

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Физика»

для студентов

Специальности 10.05.03 Информационная безопасность
автоматизированных систем

Специализация Анализ безопасности информационных систем

Ставрополь
2026

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа №1. Определение кинематических характеристик движения	4
Лабораторная работа №2. Законы ньютона. Силы в природе	9
Лабораторная работа №3. Основное уравнение мкт	14
Лабораторная работа №4. Газовые законы.....	19
Лабораторная работа №5. Внутренняя энергия и первое начало термодинамики	23
Лабораторная работа №6. Определение относительной влажности воздуха	27
Лабораторная работа №7. Закон кулона, напряженность электрического поля.....	33
Лабораторная работа №8. Определение емкости заряженного конденсатора.....	38
Лабораторная работа №9. Изучение закона ома для участка цепи и полной цепи	43
Список рекомендуемой литературы.....	49

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физика» является формирование у будущего специалиста по специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем специализация «Анализ безопасности информационных систем» является формирование у студентов фундаментальных знаний в области физики, необходимых для понимания принципов работы аппаратных компонентов информационных систем, анализа физических угроз безопасности и разработки защитных механизмов.

Задачи дисциплины:

- Формирование естественнонаучного мировоззрения – понимание физических законов и явлений, лежащих в основе работы электронных устройств, сетей передачи данных и систем защиты информации.
- Изучение основ электромагнетизма и электроники – понимание принципов передачи и обработки сигналов, влияния электромагнитных помех на информационные системы.
- Анализ физических уязвимостей – изучение методов несанкционированного доступа к информации через побочные физические каналы (акустические, тепловые, электромагнитные).

Лабораторная работа №1. Определение кинематических характеристик движения

Цель работы: закрепить и применить знания по теме «Кинематические характеристики движения»

Знать:

1. Понятия материальной точки, системы отсчета, траектории, пути и перемещения, понятие относительности движения;
2. Равномерное и равноускоренное движения, равномерное движение по окружности;
3. Понятия частоты, периода, центростремительного ускорения;
4. Обозначения и единицы измерения физических величин в СИ; физический смысл универсальных физических констант; теоретические и экспериментальные методы физического исследования;

Уметь:

1. Решать задачи с применением формул равномерного прямолинейного, равноускоренного движений;
2. Решать задачи с применением графиков зависимости кинематических величин от времени;
3. Решать задачи с применением формул равномерного движения тела по окружности;
4. Пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
5. Использовать законы физики при объяснении различных явлений в природе и технике; пользоваться необходимой учебной и справочной литературой;

Оборудование и материалы: интернет- ресурсы, учебники, калькулятор.

Краткие теоретические сведения:

Механика — это наука об общих законах движения тел. Основная задача механики - определять положение тела в любой момент времени. Механика делится на кинематику, динамику и статику.

Кинематика — это раздел механики, изучающий способы описания движений и связь между величинами, характеризующими эти движения.

Механическое движение — это изменение координат тела в пространстве относительно других тел с течением времени. В качестве тела, которое будем рассматривать возьмем материальную точку.

Материальная точка — это тело, размерами которого в данных условиях, можно пренебречь.

Система отсчета — это система, включающая в себя систему координат, часы и тело отсчета.

Путь - это пройденное материальной точкой расстояние или длина траектории.

Перемещение -это направленный отрезок прямой, соединяющей, начальное положение тела с его конечным положением, перемещение-это вектор.

Траектория — это линия, описываемая телом при его движении.

Равномерное прямолинейное движение — это движение с постоянной по модулю и направлению скоростью.

Равномерное прямолинейное движение, движение при котором тело за равные промежутки времени проходит одинаковые перемещения, то есть проходит одинаковые пути.

$S = v t$	$v = S / t$	$t = S / v$	$a = 0$
-----------	-------------	-------------	---------

Скорость – физическая v и векторная величина, равная отношению перемещения тела за любой промежуток времени к значению этого промежутка.

Неравномерное движение — это движение, при котором скорость тела со временем изменяется. Мгновенная скорость — это скорость тела в данной точке траектории в данный момент времени. Под скоростью

неравномерного движения подразумевают мгновенную скорость. Мгновенная скорость изменяется от точки к точке, от одного момента времени к другому, она направлена по касательной к траектории.

Ускорение – это физическая и векторная величина, характеризующая быстроту изменения скорости.

Равноускоренное движение — это такое движение, при котором скорость за равные промежутки времени, изменяется одинаково. (движение с возрастающей по модулю скоростью называется равноускоренным, а с убывающей - равнозамедленным)

$S = v_0 t + a t^2 / 2$	$v = v_0 + a t$	$t = (v - v_0) / a$	$a = (v - v_0) / t$
-------------------------	-----------------	---------------------	---------------------

Свободное падение — это вид равноускоренного движения.

Свободное падение - это падение тел в вакууме			
$S = v_0 t + g t^2 / 2$	$v = v_0 + g t$	$t = (v - v_0) / g$	$g = 9,8 (м/с^2)$

Равномерное движение по окружности (криволинейное движение) Криволинейное движение — это движение с ускорением (хотя по модулю v может быть одинаковой), так как в любой точке меняется направление скорости (скорость направлена по касательной к окружности). Криволинейное движение можно считать движением по дугам окружностей.				
$S = 2 \pi R$	$v = 2 \pi R / T$	$T = 2 \pi R / v$	$a_{ц.с} = v^2 / R$	$v = l / T$

Центростремительное ускорение - ускорение, стремящееся к центру окружности и в любой точке $a \perp v$

Движение тела по окружности часто характеризуют не скоростью, а периодом колебания. Равномерное движение по окружности – это периодическое движение.

Период — это время одного полного колебания. **Частота** - число колебаний за единицу времени **Физические величины и единицы их измерения**

v - скорость (м/с) R - радиус (м) S - перемещение (м) t - время (с)	g - ускорение свободного падения (9,8 м/с ²) $a_{ц.с}$ - центростремительное ускорение (м/с ²) T - период (с) ν - частота (Гц)	a - ускорение (м/с ²) v_0 - начальная скорость (м/с) $\pi=3,14$
--	---	---

Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения;
2. Заполнить таблицу «Виды механического движения»

Виды механического движения	Перемещение $S(м)$	Скорость $v(м/с)$	Ускорение $a(м/с^2)$	Время $t(с)$
Равномерное прямолинейное движение (определение)				
Равноускоренное движение (определение) Свободное падение (определение)				
Криволинейное движение Равномерное движение по окружности (определение)				

3. Выполнить задания по вариантам, задачи оформлять правильно (согласно разобранным задачам)

4. Сделать вывод по работе (заполнив таблицу, выполнив свой вариант, ответив на вопросы);

5. Подготовиться к защите работы

Пример:

Задача. Велосипедист за первые 5с проехал 40м, за следующие 10с - 100м, и за последние 5с - 20м. Найти средние скорости на каждом из участков и на все пути.

Дано: $t_1 = 5\text{с}$,
 $s_1 = 40\text{м}$, $t_2 = 10\text{с}$,
 $s_2 = 100\text{м}$, $t_3 = 5\text{с}$
 $s_3 = 20\text{м}$

Найти:
 $v_1 - ?$ $v_2 - ?$
 $v_3 - ?$ $v - ?$

Решение. $v_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{40\text{м}}{5\text{с}} = 8\text{м/с}$.

$$v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{100\text{м}}{10\text{с}} = 10\text{м/с}. \quad v_3 = \frac{s_3}{t_3} = \frac{20\text{м}}{5\text{с}} = 4\text{м/с}.$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{40\text{м} + 100\text{м} + 20\text{м}}{5\text{с} + 10\text{с} + 5\text{с}} = 8\text{м/с}.$$

Ответ: $v_1 = 8\text{м/с}$, $v_2 = 10\text{м/с}$, $v_3 = 4\text{м/с}$, $v = 8\text{м/с}$.

Внимание!

Если по условию задачи даны будут неосновные единицы измерения физических величин, обязателен перевод в СИ.

Вариант 1.

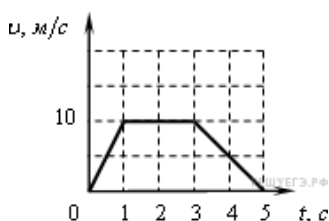
1. Автомобиль проехал два одинаковых участка пути с разными скоростями $v_1 = 15\text{ м/с}$, $v_2 = 10\text{ м/с}$. Найти среднюю скорость автомобиля.

2. Трактор первые 10 мин проехал 1,2 км. Какой путь он пройдет за 0.5 ч, двигаясь с той же скоростью?

3. По закруглению дороги автомобиль движется с центростремительным ускорением 1м/с^2 при скорости 36км/ч . Найти радиус кривизны дороги.

4. Через сколько секунд мяч будет на высоте 25 м, если его бросить вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с ?

5. По рисунку определить пройденный телом путь за время 5с.



Вариант 2.

1. Человек прошел по аллее парка 40 м, затем он повернул на вторую аллею, расположенную под углом 90° градусов к первой аллее, и прошел по ней 30м.

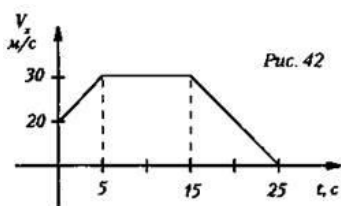
Сделайте чертеж. Определите пройденный путь и модуль перемещения человека.

2. Поезд движется со скоростью 72 км/ч по закруглению дороги. Определите радиус дуги, если центростремительно ускорение поезда равно $0,5 \text{ м/с}^2$.

3. Какова длина пробега самолета при посадке, если его посадочная скорость 140 км/ч, а ускорение при торможении 2 м/с^2 ?

4. За какое время свободно падающее тело без начальной скорости пройдет сотый сантиметр своего пути?

5. По рисунку определить пройденный телом путь за время 25с.



Контрольные вопросы:

1. Поезд движется со скоростью 54 км/ч, а пассажир идет по вагону со скоростью 4 км/ч. Какова скорость движения этого пассажира относительно Земли, если он идет в сторону головного вагона?

2. Стратонавты рассказывают, что если не обращать внимания на показания приборов, то невозможно определить, поднимается или опускается и движется ли вообще стратостат. Чем это объясняется?

3. Автомобиль сделал три полных круга по кольцевому шоссе диаметром 1 км. Какова длина траектории(путь) и перемещения.

4. Мяч упал с высоты 3 м, отскочил и был пойман на высоте 1 м. Найдите путь и перемещение мяча.

5. В каком случае тело можно принять за материальную точку: ученик делает контрольную работу; человек – манекен движется по эскалатору метро; вычисляют давление трактора на грунт, определяют высоту поднятия ракеты.?

Лабораторная работа №2. Законы ньютона. Силы в природе

Цель работы: закрепить и применить знания по теме «Законы Ньютона. Силы в природе».

Знать:

1. Понятие сил в механике, понятия инертности, массы, веса тела, перегрузки, инерциальных систем отсчета;
2. Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, закон Амонтона – Кулона;
3. Обозначения и единицы измерения физических величин в СИ; явления инерции, физический смысл универсальных физических констант; теоретические и экспериментальные методы физического исследования;

Уметь:

1. Решать задачи с применением законов Ньютона, закона всемирного тяготения, закона Гука, закона Амонтона- Кулона;
2. Решать задачи с применением графиков зависимости силы упругости от удлинения;
3. Решать задачи с применением формул по данной теме;
4. Пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
5. Использовать законы физики при объяснении различных явлений в природе и технике; пользоваться необходимой учебной и справочной литературой;

Оснащение.

Оборудование и материалы: интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор.

Краткие теоретические сведения:

Динамика – это раздел механики, изучающий движения тел под действием приложенных к нему сил.

Первый закон Ньютона (закон инерции). Существуют такие системы отсчёта, относительно которых тела движутся равномерно прямолинейно, либо покоятся, если на них не действуют другие тела или действия тел компенсируется.

Инерция — это способность тел сохранять свою скорость постоянной,

если на них не действуют другие тела.

Неинерциальные системы – это системы, которые движутся относительно инерциальных с ускорением.

Принцип относительности Галилея

Законы механического движения одинаковы для всех инерциальных систем отсчёта, все механические процессы протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчёта

Сила - количественная мера действия тел друг на друга, в результате которого тела получают ускорение.

Сила – физическая и векторная величина, силу измеряют динамометрами

Свойство инертности заключается в том, что для изменения скорости необходимо время.

Масса – мера инертности вещества. Более инертнее то тело, которое менее изменяет свою скорость.

Второй закон Ньютона: Равнодействующая всех сил, приложенных к телу равна произведению массы тела на его ускорение $F = ma$.

Третий закон Ньютона: Тела взаимодействуют друг с другом с силами равными по модулю и противоположными по направлению $F_1 = -F_2$

Закон всемирного тяготения: Тела, притягиваются друг к другу силой прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними $F = G m_1 m_2 / R^2$

Сила тяжести – сила, с которой земля притягивает к себе тело. $F = mg$

Закон Гука: Сила упругости, возникающая при деформации тела пропорциональна его удлинению и направлена противоположно направлению перемещения частиц тела при деформации. $F = -kx$

Силы упругости, действующие со стороны опоры или подвеса, называют **силой реакции опоры**.

Вес тела – это сила, с которой тело, вследствие притяжения его к Земле действует на опору или подвес. **Вес тела** — это сила упругости, приложенная к опоре или подвесу

Случаи изменения веса тела:

1) Равномерное движение или покой	$P = mg$
2) Ускоренное движение вверх	$P = m(g + a)$
3) Ускоренное движение вниз	$P = m(g - a)$

4) Свободное падение	$P=m(g-g)=0$
----------------------	--------------

Когда вес тела больше силы тяжести, говорят, что тело испытывает перегрузку.

Увеличение веса тела, вызванное, ускоренным движением опоры или подвеса называют **перегрузкой**, n -коэффициент перегрузки

$$n = a / g$$

Состояние, при котором вес тела равен нулю называют состоянием **невесомости**

Когда автомобиль едет по выпуклому мосту вес пассажиров уменьшается, уменьшается и вес машины. При пикировании вес лётчика становится больше.

$P=m (g- v^2 / R)$	$P=m (g+ v^2 / R)$
Если перегрузка известна, то вес определяют по формуле $P=mg(1+n)$	

Сила трения — это сила, возникающая при тесном соприкосновении тел, и всегда направлена вдоль поверхности соприкосновения.

$F = \mu N$ Закон Амонтона-Кулона	$\mu < 1$
--------------------------------------	-----------

Где μ - коэффициент трения, зависит от того, из каких материалов сделаны тела, как они обработаны, не зависит от площади соприкасающихся тел и от относительного положения обоих тел.

Физические величины и единицы их измерения

F -Сила (Ньютон Н) m - масса (кг) G = $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2 / \text{кг}^2$ - гравитационная постоянная μ -коэффициент трения	g - ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$) R -расстояние (м) n -коэффициент перегрузки N -сила реакции опоры (Н)	k -жесткость пружины P -вес тела (Н) a - ускорение (м/с^2) b - x- удлинение (м)
--	--	---

Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения;
2. Заполнить таблицу «Силы в механике»

Силы в механике	Определение	Формула
Сила тяжести		

Сила трения		
Сила упругости		

3. Выполнить задания по вариантам, задачи оформлять правильно (согласно разобранным задачам)

4. Сделать вывод по работе (предварительно заполнив таблицу, выполнив свой вариант, ответив на вопросы);

5. Подготовиться к защите работы

Пример:

Задача. На сколько удлинится рыболовная леска жесткостью 0,5кН/м при поднятии вверх рыбы массой 200г?

Дано: $g = 10 \text{ м/с}^2$; $k = 0,5 \text{ кН/м} = 5 \times 10^2 \text{ Н/м}$; $m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$.	Решение. $k\Delta l = mg$; $\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{5 \cdot 10^2 \text{ Н/м}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 4 \text{ мм}$.
Найти: Δl .	Ответ: $\Delta l = 4 \text{ мм}$.

Внимание! Ответ указан в неосновной единице измерения - в миллиметрах.

Надо в СИ - в метрах. Ответ будет правильный $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

Вариант 1

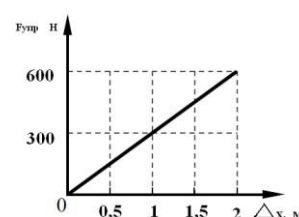
1. Под действием какой силы пружина жесткостью 45 Н/м изменяет свою длину от 20 до 25 см?

2. Тело равномерно движется по горизонтальной плоскости. Сила его давления на плоскости равна 4 Н, сила трения 2 Н. Определите коэффициент трения скольжения.

3. С какой силой притягиваются два тела с одинаковыми массами по 10т, если расстояние между ними 2м?

4. Танк массой 20т едет по мосту, который прогибается под его тяжестью, образуя дугу окружности радиусом 800м. С какой силой танк давит на середину моста, если его скорость равна 72км/ч?

5. На рисунке представлен график зависимости силы упругости пружины от величины ее деформации. Определите жесткость этой пружины.



Вариант 2

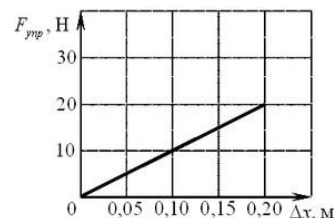
1. При выполнении лабораторной работы ученик равномерно перемещал брусок с помощью динамометра по горизонтальному столу. Масса бруска 150 г. Динамометр, расположенный параллельно столу, показывает 0,6 Н. Определите коэффициент трения скольжения бруска.

2. Под действием какой силы пружина жесткостью 25 Н/м изменяет свою длину от 40 до 35 см?

3. Тело массой 3 кг падает в воздухе с ускорением 8 м/с^2 . Найти силу сопротивления воздуха.

4. Автомобиль массой 2 т проходит по выпуклому мосту, имеющему радиус кривизны 40 м, со скоростью 36 км/ч ($g=10 \text{ м/с}^2$). Определите силу давления на середину моста.

5. На рисунке представлен график зависимости силы упругости пружины от величины ее деформации. Определите жесткость этой пружины.



Контрольные вопросы

1. Почему во время ледохода образуются заторы льда на поворотах реки?
2. Как Земля удерживает людей, воду и воздух? Как будет двигаться Земля, если исчезнет притяжение Солнца?
3. Популярный цирковой номер: на грудь лежащего атлета кладут тяжелую наковальню и бьют по ней тяжелым молотом. После номера атлет встает, как ни в чем не бывало. В чем секрет?
4. Почему безопасен прыжок акробата на сетку батута с большой высоты.
5. Какую роль играют силы притяжения на Земле?

Лабораторная работа №3. Основное уравнение мкт

Цель работы: закрепить и применить знания по теме «Основное уравнение мкт»

Знать:

1. Понятия атом, молекула, температура, количество вещества, идеальный газ, концентрация, макро и микропараметры;
2. Основное уравнение мкт и следствия из него; закон Авогадро; 3. Обозначения и единицы измерения физических величин в СИ; явления осмоса, диффузии и броуновского движения, теорию мкт, физический смысл универсальных физических констант; теоретические и экспериментальные методы физического исследования;

Уметь

1. Решать задачи с применением основного уравнения мкт и на следствия;
2. Решать задачи с применением закона Авогадро;
3. Решать задачи с применением формул по данной теме;
4. Пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
5. Использовать законы физики при объяснении различных явлений в природе и технике; пользоваться необходимой учебной и справочной литературой;

Оснащение.

Оборудование и материалы: Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

Краткая теоретическая информация:

МКТ (молекулярно-кинетическая теория) – это раздел физики, изучающий свойства различных состояний вещества, основывающийся на представлениях о существовании молекул и атомов, как мельчайших частиц вещества. В основе м к т лежат три основных положения.

Основные положения м к т

1. Все вещества состоят из мельчайших частиц молекул, атомов.
2. Эти частицы находятся в непрерывном хаотическом движении
3. Между частицами существуют силы взаимного притяжения и отталкивания

Диффузия – явление проникновения молекул одного вещества в промежутки между молекулами другого вещества.

Осмоз – явление взаимного проникновения веществ, сквозь пористые перегородки. **Броуновское движение** – хаотическое движение взвешенных в жидкости или в газе частиц под действием ударов молекул жидкости или газа.

Атом – мельчайшая частица вещества, обладающая всеми физическими и химическими свойствами данного вещества.

$1 \text{ а.е.м} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Молекула – частица, состоящая из атомов

Масса атома, выраженная в (а. е. м.), называется относительной атомной массой.

Относительная молекулярная масса M_r равна сумме относительных атомных масс атомов, образующих молекулу

Относительное число атомов и молекул в теле называют количеством вещества $\nu = m / M$ (измеряют в молях)		
$\nu = N / N_A$	$N_A = N / \nu$	$m / M = N / N_A$

1 моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же молекул, сколько содержится атомов в 0,012 кг углерода С.

Отношение числа N атомов или молекул вещества к количеству вещества ν является постоянной Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ (итальянский ученый Амедео Авогадро)

Число Авогадро - количество молекул в одном моле любого вещества.

Массу одного моль вещества называют молярной массой M измеряют в (кг/моль)

Для определения массы молекулы(атома) и объема молекулы нужно

$m_0 = M / N_A$	$V_0 = M / \rho N_A$
-----------------	----------------------

Размеры молекул колеблются в пределах 10^{-10} м, а масса молекул 10^{-27} кг.

Идеальный газ – это газ, состоящий из упругих молекул – шариков исчезающе малых размеров, которые взаимодействуют друг с другом лишь при соударениях.

Идеальный газ – это модель реального газа.

Идеальный газ - это газ, взаимодействие между молекулами которого, пренебрежимо мало. Идеального газа в природе нет, но реальные разреженные газы

ведут себя подобно идеальным.

Микроскопические параметры газа – это величины, характеризующие свойства отдельных молекул. К ним относят массу молекулы, скорость молекулы, импульс молекулы, кинетическую энергию поступательного движения молекулы.

Макроскопические параметры газа – это величины, характеризующие состояние макроскопических тел. К ним относят температуру, объем, давление. Одной из важных задач мкт было установление связи между макро и микропараметрами газа

$$p = 1/3 m_0 n v^2$$

Основное уравнение м к т -уравнение, связывающее микро и макропараметры газа

Основные следствия из основного уравнения мкт

$$p = 1/3 \rho v^2$$

$$p = 2/3 n E_k$$

$$pV = 2/3 N E_k$$

Концентрация - число молекул в единице объема $n = N/V$

Температура – это физическая и скалярная величина, характеризующая степень нагретости тела, его внутреннее состояние. Для его измерения используют термометр. В его устройстве использовано свойство тел - изменять объем при его нагревании или охлаждении. Термометр сразу не покажет температуру, надо чтобы наступило тепловое равновесие между телом и термометром.

Тепловое равновесие - это такое состояние, при котором все макроскопические параметры (P, V, T) сколь угодно долго остаётся неизменными.

Недостаток шкалы Цельсия: различные жидкости обычно расширяются при нагревании неодинаково. (0° и 100° совпадает у всех термометров, а 50° не совпадает). В физике применяют газовую шкалу температур - **шкалу Кельвина**. В отличие от жидкостей все газы H₂, O₂ расширяются при нагреве одинаково и одинаково меняют свое давление при изменении T. У такой шкалы есть абсолютный нуль температур. Предельную температуру, при которой давление идеального газа обращается в нуль при фиксированном объеме, или объем идеального газа стремится к нулю при неизменном давлении, называют **абсолютным нулем температур**. Это самая низкая температура в мире и природе.

Закон Авогадро: В равных объемах газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое число молекул $p = nkT$

$T = t + 273\text{K}$	$E_k = \frac{3}{2} k T$ $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$ - постоянная Больцмана
-----------------------	--

$v^2=3 R T / M$	$R=8,31 \text{ (Дж/моль}K \text{)}$ – универсальная газовая постоянная			$v^2=3 k T/ m_0$
ν -количество вещества (моль) N- число молекул (шт)	$k=1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К- постоянная Больцмана Т- температура (К) $R=8,31 \text{ (Дж/моль } K \text{)}$ - универсальная газовая постоянная	М-молярная масса V- объем (м ³) Постоянная Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹	n-концентрация (м ⁻³) р-давление (Па) S-площадь (м ²) m ₀ - масса молекулы (кг)	v^2 - квадратичная скорость ρ - плотность

Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения;
2. Заполнить таблицу «Определение явлений и их применение»

Явления	Определения	Применение
Диффузия		
Осмоз		
Броуновское движение		

3. Выполнить задания по вариантам, задачи оформлять правильно, согласно разобранным ниже задачам

4. Сделать вывод по работе подготовиться к защите работы по контрольным вопросам

Пример:

Задача 1. Найти среднюю кинетическую энергию молекулы одноатомного газа при давлении 20 кПа и концентрацией молекул $3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$

Дано: $p = 20 \text{ кПа} = 2 \cdot 10^4 \text{ Па}$, $n = 3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$.	Решение. $p = \frac{2}{3} n E$; $E = \frac{3p}{2n} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ Па}}{2 \cdot 3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}} = 10^{-21} \text{ Дж}$.
Найти: E	Ответ: $E = 10^{-21} \text{ Дж}$.

Вариант 1

1. Найти количество вещества в воде массой 36 г.
2. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул водорода 720 м/с?
3. Определите количество вещества, содержащегося в железной отливке,

объемом $28 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, если плотность железа $7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, молярная масса $56 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

4. Средняя энергия молекулы идеального газа $6,4 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$, давление газа 4 МПа , найти концентрацию.

5. В ёмкости объёмом 1 л находится газ массой 5 г , частицы которого двигаются со скоростью 500 м/с . Определить давление этого газа.

Вариант 2

1. Определить число молекул углерода массой 127 г .

2. Средняя квадратичная скорость молекул 830 м/с , газ находится под давлением 10^5 Па найти плотность газа.

3. Определить концентрацию газа, если он находится под давлением $0,2 \text{ МПа}$ и при температуре 12°C .

4. Абсолютная температура идеального газа понизилась в $1,5$ раза. Как изменилась средняя кинетическая энергия теплового движения молекул?

5. Плотность газа в баллоне электрической лампы $\rho = 0,9 \text{ кг/м}^3$. При горении лампы давление в ней возросло с $p_1 = 8 \cdot 10^4 \text{ Па}$ до $p_2 = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$. На сколько увеличилось при этом значение среднего квадрата скорости молекул газа?

Контрольные вопросы:

1. Почему от горящих поленьев с треском отскакивают искры?

2. По железнодорожным рельсам перевозят газы, в больших емкостях, на них написано «осторожно, с горки не спускать». Почему?

3. Почему на простом табурете сидеть жестко, в то время как на стуле тоже деревянном, несколько не жестко. Почему?

4. Почему лось хорошо бежит по болоту?

5. Сливки на молоке быстрее отстаиваются в холодном помещении, почему?

Лабораторная работа №4. Газовые законы

Цель работы: закрепить и применить знания по теме «Газовые законы».

Знать:

1. Понятия изопроцессов - изотермический, изохорический и изобарический процессы;
2. Газовые законы: Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля;
3. Уравнения Клапейрона и Менделеева - Клапейрона;
4. Обозначения и единицы измерения физических величин в СИ; физический смысл универсальных физических констант; теоретические и экспериментальные методы физического исследования;

Уметь:

1. Решать задачи на газовые законы: Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля
2. Решать графические задачи по изопроцессам;
3. Пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
4. Использовать законы физики при объяснении различных процессов в природе и технике; пользоваться необходимой учебной и справочной литературой;

Оборудование и материалы: Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

Краткие теоретические сведения:

Уравнение, связывающее все 3 параметра газа PVT называются уравнением состояния газа Менделеева – Клапейрона $pV = mRT/M$; $pV = \nu RT$; $p = \rho RT/M$;

Для данной массы газа, как бы ни менялись его PVT произведение PV деленное на T, есть величина постоянная. $p_1V_1 / T_1 = p_2V_2 / T_2 = const$ - Уравнение Клапейрона

Количественные зависимости между двумя параметрами газа при фиксированном значении 3 параметра называют газовыми законами (их всего 3)

Процессы, протекающие при неизменном значении одного из параметров, называют изопроцессами (изос - равный).

Изопроцесс – это идеализированная модель реального процесса, которая только приближенно отражает действительность.

Газовые законы

Закон Бойля-Мариотта: (Бойль-англичанин, Мариотт-француз) Для данной массы газа произведение давления на объем постоянно, если температура не меняется

$$pV = \text{const}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Этот закон характеризует изотермный процесс.

Изотермный процесс - процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянной температуре и неизменной массе газа. Графиком изотермного процесса является изотерма (чем выше изотерма, тем выше температура). Изотермным, можно считать процесс медленного сжатия воздуха или расширения газа под

Закон Гей-Люссака. (Гей-Люссак-француз) Для данной массы газа отношение объема к температуре постоянно, если давление не меняется.

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

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$

Этот закон характеризует изобарный процесс.

Изобарный процесс - процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном давлении и неизменной массе газа. Графиком изобарного процесса является изобара (чем ниже изобара, тем выше давление). Изобарным можно считать процесс расширения газа при нагревании его в цилиндре с подвижным

Закон Шарля. (Шарль-француз) Для данной массы газа отношение давления к температуре постоянно если объем не меняется.

$$p / T = \text{const}$$

$$p_1 / T_1 = p_2 / T_2$$

Этот закон характеризует изохорный процесс.

Изохорный процесс - процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном объеме и неизменной массе газа. Графиком изохорного процесса является изохора (чем ниже изохора, тем выше объем). Увеличение давления газа в любой емкости или электрической лампочке при нагревании является изохорным процессом. Изохорный процесс используется в газовых термометрах

Физические величины и единицы их измерения

ν- количество вещества (моль)	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$ - постоянная Больцмана Т- температура (К) М - молярная масса	М-молярная масса $\frac{\text{кг}}{(\text{моль})}$ V- объем (м^3) n - концентрация (м^{-3})	p-давление (Па) S-площадь (м^2)	v^2 - квадратичная скорость
N- число молекул (шт)	$R = 8,31 \text{ (Дж/моль К)}$ - универсальная газовая постоянная	Постоянная Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$	m_0 -масса молекулы (кг)	ρ - плотность

Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения;
2. Заполнить таблицу «Газовые законы и изопроцессы»

Вопросы	Изотермический процесс	Изобарический процесс	Изохорический процесс
---------	---------------------------	--------------------------	--------------------------

1) Какие величины остаются постоянными при этом изопроцессе			
2) Закон, описывающий данный процесс			
3) Графики процессов			

3. Выполнить задания по вариантам, задачи оформлять правильно, согласно разобранной ниже задаче.

4. Сделать вывод по работе подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

Пример:

Задача. Определить молярную массу газа при нормальных условиях, если плотность газа $1,29 \text{ кг/м}^3$

Дано:
 $\rho = 1,29$
 кг/м^3
 Найти: μ -
 ?

Решение.

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Leftrightarrow P = \frac{\rho}{\mu} RT \Leftrightarrow \mu = \frac{\rho}{P} RT$$

н.у.: $P = 10^5 \text{ Па}$, $T \approx 293 \text{ К}$

$$\mu = \frac{1,29}{10^5} 8,31 \cdot 293 \approx 0,03 \text{ кг/м}^3$$

Ответ: $\mu = 0,03 \text{ кг/м}^3$.

Вариант 1

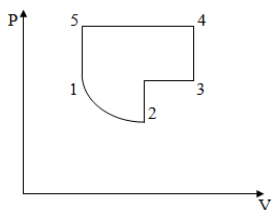
1. Какое количество вещества содержится в газе, если при температуре 270 К и давлении 200 кПа его объем равен 50 л ?

2. Определите массу углекислого газа, хранящегося в баллоне, вместительностью 40 л при температуре 13°С и под давлением $2,7 \text{ МПа}$.

3. При температуре 52°С давление газа в баллоне равно $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. При какой температуре его давление будет равно $2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$?

4. Какой объем занимает 1 кг кислорода при температуре 273 К и давлении $8 \cdot 10^5 \text{ Па}$? Молярная масса кислорода $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

5. Определить процессы, происходящие над газом.



Вариант 2

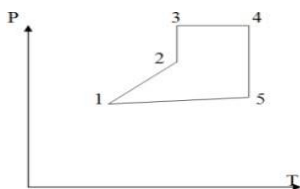
1. Газ, объем которого $0,8\text{ м}^3$ при температуре 300 К производит давление $2,8 \cdot 10^5\text{ Па}$. На сколько кельвин надо повысить температуру той же массы газа, чтобы при давлении $1,6 \cdot 10^5\text{ Па}$ он занял объем $1,4\text{ м}^3$?

2. При температуре 27°С в 1 м^3 содержится $2,4 \cdot 10^{10}$ молекул газа. Определите его давление.

3. Газ при давлении $0,2\text{ МПа}$ и температуре 15°С имеет объем 5 л . Чему равен объем этого газа при нормальных условиях? (нормальные условия $T=273\text{ К}$, $p=10^5\text{ Па}$)

4. При изохорном нагревании идеального газа, взятого при температуре 320 К , его давление увеличилось от $1,4 \cdot 10^5$ до $2,1 \cdot 10^5\text{ Па}$. Как изменилась температура газа?

5. Определить процессы происходящие над газом



Контрольные вопросы:

1. Вы надули щеки. При этом объем, и давление увеличиваются, а температура не изменяется. Как согласовать это с законом Бойля-Мариотта?

2. Бак с жидкостью, над поверхностью которого находится воздух, герметически закрыт. Почему, если открыть кран, находящийся в нижней части бака, после вытекания некоторого количества жидкости, дальнейшее ее течение прекратится? Что надо сделать, чтобы обеспечить свободное вытекание?

3. Как связаны между собой, постоянная Больцмана, постоянная Авогадро и универсальная газовая постоянная?

4. Выразить неизвестные P , V , m , M , T через уравнение Менделеева - Клапейрона (назвать единицы измерения)

5. Абсолютная температура газа уменьшилась в 2 раза, а его давление уменьшилось при этом в 1,5 раза, изменился ли при этом объем газа? Во сколько раз?

Лабораторная работа №5. Внутренняя энергия и первое начало термодинамики

Цель работы: закрепить и применить знания по теме «Внутренняя энергия и первое начало термодинамики».

Знать:

1. Понятия количества теплоты, внутренней энергии, работы, адиабатного процесса, понятие обратимых процессов;
2. Первый и второй законы термодинамики;
3. Обозначения и единицы измерения физических величин в СИ; физические процессы физический смысл универсальных физических констант; теоретические и экспериментальные методы физического исследования;

Уметь:

1. Решать задачи с применением формул внутренней энергии, работы, количества теплоты
2. Решать задачи с применением 1 закона термодинамики;
3. Пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
4. Использовать законы физики при объяснении различных явлений в природе и технике; пользоваться необходимой учебной и справочной литературой;

Оборудование и материалы: Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

Краткие теоретические сведения:

Теория тепловых процессов, в которой не учитывается молекулярное строение тел, называют термодинамикой.

Главное содержание термодинамики состоит в том, что он опирается на 2 основных закона, касающихся поведения энергии.

Сумму E_k , E_p молекул называют **внутренней энергией**. $U = E_k + E_p$

К внутренней энергии относят: 1) внутриаомную, внутриядерную. 2) химическую.

$U = 3NkT/2$	$U = 3pV/2$	$U = 3mRT/2M$	$U = 3\nu RT/2$
--------------	-------------	---------------	-----------------

Внутреннюю энергию можно изменить двумя способами: 1) теплопередачей. 2) совершением работы.

Процесс передачи энергии от одного тела к другому без совершения работы называют **теплопередачей или теплообменом**.

Количественную меру изменения внутренней энергией при теплообмене или энергию, которое тело отдает в процессе теплообмена, называют **количеством теплоты**

Виды теплопередач		формулы
1. Нагревание и охлаждение		$\Delta U = Q = c m \Delta T$
2. Плавление и отвердевание		$\Delta U = Q = \lambda m$
3. Парообразование и конденсация		$\Delta U = Q = r m$
4. Сгорание веществ		$\Delta U = Q = q m$
$A = p \Delta V$	При расширении газ совершает положительную работу, так как $V_1 < V_2$, а при сжатии отрицательную работу, так как $V_1 > V_2$	

Закон сохранения энергии: Энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает, количество энергии неизменно, она только переходит из одной формы в другую. Открыт этот закон немецким ученым Майером, английским ученым Джоулем. Закон сохранения энергии управляет всеми законами природы.

Закон сохранения и превращения энергии, распространенный на тепловые явления, носит название 1 закона термодинамики : Количество теплоты, переданное системе, идет на изменение внутренней энергии и на совершение работы.	
$Q = \Delta U + A$	

Адиабатический процесс – процесс изменения состояния газа, происходящий без теплообмена с окружающей средой.

Процесс изменения состояния газа	Количество теплоты	Работа	Изменение внутренней энергии	Запись 1 закона термодинамики
1. Изотермическое расширение	$Q > 0$	$A > 0$	$\Delta U = 0$	$Q = A$
2. Изохорное нагревание	$Q > 0$	$A = 0$	$\Delta U > 0$	$Q = \Delta U$
3. Изобарное расширение	$Q > 0$	$A > 0$	$\Delta U > 0$	$Q = \Delta U + A$

4. Адиабатное расширение	$Q=0$	$A>0$	$\Delta U<0$	$A= -\Delta U$
--------------------------	-------	-------	--------------	----------------

1 закон термодинамики не отвечает на вопрос в каком направлении происходят процессы на него дает ответ 2 закон термодинамики.

2 закон термодинамики Теплота не может переходить сама собой от тела, менее нагретого к телу более нагретому.

Процесс называется **обратимым**, если он допускает возможность возвращения системы в первоначальное состояние без каких-либо изменений в окружающей среде. Обратимые процессы – абстракция, т.к. все процессы сопровождаются теплопроводностью и трением

Физические величины и единицы их измерения

Q - количество теплоты (Дж) p - давление (Па) N - число молекул (шт.) M - молярная масса	T - температура (К) R=8,31 (Дж/моль К) - универсальная газовая постоянная N - количество вещества (моль)	c - удельная теплоемкость V - объем (м ³) U - внутренняя энергия (Дж)	A - работа (Дж) r - удельная теплота парообразования v -количество вещества (моль)	λ - удельная теплота плавления q - удельная теплота сгорания
---	---	--	---	---

Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения;
2. Заполнить таблицу «Процессы изменения состояния газа»

Процесс изменения состояния газа	Q	A	ΔU
1) Изотермическое расширение			
2) Изохорическое нагревание			
3) Изобарическое расширение			
4) Адиабатическое расширение			

3. Выполнить задания по вариантам, задачи оформлять правильно, согласно разобранным ниже задаче

4. Сделать вывод по работе подготовиться к защите работы по контрольным вопросам

Пример:

Задача. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль, на 500К ему сообщили количество теплоты 9,4МДж. Определить работу газа и

приращение его внутренней энергии.

Дано: $\nu = 800$ моль; $\Delta T = 500$ К; $Q = 9,4$ МДж = =	Решение. 1) Пользуясь результатом задачи № 624, получим, что $A = \nu R \Delta T = 800 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 500 \text{ К} \approx 3,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}$
$9,4 \cdot 10^6$ Дж; Найти: $A, \Delta U$	2) $\Delta U = Q - A = 9,4 \cdot 10^6 \text{ Дж} - 3,3 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 6,1 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ Ответ: $A \approx 3,3 \cdot 10^6$ Дж, $\Delta U = 6,1 \cdot 10^6$ Дж.

Вариант 1.

1. Какое количество теплоты следует затратить для нагревания медной пластинки массой 180 г на 15 градусов?

2. Вода падает с высоты 60 м. На сколько температура воды внизу водопада? выше, чем наверху? Считать, что на нагревание воды идёт 70% всей работы, совершаемой при падении.

3. Какова внутренняя энергия гелия, заполняющего аэростат объемом 65 м^3 при давлении 10^5 Па ?

4. Какое количество теплоты отдаст стакан кипятка (250 см^3), остывая до температуры 14°C ?

5. Кислород массой 160 г нагрет изобарно на 100 К . Определить работу, совершенную над газом при увеличении его объема, и изменение внутренней энергии этого газа.

Вариант 2.

1. Какое количество теплоты выделится при полном сгорании керосина, объем которого 20 л, а плотность 800 кг/м^3 ?

2. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 500 моль, на 300 К ему сообщили количество теплоты 4,4 МДж. Определить работу газа и приращение его внутренней энергии.

3. $0,02 \text{ кг}$ углекислого газа нагревают при постоянном объеме. Определите изменение внутренней энергии газа при нагревании от 20°C до 108°C ?

4. В сосуд, содержащий 1,5 кг воды при 15°C впускают 200г водяного пара при температуре 100°C . Какая общая температура установится в сосуде после конденсации пара?

5. При изобарном нагревании некоторой массы кислорода O_2 на 200 К совершена работа 2 кДж по увеличению его объема. Определить массу кислорода.

Контрольные вопросы:

1. Что обжигает сильнее 100 °С пар или 100 °С вода?
2. Может ли КПД быть равным 100%. Объясните.
3. Человек, находясь на улице в сильный мороз, старается больше двигаться, чтобы не замерзнуть. Почему же тогда птицы замерзают на лету?
4. Почему в пустынях днем жарко, а ночью ниже 0 °С?
5. На больших высотах 800-1000 км скорости молекул газов достигают значений, соответствующих температуре 2000°С. Почему же не плавится оболочка космических аппаратов?

Лабораторная работа №6. Определение относительной влажности воздуха

Цель работы: закрепить и применить знания по теме «Влажность воздуха».

Знать:

1. Понятия относительной влажности воздуха, точки росы, насыщенного пара, критическая температура, парциальное давление;
2. Физические явления испарение, кипение, конденсация, сублимация;
3. Обозначения и единицы измерения физических величин в СИ; физический смысл универсальных физических констант; теоретические и экспериментальные методы физического исследования.

Уметь:

1. Решать задачи с применением формул относительной влажности воздуха;
2. Решать задачи с применением психрометрической таблицы и таблиц плотностей и давлений насыщенного пара;
3. Пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
4. Использовать законы физики при объяснении различных явлений в природе и технике; пользоваться необходимой учебной и справочной литературой.

Оборудование и материалы: Интернет - ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

Краткие теоретические сведения:

Испарение – процесс парообразования, происходящий на поверхности жидкости при любой температуре.

Испарение зависит: 1) от рода вещества 2) от температуры жидкости 3) от площади свободной поверхности 4) от наличия ветра над свободной поверхностью.

Переход твердого состояния в газообразное минуя жидкое, называется **сублимацией или возгонкой**

Конденсация – переход молекул пара в жидкость. Конденсация пара сопровождается выделением энергии. Конденсацией пара объясняется образование облаков, выпадение росы.

Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется **насыщенным паром**.

Давление пара p_0 , при котором жидкость находится в равновесии со своим паром, называют давлением насыщенного пара. Концентрация молекул насыщенного пара при $T = \text{const}$ не зависит от объема. $p_0 = nkT$

Кипение – процесс парообразования, происходящий по всему объему жидкости при определенной температуре. **Критическая температура** – температура, при которой исчезают различия в физических свойствах между жидкостью и её насыщенным паром. Особое значение критической температуры состоит в том, что при температуре выше критической ни при каких давлениях газ нельзя обратить в жидкость.

Атмосферный воздух представляет собой смесь газов и водяного пара. Давление, которое производил бы водяной пар, если бы все остальные газы отсутствовали, называют парциальным.

Величина, показывающая, насколько водяной пар при данной температуре близок к насыщению, называют **относительной влажностью**.

Относительной влажностью называют отношение парциального давления к давлению насыщенного пара при той же температуре. $\varphi = p / p_0 \cdot 100\%$; $\varphi = p / p_0 \cdot 100\%$

Понижением температуры можно довести относительную влажность воздуха до 100%. Температуру, при которой относительная влажность воздуха становится равной 100%, называют **точкой росы. T_p**

Если температура воздуха станет немного ниже точки росы, пар начнет

конденсироваться, появится туман и капельки росы на предметах. Влажность воздуха измеряют психрометрами, гигрометрами.

Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения;
2. Заполнить таблицу «Процессы парообразования»

Процессы	Определение процессов
1) Испарение	
2) Кипение	
3) Конденсация	
4) Сублимация	

3. Выполнить задания по вариантам, задачи оформлять правильно, согласно разобранный ниже задаче и применяя психрометрическую таблицу и таблицу давления и плотности насыщенного пара, предварительно ознакомившись с тем, как правильно пользоваться таблицами, указанными ниже

Таблица давления и плотности насыщенного пара при температурах от 0 до 30*С

T (*C)	ρ_n (кг/м ³)	P _n (Па)	T (*C)	ρ_n (кг/м ³)	P _n (Па)	T (*C)	ρ_n (кг/м ³)	P _n (Па)
0	4,8 10 ⁻³	613	11	10,0 10 ⁻³	1306	22	19,4 10 ⁻³	2639
1	5,2 10 ⁻³	653	12	10,7 10 ⁻³	1399	23	20,6 10 ⁻³	2812
2	5,6 10 ⁻³	706	13	11,4 10 ⁻³	1492	24	21,8 10 ⁻³	2985
3	6,0 10 ⁻³	759	14	12,1 10 ⁻³	1599	25	23,0 10 ⁻³	3172
4	6,4 10 ⁻³	813	15	12,8 10 ⁻³	1706	26	24,4 10 ⁻³	3399
5	6,8 10 ⁻³	879	16	13,6 10 ⁻³	1812	27	25,8 10 ⁻³	3559
6	7,3 10 ⁻³	933	17	14,5 10 ⁻³	1932	28	27,2 10 ⁻³	3785
7	7,8 10 ⁻³	999	18	15,4 10 ⁻³	2066	29	28,7 10 ⁻³	3999
8	8,3 10 ⁻³	1066	19	16,3 10 ⁻³	2199	30	30,3 10 ⁻³	4238
9	8,8 10 ⁻³	1146	20	17,3 10 ⁻³	2332			
10	9,4 10 ⁻³	1226	21	18,3 10 ⁻³	2492			

Психрометрическая таблица

Показания сухого тер- мометра	Разность показаний сухого и влажного термометров										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
6	100	86	73	60	47	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	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	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

4. Сделать вывод по работе подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

Как пользоваться таблицами? Например:

Таблица давления и плотности насыщенного пара при температурах

При температуре $T=25^{\circ}\text{C}$, плотность насыщенного пара $\rho=23,0 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$, а давление насыщенного пара $P_n=3172 \text{ Па}$

Психрометрическая таблица

Сухой термометр показывает $T_c = 20^{\circ}\text{C}$, а влажный термометр $T_v=16^{\circ}\text{C}$, тогда.
 $T_c - T_v = 20^{\circ}\text{C} - 16^{\circ}\text{C} = 4^{\circ}\text{C}$

Находим по горизонтали (где разность показаний сухого и влажного термометров) цифру 4 и опускаемся до 20°C , на пересечении строки и столбца видим цифру 66, это и есть относительная влажность воздуха 66%

Пример:

Задача. Найти относительную влажность воздуха в комнате при $T_1=18^{\circ}\text{C}$, если при $T_2=10^{\circ}\text{C}$ образуется роса

Дано: $T_1=18^{\circ}\text{C}$, $T_2=10^{\circ}\text{C}$.	Решение. По таблице 5 находим, что плотность насыщенного пара при $T_1=18^{\circ}\text{C}$ $\rho_1=15,4 \text{ г/м}^3$, а при $T_2=10^{\circ}\text{C}$ $\rho_2=9,4 \text{ г/м}^3$; $\varphi = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{9,4 \text{ г/м}^3}{15,4 \text{ г/м}^3} \approx 0,61 = 61\%$.
Найти: φ .	Ответ: $\varphi \approx 61\%$.

Если по условию задачи даны будут неосновные единицы измерения физических величин, обязателен перевод в СИ.

Вариант 1.

1. Относительная влажность воздуха при 20°C равна 58%. При какой максимальной температуре выпадает роса?
2. Определить относительную влажность воздуха, если сухой термометр психрометра показывает 294 К, а влажный – 286 К.
3. Определите абсолютную влажность воздуха в кладовке объемом 10 м^3 , если в нем содержится водяной пар массой 0.12 кг.
4. По психрометрической таблице определить относительную влажность воздуха, если температура сухого термометра психрометра 26°C , а влажного 20°C .
5. Относительная влажность воздуха в комнате $\varphi=60\%$, температура 16°C . До какой температуры надо охладить металлический предмет, чтобы на его поверхности появилась роса?

Вариант 2.

1. Давление насыщенного водяного пара при температуре 284 К. равно 1306 Па. Определить концентрацию молекул пара.
2. По психрометрической таблице определить относительную влажность воздуха, если температура сухого термометра психрометра 20°C , а влажного 14°C .
3. Определить относительную влажность воздуха, если сухой термометр психрометра показывает 299 К, а влажный – 289 К.
4. Чему равна относительная влажность воздуха в классе, если температура в помещении 20°C и абсолютная влажность воздуха равна 10 г/м^3 ?
5. Через фильтр с сорбентом, поглощающим водяной пар, пропущено 5 л воздуха, после чего масса фильтра увеличилась на 120 мг. Какова абсолютная влажность воздуха?

Контрольные вопросы:

1. Ожог кожи наступает при $50-60^{\circ}\text{C}$. Почему жару $50-60^{\circ}\text{C}$ человек переносит безболезненно
2. Больше охлаждение мы испытываем от разлитого на руку бензина или воды?
3. В какую погоду белье высыхает быстрее: в жаркую; в жаркую ветреную?

4. Как нефть делят на составные части бензин, мазут, керосин?

5. На улице целый день моросит холодный осенний дождь. В комнате висит выстиранное белье. Высохнет ли белье быстрее, если открыть форточку?

Лабораторная работа №7. Закон кулона, напряженность электрического поля

Цель работы: закрепить и применить знания по теме «Закон Кулона. Напряженность электрического поля».

Знать:

1. Понятия заряда, электризации, напряженности, силовых линий;
2. Законы сохранения электрического заряда, закон Кулона;
3. Обозначения и единицы измерения физических величин в СИ; явление электризации, физический смысл универсальных физических констант; теоретические и экспериментальные методы физического исследования;

Уметь:

1. Решать задачи с применением формул напряженности;
2. Решать задачи с применением законов сохранения электрического заряда и на закон Кулона;
3. Пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
4. Использовать законы физики при объяснении различных процессов в природе и технике; пользоваться необходимой учебной и справочной литературой.

Оборудование и материалы: Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

Краткие теоретические сведения:

Электростатика – раздел физики, изучающий законы взаимодействия неподвижных электрических зарядов.

Интенсивность электромагнитного взаимодействия определяется физической величиной **электрическим зарядом**, который обозначается q и измеряется в Кулонах. (Заряд земного шара 600000Кулонов)

Атом – это мельчайшая частица вещества, состоящая из положительного заряда ядра и движущихся вокруг ядра отрицательных электронов. Ядро состоит из положительных протонов и незаряженных нейтронов. Порядковый номер химического элемента указывает на количество протонов, содержащихся в ядре и количество электронов, движущихся вокруг ядра.

На основе моделей атомов выводим закон сохранения электрического заряда.

Закон сохранения электрического заряда:

Алгебраическая сумма зарядов всех тел в замкнутой системе остается постоянной.

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$$

Закон сохранения электрического заряда - один из фундаментальных законов природы.

Электрический заряд не создается и не исчезает, а только переходит от одного тела к другому. Электрического заряда без частиц не существует.

Появление и исчезновение электрических зарядов на телах объясняются переходами электронов от одних тел к другим. Атом, потерявший электрон, превращается в положительный ион, атом приобретший электрон, превращается в отрицательный ион («ион» —от греческого слова «странник»)

Электризация состоит в потери или приобретении телом некоторого количества электронов.

Заряженные тела, размеры которых намного меньше расстояния между ними, называют **точечными**

Основной закон электростатики - закон взаимодействия точечных зарядов был экспериментально установлен французским ученым Шарлем Кулоном в 1785г.с помощью крутильных весов

Закон Кулона: Два точечных неподвижных электрически заряда взаимодействуют в вакууме силой прямо пропорциональной произведению модулей этих зарядов и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. $F = k q_1 q_2 / \epsilon R^2$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

ϵ_0 - электрическая постоянная

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н м}^2 / \text{Кл}^2$$

где k-коэффициент пропорциональности

Величина, показывающая во сколько раз напряженность поля в вакууме больше, чем в диэлектрике, называют **диэлектрической проницаемостью среды**

$$\epsilon = E_0 / E$$

E_0 -электрическое поле в вакууме. Для воздуха и вакуума $\epsilon=1$

Электрическое поле неподвижных зарядов называется **электростатическим**

Свойства электрического поля

1. Электрическое поле это особый вид материи, существующий реально, независимо от нас и наших знаний о нем.
2. Главное свойство электрического поля - действия его на электрические заряды с некоторой силой
3. Электрическое поле обладает силовой характеристикой - напряженностью.
4. Электрическое поле обладает энергетической характеристикой - потенциалом
5. Изображается силовыми линиями-линиями напряженности

Направление E совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд и противоположно направлению силы, действующей на отрицательный заряд.

Принцип суперпозиции

Если в данной точке пространства различны заряженные частицы создают электрические поля, напряженности которых E_1, E_2, E_3 , то результирующая E равна.

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

Электрическое поле, напряженность которого одинакова во всех точках называется **однородным**.

Свойства силовых линий

1. Незамкнутые, начинаются на положительных и оканчиваются на отрицательных.
2. Непрерывные
3. Не пересекаются
4. Чем больше частота силовых линий, тем больше напряженность.

В 1912 году советским физиком Иоффе и в 1909 – 1914 американским физиком Миллекеном опыты доказали дискретный характер электрического заряда, существование в природе наименьшего электрического заряда.

Электрон обладает массой и энергией. Масса электрона составляет $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$. Значение заряда электрона определил американский ученый Роберт Милликен, электрон имеет отрицательный заряд, и он равен $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения;

2. Заполнить таблицу «Характеристики электрического поля»

Характеристики электрического поля	Формулировка	Формула
Силовая		
Энергетическая		

3. Выполнить задания по вариантам, задачи оформлять правильно, согласно разобранной ниже задаче

4. Сделать вывод по работе подготовиться к защите работы по контрольным вопросам

Пример:

Задача. С каким ускорением движется электрон в поле напряженностью 10кВ/м?

Дано: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; $E = 10$ кВ/м = 10^4 В/м; $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг	Решение. $qE = ma$; $a = \frac{qE}{m} = \frac{eE}{m}$ $a = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^4 \text{ В/м}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} = 1,76 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2$.
Найти a .	Ответ: $a = 1,76 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2$.

Внимание! В ответе опечатка, правильно **$a = 1,76 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2$ Вариант 1.**

1. В электрическое поле напряженностью 200Н/Кл внесли заряд 10^{-7} Кл. Чему равна сила, действующая на заряд?

2. Два одинаковых точечных электрических заряда находящихся в глицерине на расстоянии 9,0 см один от другого, взаимодействуют с силой $1,3 \cdot 10^{-5}$ Н. Определить величину каждого заряда.

3. Определить напряженность поля точечного заряда 8 нКл, находящегося на расстоянии 2см.

4. В некоторой точке поля на заряд 80 нКл действует сила 60 мкН. Найдите напряженность поля в этой точке. Если в эту же точку поместить заряд 200 нКл, то какая сила на него будет действовать?

5. С какой силой взаимодействуют в вакууме два точечных электрических

заряда по 12 нКл, если расстояние между ними 3 см? Во сколько раз уменьшиться сила взаимодействия, если заряды будут находиться в воде?

Вариант 2.

1. Определить силу, действующую на электрон в электрическом поле напряженностью 100В/м.

2. Два заряда по $5 \cdot 10^{-9}$ Кл находятся в воздухе на расстоянии $5 \cdot 10^{-3}$ м. Определите силу взаимодействия между зарядами.

3. Капля масла, масса которой 10^{-4} г, находится в электрическом поле во взвешенном состоянии. Напряжённость электрического поля равна 100 Н/Кл. Необходимо определить заряд капли масла.

4. Определить напряженность поля точечного заряда 6 нКл, находящегося на расстоянии 4см.

5. Два одинаковых шарика обладают зарядами 8 нКл и -4 нКл. Шарики приводят в соприкосновение и разводят на прежние места. Как изменилась сила взаимодействия этих зарядов (заряженных шариков)?

Контрольные вопросы:

1. В кабине бензовоза имеется надпись: «При наливе и сливе горючего обязательно включите заземление». Почему?

2. Как равным слоем нанесли краску, коптить рыбу; на каком явлении работает ксерокс?

3. Органы государственного пожарного надзора не рекомендуют хранить и перевозить бензин в полиэтиленовых канистрах, а рекомендуют в металлических. Почему?

4. Почему при электризации трением на телах появляются равные по величине, но противоположные по знаку заряды?

5. Как оглушает и чем свою добычу рыба скат?

Лабораторная работа №8. Определение емкости заряженного конденсатора

Цель работы: закрепить и применить знания по теме «Определение емкости заряженного конденсатора».

Знать:

1. Понятия электроемкость, потенциал, разность потенциалов- напряжение, конденсатор;
2. Формулы электроемкости, электроемкости плоского конденсатора, энергии заряженного конденсатора;
3. Общая электроемкость при последовательном и параллельном соединениях;
4. Обозначения и единицы измерения физических величин в СИ; физические процессы, физический смысл универсальных физических констант; теоретические и экспериментальные методы физического исследования;

Уметь:

1. Решать задачи с применением формул электроемкости;
2. Решать задачи с применением формул энергии заряженного конденсатора;
3. Пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
4. Использовать законы физики при объяснении различных процессов в природе и технике; пользоваться необходимой учебной и справочной литературой.

Оборудование и материалы: Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор.

Краткие теоретические сведения:

На помещенное в электрическое поле заряженное тело со стороны поля действует сила.

Под действием этой силы тело может перемещаться, а поле совершать работу по перемещению. При перемещении заряда из 1 в точку 2 поле совершает работу $A = q E d$

Мерой измерения потенциальной энергии электрического взаимодействия является работа.

$$A = - (W_{p2} - W_{p1}) = -\Delta W_p$$

Работа не зависит от формы траектории может быть «-», работа по замкнутому контуру равна нулю, значит **электрическое поле потенциально**. Работа по перемещению заряда в однородном электрическом поле не зависит от формы траектории, а зависит только от начального и конечного точек пути в поле.

Электрическое поле потенциальное, значит, заряд на различном удалении обладает разной потенциальной энергией.

Потенциальная энергия заряда в электрическом поле пропорциональна заряду, следовательно, отношение потенциальной энергии к заряду не зависит от помещенного в поле заряда.

Потенциалом электрического поля называют отношение потенциальной энергии заряда в φ поле к этому заряду. φ – потенциал, скаляр, энергетическая характеристика поля. Разность потенциалов – это напряжение. U (Вольт) $\varphi = W_p / q$

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 \quad U = A/q$$

Разность потенциалов (напряжение) между двумя точками равна отношению работы поля при перемещении заряда из начальной точки в конечную к этому заряду

Формула связи напряженности и напряжения вытекает из формул работ q
 $E d = U \quad q \quad U = E d$ - формула связи напряженности и напряжения

Потенциал может быть любым, а изменение потенциала вполне определено. Напряженность электрического поля направлена в сторону убывания потенциала.

При перемещении заряда под углом 90° к силовым линиям электрическое поле не совершает работы, так как $F \perp S$. Все точки поверхности силовым линиям имеют один и тот же потенциал. Поверхности равного потенциала называются **эквипотенциальными**. Эквипотенциальной является поверхность любого проводника в электростатическом поле, не только поверхность, но и все точки внутри проводника имеют один и тот же потенциал.

Величина, характеризующая способность двух проводников накапливать электрический заряд называется электроемкостью . $C = q/U$	Электроемкостью двух проводников называют отношение заряда одного из проводников к разности потенциалов между этим проводником и соседним. $C = q/\varphi_1 - \varphi_2$
---	--

Электроемкость не зависит ни от заряда, сообщенного проводникам, ни от возникающего напряжения, а зависит от геометрических размеров проводников, их формы, взаимного расположения, а также электрических свойств окружающей среды- диэлектрической проницаемости. Электроемкость измеряется в Фарадах.

Большой электроемкостью обладают системы из двух проводников, называемые **конденсаторами** (сгустители и накопители электрической энергии).

Конденсатор представляет из себя два проводника, разделенные слоем диэлектрика, толщина которого мала по сравнению с размерами проводника. Первый конденсатор назывался лейденская банка (XVIII век).

Электроемкость плоского конденсатора $C = \epsilon_0 \epsilon S / d$ Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
--

$C = C_1 + C_2 + C_3$ Электроемкость при параллельном соединении	$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$ Электроемкость при последовательном соединении
---	---

Энергия поля заряженного конденсатора

$W_p = qEd/2$	$W_p = qU/2$	$W_p = q^2/2C$	$W_p = CU^2/2$
---------------	--------------	----------------	----------------

Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения.
2. Заполнить таблицу.

Физические величины	Определительная формула	Определение	Ед .измерения в СИ
Электроемкость			
Потенциал			

3. Выполнить задания по вариантам, задачи оформлять правильно, согласно разобранной ниже задаче.

4. Сделать вывод по работе подготовиться к защите работы по контрольным вопросам.

Пример:

Задача. Площадь каждой пластины плоского конденсатора равна 520 см^2 . На каком расстоянии друг от друга надо расположить пластины в воздухе, чтобы емкость конденсатора была 46 пФ ?

Дано: $S = 520 \text{ см}^2 = 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$, $C = 46 \text{ пФ} = 4,6 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$	Решение. $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$; $d = \frac{\epsilon_0 S}{C} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} \cdot 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2}{4,6 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}} =$ $= 0,01 \text{ м} = 1 \text{ см.}$
Найти d .	Ответ: $d = 1 \text{ см.}$

Внимание! Ответ указан в неосновной единице измерения - в сантиметрах. Надо в СИ - в метрах. Ответ будет правильный $0,01 \text{ м} = 10^{-2} \text{ м}$

Вариант 1.

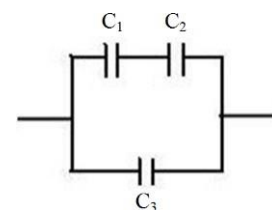
1. Плоскому конденсатору электроемкостью 200 пФ сообщен заряд $3 \cdot 10^{-6}$ Кл. Определить энергию электрического поля конденсатора.

2. При сообщении конденсатору заряда $5 \cdot 10^{-6}$ Кл его энергия оказалась равной 0,01 Дж. Определить напряжение на обкладках конденсатора.

3. Площадь каждой пластины конденсатора $4 \cdot 10^{-2}$ м², на каком расстоянии друг от друга надо расположить пластины в воздухе, чтобы емкость конденсатора была равна $6 \cdot 10^{-12}$ Ф?

4. Площадь каждой из пластин плоского конденсатора 120 см², а расстояние между ними 0,6 см. Какова энергия поля, если напряженность поля 550 кВ/м?

5. Определите электроемкость батареи конденсаторов, если $C_1 = 0,1$ мкФ, $C_2 = 0,4$ мкФ и $C_3 = 0,52$ мкФ.



Вариант 2.

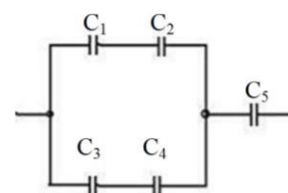
1. Плоский воздушный конденсатор состоит из двух пластин площадью 100 см² каждая. Когда одной из них сообщили заряд $6,0 \cdot 10^{-9}$ Кл, конденсатор зарядился до напряжения 120 В. Определить расстояние между двумя пластинами конденсатора

2. Площадь каждой из пластин плоского конденсатора 180 см², а расстояние между ними 0,8 см. Какова энергия поля, если напряженность поля 450 кВ/м?

3. Плоский конденсатор заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью, равной 2. Энергия конденсатора без диэлектрика равна 20 мкДж. Чему равна энергия конденсатора после заполнения диэлектриком? Считать, что источник питания отключен от конденсатора

4. Заряд конденсатора равен 0,3 нКл, а емкость – 10 пФ. Какую скорость приобретет электрон, пролетая в конденсаторе от одной пластины к другой. Начальная скорость электрона равна нулю.

5. Определить электроемкость батареи конденсаторов, если $C_1 = 2$ мкФ, $C_2 = 4$ мкФ, $C_3 = 1$ мкФ, $C_4 = 2$ мкФ, $C_5 = 6$ мкФ.



Контрольные вопросы:

1. Почему следует осторожно обращаться с обесточенными цепями, в которых стоят конденсаторы?
2. Во сколько раз изменится емкость плоского конденсатора, если уменьшить площадь пластин в 3 раза?
3. Во сколько раз изменится емкость плоского конденсатора, если уменьшить расстояние между пластинами в 3 раза?
4. Во сколько раз изменится емкость плоского конденсатора, если между пластинами поместить диэлектрик-слоюду?
5. Плоский воздушный конденсатор зарядили и отключили от источника напряжения, во сколько раз изменяется заряд и напряжение на обкладках конденсатора, если пространство заполнить парафином?

Лабораторная работа №9. Изучение закона Ома для участка цепи и полной цепи

Цель работы: закрепить и применить знания по теме «Изучение закона Ома для участка цепи и полной цепи».

Знать:

1. Понятия электрический ток, сила, сопротивление, плотность тока, удельная электрическая проводимость, мощность тока, электродвижущая сила;
2. Законы Ома для участка цепи и для полной цепи, закон Джоуля- Ленца;
3. Обозначения и единицы измерения физических величин в СИ; физические процессы, физический смысл универсальных физических констант; теоретические и экспериментальные методы физического исследования;

Уметь:

1. Решать задачи с применением законов Ома для участка цепи и для полной цепи, с применением закона Джоуля-Ленца;
2. Решать графические задачи по данной теме;
3. Пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
4. Использовать законы физики при объяснении различных процессов в природе и технике; пользоваться необходимой учебной и справочной литературой.

Оборудование и материалы:

Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

Краткие теоретические сведения:

Основные части электрической цепи.

1. Источники тока
2. Провода
3. Ключи
4. Потребители

Электрическим током называют упорядоченное движение заряженных частиц (электронов, ионов). За направление тока принимают направление движения положительно заряженных частиц.

Условия существования тока.

1. Наличие свободных зарядов (е или ионов)

2. Наличие источника тока, создающего электрическое поле внутри проводника, вызывающее и поддерживающее упорядоченное движение частиц

Действия тока: 1) тепловое 2) химическое 3) магнитное (основное действие тока) Тепловое действие отсутствует у сверхпроводников.

Сила тока – основная количественная характеристика, равная отношению заряда переносимого через поперечное сечение проводника S за единицу времени.

$$I = \Delta q / \Delta t$$

$$I = qnvS$$

Силу тока выражают в амперах, измеряют амперметрами, которые соединяют последовательно.

Скорость заряженных частиц электронов в проводнике очень мала 0,1 мм/с – скорость упорядоченного движения, а скорость теплового хаотического – несколько сотен км/с.

$$j = I/S$$

Плотность тока — это векторная величина физическая величина, равная отношению силы тока к площади поперечного сечения проводника.

Вектор j направлен вдоль направления тока

$$j = nev$$

Впервые для металлов вольт - амперную характеристику установил немецкий ученый Георг Ом, поэтому зависимость носит название закон Ома.

$$I = U/R$$

Закон Ома: Сила тока прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению

Основная электрическая характеристика проводника – сопротивление.

$$R = \rho l / S$$

Сопротивление – представляет собой меру противодействия проводника установлению в нем электрического тока. Сопротивление зависит от материала проводника и его геометрических размеров.

Удельное сопротивление металлов мало, диэлектрики обладают большим удельным сопротивлением.

$$\sigma = 1/\rho$$

Величина, обратная удельному сопротивлению, называется **удельной электрической проводимостью** проводника (единицей измерения этой величины является 1Сименс=1См)

Электрический ток, совершая работу, может вращать якорь электродвигателя, нагревать нить электролампы, заряжать аккумулятор.

$$A = qU$$

$$q = I\Delta t$$

$$A = IU\Delta t$$

Работа тока равна произведению силы тока, напряжения и времени, в течение которого совершалась работа

$A = IU \Delta t$	$A = I^2 R \Delta t$	$A = U^2 \Delta t / R$
-------------------	----------------------	------------------------

$$Q = I^2 R \Delta t$$

Закон Джоуля – Ленца: количество теплоты, выделяемое проводником с током равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока по проводнику.

Мощность – быстрота выполнения работы. Мощность измеряют ваттметрами

$P = A / \Delta t$	$P = I U$	$P = I^2 R$	$P = U^2 / R$
--------------------	-----------	-------------	---------------

Для измерения работы тока необходимо три прибора: вольтметр, амперметр и часы. На практике используют специальный прибор – счетчик электрической энергии. Платим за кВт часы. $1 \text{ кВт ч} = 36 \cdot 10^5 \text{ Дж}$

Цепь делится на **внутреннюю часть** (источник тока) и **внешнюю часть** (все остальное). Для поддержания тока в цепи необходимо специальное устройство источник тока, который будет создавать постоянное напряжение между пластинами. На заряженные частицы должны действовать силы в источнике, направленные против кулоновских и участвующих в образовании заряда на полюсах. Эти силы называются **сторонними**. В источнике под действием сторонних сил происходит разделение зарядов, в результате чего на одном полюсе источника накапливается положительный, а на другом отрицательный заряд. В результате между полюсами возникает разность потенциалов, являющаяся необходимым условием существования тока во внешней части цепи.

Характеристики источника тока: 1) ЭДС ε 2) внутреннее сопротивление.

ЭДС – это работа сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда внутри элемента от одного полюса к другому. $A_{ст}$ не может быть выражена через разность потенциалов, так как сторонние силы не потенциальные и их работа зависит от формы траектории. При совершении этой работы на внешних и внутренних участках цепи выделяется Q .

$A_{ст} = \varepsilon q$ $A_{ст} = \varepsilon I \Delta t$ Работа сторонних сил	$Q = I^2 R \Delta t + I^2 r \Delta t$
	$\varepsilon = IR + Ir$ ЭДС равно сумме падений напряжений на внешнем и внутреннем участках цепи.

$I = \varepsilon / R + r$ Закон Ома для полной цепи. Сила тока в полной цепи равна отношению ЭДС цепи к ее полному сопротивлению.
$I_{кз} = \varepsilon / r$ Когда внешнее сопротивление стремится к нулю, в цепи возникает короткое замыкание.

Напряжение между разомкнутыми полюсами источника равно ЭДС источника

Если цепь содержит **несколько последовательно соединенных** источников тока то,

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

А если **параллельно соединенных источников** тока, то

$$\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$$

Физические величины

Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения;
2. Заполнить таблицу «Физические величины»

Физические величины	Определительная Формула	Определение	Ед. измерения в СИ
Сила тока			
Напряжение			
Сопротивление			
Работа			
Мощность			

3. Выполнить задания по вариантам, задачи оформлять правильно, согласно разобранным ниже задачам.

4. Сделать вывод по работе подготовиться к защите работы по контрольным вопросам

Пример:

Задача. При подключении электромагнита к источнику с ЭДС 30В и внутренним сопротивлением 2Ома напряжение на зажимах источника стало 28В. Найти силу тока в цепи. Какую работу совершают сторонние силы источника за 5 минут? Какова работа тока во внешней и внутренней частях цепи за то же время?

Дано: $\varepsilon = 30 \text{ В},$ $r = 2 \text{ Ом},$ $U = 28 \text{ В},$ $t = 5 \text{ мин} =$ $= 300 \text{ с}$	Решение. $I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\varepsilon}{\frac{U}{I} + r}; I = \frac{\varepsilon - U}{r} = \frac{30 \text{ В} - 28 \text{ В}}{2 \text{ Ом}} = 1 \text{ А};$ $A_{ст} = q\varepsilon = It\varepsilon = 1 \text{ А} \cdot 300 \text{ с} \cdot 30 \text{ В} = 9000 \text{ Дж} = 9 \text{ кДж}$ $A_{внеш} = UIt = 28 \text{ В} \cdot 1 \text{ А} \cdot 300 \text{ с} = 8400 \text{ Дж} = 8,4 \text{ кДж}$ $A_{внутр.} = A_{ст} - A_{внеш} = 9 \text{ кДж} - 8,4 \text{ кДж} = 0,6 \text{ кДж}$
Найти $I, A_{ст},$ $A_{внеш}, A_{внутр.}$	Ответ: $I = 1 \text{ А}, A_{ст} = 9 \text{ кДж}, A_{внеш} = 8,4 \text{ кДж},$ $A_{внутр} = 0,6 \text{ кДж}.$

Вариант 1.

1. Источник тока с ЭДС 2В и внутренним сопротивлением 0,8 Ом замкнут никелиновой проволокой ($\rho=42 \cdot 10^{-8}\text{Ом м}$) длиной 2,1 м и площадью поперечного сечения $0,21\text{мм}^2$. Определите напряжение на зажимах источника.

2. Найдите скорость упорядоченного движения электронов в проводе площадью поперечного сечения 6мм^2 при силе тока 8А, если концентрация электронов проводимости $5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$

3. Определить площадь сечения стального проводника длиной 1км сопротивлением 50 Ом, если удельное сопротивление $1,5 \cdot 10^{-7} \text{ Ом м}$

4. Определить разность потенциалов на концах резистора сопротивлением 50 Ом, по которому идет ток 2 А. Построить вольт - амперную характеристику этого резистора.

5. По проводнику с сопротивлением 6 Ом пропускали постоянный ток в течение 9 с. Какое количество теплоты выделилось в проводнике за это время, если через его сечение прошел заряд 3 Кл?

Вариант 2.

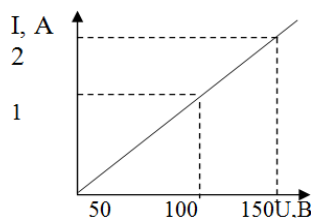
1. Найдите сопротивление проводника с удельным сопротивлением $2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом м}$ площадью поперечного сечения 10^{-6} м^2 и длиной 22м.

2. ЭДС батарейки карманного фонарика 3,7 В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Каково напряжение на зажимах батарейки, если батарейка замкнута на $11,7 \text{ Ом}$?

3. Найдите концентрацию электронов в проводе площадью поперечного сечения 4мм^2 при силе тока 5А, если скорость электронов составляет 4мм/с

4. Найти внутреннее сопротивление и ЭДС источника, если при силе тока 30А мощность во внешней цепи равна 180 Вт, а при силе тока 10 А эта мощность равна 100Вт

5. По графику вольт - амперной характеристике проводника, изображенному на рисунке, определить его сопротивление.



Контрольные вопросы:

1. Увеличится или уменьшится потребляемая елочной гирляндой мощность, если уменьшить количество ламп на одну?

2. Отразится ли на работе электроплитки небольшое укорочение перегоревшей спирали?

3. Почему лампы накаливания чаще перегорают при включении, и редко при выключении?

4. Как изменяются ЭДС и внутреннее сопротивление батарейки, когда она стареет?

5. На часть раскаленной спирали электроплитки попала вода, как изменился накал тех участков спирали, на которые вода не попала?

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы:

1. Миловидова Т. А. Физика: курс лекций / Т. А. Миловидова, А. М. Стыран. - Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. - 266 с. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/140566.html>

2. Паршаков А. Н. Физика в задачах. Макросистемы: учебное пособие / А. Н. Паршаков. - 2-е изд. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2026. - 257 с. - ISBN 978-5-4497-3887-5. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145183.html>

3. Паршаков А. Н. Физика в задачах. Механика: учебное пособие / А. Н. Паршаков. - 2-е изд. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2026. - 223 с. - ISBN 978-5-4497-3888-2. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145184.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. Никеров В. А. Физика: современный курс: учебник / В. А. Никеров. - 2-е изд. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 452 с.: ил. - <http://biblioclub.ru/>. - ISBN 978-5-394-02349-1

2. Паршаков А. Н. Физика в задачах. Оптика: учебное пособие / А. Н. Паршаков. - 2-е изд. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2026. - 215 с. - ISBN 978-5-4497-3889-9. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145185.html>

3. Паршаков А. Н. Физика в задачах. Электромагнетизм: учебное пособие / А. Н. Паршаков. - 2-е изд. - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2026. - 270 с. - ISBN 978-5-4497-3890-5. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/145186.html>