}$ , захватившего нейтрон, образуются ядра бария  ${}^{142}_{56}\text{Ba}$  и криптона  ${}^{91}_{36}\text{Kr}$ , а также три свободных нейтрона. Удельная энергия связи ядер бария 8,38 МэВ/нуклон, криптона 8,55 МэВ/нуклон и урана 7,59 МэВ/нуклон. Чему равна энергия, выделяющаяся при делении одного ядра урана?

4. Рассчитать энергетический выход реакции  ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ .

5. Ядро  ${}^7_3\text{Li}$ , захватывая протон, распадается на две  $\alpha$ -частицы. Определить сумму кинетических энергий этих частиц. Кинетической энергией протона пренебречь.

**2. задание.** Выполнить расчет неизвестных параметров используя известные формулы по теме.

Все расчеты необходимо выполнить в отдельной тетради чётко и аккуратно, с необходимыми схемами и пояснениями, построениями графиков и векторных диаграмм на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба.

Решение задач производить в численном виде с точностью до четырех знаков после запятой.

**3 задание.** Отчет проделанной работе представить в тетради для практических занятий

**4 задание.** Ответить на контрольные вопросы

1. Каковы главные особенности ядерных сил?
2. Что называют энергией связи ядра?
3. Объясните, используя рисунок 13.11, почему при ядерной реакции  ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$  энергия не поглощается, а выделяется.

4. Что называют энергетическим выходом ядерной реакции?
5. В чем главное отличие ядерных реакций на нейтронах от ядерных реакций, вызываемых заряженными частицами?