

**Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области**

**«Иркутский техникум транспорта и строительства»**

**Методические указания  
для выполнения практических работ  
по учебной дисциплине «Физика»**

программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности среднего профессионального образования

**15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)**

**ОУДП.09**

**Квалификация:** техник - мехатроник

**Форма обучения:** очная

**Нормативный срок обучения:** 3 года 10 месяцев

на базе основного общего образования

Иркутск, 2023

В методических указаниях представлены задания и рекомендации по выполнению практических работ по дисциплине «Физика» для студентов программ подготовки специалистов среднего звена специальностей: **15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)**

Организация – разработчик: ГБПОУ ИО «Иркутский техникум транспорта и строительства»

Разработчик: преподаватель высшей квалификационной категории

Хамитова М.В.

Рассмотрена и одобрена на заседании

ДЦК

Протокол № 10 от 01.06. 2023г.

## **Содержание:**

1. Пояснительная записка	2
2. Методические указания для выполнения практических работ	3
3. Список литературы	35

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине «Физика» разработаны в соответствии с рабочей программой по учебной дисциплине «Физика», в соответствии примерной программой общеобразовательной учебной дисциплины «физика» для профессиональных образовательных организаций (автор: В.Ф. Дмитриева, ФГАУ «ФИРО», 2015 г.), направлены на выполнение требований Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования ( утв. Приказом Минобрнауки России от 17.05. 2012 г. № 413, с изм. и доп. от 29.12.2014, от 31.12.2015 г.).

Выполнение студентами практических работ направлено на достижение следующих **результатов**:

использовать различные виды познавательной деятельности для решения физических задач, применять основные методы познания (наблюдение, описание, измерение, эксперимент) для изучения различных сторон окружающей действительности; использовать основные интеллектуальные операции: постановка задачи, формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения различных сторон физических объектов, физических явлений и физических процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере; умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации; использовать различные источники для получения физической информации, умение оценить её достоверность; анализировать и представлять информацию в различных видах; публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации.

**предметных:**

сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений; понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач; владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики; владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы; сформированность умения решать физические задачи; сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, в профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни; сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

Практические занятия (работы) служат связующим звеном между теорией и практикой. Они необходимы для закрепления теоретических знаний, полученных на уроках, а так же для получения практических знаний и умений.

Практические работы ( задания) выполняются студентом самостоятельно, с применением знаний и умений, полученных на уроках, а так же с использованием необходимых кратких теоретических сведений, содержащихся в методических рекомендациях по выполнению практических работ.

Практические работы выполняются студентами индивидуально.

## 2. Методические указания для выполнения практических работ

# Практическая работа № 1 по теме «Динамика»

## «Применение законов Ньютона»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Динамика», сформировать умения и навыки решения задач.

### Теория:

Динамика исследует причины движения тел. Известно, что любое тело изменяет свою скорость в результате взаимодействия с другими телами. Сила есть характеристика взаимодействия. Обычно сила обозначается буквой  $F$ . Если на тело действует несколько сил, то они складываются как векторы. Сумма всех сил действующих на тело, называется

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

равнодействующей  $R$

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

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

что, если на тело массой  $m$  действует сила  $F$ , то ускорение тела  $a$  будет равно

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

### **Виды сил:**

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

$$\vec{F} = -k \Delta \vec{x}$$

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

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

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

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  $F_{\text{тр}}$  называют силу, которая препятствует движению, т.е.

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

направлена против скорости, и равна

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

Дано:

$$m=2160\text{кг } t=30\text{с } S=500\text{м}$$

Найти:  $F$ -?

Решение:

$$F = ma$$

$$S = \frac{at^2}{2}; \quad a = \frac{2S}{t^2} \quad F = \frac{2mS}{t^2} \quad F = \frac{2 \cdot 2160\text{кг} \cdot 500\text{м}}{900\text{с}^2} = 2400\text{Н}$$

Ответ: 2400 Н

**Задания:**

1. После удара теннисной ракеткой мячик массой 5 г получил ускорение  $12 \text{ м/с}^2$ . Какова сила удара? 5 баллов
2. Брусок массой 5 кг равномерно скользит по поверхности стола под действием силы 15 Н. Определите коэффициент трения между бруском и столом. 5 баллов
3. С каким ускорением будет двигаться тело массой 1 кг под действием двух взаимно перпендикулярных сил 3Н и 4 Н? 10 баллов
4. Если пружина изменила свою длину на 6 см под действием груза массой 4 кг, то как бы она растянулась под действием груза массой 6 кг? 10 баллов
5. Сила 10 Н сообщает телу ускорение  $0,4 \text{ м/с}^2$ . Какая сила сообщит этому же телу ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ ? 10 баллов
6. Мальчик массой 50 кг, скатившись на санках с горы, проехал по горизонтальной дороге до остановки 20 м за 10 с. Найдите силу трения. 10 баллов
7. Тело массой 5,6 кг лежит на наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Коэффициент трения скольжения 0,7. Чему равна сила трения, действующая на тело? 10 баллов

**Критерии оценки:** 45-50 баллов «удовлетворительно»; 51-55 баллов «хорошо»; 56-60 баллов «отлично»

**Литература:**

В.Ф. Дмитриева Учебник по физике профессий и специальностей технического профиля

## Практическая работа №2 «Идеальный газ»

**Цель:** *Закрепить знания по теме «Основы молекулярно-кинетической теории», сформировать умения и навыки решения практических задач.*

**Провести опыт:**

**Приборы и оборудование:** напольные весы

**Суть опыта:**

измерив массу своего тела и зная молярную массу вещества человеческого тела ( $M = 20$  г\моль), с помощью формулы количества вещества рассчитать число молекул в собственном теле.

**Используемый теоретический материал.**

1. Количество вещества зависит от его массы и определяется формулой:  $\nu = m/M$
2. Количество вещества можно определить, зная число молекул  $\nu = N / N_A$
3.  $N_A$  называется постоянной Авогадро.
4. Постоянная Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  1/моль
5. Постоянная Авогадро показывает количество атомов (молекул) в одном моле вещества.

### ХОД РАБОТЫ

1. Найти массу  $m$  собственного тела, используя напольные весы.
2. Повторить измерения массы  $m$  не менее 3 раз, не меняя условий опыта, и найти среднее значение массы  $m_{\text{ср}}$ .
3. Приняв молярную массу вещества человеческого тела  $M = 20$  г\моль, рассчитать количества вещества по формуле:  $\nu = m_{\text{ср}} / M$
4. Используя эти данные, рассчитать число молекул в теле человека  $N$  из формулы  $\nu = N / N_A$ . Значение  $N$  – это и есть число молекул в моем теле, оно равно  $N = \nu * N_A$
5. Оценить погрешность работы.

Номер опыта	Молярная масса, $M$ (кг\моль)	Масса человека, $m$ (кг)	Среднее значение массы, $m_{\text{ср}}$ (кг)	Количества вещества, $\nu$ (моль)	Число молекул в теле, $N$
1					
2					
3					

Средняя масса тела:

Количества вещества:

Число молекул в теле человека вычисляется по формуле:

Вывод:

**Литература:**

В.Ф. Дмитриева Учебник по физике профессий и специальностей технического профиля

### Практическая работа №3 «Изопроцессы в газах»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Изопроцессы в газах» и отработать навыки решения тематических задач.

#### Теория

##### Изопроцессы

*Изопроцессы* - это процессы, протекающие при неизменном значении одного из макроскопических параметров ( $p$ ,  $V$ ,  $T$ ).

Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянной температуре называют *изотермическим*.

Изотермический процесс описывает закон Бойля- Мариотта, открытый в 1861 г. английским ученым Р. Бой-лем (1627-1691) и в 1876 г. французским ученым Э. Мариоттом (1620-1684). При постоянной массе газа  $pV = \text{const}$ .

Для газа данной массы произведение давления на его объем постоянно, если температура не меняется.

Графики изотермического процесса в координатах  $p$ - $V$ ;  $p$ - $T$ ;  $V$ - $T$  имеют следующий вид

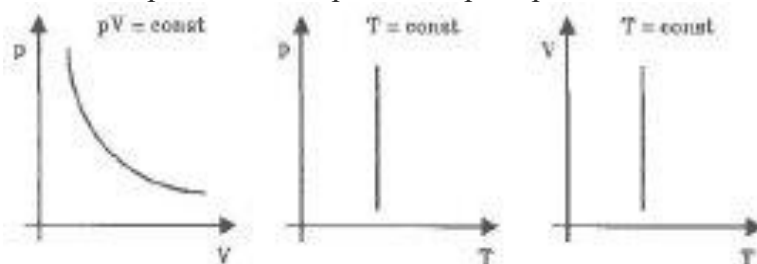


Рис. 27

Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном давлении называется *изобарным*. Из уравнения Менделеева-Клапейрона следует, что при постоянной массе газа

$$\frac{V}{T} = \text{const} :$$
$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} RT_1, \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} RT_2, \quad \text{так как } m = \text{const},$$
$$p = \text{const}, \quad \text{то } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{const}; \quad \frac{V}{T} = \text{const}.$$

Для данной массы газа отношение объема к температуре постоянно, если давление газа не меняется.

Этот закон был установлен экспериментально в 1802 г. французским ученым Ж. Гей-Люссаком (1778-1850).

Графики изобарического процесса в координатах  $p$ - $V$ ;  $V$ - $T$ ;  $p$ - $T$  имеют следующий вид

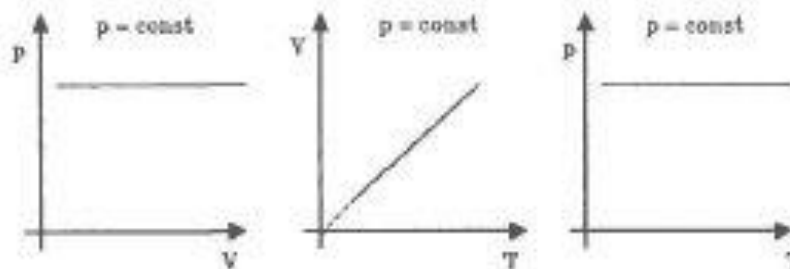


Рис. 28

Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном объеме называется *изохорным*. Из уравнения Менделеева-Клапейрона можно записать:

$$p_1 V = \frac{m}{M} RT_2; \text{ т. к. } m = \text{const}, V = \text{const}, \text{ тогда}$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \text{const}; \frac{P}{T} = \text{const}.$$

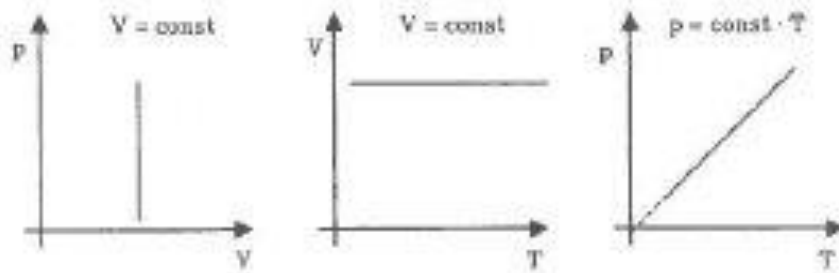
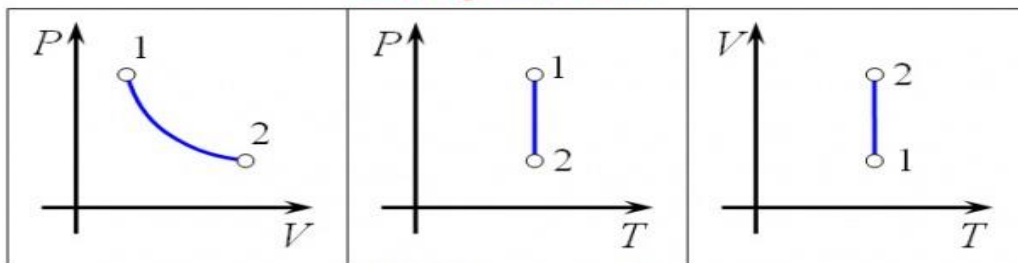


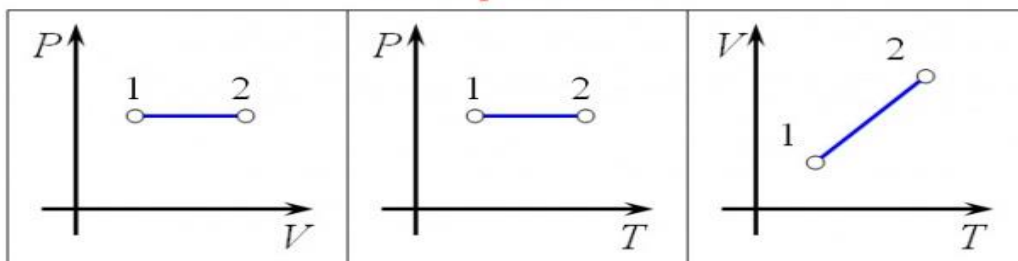
Рис. 29

Для данной массы газа отношение давления к температуре постоянно, если его объем не меняется. Графики изохорного процесса в координатах  $p$ - $V$ ;  $V$ - $T$ ;  $p$ - $T$  имеют следующий вид (см. рис. 29). Этот закон был установлен экспериментально в 1787 г. Ж. Шарлем (1746-1823).

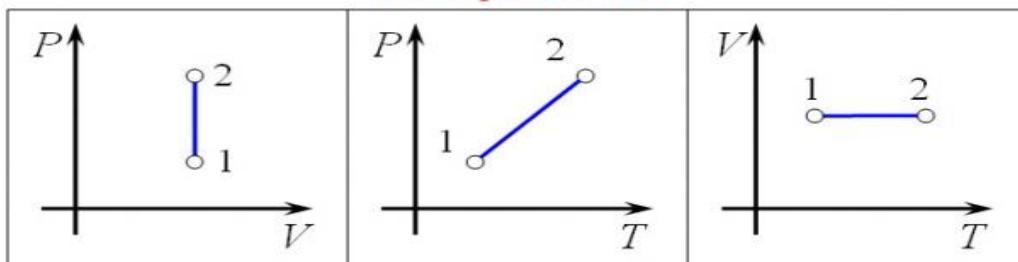
### Изотермический



### Изобарический

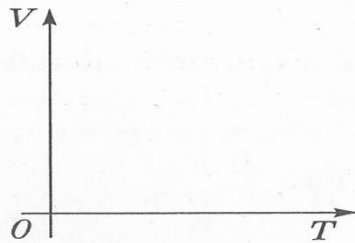


### Изохорический



## Тренировочные задания и вопросы

1. Изопроцесс — это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Изобарный процесс — это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Закон Гей-Люссака:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



4. В координатах  $V, T$  постройте изобару.

5. Идеальный газ при постоянном давлении из состояния  $(V_1, T_1)$  переведен в состояние  $(V_2, T_2)$ . Запишите уравнение Клапейрона для этого перехода.  
\_\_\_\_\_

6. Если объем газа  $V$  увеличился в 2 раза при постоянном давлении, то температура газа  $T$  \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. При каком условии отношение объемов воздуха в трубках равно отношению высот воздушных столбов?

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{l_1}{l_2}, \text{ если } \underline{\hspace{10em}}$$

8. Идеальный газ в сосуде при  $p = \text{const}$  нагревается от  $t_1 = 27^\circ \text{C}$  до  $t_2 = 227^\circ \text{C}$ . Чему равно отношение объемов идеального газа?

Дано:

Решение:

$$\frac{V_2}{V_1} = ?$$

Ответ: \_\_\_\_\_

### Литература:

В.Ф. Дмитриева Учебник по физике профессий и специальностей технического профиля

## Практическая работа №4 Основы термодинамики

**Цель:** Закрепить знания по теме «Основы термодинамики», сформировать умения и навыки решения практических задач.

**Провести опыт: Приборы и оборудование:** термометр, напольные весы

**Суть опыта:** измерив термометром температуру окружающего воздуха и весами – массу своего тела, определить количество теплоты, которое отдает ваше тело в окружающее пространство.

**Используемый теоретический материал.**

1. Количество вещества зависит от его массы и определяется формулой:  $\nu = m/M$
2. Количество вещества можно определить, зная число молекул  $\nu = N / N_A$
3.  $N_A$  называется постоянной Авогадро.
4. Постоянная Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  1/моль
5. Количество теплоты, полученное телом при нагревании или отданное при охлаждении, определяется формулой:  $Q = c m (t_{\text{тела}} - t)$ , где  $c$  – удельная теплоемкость воды;  $t$  – температура воздуха;  $t_{\text{тела}}$  - температура вашего тела.

**ХОД РАБОТЫ**

1. Найти массу  $m$  собственного тела, используя напольные весы.
2. Повторить измерения массы  $m$  не менее 3 раз, не меняя условий опыта, и найти среднее значение массы  $m_{\text{ср}}$ .
3. Измерить  $t$  – температуру воздуха и  $t_{\text{тела}}$  - температуру вашего тела.
4. Приняв молярную массу вещества человеческого тела  $M = 20$  г/моль, рассчитать количества вещества по формуле:  $\nu = m_{\text{ср}} / M$
5. По формуле  $Q = c m (t_{\text{тела}} - t)$  найти количество теплоты, отдаваемое вашим организмом в окружающую среду. Удельную теплоемкость человека (так как он состоит на 80% из воды) можно приблизительно считать равной  $0,8 c = 0,8 \cdot 4200$  Дж/кг · °С.
6. Оценить погрешность работы.

**Дополнительное задание:**

Из какого количества молекул состоит ваше тело?

$$\nu = m / M = N / N_A \quad N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$$

Номер опыта	Молярная масса, $M$ (кг/моль)	Масса человека, $m$ (кг)	Среднее значение массы, $m_{\text{ср}}$ (кг)	Температура воздуха, $t$ (°С)	Температура тела, $t_{\text{тела}}$ , (°С)
1					
2					
3					

Средняя масса тела:

Количества вещества:

Удельная теплоемкость человека:

Количество теплоты, отдаваемое вашим организмом в окружающую среду, вычисляется по формуле:

Вывод:

**Литература:**

В.Ф. Дмитриева Учебник по физике профессий и специальностей технического профиля

## Практическое занятие №5

### « Основы электродинамики »

**Цель:** Закрепить знания по теме «Закон Кулона. Напряжённость» «Конденсаторы», сформировать умения и навыки решения тематических задач

#### Теория:

При покое зарядов их взаимодействие называют электростатическим (электрическим). При движении зарядов их взаимодействие будет отличаться от электростатического. Дополнительное взаимодействие зарядов, обусловленное их движением, называется магнитным. В общем случае при движении зарядов их взаимодействие является электромагнитным. Сила взаимодействия двух точечных электрических зарядов прямо пропорциональна величине зарядов и обратно пропорциональна квадрату

расстояния между ними. 
$$F = k * \frac{q_1 * q_2}{r^2}$$
, где  $q_1$  - величина первого заряда (Кл),  $q_2$  - величина второго заряда (Кл),  $r$  - расстояние между зарядами (м),  $k$  - коэффициент пропорциональности ( $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$ ).

Условия для выполнения закона Кулона:

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

Напряженность электрического поля равна отношению силы, с которой поле действует на

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

Задача.

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

Дано:

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

Найти  $F$ .

Решение:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} =$$

$$= 10^{-3} \text{ Н} = 1 \text{ мН}.$$

Ответ:  $F = 1 \text{ мН}$ .

#### **ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ**

- характеризует способность двух проводников накапливать электрический заряд.

- не зависит от  $q$  и  $U$ .

- зависит от геометрических размеров проводников, их формы, взаимного расположения, электрических свойств среды между проводниками.

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

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$

Единицы измерения в СИ: ( Ф - фарад )

## КОНДЕНСАТОРЫ

- электротехническое устройство, накапливающее заряд  
( два проводника, разделенных слоем диэлектрика ).

Обозначение на электрических схемах:



Емкость плоского конденсатора

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

Включение конденсаторов в электрическую цепь параллельное и последовательное

Тогда общая емкость (С):

при параллельном включении

$$C = C_1 + C_2.$$

при последовательном включении

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

## 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.

**Задача:**

Площадь каждой пластины плоского конденсатора 401 см<sup>2</sup>. Заряд пластин 1,42 мкКл. Найти напряженность поля между пластинами.

Дано:

$$S = 401 \text{ см}^2 = 4,01 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$$
$$q = 1,42 \text{ мкКл} = 1,42 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

Найти  $E$ .

Решение.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}; \quad \sigma = \frac{q}{S};$$

$$E = \frac{q}{S\epsilon_0} = \frac{1,42 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{4,01 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{ Кл}^2}{\text{ Н} \cdot \text{ м}^2}} =$$
$$= 4 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 4000 \text{ кВ/м}.$$

Ответ:  $E = 4000 \text{ кВ/м}$ .

**Задания:**

1. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга? 5 баллов
2. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мкКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН? 10 баллов
3. В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила 0,4 мкН. Найти напряжённость поля в этой точке. 5 баллов
4. Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещённый в точку, в которой напряжённость электрического поля равна 2 кВ/м? 5 баллов
5. Площадь каждой пластины плоского конденсатора 401 см<sup>2</sup>. Заряд пластин 1,42 мкКл. Найти напряжённость поля между пластинами. 10 баллов
6. Наибольшая ёмкость школьного конденсатора 58 мкФ. Какой заряд он накопит при его подключении к полюсам источника постоянного напряжения 50 В? 10 баллов
7. Найти ёмкость плоского конденсатора, состоящего из двух круглых пластин диаметром 20 см, разделённых парафиновой прослойкой 1 мм. 10 баллов
8. Конденсатору ёмкостью 10 мкФ сообщили заряд 4 мкКл. Какова энергия заряженного конденсатора? 5 баллов

**Критерии оценки:**

45-50 баллов «удовлетворительно»;

51-55 баллов «хорошо»;

56-60 баллов «отлично»

**Литература:**

В.Ф. Дмитриева Учебник по физике профессий и специальностей технического профиля

## Практическая работа №6 «Расчет цепей постоянного тока»

**Цель:** Закрепить знания по теме «Электрические цепи постоянного тока», сформировать умения и навыки решения практических задач.

Условные обозначения:

$I$  – сила тока, А (ампер);

$U$  – напряжение, В (вольт);

$R$  – активное сопротивление участка цепи (резистора), Ом.

Для цепи постоянного тока со смешанным соединением резисторов определить:

- 1) эквивалентное сопротивление цепи  $R_{\text{экв}}$  относительно зажимов АВ;
- 2) Ток или напряжение ( $U$  или  $I$  по варианту)
- 3) мощность, потребляемую всей цепью  $P$ ;
- 4) расход электрической энергии  $W$  цепи за 8 ч. работы.
- 5)

Номер рисунка и величина одного из заданных токов или напряжений приведены в табл.1.

Индекс тока или напряжения совпадает с индексом, резистора, по которому проходит этот ток или на котором действует указанное напряжение. Например, через резистор  $R_3$  проходит ток  $I_3$  и на нем действует напряжение  $U_3$

Таблица 1

Номер варианта	1	2	3	4	5	6
Номер рисунка	1	2	3	4	5	6
Задаваемая величина	$I=12$ А	$I=15$ А	$U=30$ В	$U=24$ В	$I=10$ А	$U=100$ В

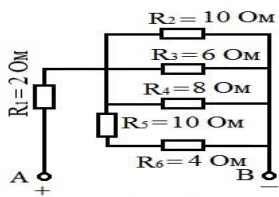


Рис. 1

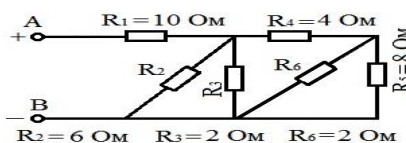


Рис.2

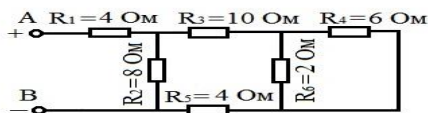


Рис. 3

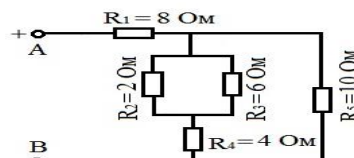


Рис. 4

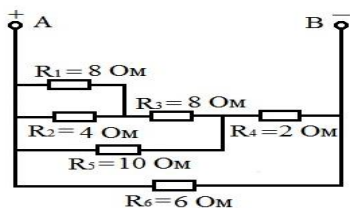


Рис. 5

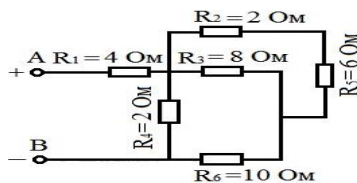


Рис. 6

## Указания к решению задачи

Решение задач этой группы требует знания законов Ома, для всей цепи и её участков, первого и второго законов Кирхгофа, методики определения эквивалентного сопротивления цепи при смешанном соединении резисторов, а также умения вычислять мощность и работу электрического тока.

Пример 1.

Для схемы, приведенной на рис. 41 а, определить эквивалентное сопротивление цепи  $R_{AB}$  и токи в каждом резисторе, а также расход электрической энергии цепью за 8 часов работы.

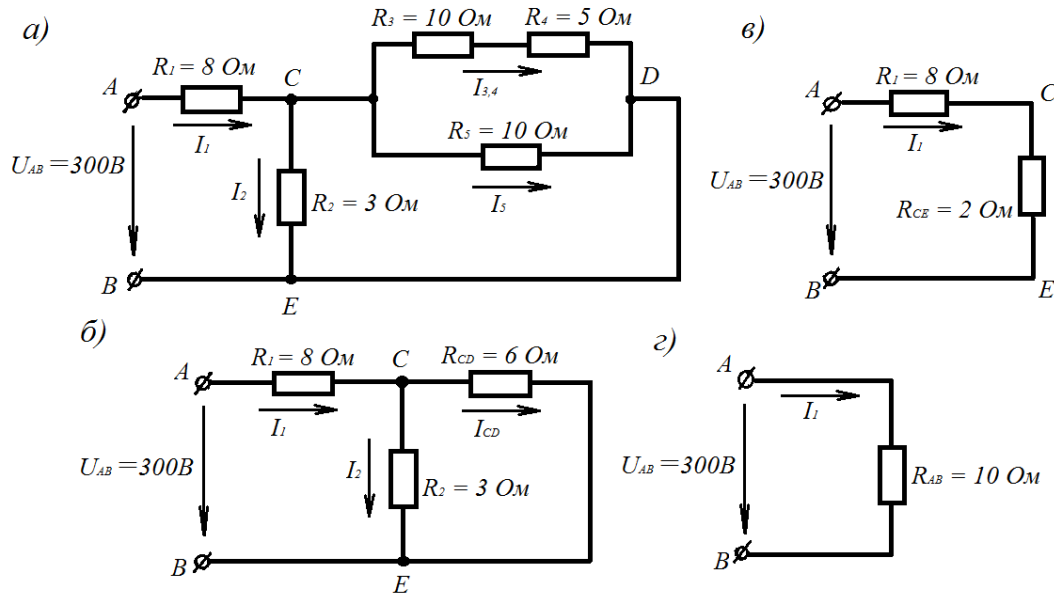


Рис. 41

Решение.

Задача относится к теме «Электрические цепи постоянного тока. Проводим поэтапное решение, предварительно обозначив ток в каждом резисторе. Индекс тока должен соответствовать номеру резистора, по которому он проходит.

1. Определяем общее сопротивление разветвления  $CD$ , учитывая, что резисторы  $R_3$  и  $R_4$  соединены между собой последовательно, а с резистором  $R_5$  параллельно.

$$R_{CD} = \frac{(R_3 + R_4) \cdot R_5}{R_3 + R_4 + R_5} = \frac{(10 + 5) \cdot 10}{10 + 5 + 10} = 6 \text{ Ом}$$

2. Определяем общее сопротивление цепи относительно зажимов  $CE$ . Так как резисторы  $R_{CD}$  и  $R_2$  включены параллельно, то:

$$R_{CE} = \frac{R_{CD} \cdot R_2}{R_{CD} + R_2} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = 2 \text{ Ом}$$

3. Находим эквивалентное сопротивление всей цепи:

$$R_{AB} = R_1 + R_{CE} = 8 + 2 = 10 \text{ Ом}$$

4. Определяем токи в сопротивлениях цепи. Так как напряжение  $U_{AB}$  приложено ко всей цепи, а  $R_{AB} = 10 \text{ Ом}$ , то, согласно закону Ома:

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{300}{10} = 30 \text{ А}$$

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1}$$

так как  $U_{AB}$  приложено ко всей цепи, а не к участку  $R_1$ . Для определения тока  $I_2$  нужно найти напряжение на резисторе  $R_2$ , т.е.  $U_{CE}$ . Очевидно,  $U_{CE}$  меньше  $U_{AB}$  на величину потери напряжения

в резисторе  $R_1$ , т.е.  $U_{CE} = U_{AB} - I_1 R_1 = 300 - 30 \cdot 8 = 60$  В. Тогда

$$I_2 = \frac{U_{CE}}{R_2} = \frac{60}{3} = 20 \text{ А}$$

Так как  $U_{CE} = U_{AB}$ , то можно определить токи  $I_{3,4}$  и  $I_5$ :

$$I_{3,4} = \frac{U_{CD}}{R_3 + R_4} = \frac{60}{10 + 5} = 4 \text{ Ом}; \quad I_5 = \frac{U_{CD}}{R_5} = \frac{60}{10} = 6 \text{ Ом}$$

С помощью первого закона Кирхгофа, записанного для узла С, проверим правильность определения токов:

$$I_1 = I_2 + I_{3,4} + I_5; \quad 30 = 20 + 4 + 6$$

5. Расход энергии цепью за 8 ч работы:

$$W = P_t = U_{AB} \cdot I_1 \cdot t = 300 \cdot 30 \cdot 8 = 72000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 72 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

## Литература:

В.Ф. Дмитриева Учебник по физике профессий и специальностей технического профиля

### Практическая работа №7

#### «Магнитное поле»

**Цели:** Закрепить знания о магнитном поле и его характеристиках; освоить методы решения задач по оценке действия магнитных полей на различные проводники с током и движущиеся заряженные частицы

**В процессе работы обучающиеся должны:**

понимать:

- основные представления, связанные с понятием «магнитное поле», «магнитная индукция», «магнитный поток», «магнитная силовая линия»; «магнитная проницаемость», «парамагнетик», «диамагнетик», «ферромагнетик»

знать:

- понятие о магнитном поле как особом виде материи, свойства магнитного поля; физический смысл и формулы для определения силовой характеристики магнитного поля – магнитной индукции, способ графического изображения магнитных полей;
- действие магнитного поля на проводник с током; закон Ампера; определение направления силы Ампера; зависимость силы Ампера от силы тока и характеристик магнитного поля;
- действие магнитного поля на рамку с током;
- действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы, определение величины и направления силы Лоренца.

уметь:

- пояснять физический смысл понятий «магнитная индукция», «напряженность», «проницаемость» магнитного поля
- использовать правило правого винта и правило левой руки для определения направления вектора магнитной индукции в точках различных магнитных полей.
- формулировать закон Ампера, Лоренца
- решать задачи по определению величины и направления магнитной индукции поля, силы Ампера, действующей на проводник с током в магнитном поле, напряженности магнитного поля.
- пояснять действие магнитного поля на движущиеся в нем заряженные частицы и уметь рассчитывать их скорости, силу Лоренца и ее направление, описывать траектории их движения.

## СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

### Теоретические вопросы:

1. Магнитное поле и его свойства.
2. Магнитная индукция и магнитный поток
3. Сила Ампера.
4. Сила Лоренца
5. Магнитные свойства вещества. Классификация материалов по магнитным свойствам
6. Применение магнитных полей в технике.

### Ход работы:

Разберите теоретические вопросы темы и выполните следующие задания.

**Задание 1.** Ответить письменно на вопросы.

1. Что называют магнитным полем?
2. Перечислите свойства магнитного поля.
3. Какими величинами характеризуется магнитное поле? Дать краткую характеристику каждой величин (определение, расчетная формула, размерность, каким образом определяется направление).
4. Какая сила действует на проводник с ток в магнитном поле? Чему она равна и как направлена?
5. Какая сила действует на электрический заряд, движущийся в магнитном поле? Чему она равна и как направлена?
6. В чем состоит гипотеза Ампера о природе магнетизма?
7. Дать характеристику диамагнетикам, ферромагнетикам и парамагнетикам. Как ведут себя эти вещества в магнитном поле? Применение ферромагнетиков в технике.

**Критерии оценки:** краткость и правильность в составлении ответов на вопросы.

**Задание 2.** Решить задачи из задачника:

**Рымкевич А.П., 10-11 кл., М., Просвещение, 2014(88) г.**

1) № 884 стр. 114

2) № 890,891 стр. 115

**Задание 3.** Выполнить тест

1. Благодаря чему получило объяснение наличие магнитных свойств у веществ?
  - a) гипотеза Эрстеда
  - b) I закон Ньютона
  - c) теория Эйнштейна
  - d) гипотеза Ампера
2. Продолжите предложение: «Одно из свойств магнитного поля — оно оказывает действие на .....

  - a). неподвижные заряды
  - b) движущиеся заряды
  - c) a) и b)
  - d) все частицы

3. С помощью чего можно определить наличие магнитного поля?
  - a) магнитной стрелки
  - b) рамки с током
  - c) a) и b)
  - d) это невозможно сделать
4. Что является основной характеристикой магнитного поля?
  - a) вектор магнитной индукции
  - b) линии магнитной индукции
  - c) вектор магнитной силы
  - d) буравчик
5. По какой формуле следует определять модуль силы Ампера?
  - a)  $IB\sin\alpha$ , где  $\alpha=(B;l)$
  - b)  $IB\cos\alpha$
  - c)  $IB\cos\alpha$

- d) нет такой формуле
6. Как определяется направление силы Ампера?
- по правилу буравчика
  - по правилу правой руки
  - по правилу левой руки
  - без правил — это очевидно для каждого случая
9. Как найти силу Лоренца?
- никак, разве она существует?!
  - $F_L = qVB \cos \alpha$
  - $F_L = qVB \sin \alpha$
  - $F_L = qVB S \sin \alpha$
10. Как найти направление силы Лоренца?
- по правилу буравчика
  - по правилу правой руки
  - по правилу левой руки
  - невозможно, она постоянно меняет направление
11. Выберите правильное утверждение:
- вокруг рамки с током не существует магнитного поля.
  - линии магнитной индукции направлены от южного полюса магнита к северному
  - суммарная магнитная сила, действующая на проводник с током равна нулю
  - сила Ампера — сумма сил Лоренца, действующих на отдельные заряды в проводнике.
12. На сколько групп можно разделить все магнитные вещества?
- a) 5 b) 2 c) 3 d) 4
13. Кобальт, никель... — это металлы, но к какой группе магнитных веществ они относятся?
- парамагнетики
  - метамагнетики
  - диамагнетики
  - ферромагнетики
15. Медь и висмут — это
- ортомагнетики
  - диамагнетики
  - парамагнетики
  - ферромагнетики

**Критерии оценки:** умение использовать теоретические знания при решении задач, оформление задач и правильность полученного результата.

**Контроль выполнения:** сдача решенных задач, теста и ответов на вопросы в тетради для практических работ.

### Практическая работа № 8

#### «Световые кванты»

**Цель:** продолжить формирование представлений о природе света.

**Источники учебной информации:**

- В.Ф. Дмитриева Учебник по физике профессий и специальностей технического профиля §12.1 –12.8

### СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

**Теоретические вопросы:**

- Дисперсия света
- Интерференция света
- Дифракция света. Дифракционная решетка.
- Поляризация света

**Ход работы:**

Разберите теоретические вопросы темы и выполните следующие задания.

**Задание 1.** Составить конспекты

**Задание 2.** Ответить письменно на вопросы.

1. Почему радуга имеет форму дуги? 5 баллов
2. Можно ли увидеть радугу, находясь у одного из её концов? 5 баллов
3. Пламя свечи, рассматриваемое сквозь пар, кажется красным. Чем это объяснить? 5 баллов
4. Почему дорожные знаки делают не на белом, а на жёлто-зелёном фоне? 5 баллов
5. Зачем стёкла автомобильных фар делают рифлёными, а не гладкими? 5 баллов
6. Почему для транспорта сигнал опасности принят красного цвета? 5 баллов
7. В ясные солнечные дни, на асфальтированных шоссе водители автомашин могут наблюдать такое явление: некоторые участки дороги, находящиеся впереди на расстоянии 80–100метров, кажутся покрытыми лужами. Как объяснить это? 10 баллов
8. Некоторые автомобили дополнительные фары жёлтого цвета. Почему такие фары хорошо освещают дорогу и в туманную погоду? 5 баллов
9. Почему свет, преломляясь в бриллианте, даёт более насыщенные цвета, чем при преломлении в стразе (стеклянной имитации бриллианта) той же формы? 5 баллов
10. Укажите случаи, при которых наблюдается дифракция света 5 баллов
11. Почему интерференционные явления наблюдаются только в тонких плёнках и пластинках? 10 баллов
12. Выдувая мыльный пузырь и наблюдая за ним в отражённом свете, можно заметить на его поверхности радужные цвета. Объясните это явление 10 баллов
13. Если на влажный асфальт упадёт капля керосина, то получается пятно, окрашенное в различные цвета. Объясните это явление 10 баллов
14. Чем объяснить радужную окраску лазерных дисков? 10 баллов
15. В морозные туманные дни и ночи вокруг Солнца, Луны, различных фонарей на улице можно наблюдать концентрические радужные «венцы». Объясните их природу 10 баллов
16. Почему в вакууме скорости лучей различного света одинаковы? 5 баллов
17. Почему воздушные баллоны аквалангов и «чёрные ящики» окрашивают в жёлто-оранжевый цвет? 10 баллов
18. При явлениях дифракции и преломления наблюдается отклонение луча света от первоначального направления его распространения. В чём состоит отличие этих двух явлений? 10 баллов
19. Почему астронавты на Луне видят не голубое, а чёрное небо? 10 баллов

**Задание 3. Выполнить тест Критерии оценки: 1 правильный ответ – 1 балл**

1. Какие волны называются когерентными?

1. волны, имеющие одинаковую частоту
2. волны, имеющие одинаковую амплитуду
3. волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз

2. Поляризация света доказывает, что свет –

1. поток нейтральных частиц
2. поперечная волна
3. продольная волна

3. Что называется дифракцией света?

1. разложение белого света в спектр при помощи стеклянной призмы
2. усиление или ослабление света при наложении двух когерентных волн
3. огибание светом препятствий

4. Цвета спектра (красный – к, оранжевый – о, синий – с, желтый – ж, голубой – г, зеленый – з, фиолетовый – ф) в порядке убывающей длины волны правильно указаны в ответе:

1. ф, с, г, з, ж, о, к
2. к, о, ж, з, г, с, ф
3. ф, г, з, с, ж, о, к

5. Радужная окраска тонких пленок нефтепродуктов в лужах вызвана

1. явлением
2. дифракции
3. дисперсии
4. интерференции

6. Просветление линз объясняется за счет явления

1. дифракции
2. поляризации
4. интерференции

7. При просмотре фильмов в формате 3D зрители надевают специальные очки, которые позволяют «сделать» изображение объемным. На каком явлении основано действие очков?

1. дисперсия
2. поляризация
3. дифракция

8. Каким образом можно на опыте получить когерентные волны?

1. от двух источников одинаковой частоты
2. от двух произвольных источников
3. разделив световой луч на две части
9. Укажите длину волны видимого света

1. 50 мкм
2. 5 мкм
3. 0,5 мкм

10. При соприкосновении двух стеклянных пластин в отраженном свете можно наблюдать образование разноцветных полос. Это явление связано с

1. интерференцией света
2. дифракцией света
3. дисперсией света

11. Какой ученый открыл явление дисперсии?

1. Ньютон

2. Лоренц

3. Гюйгенс

12. Что является обязательным условием интерференции?

1. наличие поляризатора

2. когерентность световых волн

3. все перечисленное

13. Способна ли призма изменять свет?

1. нет

2. да

14. Для чего используют дифракционную решетку?

1. для определения скорости световой волны

2. для определения частоты колебаний

3. для определения длины световых волн

15. Какой ученый открыл явление интерференции света?

1. Френель

2. Ньютон

3. Юнг

16. Как называется устройство, представляющее собой совокупность большого числа узких щелей, разделенных непрозрачными промежутками?

1. поляриод

2. дифракционная решетка

3. призма

17. При каких условиях будет наблюдаться интерференция двух пучков света?

1. амплитуды колебаний одинаковы
2. начальные фазы колебаний одинаковы
3. частоты колебаний одинаковы

18. Крылышки стрекозы на солнце переливаются всеми цветами радуги. Каким свойством света можно объяснить это явление?

1. интерференция
2. дисперсия
3. дифракция

19. Какое название получила интерференционная картина, имеющая вид

1. концентрических колец?
2. кольца Юнга
3. кольца Ньютона
4. кольца Гюйгенса

20. Что называется дисперсией света?

1. усиление или ослабление света при наложении двух когерентных волн
2. огибание светом препятствий
3. разложение белого света по цветам спектра

21. Какие световые волны называются поляризованными?

1. с колебаниями, происходящими в одной определенной плоскости
2. с колебаниями, происходящими по всем направлениям,
3. перпендикулярным направлению распространению волн

### **Критерии оценки практической работы:**

**оценка «отлично» - 140-159 баллов**

**оценка «хорошо» - 100-139 баллов**

**оценка «удовлетворительно» - 80-99 баллов**

## Практическая работа № 9

### «Физика атомного ядра»

**Цель:** Закрепить знания о строение атомного ядра; освоить методы решения задач.

**В процессе работы обучающиеся должны знать:**

Тепловое излучение. Гипотеза Планка. Фотоны. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны. Ядерная модель строения атома. Опыты Резерфорда. Постулаты Бора. Атом водорода. Лазеры. Вынужденное излучение. Возникновение квантовой механики. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов. Лазеры.

**В процессе работы обучающиеся должны:**

понимать:

Строение атомного ядра. Энергия связи и дефект массы. Ядерные силы. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций. Деление ядер урана. Цепная ядерная реакция.

### Теория

В 1900 г. немецкий физик Макс Планк высказал гипотезу: свет излучается и поглощается отдельными порциями — **квантами** (или фотонами). Энергия каждого фотона определяется формулой  $E = h\nu$ , где  $h$  — постоянная Планка, равная  $6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж · с,  $\nu$  — частота света. Гипотеза Планка объяснила многие явления: в частности, явление фотоэффекта, открытого в 1887 г. немецким ученым Генрихом Герцем и изученного экспериментально русским ученым Александром Григорьевичем Столетовым.

**Фотоэффект** — это явление испускания электронов веществом под действием света. Если зарядить цинковую пластину, присоединенную к электromетру, отрицательно и освещать ее электрической дугой (рис. 35), то электromетр быстро разрядится.

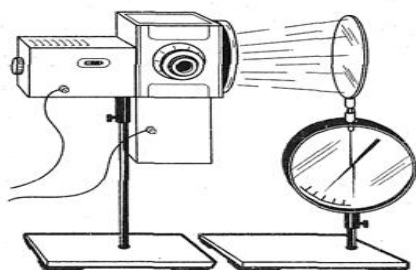


Рис. 35

В результате исследований были установлены следующие эмпирические закономерности:

— количество электронов, вырываемых светом с поверхности металла за 1 с, прямо пропорционально поглощаемой за это время энергии световой волны;

— максимальная кинетическая энергия фото электронов линейно возрастает с частотой света и не зависит от его интенсивности.

Кроме того, были установлены два фундаментальных свойства.

Во-первых, безынерционность фотоэффекта: процесс начинается сразу в момент начала освещения.

Во-вторых, наличие характерной для каждого металла минимальной частоты  $\nu_{min}$  — *красной границы фотоэффекта*. Эта частота такова, что при  $\nu < \nu_{min}$  фотоэффект не происходит при любой энергии света а если  $\nu > \nu_{min}$ , то фотоэффект начинается даже при малой энергии.

Теорию фотоэффекта создал немецкий ученый А. Эйнштейн в 1905 г. В основе теории Эйнштейна лежит понятие работы выхода электронов из металла и понятие о квантовом излучении света. По теории Эйнштейна фотоэффект имеет следующее объяснение: поглощая квант света, электрон приобретает энергии  $h\nu$ . При вылете из металла энергия каждого электрона уменьшается на определенную величину, которую называют **работой выхода** ( $A_{вых}$ ). Работа выхода это работа, которую необходимо затратить, чтобы удалить электрон из металла. Поэтому максимальная кинетическая энергия электронов после вылета (если нет других потерь) равна:  $mv^2/2 = h\nu - A_{вых}$ . Следовательно,

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

Это уравнение носит название **уравнения Эйнштейна**.

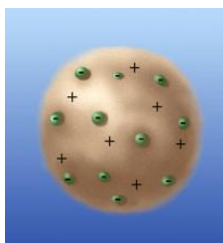
Приборы, в основе принципа действия которых лежит явление фотоэффекта, называют фотоэлементами. Простейшим таким прибором является вакуумный фотоэлемент. Недостатками такого фотоэлемента являются слабый ток, малая чувствительность к длинноволновому излучению, сложность в изготовлении, невозможность использования в цепях переменного тока. Применяется в фотометрии для измерения силы света, яркости, освещенности, в кино для воспроизведения звука, в фототелеграфах и фототелефонах, в управлении производственными процессами.

Существуют полупроводниковые фотоэлементы, и которых под действием света происходит изменение концентрации носителей тока. Они используются при автоматическом управлении электрическими цепями (например, в турникетах метро), в цепях переменного тока, в качестве невозобновляемых источников тока в часах, микрокалькуляторах, проходят испытания первые солнечные автомобили, используются в солнечных батареях на искусственных спутниках Земли, межпланетных и орбитальных автоматических станциях.

С явлением фотоэффекта связаны фотохимические процессы, протекающие под действием света в фотографических материалах.

### Строение атома.

Первые идеи о сложном строении были высказаны **Томсоном**, который в 1897 году открыл электрон. В 1903 году Томсон впервые предложил модель атома. По теории Томсона, атом представлял собой шар, по всему объему которого «размазан» положительный заряд. А внутри, как плавающие элементы, находились электроны. В целом, по Томсону, атом был электронейтрален, т. е. заряд такого атома был равен 0. Отрицательные заряды электронов компенсировали положительный заряд самого атома. Размер атома составлял приблизительно  $10^{-10}$  м. Модель Томсона получила название «пудинг с изюмом»: сам «пудинг» — это положительно заряженное «тело» атома, а «изюм» — это электроны (рис. 1).



Первый достоверный опыт по определению строения атома удалось провести **Э. Резерфорду**. На сегодняшний день мы твердо знаем, что атом представляет собой структуру, напоминающую планетную солнечную

систему. В центре находится массивное тело, вокруг которого вращаются планеты. Такая модель атома получила название планетарной модели.

### Опыт Резерфорда

Давайте обратимся к схеме опыта Резерфорда (рис. 2) и обсудим результаты, которые привели к созданию планетарной модели.

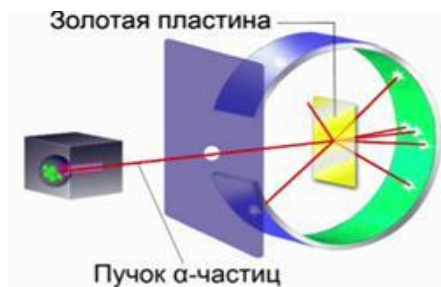


Рис. 2. Схема опыта Резерфорда

Внутри свинцового цилиндра с узким отверстием был заложен радий. При помощи диафрагмы создавался узкий пучок  $\alpha$ -частиц, которые, пролетая через отверстие диафрагмы, попадали на экран, покрытый специальным составом, при попадании возникала микро-вспышка. Такое свечение при попадании частиц на экран называется «сцинтиляционная вспышка». Такие вспышки наблюдались на поверхности экрана при помощи микроскопа. В дальнейшем до тех пор, пока в схеме не было золотой пластины, все частицы, которые вылетали из цилиндра, попадали в одну точку. Когда же внутри экрана на пути летящих  $\alpha$ -частиц была поставлена очень тонкая пластинка из золота, стали наблюдаться совершенно непонятные вещи. Как только была поставлена золотая пластина, начались отклонения  $\alpha$ -частиц. Были замечены частицы, которые отклонялись от своего первоначального прямолинейного движения и уже попадали в совершенно другие точки этого экрана. Более того, когда экран сделали почти замкнутым, выяснилось, что есть частицы, которые каким-то образом летят в обратную сторону. Они отклоняются под углом  $90^\circ$  и больше. Эти наблюдения были проанализированы Резерфордом, и выяснилась следующая довольно любопытная вещь.

### Анализ результатов опыта Резерфорда

В первую очередь здесь потерпела крах теория Томсона. По теории Томсона, атом представляет собой шар размером  $10^{-10}$  м, в котором положительный заряд размазан и есть электрон. Так вот, электроны – это очень маленькие частицы, они не могут препятствовать  $\alpha$ -частицам, летящим с приличной скоростью. Скорость  $\alpha$ -частиц в данном случае составляла около 10000 км/с.

Представьте себе ситуацию, когда грузовик столкнется с игрушечным автомобилем. Понятно, что грузовик даже не заметит такого автомобиля. Это мы можем привести как аналогию столкновения электрона с  $\alpha$ -частицей. Значит, необходимо было сделать вывод, что атом устроен иначе, не так, как утверждал Томсон. И, видимо, в атоме золота есть объект более массивный, чем  $\alpha$ -частица, имеющий положительный заряд.

Давайте посмотрим еще одну картину, которая характеризует рассеивание  $\alpha$ -частиц на той массивной частице, наличие которой предсказал Резерфорд в атоме (рис. 3).

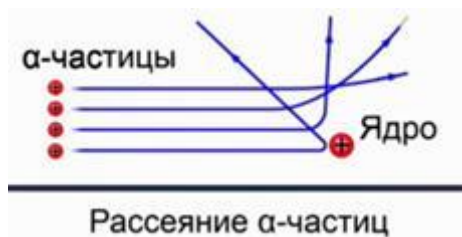


Рис. 3. Рассеивание альфа-частиц

По результатам опытов можно было говорить, что в атоме есть массивный положительно заряженный объект.  $\alpha$ -частица, сталкиваясь с этой большой частицей, может отразиться обратно. Те частицы, которые пролетают рядом, отклоняются на разные углы. Чем дальше

$\alpha$ -частица пролетает от этого объекта, тем на меньший угол они отклоняются. Такое явление получило название «**рассеивание  $\alpha$ -частиц**».

#### Ядро и планетарная модель атома

Крупную частицу, которая находится внутри атома, Резерфорд назвал ядром. И даже оценил его размеры. По оценке Резерфорда, размеры ядра составили  $10^{-14}$ – $10^{-15}$  м. Этот объект был очень и очень мал по своим размерам по сравнению с атомом. Атом имеет размер порядка  $10^{-10}$  м. При этом практически вся масса атома была сосредоточена именно в ядре. И именно вокруг ядра обращаются электроны.

Отсюда следует **планетарная модель** Резерфорда, которая утверждает, что атом представляет собой массивное положительно заряженное ядро, вокруг которого по своим орбитам обращаются электроны (рис. 4). В целом атом электронейтрален, т. е. заряд атома равен нулю. Если у атома избыток или недостаток электронов, то его называют ион.

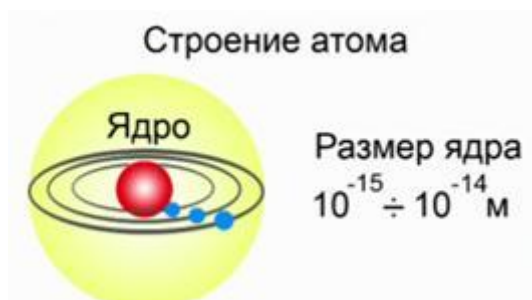


Рис. 4. Планетарная модель атома

Конечно, были и другие теории, представляющие интерес. На сегодняшний день общепринятой, с некоторыми оговорками, о которых поговорим позднее, является именно планетарная модель атома, предложенная Эрнестом Резерфордом.

Планетарная модель атома, предложенная Резерфордом, – это попытка применения классических представлений о движении тел к явлениям атомных масштабов. Она оказалась несостоятельной. Классический атом неустойчив. Электроны, движущиеся по орбите с ускорением, должны неизбежно упасть на ядро, растратив всю энергию на излучение электромагнитных волн (рис. 6.2.1).



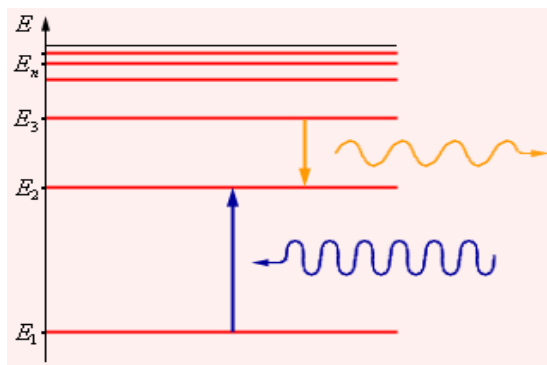
Неустойчивость  
классического атома

Следующий шаг в развитии представлений об устройстве атома в 1913 году сделал выдающийся датский физик Н. Бор. Проанализировав всю совокупность опытных фактов, Бор пришел к выводу, что при описании поведения атомных систем следует отказаться от многих представлений классической физики. Он сформулировал постулаты, которым должна удовлетворять новая теория о строении атомов.

**Первый постулат Бора** (постулат стационарных состояний) гласит: **атомная система может находиться только в особых *стационарных* или *квантовых* состояниях,**

каждому из которых соответствует определенная энергия  $E_n$ . В стационарных состояниях атом не излучает.

Этот постулат находится в явном противоречии с классической механикой, согласно которой энергия движущегося электрона может быть любой. Он находится в противоречии и с электродинамикой, так как допускает возможность ускоренного движения электронов без излучения электромагнитных волн. Согласно первому постулату Бора, атом характеризуется системой *энергетических уровней*, каждый из которых соответствует определенному стационарному состоянию (рис. 6.2.2). Механическая энергия электрона, движущегося по замкнутой траектории вокруг положительно заряженного ядра, отрицательна. Поэтому всем стационарным состояниям соответствуют значения энергии  $E_n < 0$ . При  $E_n \geq 0$  электрон удаляется от ядра, т. е. происходит ионизация. Величина  $|E_1|$  называется *энергией ионизации*. Состояние с энергией  $E_1$  называется *основным состоянием* атома.



Энергетические уровни атома и условное изображение процессов поглощения и испускания фотонов

**Второй постулат Бора (правило частот)** формулируется следующим образом: при переходе атома из одного стационарного состояния с энергией  $E_n$  в другое стационарное состояние с энергией  $E_m$  излучается или поглощается квант, энергия которого равна разности энергий стационарных состояний:

$$h\nu_{nm} = E_n - E_m,$$

где  $h$  – постоянная Планка. Отсюда можно выразить частоту излучения:

$$\nu_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h}.$$

Второй постулат Бора также противоречит электродинамике Максвелла, так как частота излучения определяется только изменением энергии атома и никак не зависит от характера движения электрона.

Теория Бора при описании поведения атомных систем не отвергла полностью законы классической физики. В ней сохранились представления об орбитальном движении электронов в кулоновском поле ядра. Классическая ядерная модель атома Резерфорда в теории Бора была дополнена идеей о квантовании электронных орбит. Поэтому теорию Бора иногда называют *полуклассической*.

### Ход работы:

#### Задание 1. Решить задачи по вариантам

##### 1 вариант

1. Определить энергию фотонов  $E_1$  и  $E_2$ , если длины волн соответственно равны 0,55 мкм и 0,4 мкм. 10 баллов
2. Каков импульс фотона, энергия которого равна  $2 \cdot 10^{-17}$  Дж? 5 баллов
3. Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для серебра 0,45 мкм. Определить работу выхода. 10 баллов

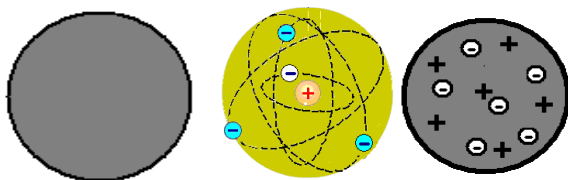
##### 2 вариант

1. Определить длину волны и частоту лучей, энергия которых равна соответственно  $4 \cdot 10^{-19}$  Дж и  $3 \cdot 10^{-23}$  Дж. 10 баллов
2. Каков импульс электрона, движущегося со скоростью света? ( $c = 3 \cdot 10^8$  м/с и  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг) 5 баллов
3. Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для калия равна 0,56 мкм. Определить работу выхода. 10 баллов

#### Задание 2. Выполнить тест Критерии оценки: 1 правильный ответ – 1 балл

##### Вариант 1.

Выберите одно правильное утверждение.



1

2

3

1. На рисунке представлены модели атомов. Какой цифрой отмечена модель атома Томсона?

А. 1 Б. 2 В. 3

2. В модели атома Резерфорда:

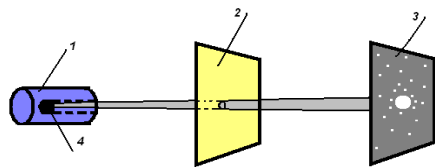
А. Положительный заряд сосредоточен в центре атома, а электроны обращаются вокруг него.

Б. Отрицательный заряд сосредоточен в центре атома, а положительный заряд распределён по всему объёму атома.

В. Положительный заряд распределён по всему объёму атома, а электроны вкраплены в эту положительную сферу.

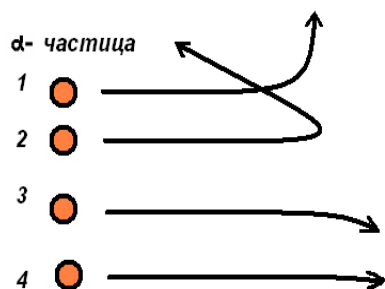
3. Какой цифрой отмечен на схеме установки Резерфорда источник  $\alpha$  - частиц?

А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 4



4. Электроны не могут изменить траекторию  $\alpha$  - частицы в опытах Резерфорда, потому что

- А. Заряд электрона очень мал по сравнению с зарядом  $\alpha$  - частицы.
- Б. Масса электрона значительно меньше массы  $\alpha$  - частицы.
- В. Электрон имеет отрицательный заряд, а  $\alpha$  - частица – положительный.



5. Какая  $\alpha$  - частица пролетает сравнительно близко от ядра?

- А. 1.
- Б. 2.
- В. 3.
- Г. 4.

6. Планетарную модель атома предложил

- А. Томсон.
- Б. Демокрит
- В. Резерфорд.

7. Опыт Резерфорда по рассеянию  $\alpha$  - частиц доказывает:

- А. Несостоятельность модели атома Томсона.
- Б. Сложность радиоактивного излучения.
- В. Способность атомов некоторых химических элементов к самопроизвольному излучению.

8. Как зависит Ек фотоэлектронов от интенсивности света?

- 1) не зависит
- 2) прямо пропорционально
- 3) обратно пропорционально

9. Что такое красная граница фотоэффекта?

- 1) Длина волны красного света
- 2) наименьшая длина волны
- 3) наибольшая длина волны

**10. При увеличении интенсивности падающего света количество вырванных фотоэлектронов....**

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

**11. Как зависит  $E_k$  фотоэлектронов от частоты света?**

- 1) не зависит
- 2) прямо пропорционально
- 3) обратно пропорционально

**12. Длина волны голубого света 500нм, а желтого 600нм. Фтоны какого света имеют большую энергию?**

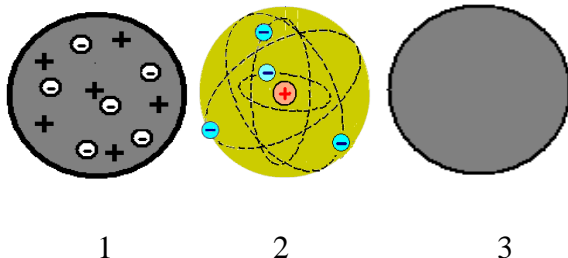
- 1) Одинаково
- 2) Голубого
- 3) Жёлтого

## Вариант 2

Выберите одно правильное утверждение.

1. На рисунке представлены модели атомов. Какой цифрой отмечена модель атома Резерфорда?

А. 1 Б. 2 В. 3



2. В модели атома Томсона:

А. Положительный заряд сосредоточен в центре атома, а электроны обращаются вокруг него.

Б. Положительный заряд сосредоточен в центре атома, а неподвижные электроны рассредоточены вокруг него.

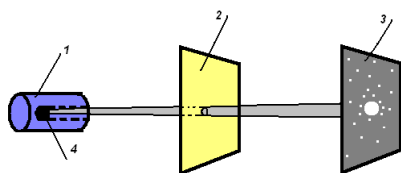
В. Положительный заряд рассредоточен по всему объёму атома, а электроны вкраплены в эту положительную сферу.

3. Какой заряд имеет  $\alpha$  - частица?

А. Отрицательный. Б. Положительный. В. Нейтральный.

4. Какой цифрой на схеме установки Резерфорда отмечена фольга, в которой происходило рассеяние  $\alpha$  - частиц?

А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 4

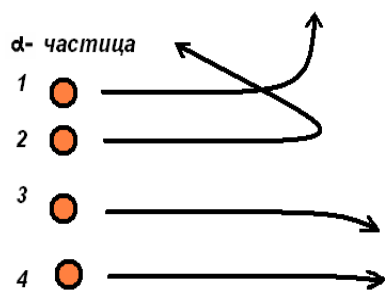


5. Демокрит утверждает:

А. Атом – мельчайшая неделимая частица вещества.

Б. Атом – это «кекс с изюмом».

В. В центре атома находится положительное ядро небольшого размера, а вокруг него движутся электроны.



6. Какая  $\alpha$  - частица пролетает на сравнительном большом расстоянии от ядра?

А. 1

Б. 2

В. 3

Г. 4

7. Опыт Резерфорда по рассеянию  $\alpha$  - частиц доказывает

А. Сложность радиоактивного излучения.

Б. Способность атомов некоторых химических элементов к самопроизвольному излучению.

В. Несостоятельность модели атома Томсона.

8. Какой электрод освещают в вакуумном фотоэлементе для возникновения фотоэффекта?

1) анод

2) катод

3) безразлично

9. Фотоэффект можно объяснить на основе.....природы света

1) волновой

2) корпускулярной (свет, как поток частиц)

3) и той и ддругой

10. Цинк освещают синими лучами малой интенсивности. Возникнет ли фотоэффект если интенсивность увеличить?

1) да

2) нет

11. При уменьшении интенсивности света количество вырываемых фотоэлектронов...

1) не изменяется

2) увеличивается

3) уменьшается

**12. Свет это-**

- 1) ЭМВ
- 2) поток частиц
- 3) ЭМВ и поток частиц одновременно

**Критерии оценки практической работы:**

**оценка «отлично» - 33-37 баллов**

**оценка «хорошо» - 29- 33 балла**

**оценка «удовлетворительно» - 24-28 баллов**

## 4. Список литературы.

### 3.1 Основные источники:

1. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для образовательных учреждений начального и среднего профессионального образования – М.: 2018

### 3.2 Дополнительные источники:

- 3.2.1 Боярский Б.М. Справочник по физике [Текст] / Б.М. Боярский Б.М. - М.: Издательство «Наука», 2006-944 с.
- 3.2.2 Генденштейн Л.Э. Физика. Учебник для 10 кл. [Текст] / Л.Э. Генденштейн, Ю.И. Дик – М., 2005.
- 3.2.3 Генденштейн Л.Э. Физика. Учебник для 11 кл. [Текст] / Л.Э. Генденштейн, Ю.И. Дик – М., 2005.
- 3.2.4 Громов С.В. Физика: Механика. Теория относительности. Электродинамика [Текст]: учебник для 10 кл. общеобразовательных учреждений. / С.В. Громов – М., 2001.
- 3.2.5 Громов С.В. Физика: Оптика. Тепловые явления. Строение и свойства вещества [Текст]: учебник для 11 кл. общеобразовательных учреждений. / С.В. Громов – М., 2001.
- 3.2.6 Касьянов В.А. Физика. 10 кл. [Текст]: учебник для общеобразовательных учебных заведений / В.А. Касьянов – М., 2005.
- 3.2.7 Касьянов В.А. Физика. 11 кл. [Текст]: учебник для общеобразовательных учебных заведений / В.А. Касьянов – М., 2003.

### ***Интернет-ресурсы***

1. <http://fcior.edu.ru/catalog/meta/3/mc/discipline%2000/mi/4.17/p/page.html> – Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов.
2. [dic.academic.ru](http://dic.academic.ru) - Академик. Словари и энциклопедии.
3. [www.booksgid.com](http://www.booksgid.com) - Books Gid. Электронная библиотека.
4. [globalteka.ru/index.html](http://globalteka.ru/index.html) - Глобалтека. Глобальная библиотека научных ресурсов.
5. [window.edu.ru](http://window.edu.ru) - Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
6. [st-books.ru](http://st-books.ru) - Лучшая учебная литература.