

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Югорский государственный университет» (ЮГУ)  
**НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ**  
**(ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(НефтИн (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»)**

---

---



ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО «ЮГУ»

**НЕФТЯНОЙ  
ИНСТИТУТ**

**ОУДп.13 ФИЗИКА**

10.00.00 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
специальность 10.02.05 Обеспечение информационной безопасности  
автоматизированных систем

**Методические указания к выполнению лабораторных заданий  
для обучающихся 1 курса всех форм обучения  
образовательных организаций  
среднего профессионального образования**

**Нижневартовск, 2023**

**РАССМОТРЕНО**

На заседании ПЦК «МиЕНД»  
Протокол № 06 от 09.06.2023 г.  
Председатель Бойко Я.С.

**УТВЕРЖДЕНО**

Председателем методического совета  
НефтИн (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ»  
Хайбулина Р.И.  
«15» июня 2023 г.

Методические указания к выполнению лабораторных заданий для обучающихся 1 курса всех форм обучения образовательных организаций среднего профессионального образования по ОУДп.13 Физика специальности 10.02.05 Обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем (10.00.00 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ), разработаны в соответствии с:

1. Примерной программой общеобразовательной учебной дисциплины «Физика» для профессиональных образовательных организаций, рекомендованной ФГАУ «Федеральный институт развития образования» (ФГАУ «ФИРО») в качестве примерной программы СПО на базе основного общего образования с получением среднего общего образования (протокол № 3 от 21.07.2015 года).

2. Рабочей программой дисциплины ОУДп.13 Физика, утверждённой на методическом совете НефтИн (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ» протоколом № 4 от 31.08.2022 года.

Разработчик:

Хучашева Лилия Маратовна, преподаватель Нефтяного института (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

Рецензенты:

1. Кутов А.Х., преподаватель Нефтяного института (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ».

2. Савельева Н.Н., кандидат педагогических наук, доцент филиала Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске.

Замечания, предложения и пожелания направлять в Нефтяной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет» по адресу: 628615, Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ, г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.

## ВВЕДЕНИЕ

Комплекс лабораторных заданий составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины ОУДп.13 Физика для специальности 10.02.05 Обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем Учебная дисциплина ОУДп.13 Физика является естественнонаучной, формирующей базовые знания, необходимые для освоения общепрофессиональных и специальных дисциплин.

При разработке комплекса заданий ставилась задача систематизировать и доступно изложить основные теоретические сведения по изучаемым вопросам с целью домашней подготовки обучающихся к предстоящему лабораторному занятию.

Целью методических указаний является закрепление и применение знаний, полученных обучающимися при изучении дисциплины «Физика», выработка умения применять эти знания для решения конкретных задач, развития навыков самостоятельной работы, умение работать с дополнительной литературой.

Комплекс содержит описания всех предусмотренных рабочей программой работ, краткие теоретические сведения, алгоритм решения задач, порядок выполнения лабораторных заданий, задания по вариантам, контрольные вопросы к защите работы. Данные МУ содержат двенадцать лабораторных заданий по разделам курса ОУДп.13 Физика, на выполнение которых, отводится 2 часа.

### **Цели и задачи курса:**

Содержание комплекса лабораторных занятий направлено на достижение следующих **целей:**

-освоение знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира; наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии; методах научного познания природы;

-овладение умениями проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практически использовать физические знания; оценивать достоверность естественнонаучной информации;

-развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний и умений по физике с использованием различных источников информации и современных информационных технологий;

-воспитание убежденности в возможности познания законов природы, использования достижений физики на благо развития человеческой цивилизации; необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественнонаучного содержания; готовности к морально-этической

оценке использования научных достижений, чувства ответственности за защиту окружающей среды;

-использование приобретенных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды, и возможность применения знаний при решении задач, возникающих в последующей профессиональной деятельности.

**При выполнении лабораторных заданий придерживайтесь алгоритма решения физических задач**

**Алгоритм решения физической задачи**

1) Внимательно прочитайте условие задачи, мысленно опишите происходящие в ней события.

2) Запишите данные и переведите неосновные единицы в систему «СИ»

3) Выполните рисунок, схему, диаграмму, обозначьте на них известные и неизвестные величины, которые требуется найти.

4) Определите темы, которые могут быть использованы в задаче. В темах найдите законы, формулы используемые в задаче.

5) Выпишите математические уравнения этих законов, содержащие известные и неизвестные величины.

6) Решите эти уравнения (в общем виде), выразите искомую величину через данные.

7) Подставьте числовые значения, и произведите вычисления.

8) Произведите проверку, запишите ответ в основных единицах СИ.

**Для перевода неосновных единиц в систему интернациональную (СИ) используйте таблицу приставок**

**Приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц**

Кратные единицы			Дольные единицы		
Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель
Экса	Э	$10^{18}$	атто	а	$10^{-18}$
Пета	П	$10^{15}$	фемто	ф	$10^{-15}$
Тера	Т	$10^{12}$	пико	п	$10^{-12}$
Гига	Г	$10^9$	нано	н	$10^{-9}$
Мега	М	$10^6$	микро	мк	$10^{-6}$
кило	к	$10^3$	милли	м	$10^{-3}$
гекто	г	$10^2$	санتي	с	$10^{-2}$
дека	да	$10^1$	деци	д	$10^{-1}$

**ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

№ темы	Номер и наименование занятия	Количество аудиторных часов
1	2	3
1	Лабораторное занятие № 1. Определение кинематических характеристик движения	2

1	2	3
2	Лабораторное занятие № 2. Проверка законов Ньютона. Силы в природе	2
3	Лабораторное занятие № 3. Основное уравнение МКТ.	2
4	Лабораторное занятие № 4. Газовые законы	2
5	Лабораторное занятие № 5. Внутренняя энергия и первое начало термодинамики	2
6	Лабораторное занятие № 6. Определение относительной влажности воздуха	2
7	Лабораторное занятие № 7. Закон Кулона, напряженность электрического поля	2
8	Лабораторное занятие № 8. Определение емкости заряженного конденсатора	2
9	Лабораторное занятие № 9. Изучение закона Ома для участка цепи и для полной цепи	2
10	Лабораторное занятие № 10. Изучение законов последовательного и параллельного соединения резисторов	2
11	Лабораторное занятие № 11. Вектор магнитной индукции. Сила Ампера, сила Лоренца.	2
12	Лабораторное занятие № 12. Определение показателя преломления стекла.	2
	<b>Итого</b>	<b>24</b>

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №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;

**Оснащение.**

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

**Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.
2. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019 – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

**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.

$S = v t$	$v = S / t$	$t = S / v$	$\alpha = 0$
-----------	-------------	-------------	--------------

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

**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:  $t_1 = 5с$ ,  
 $s_1 = 40м$ ,  $t_2 = 10с$ ,  
 $s_2 = 100м$ ,  $t_3 = 5с$   
 $s_3 = 20м$

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

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

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

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

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

**Внимание!**

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

**Вариант 1.**

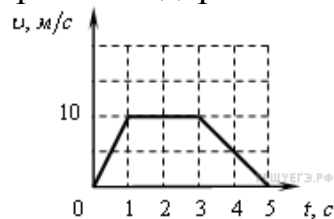
1. Автомобиль проехал два одинаковых участка пути с разными скоростями  $v_1=15 м/с$ ,  $v_2=10 м/с$ . Найти среднюю скорость автомобиля.

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.**

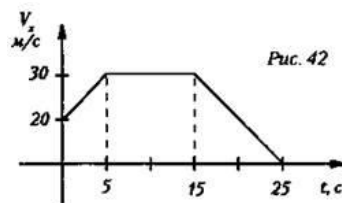
1. Человек прошел по аллее парка 40 м, затем он повернул на вторую аллею, расположенную под углом  $90^0$  градусов к первой аллее, и прошел по ней 30м. Сделайте чертеж. Определите пройденный путь и модуль перемещения человека.

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

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 54км/ч, а пассажир идет по вагону со



скоростью 4км/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 1км. Какова длина траектории(путь) и перемещения.

4. Мяч упал с высоты 3м, отскочил и был пойман на высоте 1м. 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.?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №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.

**Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен»,

2017.

2. Дмитриева В. Ф Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

### **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 компенсируются.

**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.

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

Где  $\mu$ - 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

<b>F</b> -Сила (Ньютон Н) <b>m</b> - масса (кг) <b>G</b> =6,67 10 <sup>-11</sup> Нм <sup>2</sup> / кг <sup>2</sup> - гравитационная постоянная <b>μ</b> -коэффициент трения	<b>g</b> - ускорение свободного падения (9,8 $\frac{м}{с^2}$ ) <b>R</b> -расстояние (м) <b>n</b> -коэффициент перегрузки <b>N</b> -сила реакции опоры (Н)	<b>k</b> - жесткость пружины ( $\frac{Н}{м}$ ) <b>P</b> -вес тела (Н) <b>a</b> - ускорение ( $\frac{м}{с^2}$ ) <b>x</b> - 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:  $g = 10 \text{ м/с}^2$ ;  
 $k = 0,5 \text{ кН/м} = 5 \cdot 10^2 \text{ Н/м}$ ;  
 $m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$ .

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:  $\Delta l$ .

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.

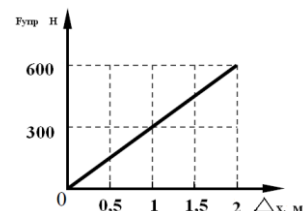
1. Под действием какой силы пружина жесткостью 45 Н/м изменяет свою длину от 20 до 25 см?

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 10 т, если расстояние между ними 2 м?

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

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



### Вариант 2.

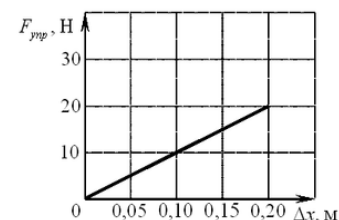
1. При выполнении лабораторной работы ученик равномерно перемещал брусок с помощью динамометра по горизонтальному столу. Масса бруска 150 г. Динамометр, расположенный параллельно столу, показывает 0,6 Н. Определите коэффициент трения скольжения бруска.

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  $8 \text{ м/с}^2$ . 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?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №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

**Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.

2. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

**Краткие теоретические сведения:**

**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  $\nu$  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 H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> 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.

$$T = t + 273K$$

$$E_k = 3/2 k T$$

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$  - постоянная Больцмана

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

**Формулы средней квадратичной скорости**

$$v^2 = 3 R T / M$$

$R = 8,31 \text{ (Дж/мольК)}$  – универсальная газовая постоянная

$$v^2 = 3 k T / m_0$$

**Физические величины и единицы их измерения**

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

**Ход работы:**

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

Явления	Определения	Применение
Диффузия		
Осмос		
Броуновское движение		

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

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

### Вариант 1.

1. Найти количество вещества в воде массой 36г.
2. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул водорода 720м/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 500м/с. Определить давление этого газа.

### Вариант 2.

1. Определить число молекул углерода массой 127г.
2. Средняя квадратичная скорость молекул 830м/с, газ находится под давлением  $10^5 \text{ Па}$  найти плотность газа.
3. Определить концентрацию газа, если он находится под давлением 0,2МПа и при температуре  $12^\circ \text{C}$ .
4. Абсолютная температура идеального газа понизилась в 1,5раза. 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 бегаёт по болоту?

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

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №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;

**Оснащение.**

**Оборудование и материалы:**

Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

**Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.

2. Дмитриева В. Ф Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

**Краткие теоретические сведения:**

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

Для данной массы газа, как бы ни менялись его PVT произведение PV деленное на T, есть величина постоянная.  $p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2 = const$  - 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 **изопроецессами** (изос - равный).

**Изопроецесс** – 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

$$pV = const \quad p_1 V_1 = p_2 V_2$$

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 поршнем

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

$$V / T = const \quad V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$

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 поршнем

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

$$p / T = const \quad p_1 / T_1 = p_2 / T_2$$

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 постоянного объема.

### Физические величины и единицы их измерения

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

### Ход работы:

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

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 разобранным 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:  
 $\rho = 1,29$   
 $\text{кг/м}^3$   
 Найти:  $\mu$  -  
 ?

Решение.

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

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

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

Ответ:  $\mu = 0,03 \text{ кг/м}^3$ .

### Вариант 1.

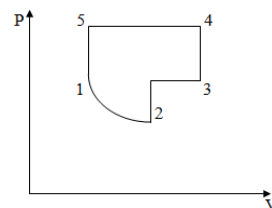
1. Какое количество вещества содержится в газе, если при температуре  $270 \text{ К}$  и давлении  $200 \text{ кПа}$  его объем равен  $50 \text{ л}$ ?

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

3. При температуре  $52^\circ \text{C}$  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  $1 \text{ кг}$  кислорода при температуре  $273 \text{ К}$  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.

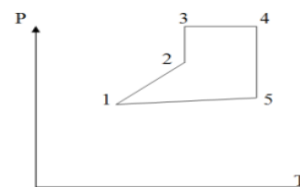


### Вариант 2.

1. Газ, объем которого  $0,8 \text{ м}^3$  при температуре  $300 \text{ К}$  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  $27^\circ \text{C}$  в  $1 \text{ м}^3$  содержится  $2,4 \cdot 10^{10}$  молекул газа. Определите его давление.

3. Газ при давлении  $0,2 \text{ МПа}$  и температуре  $15^\circ \text{C}$  имеет объем  $5 \text{ л}$ . 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  $320 \text{ К}$ , 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?

## **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №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;

#### **Оснащение.**

#### **Оборудование и материалы:**

Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

#### **Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен»,

2017.

2. Дмитриева В. Ф Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

**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) внутриатомную, 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	$\Delta U = Q = qm$

$A = p\Delta V$	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 <b>1 закона термодинамики</b> : 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**

<b>Q</b> - количество теплоты (Дж) <b>p</b> - давление (Па) <b>N</b> - число молекул (шт.) <b>M</b> - молярная масса ( $\frac{\text{кг}}{\text{моль}}$ )	<b>T</b> - температура (К) <b>R=8,31</b> (Дж/моль К) - универсальная газовая постоянная <b>N</b> -количество вещества(моль)	<b>c</b> - удельная теплоемкость ( $\frac{\text{Дж}}{\text{Кг К}}$ ) <b>V</b> - объем (м <sup>3</sup> ) <b>U</b> - внутренняя энергия (Дж)	<b>A</b> - работа (Дж) <b>g</b> - удельная теплота парообразования ( $\frac{\text{Дж}}{\text{Кг}}$ ) <b>v</b> -количество вещества(моль)	<b>λ</b> - удельная теплота плавления ( $\frac{\text{Дж}}{\text{Кг}}$ ) <b>q</b> - удельная теплота сгорания ( $\frac{\text{Дж}}{\text{Кг}}$ )
---	---	--	--	---

**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 разобранной 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: v = 800 моль; ΔT = 500 К; Q = 9,4 МДж = = 9,4 · 10 <sup>6</sup> Дж;	Решение. 1) Пользуясь результатом задачи № 624, получим, что $A = \nu R \Delta T = 800 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 500 \text{ К} \approx 3,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ 2) ΔU = Q - A = 9,4 · 10 <sup>6</sup> Дж - 3,3 · 10 <sup>6</sup> Дж = 6,1 · 10 <sup>6</sup> Дж
Найти: A, ΔU	Ответ: A ≈ 3,3 · 10 <sup>6</sup> Дж, ΔU = 6,1 · 10 <sup>6</sup> Дж.

**Вариант 1.**

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

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  $65\text{ м}^3$  при давлении  $10^5\text{ Па}$ ?

4. Какое количество теплоты отдаст стакан кипятка ( $250\text{ см}^3$ ), остывая до температуры  $14^\circ\text{C}$ ?

5. Кислород массой  $160\text{ г}$  нагрет изобарно на  $100\text{ К}$ . 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  $20\text{ л}$ , а плотность  $800\text{ кг/м}^3$ ?

2. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого  $500$  моль, на  $300\text{ К}$  ему сообщили количество теплоты  $4,4\text{ МДж}$ . 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  $20^\circ\text{C}$  до  $108^\circ\text{C}$ ?

4. В сосуд, содержащий  $1,5\text{ кг}$  воды при  $15^\circ\text{C}$  впускают  $200\text{ г}$  водяного пара при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Какая общая температура установится в сосуде после конденсации пара?

5. При изобарном нагревании некоторой массы кислорода  $\text{O}_2$  на  $200\text{ К}$  совершена работа  $2\text{ кДж}$  по увеличению его объема. Определить массу кислорода.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что обжигает сильнее  $100^\circ\text{C}$  пар или  $100^\circ\text{C}$  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  $0^\circ\text{C}$ ?

5. На больших высотах  $800\text{--}1000\text{ км}$  скорости молекул газов достигают значений, соответствующих температуре  $2000^\circ\text{C}$ . Почему же не плавится оболочка космических аппаратов?

## **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №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.

**Оснащение.**

**Оборудование и материалы:**

Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

**Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.
2. Дмитриева В. Ф Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

**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.  $\varphi = p / p_n$  ;  $\varphi = \rho / \rho_n$

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.

#### Физические величины и единицы их измерения

$\nu$ -количество вещества (моль) $N$ - число молекул (шт)	$T_p$ - температура точки росы (К) $R=8,31$ (Дж/моль К) универсальная газовая постоянная $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К- постоянная Больцмана	$M$ -молярная масса ( $\frac{\text{кг}}{\text{моль}}$ ) $V$ - объем ( $\text{м}^3$ ) Постоянная Авогадро $N_A= 6,02 \cdot 10^{23}$ $\text{моль}^{-1}$	$n$ -концентрация ( $\text{м}^{-3}$ ) $p_n$ - давление насыщенного пара (Па) $\rho_n$ - плотность насыщенного пара ( $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ )	$v^2$ - квадратичная скорость ( $\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$ ) $\varphi$ – относительная влажность воздуха (%)
---	--	---	---	--

#### 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 разобранным 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

$T (^{\circ}\text{C})$	$\rho_n$ ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )	$p_n$ (Па)	$T (^{\circ}\text{C})$	$\rho_n$ ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )	$p_n$ (Па)	$T (^{\circ}\text{C})$	$\rho_n$ ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )	$p_n$ (Па)
0	$4,8 \cdot 10^{-3}$	613	11	$10,0 \cdot 10^{-3}$	1306	22	$19,4 \cdot 10^{-3}$	2639
1	$5,2 \cdot 10^{-3}$	653	12	$10,7 \cdot 10^{-3}$	1399	23	$20,6 \cdot 10^{-3}$	2812
2	$5,6 \cdot 10^{-3}$	706	13	$11,4 \cdot 10^{-3}$	1492	24	$21,8 \cdot 10^{-3}$	2985
3	$6,0 \cdot 10^{-3}$	759	14	$12,1 \cdot 10^{-3}$	1599	25	$23,0 \cdot 10^{-3}$	3172
4	$6,4 \cdot 10^{-3}$	813	15	$12,8 \cdot 10^{-3}$	1706	26	$24,4 \cdot 10^{-3}$	3399
5	$6,8 \cdot 10^{-3}$	879	16	$13,6 \cdot 10^{-3}$	1812	27	$25,8 \cdot 10^{-3}$	3559
6	$7,3 \cdot 10^{-3}$	933	17	$14,5 \cdot 10^{-3}$	1932	28	$27,2 \cdot 10^{-3}$	3785
7	$7,8 \cdot 10^{-3}$	999	18	$15,4 \cdot 10^{-3}$	2066	29	$28,7 \cdot 10^{-3}$	3999
8	$8,3 \cdot 10^{-3}$	1066	19	$16,3 \cdot 10^{-3}$	2199	30	$30,3 \cdot 10^{-3}$	4238
9	$8,8 \cdot 10^{-3}$	1146	20	$17,3 \cdot 10^{-3}$	2332			
10	$9,4 \cdot 10^{-3}$	1226	21	$18,3 \cdot 10^{-3}$	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  $\rho=23,0 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>, а давление насыщенного пара  $P_n=3172$  Па

**Психрометрическая таблица**

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

Находим по горизонтали (где разность показаний сухого и влажного термометров) цифру 4 и опускаемся до  $20^{\circ}\text{C}$ , 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:	Решение.
$T_1 = 18^{\circ}\text{C}$ ,	По таблице 5 находим, что плотность насыщенного пара при $T_1 = 18^{\circ}\text{C}$ $\rho_1 = 15,4$ г/м <sup>3</sup> , а при $T_2 = 10^{\circ}\text{C}$
$T_2 = 10^{\circ}\text{C}$ .	$\rho_2 = 9,4$ г/м <sup>3</sup> ; $\varphi = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{9,4 \text{ г/м}^3}{15,4 \text{ г/м}^3} \approx 0,61 = 61\%$ .
Найти:	Ответ: $\varphi \approx 61\%$ .
$\varphi$ .	

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<sup>3</sup>, 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 10г/м<sup>3</sup>?

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 °С. Почему жару 50-60 °С 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?

## **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №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.

**Оснащение****Оборудование и материалы:**

Интернет-ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

**Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.
2. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

**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.

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_n = const$$

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 потере 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.  $F = k q_1 q_2 / \epsilon R^2$

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{Ф/м}$	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н м}^2 / \text{Кл}^2$
$\epsilon_0$ электрическая постоянная	где k-коэффициент пропорциональности
Величина, показывающая во сколько раз напряженность поля в вакууме больше, чем в диэлектрике, называют <b>диэлектрической проницаемостью среды</b> $\epsilon = E_0 / E$	
$E_0$ -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

**Напряженность** — это физическая векторная величина равная отношению силы, с которой поле действует на точечный заряд к значению этого заряда.

$$E = F / q$$

Напряженность точечного заряда определяется по формуле

$$E = k q / R^2$$

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

### Физические величины и единицы их измерения

$q_e$ заряд электрона $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл $E$ -напряженность $\left(\frac{Н}{Кл}\right)$	$k$ - коэффициент в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$	$\epsilon_0$ -электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{Ф}{м}$ $R$ -расстояние (м)	$\epsilon$ - диэлектрическая проницаемость	$m_e$ масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
---	--	---	--	--

### 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 разобранным 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 2 см.

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 уменьшится сила взаимодействия, если заряды будут находиться в воде?

### **Вариант 2.**

1. Определить силу, действующую на электрон в электрическом поле напряженностью 100 В/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 4 см.

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 наливке 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?

## **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №8**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ ЗАРЯЖЕННОГО КОНДЕНСАТОРА**

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

### **Знать:**

1. Понятия емкость, потенциал, разность потенциалов- напряжение, конденсатор;
2. Формулы емкости, емкости плоского конденсатора, энергии заряженного конденсатора;
3. Общая емкость при последовательном и параллельном соединении;
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 емкости;
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.

### **Оснащение.**

#### **Оборудование и материалы:**

Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор.

#### **Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.
2. Дмитриева В. Ф Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

#### **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  $A = q E d$

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.

Мерой измерения потенциальной энергии электрического взаимодействия является работа.

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

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  $\varphi$  поле к этому заряду.  $\varphi$  – 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  $q E d = U q$   
 $U = E d$  -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  $90^\circ$  к силовым линиям электрическое поле не совершает работы, так как  $F \perp S$ . Все точки поверхности  $\perp$  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).

$$\text{Электроемкость плоского конденсатора } C = \epsilon_0 \epsilon S / d$$

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

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Электроемкость при параллельном соединении

$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$$

Электроемкость при последовательном соединении

**Энергия поля заряженного конденсатора**

$$W_p = qEd/2$$

$$W_p = qU/2$$

$$W_p = q^2/2C$$

$$W_p = CU^2/2$$

## Физические величины и единицы их измерения

$q_e$ заряд электрона $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл $E$ -напряженность $\left(\frac{Н}{Кл}\right)$	$C$ - емкость (Ф) $U$ -напряжение (В) $d$ -расстояние между обкладками конденсатора	$\epsilon_0$ -электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{Ф}{м}$ $\varphi$ -разность потенциалов (В)	$\epsilon$ - диэлектрическая проницаемость $S$ -площадь (м <sup>2</sup> )	$m_e$ - масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $W_p$ -энергия заряженного конденсатора (Дж)
---	--	---	--	--

### Ход работы:

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

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

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.** Площадь каждой пластины плоского конденсатора равна 520 см<sup>2</sup>. 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 м = 10<sup>-2</sup> м**

### Вариант 1.

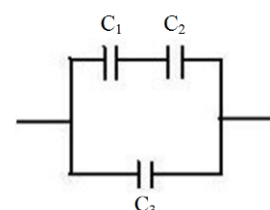
1. Плоскому конденсатору емкостью 200 пФ сообщен заряд  $3 \cdot 10^{-6}$  Кл. Определить энергию электрического поля конденсатора.

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  $4 \cdot 10^{-2}$  м<sup>2</sup>, 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 см<sup>2</sup>, а расстояние между ними 0,6 см. Какова энергия поля, если напряженность поля 550 кВ/м?

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



## Вариант 2.

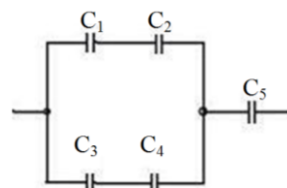
1. Плоский воздушный конденсатор состоит из двух пластин площадью  $100 \text{ см}^2$  каждая. Когда одной из них сообщили заряд  $6,0 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ , конденсатор зарядился до напряжения  $120 \text{ В}$ . Определить расстояние между двумя пластинами конденсатора

2. Площадь каждой из пластин плоского конденсатора  $180 \text{ см}^2$ , а расстояние между ними  $0,8 \text{ см}$ . Какова энергия поля, если напряженность поля  $450 \text{ кВ/м}$ ?

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

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

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



### Контрольные вопросы:

1. Почему следует осторожно обращаться с обесточенными цепями, в которых стоят конденсаторы?

2. Во сколько раз изменится электроемкость плоского конденсатора, если уменьшить площадь пластин в 3 раза?

3. Во сколько раз изменится электроемкость плоского конденсатора, если уменьшить расстояние между пластинами в 3 раза?

4. Во сколько раз изменится электроемкость плоского конденсатора, если между пластинами поместить диэлектрик-слюда?

5. Плоский воздушный конденсатор зарядили и отключили от источника напряжения, во сколько раз изменяется заряд и напряжение на обкладках конденсатора, если пространство заполнить парафином?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №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.

**Оснащение.**

**Оборудование и материалы:**

Интернет-ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

**Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.
2. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

**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.

$j=I/S$	$j=nev$
<p><b>Плотность тока</b> — это векторная величина физическая величина, равная отношению силы тока к площади поперечного сечения проводника. Вектор <math>j</math> направлен вдоль направления тока</p>	

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

$I=U/R$
<p><b>Закон Ома:</b> Сила тока прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению</p>

Основная электрическая характеристика проводника – сопротивление.

$R=\rho l /S$
<p><b>Сопротивление</b> – представляет собой меру противодействия проводника установлению в нем электрического тока. Сопротивление зависит от материала проводника и его геометрических размеров.</p>

Удельное сопротивление металлов мало, диэлектрики обладают большим удельным сопротивлением.

$\sigma=1/\rho$
<p>Величина, обратная удельному сопротивлению, называется <b>удельной электрической проводимостью</b> проводника (единицей измерения этой величины является 1Сименс=1См)</p>

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

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

$Q = I^2 R \Delta t$
<p><b>Закон Джоуля – Ленца:</b> количество теплоты, выделяемое проводником с током равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока по проводнику.</p>

**Мощность** – быстрота выполнения работы. Мощность измеряют ватт-метрами

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

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  $\varepsilon$  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  $Q$ .

$A_{cm} = \varepsilon q$ $A_{cm} = \varepsilon I \Delta t$ 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.

$I = \varepsilon / R + r$ <b>Закон Ома для полной цепи.</b> Сила тока в полной цепи равна отношению ЭДС цепи к ее полному сопротивлению.
---

$I_{к.з} = \varepsilon / r$ 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 и единицы их измерения**

<b>q</b> - заряд (Кулон Кл)	<b>C</b> -электроёмкость(Ф)	<b>ρ</b> - удельное сопротивление (Ом м)	<b>P</b> -мощность (Вт)	<b>m<sub>e</sub></b> - масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
<b>E</b> -напряженность $(\frac{Н}{Кл})$	<b>U</b> -напряжение(В)	<b>φ</b> -разность потенциалов(В)	<b>A</b> - работа (Дж)	<b>Q</b> - количество теплоты (Дж)
<b>ε</b> -электродвижущая сила(В)	<b>I</b> -сила тока (А)	<b>r</b> - внутреннее сопротивление (Ом)	<b>S</b> - площадь(м <sup>2</sup> )	<b>σ</b> удельная электрическая проводимость(сименс)
<b>j</b> -плотность тока(А/м <sup>2</sup> )	<b>A<sub>cm</sub></b> - работа сторонних сил (Дж)			
	<b>R</b> - сопротивление (Ом)			

**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 задаче.

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

**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  $6\text{мм}^2$  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.**

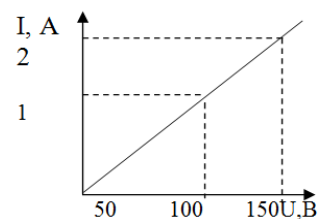
1. Найдите сопротивление проводника с удельным сопротивлением  $2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом м}$  площадью поперечного сечения  $10^{-6} \text{ м}^2$  и длиной 22м.

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

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

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?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №10

### ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО И ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ РЕЗИСТОРОВ

**Цель работы:** закрепить и применить знания по теме «Изучение законов последовательного и параллельного соединения резисторов».

#### Знать:

1. Понятия последовательного, параллельного и смешанного соединений;

2. Законы последовательного и параллельного соединений;

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 последовательного и параллельного соединений;

2. Рассчитывать цепи последовательного, параллельного и смешанного соединений;

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.

#### Оснащение.

#### Оборудование и материалы:



Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор.

**Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С.Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.

2. Дмитриева В. Ф Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

**Краткие теоретические сведения:**

Последовательное соединение	Параллельное соединение
Соединение, при котором конец каждого предыдущего соединяется с началом одного последующего $I = I_1 = I_2$ $U = U_1 + U_2$ $R = R_1 + R_2$	Соединение, при котором начала проводников, соединяется в один узел, а концы в другой. $U = U_1 = U_2$ $I = I_1 + I_2$ $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$
<b>Достоинства</b> Установление предохранителей на электроприборах, расширение предела измерения вольтметра.	<b>Достоинства.</b> При выходе из строя одного из элементов цепи все другие продолжают работать, расширение предела измерения амперметра.
<b>Недостатки</b> При выходе из строя одного из элементов цепи все перестают работать.	<b>Недостатки</b> Если включить все электрические приборы R стремится к нулю, а сила тока возрастает и плавит изоляцию, что приводит к короткому замыканию

Для измерения больших токов амперметру параллельно включают резистор, называемый **шунтом**. Его изготавливают из константана и манганина.

$I_{ш} R_{ш} = I_A R_A$	$R_{ш} = R_A / n - 1$
$I_{ш} = I_A R_A / R_{ш}$	$I = I_A + I_{ш} = I_A ( 1 + R_A / R_{ш} ) = I_A n$

Для измерения больших напряжений вольтметру последовательно включают резистор, называемый **добавочным сопротивлением**.

$U_{\partial} / U_V = R_{\partial} / R_V$	$R_{\partial} = R_V ( n - 1 )$
$U_{\partial} = R_{\partial} U_V / R_V$	$U = U_V + U_{\partial} = U_V ( 1 + R_{\partial} / R_V ) = U_V n$

**Физические величины и единицы их измерения:**

$U_{\partial}$ - добавочное напряжение(В)	$U$ -напряжение(В)	$U_V$ - напряжение вольтметра(В)	$R_A$ - сопротивление амперметра (Ом)	$I_{ш}$ - сила тока шунта(А)
$R_{\partial}$ - добавочное сопротивление (Ом)	$I$ -сила тока (А)	$R_V$ - сопротивление вольтметра (Ом)	$I_A$ - сила тока амперметра(А)	$R_{ш}$ - сопротивление шунта (Ом)

**Ход работы:**

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

Физические величины	Определения соединений	Схема соединений	Формулы		
			Сила тока	Напряжение	Сопротивление
Последовательное соединение					
Параллельное соединение					

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.** Гальванометр имеет сопротивление 200 Ом и при силе тока 100 мкА стрелка отклоняется на всю шкалу. Резистор какого сопротивления надо подключить, чтобы прибор можно было использовать как вольтметр для измерения напряжения до 2 В. Шунт какого сопротивления надо подключить к этому гальванометру чтобы его можно было использовать как миллиамперметр для измерения силы тока до 10 мА?

Дано:

$$R = 200 \text{ Ом},$$

$$I = 100 \text{ мкА} = 10^{-4} \text{ А},$$

$$U_1 = 2 \text{ В},$$

$$I_1 = 10 \text{ мА} = 10^{-2} \text{ А}.$$

$$= 10^{-2} \text{ А}.$$

$$= 10^{-2} \text{ А}.$$

Найти  $R_g, R_{ш}$ .

Решение.

1) Вольтметр.

$$R_{\text{общ}} = R_g + R; R_g = R_{\text{общ}} - R = \frac{U_1}{I} - R = \frac{2 \text{ В}}{10^{-4} \text{ А}} -$$

$$- 200 \text{ Ом} = 19800 \text{ Ом} = 19,8 \text{ кОм}.$$

$$2) \text{ Амперметр. } R_{ш} = \frac{U_{ш}}{I_{ш}} = \frac{IR}{I_1 - I} = \frac{10^{-4} \text{ А} \cdot 200 \text{ Ом}}{10^{-2} \text{ А} - 10^{-4} \text{ А}} = 2,2 \text{ Ом}.$$

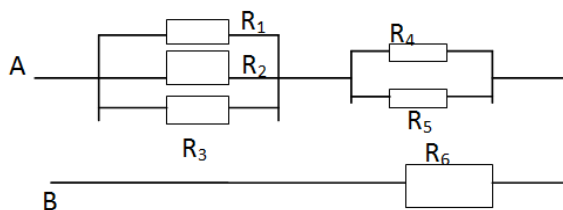
Ответ:

$$R_g = 19,8 \text{ кОм}, R_{ш} = 2,2 \text{ Ом}.$$

### Вариант 1.

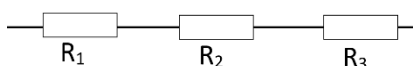
1. Какие сопротивления можно получить из 3 резисторов сопротивлениями 6 Ом каждый?

2. На рисунке дана схема соединения шести одинаковых резисторов по 60 Ом. Определить силу тока в каждом резисторе, если напряжение между точками А и В равно 220 В.



3. Найдите общее сопротивление трех проводников, соединенных последовательно, если сопротивление каждого проводника 6,2 кОм

4. На рисунке дана схема последовательного соединения трех резисторов. Падение напряжения на резисторе  $R_1=36$  Ом равно  $U_1=9$  В. Определите напряжение на резисторе  $R_2=64$  Ом и сопротивление резистора  $R_3$ , если напряжение на его концах 120 В.



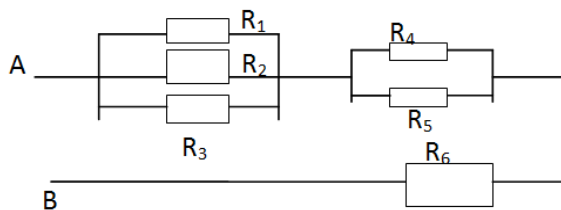
5. Автомобильную лампу рассчитанную на напряжение 12 В и силу тока 8 А, нужно включить в сеть напряжением 172 В. Какое необходимо добавочное сопротивление и как его надо подключить?

### Вариант 2.

1. Какие сопротивления можно получить из 3 резисторов

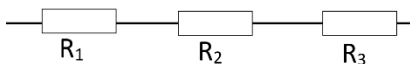
сопротивлениями 8 Ом каждый?

2. На рисунке дана схема соединения пяти одинаковых резисторов по 20 Ом. Определить силу тока в каждом резисторе, если напряжение между точками А и В равно 220 В



3. Определите общее сопротивление трех проводников, соединенных параллельно, если сопротивление каждого проводника 7,2 кОм

4. На рисунке дана схема последовательного соединения трех резисторов. Падение напряжения на резисторе  $R_1=24$  Ом равно  $U_1=8$  В. Определите напряжение на резисторе  $R_2=48$  Ом и сопротивление резистора  $R_3$ , если напряжение на его концах 120 В.



5. Какое добавочное сопротивление требуется присоединить к нагревательному элементу утюга сопротивлением  $R=24$  Ом, рассчитанного на напряжение 120 В, чтобы его можно было включить в сеть с напряжением 220 В?

#### Контрольные вопросы:

1. Почему птицы свободно сидят на электрических проводах?
2. Почему ток в 0,1 А считается смертельным?
3. Как изменится сопротивление в цепи, если сопротивление одного из резисторов в этой цепи увеличить? Уменьшить? Зависит ли ответ от типа соединения?
4. Ученик по ошибке включил вольтметр вместо амперметра при измерении силы тока. К чему привела эта ошибка?
5. Как расширить предел измерения амперметра? Как расширить предел измерения вольтметра?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №11

### ВЕКТОР МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ. СИЛА АМПЕРА И СИЛА ЛОРЕНЦА

**Цель работы:** закрепить и применить знания по теме «Вектор магнитной индукции. Сила Ампера и сила Лоренца.»

#### Знать:

1. Понятия вектора магнитной индукции, силы Ампера и силы Лоренца.
2. Закон Ампера; правило правой руки, правило буравчика, правило левой руки.
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 вектора магнитной индукции, силы Лоренца и закона Ампера
2. Определять направления вектора магнитной индукции, силы Ампера и силы Лоренца по правилам правой руки, буравчика и левой руки;
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.

#### **Оснащение.**

#### **Оборудование и материалы:**

Интернет-ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор.

#### **Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.
2. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

#### **Краткие теоретические сведения:**

**Магнитное поле** представляет собой особый вид материи, посредством которого осуществляется взаимодействие между движущимися электрически заряженными частицами.

#### **Свойства магнитного поля:**

- 1) Порождается движущимися зарядами т.е. электрическим током
- 2) Обнаруживается по действию на ток т.е. движущиеся заряды.
- 3) Существует реально независимо от нас и наших знаний о нем.
- 4) Основная силовая характеристика – вектор магнитной индукции  $B$
- 5) Изображается линиями магнитной индукции  $B$
- 6) Магнитное поле существует вокруг постоянных магнитов, которые сохраняют свои магнитные свойства. Это объясняется наличием в них внутримолекулярных токов.

Те места магнита, в которых обнаруживается наиболее сильные магнитные действия, называются **полюсами магнита**. Разноименные полюса магнитов притягиваются, а одноименные отталкиваются.

Вектор магнитной индукции  $B$  можно считать мерой действия магнитного поля на виток или рамку с током, а  $E$  электрического поля – мера действия поля на внесенные в него заряженные частицы.

За направление вектора  $B$  принимается направление, указываемое северным полюсом магнитной стрелки.

Направление  $B$  устанавливают по **правилу буравчика (правило правой руки)**: если ввинчивать буравчик в проводник по направлению тока, то направление вращения ручки буравчика совпадет с направлением вектора  $B$ .

**Правило правой руки?** Если, правую руку расположить так, чтобы большой палец был направлен по току, то остальные четыре пальца, обхватывающие мысленно проводник, покажут направление линий магнитной

## индукции

**Модулем  $B$**  называют отношение максимального момента сил действующих на контур с током к произведению силы тока на площадь контура.  $B = M / I S$ ;  $B = F / I l$

Единица В (Тесла), в честь югославского ученого электротехника.

**Линия магнитной индукции** – это линия, касательная к которой в любой точке совпадает с вектором В. Магнитное поле изображается линиями магнитной индукции – они не имеют ни начала, ни конца, всегда замкнутые.

Поля с замкнутыми силовыми линиями называются **вихревыми**.

Магнитное поле вихревое. Замкнутость линий представляет собой фундаментальное свойство магнитного поля – магнитных зарядов в природе нет.

Вращающий момент есть результат воздействия сил на отдельные элементы рамки. Эти силы получили название силы Ампера.

$A = BIl \sin \alpha$	$F_L = Bqv \sin \alpha$
Силу, действующую на проводник с током со стороны магнитного поля, называют <b>силой Ампера</b> (французский физик)	Силу, действующую на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля, называют <b>силой Лоренца</b> (голландский физик)

Сила Лоренца всегда перпендикулярна скорости движения, поэтому она работу не совершает.

Для определения направления силы Ампера (силы Лоренца) пользуются **правилом левой руки**: если левую руку расположить так, чтобы линии индукции входили в ладонь, а четыре пальца указывали на направление тока (направление движения положительного заряда), то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы Ампера (силы Лоренца).

**Применение силы Ампера.** Действие силы Ампера на рамку с током находит применение в электроизмерительных приборах магнитоэлектрической системы. Машину преобразующую электрическую энергию в механическую называют электродвигателем. Действие электродвигателя основано на использовании поворота рамки в магнитном поле. Громкоговоритель, так же, как и телефон служит для преобразования электрических колебаний звуковой частоты в механические колебания той же частоты. В отличие от телефона громкоговоритель предназначен для одновременного обслуживания звуковой передачей и применяется в радиоприемниках, телевизорах.

**Применение силы Лоренца.** Действие магнитного поля на движущийся заряд используют в технике - телевизионные трубки (кинескопы), масс-спектрографы разделяющие заряженные частицы по их удельным зарядам.

### Физические величины и единицы их измерения:

<b><math>B</math></b> - вектор магнитной индукции (Теслах Тл)	<b><math>U</math></b> -напряжение(В)	<b><math>M</math></b> -момент сил (Н м)	<b><math>v</math></b> -скорость (м/с)
<b><math>S</math></b> -площадь контура (м <sup>2</sup> )	<b><math>I</math></b> -сила тока (А)	<b><math>l</math></b> -длина(м)	<b><math>q</math></b> -заряд (Кл)
	<b><math>F_L</math></b> -сила Лоренца(Н)	<b><math>F_A</math></b> сила Ампера(Н)	

### Ход работы:

1. Изучить краткие теоретические сведения;
2. Заполнить таблицу «Силы, действующие со стороны магнитного поля»

Силы, действующие со стороны магнитного поля	Определения сил	Формулы, по которым определяются силы	Правила определения направления сил	Применение сил
Сила Ампера				
Сила Лоренца				

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.** Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией 4 мТл. Найти период обращения электрона.

Дано: $B = 4 \text{ мТл} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Тл},$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл},$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$	Решение. $qvB = \frac{mv^2}{R}; v = \frac{qBR}{m} = \frac{2\pi R}{T};$ $T = \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}} = 8,9 \cdot 10^{-9} \text{ с} = 8,9 \text{ нс}.$
Найти T.	Ответ: T = 8,9 нс.

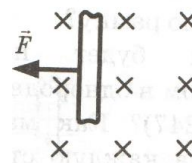
### Вариант 1.

1. На электрон в магнитном поле с индукцией  $2 \cdot 10^8 \text{ Тл}$  действует сила  $3,3 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$ . Определить скорость электрона

2. На проводник в магнитном поле действуют две силы - сила тяжести и сила Ампера, которые уравнивают друг друга. Определить модуль вектора магнитной индукции, если масса проводника 7 г, длина 27 см, а сила тока, протекающая по проводнику 9 А.

3. Какая сила действует на заряд  $5 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}$ , движущийся в магнитном поле с индукцией 0,5 Тл под углом  $45^\circ$  к вектору магнитной индукции

4. На прямолинейный проводник длиной 80 см, помещенный в однородное магнитное поле, со стороны магнитного поля действует сила 0,2 Н. Определите силу тока и направление тока в проводнике, если индукция магнитного поля равна 0,04 Тл.



5. Протон, влетев в магнитное поле со скоростью 100 км/с, описал окружность радиусом 50 см. Определить индукцию магнитного поля, если заряд протона составляет  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ , а масса равна  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ .

### Вариант 2.

1. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл перпендикулярно линиям индукции находится проводник длиной 0,7 м, по которому течет ток 70 А. Определите силу, действующую на проводник.

2. На проводник в магнитном поле действуют две силы - сила тяжести и сила Ампера, которые уравнивают друг друга. Определить модуль вектора магнитной индукции, если масса проводника 5 г, длина 25 см, а сила тока, протекающая по проводнику 8 А.

3. С какой силой выталкивается проводник длиной 10 см из магнитного поля индукцией 5 Тл при пропускании по нему тока в 7 А?

4. Двухметровый прямолинейный проводник, по которому течет ток 0,4 А, находится в однородном магнитном поле. На проводник со стороны поля действует сила, по модулю равная 0,4 Н, а вектор индукции магнитного поля перпендикулярен проводнику. Найдите модуль и направление вектора индукции магнитного поля.



5. Электрон, влетев в магнитное поле со скоростью 98 км/с, описал окружность радиусом 45 см. Определить индукцию магнитного поля, если заряд электрона составляет  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, а масса равна  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какое значение имеет магнитное поле Земли?
2. Как движется заряженная частица в однородном магнитном поле в случае, когда направление скорости перпендикулярно направлению магнитной индукции?
3. Как движется заряженная частица в однородном магнитном поле в случае, когда направление скорости параллельно направлению магнитной индукции?
4. Как использовать правило правой руки для нахождения направления вектора магнитной индукции?
5. Как использовать правило левой руки для нахождения направления сил Ампера и Лоренца?

## **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №12**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СТЕКЛА**

**Цель работы:** закрепить и применить знания по теме «Законы оптики. Показатель преломления»

#### **Знать:**

1. Понятия светового луча, тени, полутени;
2. Явления полного отражения света, преломления света;
3. Законы прямолинейного распространения света, закон отражения и закон преломления света;
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 законов отражения и преломления света;
2. Решать задачи с применением формул по данной теме;
3. Пользоваться Международной системой единиц при решении задач;
4. Использовать законы физики при объяснении явлений и в природе и

технике; пользоваться необходимой учебной и справочной литературой;

### **Оснащение**

### **Оборудование и материалы:**

Интернет- ресурсы, учебники, инструменты, калькулятор

### **Рекомендуемые информационные источники:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.

2. Дмитриева В. Ф Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]

### **Краткие теоретические сведения:**

Благодаря органу зрения человек видит окружающий мир, осуществляет связь с окружающей средой, работает, отдыхает. В 17 веке возникли две теории о свете

<b>Две теории о свете</b>	
<b>Корпускулярная (Ньютон)</b>	<b>Волновая (Гюйгенс)</b>
<b>Свет</b> – это поток частиц, идущих от источника во все стороны (объясняют – образование теней за предметами, это лишь следствие закона инерции, излучение и поглощение света веществом).	<b>Свет</b> – это волны, распространяющиеся в особой среде – эфире (объясняют – пересечение световых пучков в пространстве и не воздействие их друг на друга, интерференцию, дифракцию).

**Геометрическая оптика** – раздел, в котором изучаются законы распространения световой энергии в прозрачных средах на основе представления о световом луче.

**Световой луч**- линия, вдоль которой распространяется энергия от источника света.

Что такое свет? Все тела состоят из атомов. Но как в гитарной струне нет звука, так в атоме нет света. В нормальном состоянии атом не излучает. В возбужденном состоянии атом находится  $10^{-8}$ с. Переход атома из возбужденного в нормальное, сопровождается излучением электромагнитных волн.

**Свет** – это электромагнитное излучение, воспринимаемое глазом по зрительному ощущению.

### **Геометрическая оптика базируется на трех законах:**

Закон прямолинейного распространения света

Закон отражения света

Закон преломления света

#### **Закон прямолинейного распространения света:**

Свет в однородной среде распространяется прямолинейно.

Прямолинейностью распространения света в однородной среде объясняется образование тени и полутени

**Тень** – область пространства, в которую не попадает световая энергия от источника света.

**Полутень** – область пространства, в которую световая энергия от источника попадает частично. Образованием тени и полутени объясняются



солнечные и лунные затмения. При солнечном затмении полная тень от луны падает на землю, из этого места земли Солнца не видно. Когда Луна, вращаясь вокруг Земли, попадает в ее тень, то наблюдается лунное затмение.

Скорость света астрономическим способом измерил датский ученый Ремер в 1676 году, а лабораторным способом французский ученый Физо в 1849.

**Принцип Гюйгенса** :(из него следуют законы отражения и преломления света)

Каждая точка среды, до которой дошло возмущение сама становится источником вторичных волн.

Для механических волн принцип Гюйгенса имеет наглядное истолкование: частицы среды, до которых доходят колебания, колеблясь, приводят в движение соседние частицы среды, с которыми они взаимодействуют.

**Угол падения** -угол между падающим лучом и перпендикуляром к отражающей поверхности в точке падения

**Угол отражения** -угол между перпендикуляром к отражающей поверхности и отраженным лучом

#### **Закон отражения света $\alpha = \beta$**

Падающий луч, луч отраженный и перпендикуляр, восстановленный в точке падения, лежат в одной плоскости. Угол падения равен углу отражения.

**Важное свойство-** обратимость хода световых лучей.

**Плоским зеркалом** называют плоскую поверхность, зеркально отражающую свет. Изображение предмета в плоском зеркале образуется за зеркалом, там ,где предмета на самом деле нет..Причем источник и его мнимое изображение находятся на одном и том же расстоянии от зеркала (источник перед зеркалом, а его мнимое изображение за зеркалом, размеры предмета и изображения равны)

На границе двух сред свет меняет направление своего распространения, часть световой энергии возвращается в первую среду, происходит отражение света. Если вторая среда прозрачна, то свет частично может пройти через границу сред, также меняя при этом направление распространения.

Это явление называется **преломлением света**. Вследствие преломления наблюдается кажущееся изменение формы предметов, их расположения и размеров.

**Преломление света** при переходе из одной среды в другую вызвано различием в скоростях распространения света в той и другой среде. Пусть  $v_1$  – в первой среде,  $v_2$  – во второй среде.

Среда, в которой скорость распространения света меньше, является **оптически плотной средой**

#### **Закон преломления света**

Падающий луч, луч преломленный и перпендикуляр, восстановленный в точке падения, лежат в одной плоскости. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред.

$$\sin \alpha / \sin \beta = v_1 / v_2 = n_2 / n_1 = n$$

Показатель преломления среды относительно вакуума называют **абсолютным показателем преломления** этой среды.

**Физический смысл относительного показателя преломления  $n$**  – он равен отношению скоростей света в средах на границе, между которыми происходит преломление.

Выразим  $n$  через абсолютные  $n_1$  и  $n_2$ .

$n_1 = c / v_1$	$n = v_2 / v_1$
$n_2 = c / v_2$	$n = n_1 / n_2$

Если  $n_1 < n_2$ , то  $n_1$  – менее плотная оптическая. Среду с меньшим абсолютным показателем преломления принято называть **оптически менее плотной**.

Абсолютный показатель преломления зависит от температуры, плотности, наличия упругих напряжений в среде, зависит от характеристик самого света, для красного он меньше, чем для зеленого, а для зеленого меньше, чем для фиолетового.

Ход лучей в треугольной призме позволяет рассчитать закон преломления света.

**Полное отражение** объясняет закон преломления света.

При прохождении света из оптически менее плотной среды в более плотную (из воздуха в стекло)  $v_1 > v_2$  и согласно закону преломления  $n > 1$ . Поэтому  $\alpha > \beta$ . Преломленный луч приближается к перпендикуляру к границе раздела сред.

Если направить луч света в обратном направлении – из более плотной в менее оптически плотную среду вдоль ранее преломленного луча закон запишется

$$\sin \alpha / \sin \beta = v_2 / v_1 = 1/n$$

В этом случае по мере увеличения угла  $\alpha$  угол  $\beta$  тоже увеличивается, оставаясь, все время больше угла  $\alpha$ . При некотором угле падения значение угла преломления приблизится к  $90^\circ$  и преломленный луч пойдет по границе раздела сред.

$\beta = 90^\circ$  соответствует угол  $\alpha_0$ . При  $\alpha = \alpha_0$  преломление света невозможно. Луч полностью отражается.

Это явление называется **полным отражением света**.

Угол падения  $\alpha_0$  соответствующий углу преломления  $90^\circ$  называют **предельным углом полного отражения**.

При  $\sin \beta = 1$  формула принимает следующий вид.

$$\sin \alpha_0 = 1/n$$

**Физические величины и единицы их измерения:**

$n_1$ - абсолютный показатель преломления 1 среды	$v_2$ - скорость (2 среда)	$\alpha$ - угол падения	$\alpha_0$ - предельный угол полного отражения
$n_2$ абсолютный показатель преломления 2 среды	$v_1$ - скорость (1 среда)	$\beta$ - угол преломления	

**Ход работы:**

1. Изучить краткие теоретические сведения;

2. Заполнить таблицу «Законы оптики»

Законы оптики	формулировки	формулы
Закон прямолинейного распространения света		
Закон отражения		
Закон преломления		

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.** Зная скорость света в вакууме, найти скорость света в алмазе.

Дано: $c=3 \cdot 10^8 \text{ м/с};$ $n=2,42$	Решение. $v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{2,42} = 1,24 \cdot 10^8 \text{ м/с} .$
Найти $v$ .	Ответ: $v=1,24 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

**Вариант 1.**

1. Определите, на какой угол  $\theta$  отклоняется световой луч от своего первоначального направления при переходе из воздуха в воду, если угол падения  $\alpha = 76^\circ$ .

2. Чему равен показатель преломления среды, в которой свет распространяется со скоростью 300000 км/с?

3. Луч переходит из воды в стекло. Угол падения равен  $40^\circ$ . Найдите угол преломления

4. Световые волны в некоторой жидкости имеют длину 600 нм и частоту  $10^{14}$  Гц. Определить абсолютный показатель преломления этой жидкости.

5. В алмазе свет распространяется со скоростью  $1,22 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ . Определить предельный угол полного внутреннего отражения света в алмазе при переходе светового пучка из алмаза в воздух.

**Вариант 2.**

1. Угол падения луча из воздуха на поверхность масла  $58^\circ$ , а угол преломления  $34^\circ$ , найдите показатель преломления масла.

2. Чему равен показатель преломления среды, в которой свет распространяется со скоростью 200000 км/с?

3. Предельный угол полного внутреннего отражения для воздуха и стекла  $\epsilon_{\text{пр}} = 34^\circ$ . Определить скорость света в этом сорте стекла.

4. Частота световых колебаний равна  $4 \cdot 10^{14}$  Гц. Определить длину волны этого излучения в алмазе. Абсолютный показатель преломления алмаза 2,42.

5. Определить абсолютный показатель преломления и скорость распространения света в слюде, если при угле падения светового пучка  $\epsilon = 54^\circ$  угол преломления  $\epsilon' = 30^\circ$ .

### **Контрольные вопросы:**

1. Почему сидя у горящего костра, мы видим предметы по другую сторону костра колеблющимися?
2. Глядя на спокойное озеро, мы не видим гладкую поверхность, а видим либо дно, либо небо и облака. Почему?
3. Почему появляются миражи?
4. Если смотреть сверху на не глубокий водоем с чистой водой, его глубина кажется меньше, чем на самом деле. Почему?  
Почему находясь в лодке трудно попасть копьём в рыбу?
5. Почему окна домов днем всегда кажутся более темными, чем стены, даже если стены окрашены в темный цвет?

## **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Электронные учебные издания основной литературы:**

1. Бобошина С. Б. Физика. Справочник. 10-11 классы. – М.: «Экзамен», 2017.
2. Дмитриева В. Ф Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – Академия, 2019. – 256 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.academia-moscow.ru>]
3. Айзензон, А. Е. Физика: учебник и практикум для СПО / А. Е. Айзензон. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 335 с. — (Профессиональное образование) [Электронный ресурс; Режим доступа <https://www.biblio-online.ru>]
4. Родионов, В. Н. Физика: учебное пособие для СПО / В. Н. Родионов. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 295 с. — (Профессиональное образование) [Электронный ресурс; Режим доступа <https://www.biblio-online.ru>]

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ</b> .....	4
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.</b> Определение кинематических характеристик движения .....	5
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.</b> Проверка законов Ньютона. Силы в природе.....	9
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.</b> Основное уравнение МКТ.....	13
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.</b> Газовые законы.....	17
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.</b> Внутренняя энергия и первое начало термодинамики .....	20
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.</b> Определение относительной влажности воздуха.....	23
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.</b> Закон Кулона, напряженность электрического поля.....	27
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 8.</b> Определение емкости заряженного конденсатора.....	31
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 9.</b> Изучение закона Ома для участка цепи и для полной цепи.....	35
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 10.</b> Изучение законов последовательного и параллельного соединения резисторов.....	40
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 11.</b> Вектор магнитной индукции. Сила Ампера, сила Лоренца.....	43
<b>ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 12.</b> Определение показателя преломления стекла.....	47
<b>ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	52

# **ОУДп.13 ФИЗИКА**

10.00.00 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
специальность 10.02.05 Обеспечение информационной безопасности  
автоматизированных систем

**Методические указания к выполнению лабораторных заданий  
для обучающихся 1 курса всех форм обучения  
образовательных организаций  
среднего профессионального образования**

Методические указания  
разработал преподаватель: Хучашева Лилия Маратовна

Подписано к печати *15.06.2023 г.*  
Формат 60x84/16  
Тираж

Объем *3,4* п.л.  
Заказ  
*1 экз.*

---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Югорский государственный университет» (ЮГУ)  
**НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ**  
**(ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
628615 Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ,  
г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.