

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Блинова Светлана Павловна

Должность: Заместитель директора по учебно-воспитательной работе

Дата подписания: 10.01.2024 06:38:28

Уникальный программный ключ:

1cafd4e102a27ce11a89a2a7ceb20237f3ab5c65

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**

**«Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»**

**Политехнический колледж**

**Методические указания**  
**по выполнению практических работ**  
**для студентов первого курса по дисциплине «Естествознание (раздел**  
**Физика)»**

для специальности:

40.02.01 Право и организация социального обеспечения

Методические указания учебной дисциплины «Естествознание (раздел Физика)» составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине "Естествознание (раздел Физика)» для специальности:

40.02.01 Право и организация социального обеспечения

Организация-разработчик: Политехнический колледж ФГБОУ ВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»  
Политехнический колледж

Разработчик:

Ивасишина Елена Евгеньевна, преподаватель

Рассмотрена на заседании предметной комиссии естественнонаучных дисциплин

Председатель комиссии

М. В. Олейник

Утверждена методическим советом политехнического колледжа ФГБОУ ВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского» Политехнический колледж.

Протокол заседания методического совета № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2018г.

Зам. Директора по УР \_\_\_\_\_ С. П. Блинова

## Введение

### УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические указания по дисциплине «Естествознание (раздел Физика)» для выполнения практических работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к ним. Приступая к выполнению практической работы, Вы должны внимательно прочитать цель и задачи занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами, краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме практической работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения зачета по дисциплине «Естествознание (раздел Физика)» или допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическую работу Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

**Внимание!** Если в процессе подготовки к практическим работам или при решении задач у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

Время проведения дополнительных занятий можно узнать у преподавателя или посмотреть на двери его кабинета.

**Желаем Вам успехов!!!**

### **Требования к оформлению и выполнению практических работ.**

Методические указания по дисциплине «Естествознание (раздел Физика)» предназначены для студентов дневного отделения политехнического колледжа по специальностям:

40.02.01 Право и организация социального обеспечения

Содержание работ полностью соответствует действующей программы по физике.

Практические занятия рассчитаны на 10 часов.

При выполнении практической работы студентам рекомендуется:

- использовать учебные пособия, наглядные средства обучения;
- проводить несложные дедуктивные рассуждения;
- обосновывать шаги решения задач;
- формулировать определения математических понятий;
- пользоваться математической терминологией и символикой;
- письменно оформлять решения задач
- пользоваться калькулятором;
- самостоятельно изучать учебный материал.

Все представленные варианты практических работ даны одинаковой степени трудности.

Практическая работа выполняется в сроки, установленные в соответствии с календарно-тематическим планом. За каждую практическую работу студент должен получить положительную оценку.

Итоговой формой изучения дисциплины является экзамен для всех специальностей. Студенты, не выполнившие все практические работы, не аттестуются и к экзамену не допускаются.

Наименование тем	Практические работы
1	2
<b>Тема 1.2 Механическое движение. Ускорение.</b>	Практическая работа №1 «Равноускоренное и равномерное движение».
<b>Тема 1.3 Динамика</b>	Практическая работа №2 «Движение под действием силы тяжести».
<b>Тема 2.1 Уравнение состояния идеального газа.</b>	Практическая работа №3. «Уравнение Клапейрона – Менделеева. Плотность газа. Зависимость средней квадратичной скорости движения молекул газа от температуры».
<b>Тема 3.4 Электрический ток в металлах. Законы постоянного тока.</b>	Практическая работа № 4. «Закон Ома для участка цепи».
<b>Тема 3.6 Электромагнетизм.</b>	Практическая работа № 5 «Магнитное поле и его характеристики».

## Практическая работа №1.

### «Равноускоренное и равномерное движение».

**Цель:** Научиться применять основные формулы равноускоренного движения при расчете основных кинематических величин для различных случаев равноускоренного движения.

#### Порядок выполнения работы:

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач
2. Рассмотреть примеры решения задач
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

Практическая работа направлена на овладение следующими знаниями и умениями.

В результате изучения раздела студенты должны:

#### знать:

- виды механического движения в зависимости от формы траектории и скорости перемещения тела;
- понятие траектории, пути, перемещения;
- различие классического и релятивистского законов сложения скоростей; относительность понятий длины и промежутков времени.

#### уметь:

- формулировать понятия: механическое движение, скорость и ускорение, система отсчета;
- изображать графически различные виды механических движений;
- решать задачи с использованием формул для равномерного и равноускоренного движений.

### Теоретическая часть

Наименование	В векторном виде	В проекциях на ось Oх	В скалярном виде
Равномерное прямолинейное движение			
Скорость	$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$	$v_x = \frac{\Delta r_x}{t}$	$v = \frac{s}{t}$
Координата (управление движения)	-	$x = x_0 + v_x t$	-
Равноускоренное прямолинейное движение			

Средняя скорость	$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\langle \Delta \vec{r} \rangle}{t}$	-	-
Мгновенная скорость	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t$	$v_x = v_{0_x} + a_x \cdot t$	$v = v_0 \pm a \cdot t$
Уравнение скорости	-	$v_x = v_{0_x} + a_x \cdot t$	-
Перемещение	$\Delta \vec{r} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}$	$\Delta r_x = v_{0_x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$	$\Delta r = v_0 \cdot t \pm \frac{a \cdot t^2}{2}$
Координата (уравнение движения)	-	$x = x_0 + v_{0_x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$	
<b>Криволинейное движение</b>			
Линейная скорость	-	-	$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R \nu$ $v = \omega R$
Период	-	-	$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu}$
Частота	-	-	$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$
Циклическая частота	-	-	$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \nu$
Центростремительное ускорение	-	-	$a_y = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

## Примеры решения задач

### Пример 1.

Моторная лодка проходит расстояние между А и В за 3 часа, а плот – за 12 часов. Сколько времени затратит моторная лодка на обратный путь?

Дано:	Решение:
$t_1=3$ ч	Введем следующие обозначения:
$t_{пл}=12$ ч	L - расстояние между А и В,
$t_2=?$	$v_p$ - скорость течения реки,
	$v_l$ - собственная скорость лодки.

Тогда скорость лодки по течению равна  $(v_p + v_l)$ , против течения -  $(v_p - v_l)$ .

Используя формулу и условие задачи, получим:

$$t_{nl} = \frac{L}{v_p}, \quad (1)$$

$$t_1 = \frac{L}{v_l + v_p} \quad (2)$$

$$t_2 = \frac{L}{v_l - v_p} \quad (3)$$

Выразим из (1) и (2) L и приравняем правые части полученных выражений:

$$v_p \cdot t_{nl} = t_1(v_l + v_p),$$

$$\frac{v_l + v_p}{v_p} = \frac{t_{nl}}{t_1} = \frac{12}{3} = 4, \text{ или } v_p = \frac{v_l}{3}.$$

Тогда из (3)  $\Rightarrow t_2 = \frac{L}{v_l - \frac{v_l}{3}} = \frac{3L}{2v_l}$ . (4)

Из (1)  $\Rightarrow L = t_{nl} \cdot v_p = t_{nl} \cdot \frac{v_l}{3}$ .

Подставим полученное выражение для L в (4):

$$t_2 = \frac{3}{2v_l} \cdot t_{nl} \cdot \frac{v_l}{3} = \frac{t_{nl}}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ ч.}$$

Ответ:  $t_2 = 6 \text{ ч.}$

### Пример 2.

При равноускоренном движении тело прошло в первые два равных последовательных промежутка времени 3 с путь 18 м и 54 м. Найти начальную скорость и ускорение.

Дано:	Решение:
$t=3 \text{ с}$	$s_1 = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad (1)$
$S_1=18 \text{ м}$	$s_2 = v'_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (2)$
$S_2=54 \text{ м}$	
$V_0=?$	где $v_0$ - начальная скорость движения для первого участка
$a=?$	пути, $v'_0$ - для второго участка. Так как эти участки являются последовательными, то $v'_0$ является одновременно конечной скоростью для $S_1$ .

Следовательно,  $v'_0 = v_0 + at$ . (3)

Из (2) и (3)  $\Rightarrow S_2 = (v_0 + at)t + \frac{at^2}{2} = v_0 t + at^2 + \frac{at^2}{2}$ .

Вычитая почленно из полученного выражения (1), получаем:

$$s_2 - s_1 = at^2,$$

$$a = \frac{s_2 - s_1}{t^2} = \frac{54 - 18}{3^2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$



$$\text{Из (1)} \Rightarrow v_0 = \frac{s_1}{t} - \frac{at}{2} = \frac{18}{3} - \frac{4 \cdot 3}{2} = 0$$

$$\text{Ответ: } a = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, v_0 = 0.$$

### Пример 3.

В последнюю секунду свободного падения тело прошло пятую часть своего пути. С какой высоты оно упало?

Дано:	Решение:
$t_1 = 1 \text{ с}$	Для решения задачи введем обозначения: $H$ - высота, с которой падает тело, $t_0$ - время всего полета, $v_0$ - начальная скорость для участка пути, пройденного в последнюю секунду
$s = \frac{H}{5}$	
$H - ?$	

Применяем формулу, учитывая, что при свободном падении  $a = g$  и заменяя  $S$  на  $H$ :

$$H = \frac{gt_0^2}{2}, \quad (1)$$

$$\frac{H}{5} = v_0 t + \frac{gt^2}{2}, \quad (2)$$

где  $t = 1 \text{ с}$ .

Кроме того,  $v_0$  можно выразить как конечную скорость для участка пути, пройденного за время  $(t_0 - t)$ :

$$v_0 = g(t_0 - t).$$

Подставим полученное выражение в (2):

$$\frac{H}{5} = g(t_0 - t). \quad (3)$$

Решая совместно (1) и (3), и учитывая, что  $t = 1 \text{ с}$ , получаем квадратное уравнение

$$t_0^2 - 10t_0 + 5 = 0, \text{ откуда } t_{01} = 9,5 \text{ с}, t_{02} = 0,5 \text{ с}.$$

Условию задачи удовлетворяет только  $t_{01}$ , т.к.  $t_{02} < t$ . Подставим значение  $t_{01}$  в (1):

$$H = \frac{9,8 \cdot (9,5)^2}{2} = 442 \text{ м}.$$

Ответ:  $H = 442 \text{ м}$ .

## Индивидуальные задания к практической работе №1.

### Вариант №1

1. Тело движется равноускоренно с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ . Начальная скорость равно нулю. Какова скорость тела через  $5 \text{ с}$  после начала движения?
2. Велосипедист движется под уклон с ускорением  $0,1 \text{ м/с}^2$ . Какая скорость будет через  $30 \text{ с}$ , если его начальная скорость  $5 \text{ м/с}$ ?
3. Тело движется прямолинейно. В начале и в конце движения модуль скорости одинаков. Могло ли тело двигаться с постоянным ускорением?

### **Вариант №2**

1. С каким ускорением движется трогаящийся с места трамвай, если он набирает скорость  $36 \text{ км/ч}$  за  $25 \text{ с}$ ?
2. Автомобиль через  $10 \text{ с}$  приобретает скорость  $20 \text{ м/с}$ . С каким ускорением двигался автомобиль? Через какое время его скорость станет равной  $108 \text{ км/ч}$ , если он будет двигаться с тем же ускорением?
3. Поезд движется с ускорением  $a$  ( $a > 0$ ). Известно, что к концу четвертой секунды скорость поезда равно  $6 \text{ м/с}$ . Что можно сказать о пути, пройденном за четвертую секунду: будет этот путь больше, меньше или равен  $6 \text{ м}$ ?

### **Вариант №3**

1. Поезд, отходя от станции, набирает скорость  $15 \text{ м/с}$  за  $1 \text{ мин}$ . Каково его ускорение?
2. Отъезжая от остановки, автобус за  $10 \text{ с}$  развил скорость  $10 \text{ м/с}$ . Определите ускорение автобуса. Каким будет ускорение автобуса в системе отсчета, связанной с равномерно движущимся автомобилем, проезжающим мимо остановки автобуса со скоростью  $15 \text{ м/с}$ ?
3. Два поезда идут навстречу друг другу: один – разгоняется в направлении на север; другой – тормозит в южном направлении. Как направлены ускорения поездов?

### **Вариант №4**

1. За какое время автомобиль, трогаясь с места с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ , приобретает скорость  $20 \text{ м/с}$ ?
2. Тело движется равноускоренно. Сколько времени оно будет двигаться в том же направлении, что и в начальный момент, если  $v_{0x} = 20 \text{ м/с}$ ,  $a_x = -4 \text{ м/с}^2$ ?

3. Ось ОХ направлена вдоль траектории прямолинейного движения тела. Что вы можете сказать о движении, при котором: а)  $v_x < 0$ ,  $a_x > 0$ ; б)  $v_x < 0$ ,  $a_x < 0$ ; в)  $v_x > 0$ ,  $a_x = 0$

#### **Вариант №5**

1. Зависимость скорости от времени при разгоне автобуса задана формулой  $v_x = 0,6t$ . Найти скорость автобуса через 5 с.
2. За 1-ю секунду равноускоренного движения скорость тела увеличилась с 3 м/с до 5 м/с. Каково ускорение тела? Какой станет скорость к концу 3-й секунды?
3. Ось ОХ направлена вдоль траектории прямолинейного движения тела. Что вы можете сказать о движении, при котором: а)  $v_x > 0$ ,  $a_x > 0$ ; б)  $v_x > 0$ ,  $a_x < 0$ ; в)  $v_x < 0$ ,  $a_x = 0$

#### **Вариант №6**

1. Скорость автомобиля за 10 с уменьшилась 54 км/ч до 36 км/ч. Определите ускорение автомобиля.
2. Тело движется равноускоренно без начальной скорости. Через 7 с после начала движения  $v_x = 6$  м/с. Как найти скорость тела в конце 14-ой секунды после начала движения, не вычисляя ускорения?
3. Нет ли ошибки в следующем описании прямолинейного движения: на первом этапе движения  $v_x > 0$ ,  $a_x = 0$ ; на втором -  $v_x > 0$ ,  $a_x > 0$ ; на третьем -  $v_x < 0$ ,  $a_x > 0$ ; и наконец, на четвертом этапе  $v_x < 0$ ,  $a_x = 0$ ? Обоснуйте свой ответ.

#### **Вариант №7**

1. Какой путь прошел вагон поезда за 15 с, двигаясь с ускорением  $0,3 \text{ м/с}^2$ , если его начальная скорость была 1 м/с?
2. Двигаясь равноускоренно вдоль прямой, за 20 с тело прошло путь 6 м. В процессе движения скорость тела возросла в 5 раз. Определите начальную скорость тела.
3. Самолет затрагивает на разбег 24 с. Рассчитайте длину разбега самолета и скорость в момент отрыва, если на половине длины разбега он имел скорость, равную 30 м/с.

#### **Вариант №8**

1. Гору длиной 50 м лыжник прошел за 10 с, двигаясь с ускорением  $0,4 \text{ м/с}^2$ . Чему равна скорость лыжника в начале пути?

2. Шарик, скатываясь по наклонной плоскости из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 10 см. Какой путь он пройдет за первые 3 с?
3. Поезд, трогаясь из состояния покоя, движется равноускоренно. На первом километре скорость поезда возросла на 10 м/с. На сколько возрастет скорость на втором километре пути?

### **Вариант №9**

1. Автомобиль начинает движение из состояния покоя с постоянным ускорением. За первые 10 с он проходит путь 150 м. Чему равно ускорение тела автомобиля?
2. Шайба скользит до остановки 5 м, если ей сообщить начальную скорость 2 м/с. Какой путь пройдет до остановки шайба, если ей сообщить начальную скорость 4 м/с? Ускорение шайбы постоянно.
3. В течение 6 с тело движется равнозамедленно, причем в начале шестой секунды его скорость 2 м/с, а в конце – равна нулю. Какова длина пути, пройденного телом?

### **Вариант №10**

1. Автомобиль, двигаясь равноускоренно с начальной скоростью 5 м/с, прошел за первую секунду путь 6 м. Найдите ускорение автомобиля.
2. В конце уклона лыжник развил скорость 8 м/с. Найдите начальную скорость лыжника и ускорение, с которым он двигался, если весь уклон длиной в 100 м он прошел за 20 с.
3. За первую секунду равнозамедленного движения автомобиль прошел половину тормозного пути. Определите полное время торможения.

## **Практическая работа №2.**

### **«Движение под действием силы тяжести».**

**Цель:** Научиться определять равнодействующую сил, действующих на тело, ускорение, скорость, используя основные законы динамики.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач
2. Рассмотреть примеры решения задач
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

## Теоретическая часть

Основная задача динамики — определение положения тела в пространстве в любой момент времени, когда известны действующие на тело силы и заданы начальные координаты и скорость тела.

Сила — векторная физическая величина, являющаяся мерой взаимодействия тел. Сила характеризуется числовым значением (модулем), направлением действия и точкой приложения к телу.

При действии на тело нескольких сил их можно заменить равнодействующей силой  $\vec{F}_p$ , представляющей собой векторную сумму этих сил:

$$\vec{F}_p = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n, \quad \text{или} \quad \vec{F}_p = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i.$$

Масса (инертная) — скалярная физическая величина, характеризующая способность тела сохранять постоянную скорость, если тело не взаимодействует с другими телами или действие других тел скомпенсировано. Масса обладает следующими свойствами:

- 1) масса тела равна сумме масс всех частиц, из которых оно состоит. При соединении двух тел в одно массы этих тел складываются (свойство аддитивности);
- 2) для данной системы тел справедлив закон сохранения массы: при любых процессах, происходящих в системе тел, ее масса остается неизменной (при  $v \ll c$ )

Масса (гравитационная) — скалярная физическая величина, определяющая силу взаимного притяжения тел и обладающая теми же свойствами, что и инертная масса.

Инертная и гравитационная массы характеризуют различные свойства тел, но, как показывает опыт, они всегда эквивалентны (инертная и гравитационная массы одного и того же тела равны).

Основными законами классической динамики являются законы Ньютона. Законы Ньютона следуют из опыта, взаимосвязаны друг с другом, не

подчинены друг другу и справедливы только в инерциальных системах отсчета.

Инерциальные системы отсчета (ИСО) — это системы, в которых тело (группы тел), не подверженное действию сил (или действия сил скомпенсированы), находится в покое или движется равномерно и прямолинейно. Система отсчета, движущаяся относительно данной ИСО равномерно и прямолинейно, также является инерциальной. Систему отсчета, связанную с Землей, с большой степенью точности можно считать инерциальной.

Первый закон Ньютона: в инерциальных системах отсчета тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если на него не действуют другие тела, либо действуют, но это действие скомпенсировано:

$$\vec{F}_p = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{0},$$

значит,  $\vec{v} = \text{const}$ ,  $\vec{a} = 0$ .

Второй закон Ньютона: ускорение, полученное телом в ИСО, прямо пропорционально равнодействующей приложенных к нему сил, обратно пропорционально массе тела:

$$\vec{a} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{F}_i}{m}.$$

Третий закон Ньютона: в ИСО силы взаимодействия между двумя телами имеют одинаковую физическую природу, равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

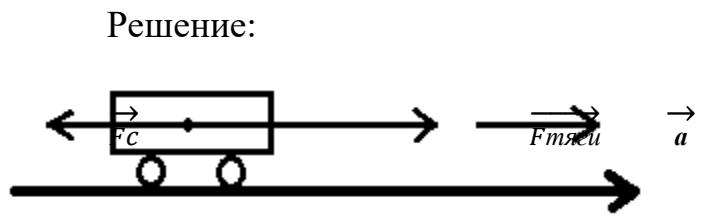
Эти силы приложены к разным телам и поэтому не уравновешивают друг друга.

## Примеры решения задач

### Пример №1.

Какое ускорение сообщит электровоз железнодорожному составу массой 3250т, если при трогании с места он развивает силу тяги 650 кН. Сила сопротивления движению 162,5 кН.

Дано:	С.И.
$m=3250\text{т}$	$3250000\text{кг}$
$F_{\text{тяги}}=650\text{кН}$	$650000\text{Н}$
$F_c=162,5\text{кН}$	$162500\text{Н}$



$a=?$

$$F_{\text{тяги}} - F_c = ma$$

$$a = (F_{\text{тяги}} - F_c) / m;$$

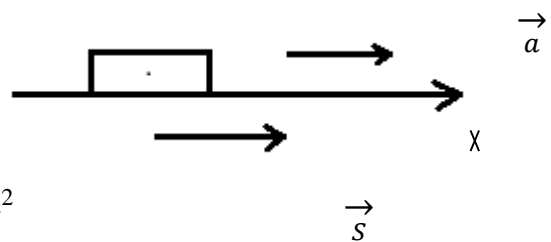
$$a = (650000\text{Н} - 162500\text{Н}) / 3250000\text{кг} = 0,15\text{м/с}^2$$

Ответ:  $a=0,15\text{м/с}^2$

### Пример № 2.

За время, равное 15с от начала движения, трактор прошел 180м. С каким ускорением двигался трактор, и какой путь он пройдет за время, равное 30с?

Дано:	Решение:
$t=15\text{с}$	$S = at^2/2; S_x=S; a_x=a;$
$v_0=0$	$a=2S/t^2$
$S=180\text{м}$	$a=2 \cdot 180\text{м} / (15\text{с})^2 = 1,6\text{м/с}^2$
$t_1=30\text{с}$	$S_1=at_1^2/2$



$a=?$        $S_1 = 1,6\text{м/с}^2 \cdot (30\text{с})^2 / 2 = 720\text{м}$

$S_1=?$

Ответ:  $a=1,6\text{м/с}^2; S_1=720\text{м}$

## Индивидуальные задания к практической работе №2

### Вариант №1

1. С каким ускорением движется при разбеге реактивный самолет массой 60 т, если сила тяги двигателей 90 кН?
2. Покоящаяся хоккейная шайба массой 250 г после удара клюшкой, длящегося 0,02 с, скользит по льду со скоростью 30 м/с. Определить среднюю силу удара.
3. Найти начальную скорость тела массой 600 г, если под действием силы 8 Н на расстоянии 120 см, оно достигло скорости 6 м/с, двигаясь прямолинейно.

### Вариант №2

1. Какая сила сообщает телу массой 5 кг ускорение  $4 \text{ м/с}^2$ ?
2. Под действием силы 150 Н тело движется прямолинейно так, что его координата изменяется по закону  $x=100+5t+0,5t^2$ . Какова масса тела?
3. Покоящееся тело массой 400 г под действием силы 8 Н приобрело скорость 36 км/ч. Найти путь, который прошло тело.

### Вариант №3

1. Определите силу, под действием которой тело массой 500 г движется с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ .
2. Снаряд массой 15 кг при выстреле приобретает скорость 600 м/с. Найдите среднюю силу, с которой пороховые газы давят на снаряд, если длина ствола орудия 1,8 м. Движение снаряда в стволе считайте равноускоренным.
3. Какую скорость приобрело покоящееся тело массой 500 г, если под действием силы 5 Н оно прошло путь в 80 см?

### Вариант №4

1. Определите массу футбольного мяча, если после удара он приобрел ускорение  $500 \text{ м/с}^2$ , а сила удара была равна 420 Н.
2. Найдите проекцию силы  $F_x$ , действующей на тело массой 500 кг, если тело движется прямолинейно, и его координата изменяется по закону  $x=20-10t+t^2$ .
3. На тело массой 100 г в течение 2 с действовала сила 5 Н. Определить модуль перемещения, если движение прямолинейное.



### **Вариант №5**

1. Мяч массой 0,5 кг после удара, длящегося 0,02 с, приобретает скорость 10 м/с. Найти среднюю силу удара.
2. Водитель автомобиля начал тормозить, когда машина находилась на расстоянии 200 м от заправочной станции и двигалась к ней со скоростью 20 м/с. Какова должна быть сила сопротивления движению, чтобы автомобиль массой 1000 кг остановился у станции?
3. Тело массой 400 г, двигаясь прямолинейно с некоторой начальной скоростью, за 5 с под действием силы 0,6 Н приобрело скорость 10 м/с. Найти начальную скорость тела.

### **Вариант №6**

1. Сила 60 Н сообщает телу ускорение  $0,8 \text{ м/с}^2$ . Какая сила сообщит этому телу ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ ?
2. Лыжник массой 60 кг, имеющий в конце спуска с горы скорость 10 м/с, остановился через 40 с после окончания спуска. Определить модуль силы сопротивления движению.
3. Шарик массой 500 г скатывается с наклонной плоскости длиной 80 см, имея начальную скорость 2 м/с. Определить, какую скорость имел шарик в конце наклонной плоскости, если равнодействующая всех сил, действующих на шарик, равна 10 Н.

### **Практическая работа №3.**

**«Уравнение Клапейрона – Менделеева. Плотность газа. Зависимость средней квадратичной скорости движения молекул газа от температуры».**

**Цель:** Научиться применять основные формулы раздела «Молекулярная физика» при расчете параметров состояния идеального газа

**Порядок выполнения работы:**

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач
2. Рассмотреть примеры решения задач
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

**Теоретическая часть.**

Газовые законы описывают изменение состояния идеального газа. Иными словами, газовый закон всегда связывает друг с другом параметры начального и конечного состояний идеального газа.

Для идеальных газов справедливы следующие законы:

Закон Бойля — Мариотта описывает изотермический процесс:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \text{ при } T = \text{const}, m = \text{const}$$

Закон Шарля описывает изохорный процесс:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \text{ при } V = \text{const}, m = \text{const}$$

Закон Гей-Люссака описывает изобарный процесс:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ при } p = \text{const}, m = \text{const}$$

Газовые законы являются частными случаями объединенного газового закона:

$$\frac{p_1 V_1}{m_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{m_2 T_2}$$

где  $p_1, V_1, m_1, T_1$  — параметры начального состояния идеального газа;  $p_2, V_2, m_2, T_2$  — параметры конечного состояния идеального газа.

Если в процессе перехода от начального состояния к конечному масса газа не изменяется ( $m_1 = m_2$ ), то объединенный газовый закон имеет вид:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \text{ — уравнение Клапейрона}$$

В общем случае все газовые законы описываются уравнением состояния:

$$pV = \frac{m}{M} RT \text{ — уравнение Клапейрона — Менделеева}$$

Учитывая, что

$$\frac{m}{M} = \nu, \text{ получим } pV = \nu RT;$$

$$\frac{m}{V} = \rho, \text{ получим } p = \frac{\rho}{M} RT.$$

При решении некоторых задач необходимо знание формулы закона Дальтона:

- давление смеси газов на стенки сосуда равно сумме давлений входящих в него газов

Так как объем, занимаемый каждым компонентом смеси, одинаков, то

$$p_{\text{смеси}} = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

При этом уравнение Клапейрона — Менделеева для смеси газов:

$$p_{\text{смеси}} \cdot V = \left( \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \dots + \frac{m_n}{M_n} \right) \cdot RT.$$

### Примеры решения задач.

#### Пример №1.

Газ изотермически сжат от объема 16 л до объема 12 л, давление при этом возросло на 3 кПа. Первоначальное давление газа равно (в Па).

<p>Дано:</p> <p><math>T = \text{const}</math></p> <p><math>v_1 = 16 \text{ л}</math></p> <p><math>v_2 = 12 \text{ л}</math></p> <p><math>\Delta P = 3 \text{ кПа}</math></p> <p><math>= 3 \cdot 10^3 \text{ Па}</math></p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p><math>P_1 - ?</math></p>	<p>Решение:</p> <p>По закону Бойля-Мариотта:</p> $P_1 V_1 = P_2 V_2$ $P_2 = \frac{V_1}{V_2} P_1 \Rightarrow P_2 = \frac{4}{3} P_1.$ <p>По условию задачи:</p> $P_2 - P_1 = 3 \cdot 10^3.$ <p>Получаем 2 уравнения:</p> $\begin{cases} P_2 = \frac{4}{3} P_1 \\ P_2 - P_1 = 3 \cdot 10^3 \end{cases}$ <p>Решая систему 2-х уравнений, получаем:</p> $\frac{4}{3} P_1 - P_1 = 3 \cdot 10^3,$ $\frac{1}{3} P_1 = 3 \cdot 10^3,$ $P_1 = 9 \cdot 10^3 \text{ Па.}$ <p>Ответ: <math>P_1 = 9 \cdot 10^3 \text{ Па.}</math></p>
---	---

#### Пример №2.

Средняя квадратичная скорость молекул азота 600 м/с. Если его давление 0,28 МПа, то концентрация молекул равна...

<p>Дано:</p> <p><math>\vec{v} = 600 \text{ м / с}</math></p> <p><math>P = 0,28 \text{ МПа} =</math></p> <p><math>28 \cdot 10^4 \text{ Па}</math></p> <p><math>\mu = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}</math></p>	<p>Решение:</p> <p>Основное уравнение молекулярно-кинетической теории:</p> $P = \frac{1}{3} n m_0 \vec{v}^2.$
---	---

$n$ —?

Зная число Авогадро, массу одной молекулы  $m_0$  выразим как:

$m_0 = \frac{\mu}{N_A}$  и подставим в основное уравнение

молекулярно-кинетической теории:

$$P = \frac{1}{3} \frac{n\mu}{N_A} \overrightarrow{v^2}, \quad n = \frac{3PN_A}{\mu v^2},$$

$$n = \frac{3 \cdot 28 \cdot 10^4 \cdot 6 \cdot 10^{23}}{28 \cdot 10^{-3} \cdot 600^2} = 5 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}.$$

Ответ:  $n = 5 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ .

### Пример №3.

В комнате объемом  $50 \text{ м}^3$  находится воздух при температуре  $20^\circ\text{C}$  и давлении  $10^5 \text{ Па}$ . Если температура воздуха повышается до  $25^\circ\text{C}$ , то через открытую форточку выйдет масса воздуха, равная ... (в кг).

Дано:

$$V = 40 \text{ м}^3$$

$$T_1 = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ К}$$

$$T_2 = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ К}$$

$\Delta m$ —?

Решение:

Уравнение Клапейрона-Менделеева для воздуха при двух разных температурах:

$$PV = \frac{m_1}{\mu} RT_1, \quad PV = \frac{m_2}{\mu} RT_2,$$

$$m_1 = \frac{PV\mu}{RT_1}; \quad m_2 = \frac{PV\mu}{RT_2},$$

$$m_1 - m_2 = \frac{PV\mu}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right).$$

Молярную массу воздуха берем из справочных таблиц

$$\mu = 0,029 \text{ кг/моль:}$$

$$\Delta m = \frac{10^5 \cdot 50 \cdot 0,029}{8,3} \cdot \left( \frac{1}{293} - \frac{1}{298} \right) = 1 \text{ кг.}$$

Ответ:  $\Delta m = 1 \text{ кг}$ .

### Пример №4.

Если газ массой  $16 \text{ г}$  при давлении  $1 \text{ МПа}$  и температуре  $112^\circ\text{C}$  занимает объем  $1,6 \text{ л}$ , то этот газ...

Дано:

$$m = 16 \text{ г} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$P = 1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па}$$

Решение:

Определить газ можно по его молярной массе.

Из уравнения Клапейрона-Менделеева молярная масса газа:

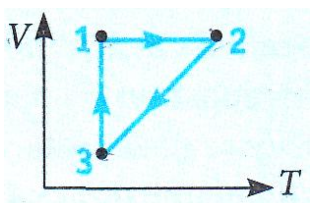
$T = 112 + 273 = 385$ К $V = 1,6 \text{ л} = 1,6 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup>	$\mu = \frac{mRT}{pV}$ Подставляем значения термодинамических параметров, выраженных в системе СИ:
$\mu = ?$	$\mu = \frac{16 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 385}{1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6} \approx 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

Ответ: кислород.

### Индивидуальные задания к практической работе № 3.

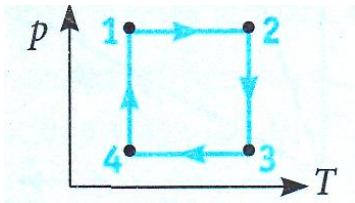
#### Вариант №1

1. Чему равно давление воздуха массой 0, 29 кг. Находящегося в баллоне объемом 50 л при 27°C. Молярная масса воздуха равна  $29 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.
2. На изделие, площадь поверхности которого  $52 \text{ см}^2$ , нанесен слой хрома толщиной 1мкм. Сколько атомов хрома в покрытии?
3. На рисунке в системе координат V, T изображен замкнутый цикл 1231, осуществленный газом постоянной массы. Назовите все процессы. Определите, как выглядит график этого цикла в системе координат p, T.



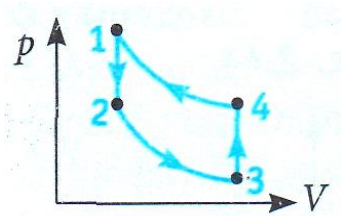
#### Вариант №2

1. Чему равна температура углекислого газа массой 2 кг в баллоне вместимостью  $0, 04 \text{ м}^3$  при давлении 3 МПа. Молярная масса углекислого газа равна  $M=44,0$  г/моль.
2. Сколько молекул содержится в сосуде емкостью  $250 \text{ см}^3$ , если давление газа 566 мм рт.ст., а температура равна  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
3. На рисунке в системе координат p, T изображен замкнутый цикл 1231, осуществленный газом постоянной массы. Назовите все процессы. Определите, как выглядит график этого цикла в системе координат p, V.



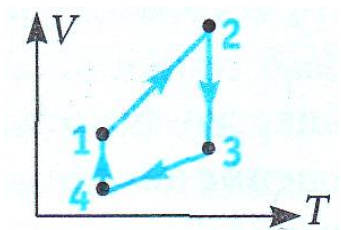
### Вариант №3

1. Чему равна масса углекислого газа объемом 10 л при давлении 0,2 МПа и температуре 20° С? Молярная масса углекислого газа равна  $M=44,0$  г/моль.
2. Плотность газа в баллоне газонаполненной электрической лампочки  $\rho = 0,9$  кг/м<sup>3</sup>. Когда лампочка горит, давление газа в ней возрастает с  $p_1=8 \cdot 10^4$  Па до  $p_2=1,1 \cdot 10^5$  Па. На сколько увеличится при этом средняя квадратичная скорость молекул газа?
3. На рисунке в системе координат  $p, V$  изображен замкнутый цикл 1231, осуществленный газом постоянной массы. Назовите все процессы. Определите, как выглядит график этого цикла в системе координат  $V, T$ .



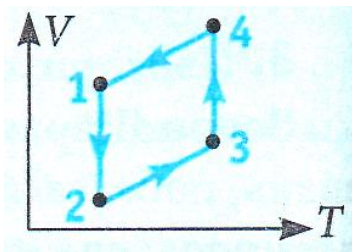
### Вариант №4

1. Чему равно давление кислорода массой 0, 2 кг, содержащегося в сосуде объемом 20 л при температуре 30° С? Молярная масса кислорода равна  $32 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.
2. Кислород находится в баллоне под давлением  $2 \cdot 10^5$  Па. Температура в баллоне равна 47 °С. Какую плотность имеет кислород?
3. На рисунке в системе координат  $V, T$  изображен замкнутый цикл 1231, осуществленный газом постоянной массы. Назовите все процессы. Определите, как выглядит график этого цикла в системе координат  $p, T$ .



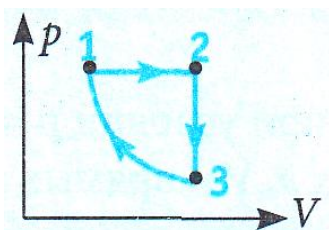
### Вариант №5

1. Чему равна температура азота массой 2,8 г и объемом  $500 \text{ см}^3$  при давлении 400 кПа. Молярная масса азота равна  $28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .
2. Баллон, содержащий  $V_1=0,02 \text{ м}^3$  воздуха под давлением  $p_1=4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , соединяют с баллоном емкостью  $V_2=0,06 \text{ м}^3$ , из которого выкачан воздух. Найти давление  $p$ , которое установилось в сосудах. Температура постоянная.
3. На рисунке в системе координат  $V, T$  изображен замкнутый цикл 1231, осуществленный газом постоянной массы. Назовите все процессы. Определите, как выглядит график этого цикла в системе координат  $p, V$ .



#### Вариант №6

1. Чему равна масса метана ( $\text{CH}_4$ ) объемом  $2 \text{ м}^3$  при давлении 400 кПа и температуре  $0^\circ\text{C}$ ? Молярная масса метана равна  $16 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .
2. Определите, какой будет абсолютная температура определенной массы идеального газа, если давление газа увеличить на 25%, а объем уменьшить на 20%. Начальная температура газа равна 300 К.
3. На рисунке в системе координат  $p, V$  изображен замкнутый цикл 1231, осуществленный газом постоянной массы. Назовите все процессы. Определите, как выглядит график этого цикла в системе координат  $V, T$ .

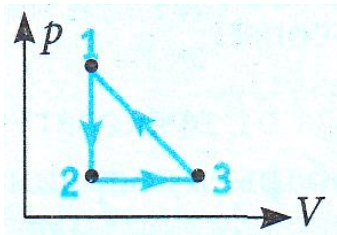


#### Вариант №7

1. Газ при давлении 0,2 МПа и температуре  $15^\circ\text{C}$  имеет объем 5 л. Чему равен объем газа этой массы при нормальных условиях (давление 100 кПа, температура  $0^\circ\text{C}$ )?
2. Из баллона выпустили 2 г газа, вследствие чего давление в нем снизилось на 10%. Определите емкость баллона, если плотность газа в

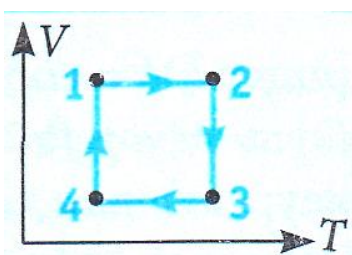
начальный момент была  $0,2 \text{ кг/м}^3$ . Температура газа в баллоне не менялась.

3. На рисунке в системе координат  $p, V$  изображен замкнутый цикл 1231, осуществленный газом постоянной массы. Назовите все процессы. Определите, как выглядит график этого цикла в системе координат  $p, T$ .



### Вариант №8

1. Какое давление рабочей смеси установится в цилиндре двигателя автомобиля, если к концу такта сжатия температура газа повышается с  $50$  до  $250^\circ\text{C}$ , а объем уменьшается с  $0,75$  до  $0,12 \text{ л}$ ?
2. Начальный объем газа составляет  $60 \text{ л}$ . Определите, каким будет объем этой массы газа, если абсолютная температура повысится от  $300 \text{ К}$  до  $450 \text{ К}$ , а давление уменьшится в  $2$  раза.
3. На рисунке в системе координат  $V, T$  изображен замкнутый цикл 1231, осуществленный газом постоянной массы. Назовите все процессы. Определите, как выглядит график этого цикла в системе координат  $p, V$ .



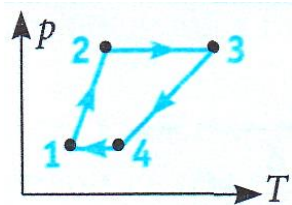
### Вариант №9

1. В цилиндре дизельного двигателя автомобиля температура воздуха в начале такта сжатия была  $50^\circ\text{C}$ . Найдите температуру воздуха в конце такта сжатия, если его объем уменьшается в  $17$  раз, а давление возрастает в  $50$  раз.
2. В баллоне объемом  $V = 10 \text{ л}$  содержится гелий под давлением  $p_1 = 1 \text{ Мпа}$  при температуре  $T_1 = 300 \text{ К}$ . После того как из баллона вышло  $10 \text{ г}$  гелия,



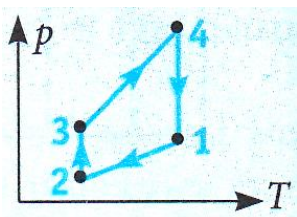
температура в нем уменьшилась до  $T_2 = 290$  К. Определите давление гелия, оставшегося в баллоне.

3. На рисунке в системе координат  $p, T$  изображен замкнутый цикл 1231, осуществленный газом постоянной массы. Назовите все процессы. Определите, как выглядит график этого цикла в системе координат  $p, V$ .



### Вариант №10

- В баллоне содержится  $40 \text{ м}^3$  газа при  $27^\circ \text{ С}$  и давлении  $1,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$ . Найдите объем газа при температуре  $0^\circ \text{ С}$  и давлении  $1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .
- Какая масса воздуха выйдет из комнаты, имеющий объем  $V=60 \text{ м}^3$ , в следствие повышения температуры от  $T_1=280 \text{ К}$  до  $T_2=300 \text{ К}$  при нормальном давлении?
- На рисунке в системе координат  $p, T$  изображен замкнутый цикл 1231, осуществленный газом постоянной массы. Назовите все процессы. Определите, как выглядит график этого цикла в системе координат  $V, T$ .



### Практическая работа №4.

#### «Закон Ома для участка цепи».

**Цель:** Закрепить знания по теме «Закон Ома для участка цепи без э. д. с. Закон Ома для участка цепи с э. д. с. и для всей цепи при нескольких э. д. с», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

### Порядок выполнения работы:

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач
2. Рассмотреть примеры решения задач
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

### Теоретическая часть.

Электрический ток есть упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц (в металлах это свободные электроны).

Сила тока  $I$  в проводнике — величина, равная количеству электричества  $Q$ , протекшего через поперечное сечение проводника за  $t$  с:

$$I = \frac{Q}{t}, \text{ или } I = e \cdot n_0 \cdot S \cdot \bar{v}$$

где  $n_0$  — концентрация носителей зарядов  $e$ ;  $\bar{v}$  — средняя скорость зарядов;  $S$  — площадь поперечного сечения проводника. Сила тока одна из основных величин в СИ; ее единица — ампер (А). За направление тока принимают направление, противоположное движению электронов.

Для возникновения постоянного тока в металлических проводниках на свободные электроны должно действовать электрическое поле, способное обеспечить на концах проводника (цепи) постоянную разность потенциалов. В источнике тока в результате действия сторонних сил у отрицательного полюса возникает избыток электронов, у положительного — их недостаток, т. е. возникает разность потенциалов. Каждый источник тока характеризуется электродвижущей силой которая равна работе сторонних сил, совершаемой при перемещении положительного заряда в 1 Кл вдоль цепи:

$$\mathcal{E} = \frac{A_{ст}}{Q}.$$

Единица ЭДС - вольт (В).

Закон Ома для участка цепи устанавливает зависимость между силой тока в проводнике и напряжением на его концах:

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

где коэффициент пропорциональности  $\frac{1}{R}$  называется электрической проводимостью;  $R$  — электрическое сопротивление проводника. Единица сопротивления — ом (Ом).

Сопротивление проводника зависит от его размеров, материала и температуры:

$$R = \rho \frac{l}{S}; R_t = R_0(1 + \alpha \Delta T),$$

где  $\rho$ -удельное сопротивление, Ом·м;  $\alpha$ -температурный коэффициент сопротивления, К<sup>-1</sup>;

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R_0 \cdot \Delta T}.$$

Для металлических проводников  $\alpha$  выражается положительным числом. Для некоторых металлов при температурах, близких к абсолютному нулю, наступает сверхпроводимость — состояние, при котором сопротивление скачком падает до нуля.

Закон Ома для полной цепи устанавливает зависимость между силой тока, электродвижущей силой и полным сопротивлением цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r},$$

где  $R$  и  $r$  – сопротивления внешней части цепи и самого источника тока.

Напряжение  $U$  на полюсах источника тока при замкнутой цепи меньше ЭДС на значение падения напряжения внутри самого источника:

$$U = \mathcal{E} - Ir.$$

Короткое замыкание — явление, возникающее когда сопротивление внешней части цепи ничтожно мало, а сила тока достигает наибольшего значения. Используя формулу закона Ома для полной цепи, можно определить силу тока при коротком замыкании:

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{\mathcal{E}}{r}.$$

Отдельные участки цепи (резисторы) можно соединять последовательно и параллельно.

При последовательном соединении резисторы включаются один за другим, поэтому сила тока на всех участках цепи одинакова, а общее или эквивалентное сопротивление цепи равно

$$R_{\text{посл}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Если  $R_1 = R_2 = \dots = R_n = R$ , то  $R_{\text{посл}} = R \cdot n$

Падение напряжения при последовательном соединении прямо

пропорционально сопротивлениям:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}.$$

При параллельном соединении напряжение на всех параллельных ветвях одинаково, а сила тока в отдельных ветвях зависит от их сопротивлений:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}.$$

Общее или эквивалентное сопротивление определяется из формулы

$$\frac{1}{R_{\text{пар}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}.$$

Если  $R_1 = R_2 = \dots = R_n = R$ , то  $\frac{1}{R_{\text{пар}}} = \frac{1}{R} n$ , или  $R_{\text{пар}} = \frac{R}{n}$ .

Для измерения силы тока в цепь последовательно включают амперметр, сопротивление которого должно быть очень малым. Чтобы изменить цену деления шкалы амперметра, параллельно с ним включается шунтирующий резистор  $R_{\text{ш}}$ , сопротивление которого в  $n-1$  меньше сопротивления амперметра :

$$R_{\text{ш}} = \frac{R_A}{n - 1}$$

где  $n$  – число, показывающее во сколько раз расширяются пределы измерения прибора.

Для измерения напряжения в цепи включается вольтметр параллельно участку, на котором оно измеряется. Сопротивление вольтметра должно быть большим. В том случае, когда измеряемое напряжение превышает диапазон измерений вольтметра, последовательно с прибором включается дополнительный резистор  $R_d$ :

$$R_d = R_v(n - 1)$$

где  $n$  – число, показывающее, во сколько раз увеличивается цена деления на шкале прибора;  $R_v$ - сопротивление вольтметра.

Источники электрической энергии (источники тока) можно соединять в батареи. При последовательном соединении положительный полюс первого источника соединяется с отрицательным полюсом второго и т. д. Сила тока при этом определяется по формуле

$$I = \frac{n\varepsilon}{R + nr},$$

где  $n$  – число одинаковых источников тока, соединяемых в батарею.

При параллельном соединении в один узел соединяются провода, идущие от положительного полюса, в другой — от отрицательного, при этом сила тока батареи определяется по формуле

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r/n}.$$

При решении задач на закон Ома для разветвленных цепей необходимо:

произвольно выбрать направления силы тока и обхода контуров и показать их на схеме цепи;

составить уравнения по току для узлов, число уравнений при этом должно быть на одно меньше числа узлов. Алгебраическая сумма сил токов, сходящихся в узле, всегда равна нулю, если токи, приходящие к узлу и уходящие от него, берутся с противоположными знаками;

составить уравнения для всех замкнутых контуров, учитывая, что в любом из них алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжения. При этом, если в направлении обхода ЭДС повышает потенциал (обход от «минуса» к «плюсу»), она берется со знаком плюс, в противном случае — со знаком минус.

Падение напряжения берется со знаком плюс, если направление тока совпадает с выбранным направлением обхода контура, в противном случае - со знаком минус. Общее число уравнений должно равняться числу неизвестных величин.

### Примеры решения задач.

**Пример №1.** Определить скорость дрейфа электронов проводимости в медном проводнике, по которому течет ток 5 А, если площадь его поперечного сечения 20 мм<sup>2</sup>, число свободных электронов в единице объема  $9 \cdot 10^{28}$  м<sup>-3</sup>. За какое время электрон переместиться по проводнику на 1 см? электрический ток постоянный.

Дано:

$$I = 5 \text{ А,}$$

Решение:

$$I = e \cdot n_0 \cdot S \cdot v$$

$$S = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2, \quad \vartheta = \frac{I}{e \cdot n_0 \cdot S}$$

$$n_0 = 9 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}, \quad \vartheta = \frac{5 \text{ А}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2} = 1,74 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$$

$l = 10^{-2} \text{ м},$  Принимая среднюю скорость дрейфа  
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$  электронов постоянной в постоянном  


---

токе, получим  $t = \frac{l}{\vartheta}$

$$\vartheta \text{ -? } t \text{ -?} \quad t = \frac{10^{-2} \text{ м}}{1,74 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}} = 575 \text{ с} = 9 \text{ мин } 25 \text{ с.}$$

**Пример №2.** Сопротивление угольного проводника при температуре  $0^\circ \text{ С}$  равно 15 Ом, а при температуре  $220^\circ \text{ С}$  – 13,5 Ом. Определить температурный коэффициент сопротивления угля.

Дано:	Решение:
$R_0 = 15 \text{ Ом},$	$\alpha = \frac{\Delta R}{R_0 \cdot \Delta T}$
$R_t = 13,5 \text{ Ом},$	$\alpha = \frac{13,5 \text{ Ом} - 15 \text{ Ом}}{15 \text{ Ом} \cdot 220 \text{ К}} = -0,00045 \text{ К}^{-1}$
$\Delta t = 220 \text{ К.}$	
<hr/> $\alpha \text{ - ?}$	

**Пример №3.** Источник тока с э.д.с. 220 В и внутренним сопротивлением 2 Ом замкнут проводником сопротивлением 108 Ом. Определить падение напряжения внутри источника тока.

Дано:	Решение:
$\mathcal{E} = 220 \text{ В},$	$U_{\text{внутр}} = I \cdot r = \frac{\mathcal{E} \cdot r}{R + r}$
$R = 108 \text{ Ом},$	$U_{\text{внутр}} = \frac{220 \text{ В} \cdot 2 \text{ Ом}}{108 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом}} = 4 \text{ В}$
$r = 2 \text{ Ом.}$	
<hr/> $U_{\text{внутр}} \text{ -?}$	

**Пример №4.** Дано пять аккумуляторов с э.д.с. 6 В и внутренним сопротивлением 0,6 Ом каждый. Каким должно быть сопротивление внешней цепи, чтобы при последовательном соединении аккумуляторов сила тока оказалась равной 2 А?

Дано:	Решение:
-------	----------

$$\mathcal{E} = 6 \text{ В}, \quad I = \frac{n \cdot \mathcal{E}}{R + nr}$$

$$r = 0,6 \text{ Ом}, \quad R = \left( \frac{\mathcal{E}}{I} - r \right) \cdot n$$

$$n = 5, \quad R = \left( \frac{6 \text{ В}}{2 \text{ А}} - 0,6 \text{ Ом} \right) \cdot 5 = 12 \text{ Ом}.$$

$$I = 2 \text{ А}.$$

---

R - ?

#### Индивидуальные задания для практической работы № 4

1. Определить концентрацию электронов проводимости в меди, если при средней скорости упорядоченного движения электронов проводимости 0,1 мм/с в проводе с площадью поперечного сечения 105 мм<sup>2</sup> сила тока 500 А.
2. Допустимый ток для изолированного медного провода площадью поперечного сечения 1 мм<sup>2</sup> при продолжительной работе равен 11 А. сколько метров такой проволоки можно включить в сеть с напряжением 110 В без дополнительного сопротивления?
3. Определить силу тока в контактном медном проводе троллейбусной сети, если концентрация электронов проводимости в меди  $3 \cdot 10^{-23} \text{ см}^{-3}$ , их средняя скорость упорядоченного движения 0,25 мм/с и площадь поперечного сечения провода 85 мм<sup>2</sup>.
4. К концам стального проводника длиной 20 м приложено напряжение 3,6 В. Найти среднюю скорость упорядоченного движения носителей зарядов в проводнике, если их концентрация  $4 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ .
5. Сопротивление медного провода при 20 °С равно 50 Ом. Определить его сопротивление при -30 °С ( $\alpha = 0,004 \text{ К}^{-1}$ ).
6. Сопротивление вольфрамовой нити лампы накаливания при температуре +20 °С равно 20 Ом, а при 3000 °С - 250 Ом. Определить температурный коэффициент сопротивления вольфрама.
7. Резисторы сопротивлением  $R_1 = 150 \text{ Ом}$  и  $R_2 = 90 \text{ Ом}$  включены последовательно в сеть. Какое количество теплоты выделится в резисторе  $R_1$ , если в резисторе  $R_2$  выделилось 18 кДж теплоты.
8. Разность потенциалов на клеммах разомкнутого источника тока 4 В. Определить внутреннее сопротивление источника тока, если при сопротивлении внешнего участка цепи 4 Ом сила тока равна 0,8 А.

9. Четыре аккумулятора с э.д.с. 20 В и внутренним сопротивлением 1,2 Ом каждый соединены параллельно одноименными полюсами. Каково должно быть сопротивление внешней цепи, чтобы сила тока в ней не превышала 2 А?
10. Источник электрической энергии с э.д.с. 60 В и внутренним сопротивлением 2 Ом замкнут на 2 последовательно соединенных резистора. Определить сопротивление  $R_2$ , если  $R_1 = 20$  Ом, а сила тока в цепи равна 2 А.
11. Три источника электрической энергии с э.д.с. 1,1 В и внутренним сопротивлением 0,9 Ом каждый соединены последовательно разноименными полюсами и замкнуты на внешнюю цепь сопротивлением 3,9 Ом. Определить силу тока в цепи.

### Практическая работа №5.

#### «Магнитное поле и его характеристики».

**Цель:** Научиться применять основные формулы для решения задач по определению силы взаимодействия параллельных токов, магнитного потока, индукции и напряженности магнитного поля.

#### Порядок выполнения работы:

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач
2. Рассмотреть примеры решения задач
3. Получить и выполнить индивидуальные задания.

#### Теоретический материал.

На проводник с током, помещенный в магнитное поле, действует сила

$F = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$ , а  $F = \frac{A}{S}$ . Отсюда индукция магнитного поля равна:

$B = \frac{F}{I \cdot l \sin \alpha}$  или  $B = \frac{A}{S \cdot I \cdot l \sin \alpha}$ . Индукция и напряженность

магнитного поля связаны следующей зависимостью:  $B = \mu_0 H$ ,

следовательно,  $H = \frac{B}{\mu_0}$ .  $\mu_0$  называют магнитной постоянной, она численно

равна  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$ .



Сила взаимодействия параллельных токов в среде равна:  $F = \frac{\mu_c I_1 I_2 l}{2\pi a}$ , в вакууме  $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi a}$ .

Будем считать магнитное поле внутри длинного соленоида однородным. Для определения напряженности этого поля пользуются формулой  $H = \frac{I \cdot \omega}{l}$ . Магнитный поток определяют по формуле  $\Phi = B \cdot S$ , где  $B = \mu_0 H$  для соленоида без сердечника и  $B_1 = \mu \cdot \mu_0 \cdot H$  для соленоида с сердечником.

### Примеры решения задач.

**Пример №1.** Прямолинейный проводник с активной длиной 0,8 м и проходящим через него током 5,0 А, расположенный в однородном магнитном поле под углом 30° к линиям индукции, перемещается под действием сил магнитного поля. Определить индукцию и напряженность этого магнитного поля, если для перемещения проводника на 0,7 м полем была совершена работа 0,56 Дж.

Дано:

$$l = 0,80 \text{ м}$$

$$\alpha = 30^\circ;$$

$$s = 0,7 \text{ м}$$

$$A = 0,56 \text{ Дж}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$$

Решение.

На проводник с током, помещенный в магнитное

поле, действует сила  $F = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$ , а  $F = \frac{A}{s}$

Отсюда индукция магнитного поля равна:

$$B = \frac{F}{I \cdot l \sin \alpha} \quad \text{или} \quad B = \frac{A}{s \cdot I \cdot l \sin \alpha}$$

Индукция и напряженность магнитного поля

$B$ -?  $H$ -? связаны следующей зависимостью:  $B = \mu_0 H$ , следовательно,

$$H = \frac{B}{\mu_0}.$$

Подставляя числовые данные из условия задачи, определяем магнитную индукцию и напряженность магнитного поля:

$$B = \frac{0,56 \text{ Дж}}{0,7 \text{ м} \cdot 5,0 \text{ А} \cdot 0,8 \text{ м} \cdot 0,5} = 0,4 \text{ Тл};$$

$$H = \frac{0,4 \text{ Тл}}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}} = 3,2 \cdot 10^5 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

Ответ:

$$B = 0,4 \text{ Тл}; H = 3,2 \cdot 10^5 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

**Пример № 2.** Соленоид без сердечника длиной 72 см имеет 810 витков. Определить напряженность магнитного поля и магнитный поток внутри соленоида, если ток в нем 6,4 А, а площадь поперечного сечения соленоида  $7,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ . Каким будет магнитный поток, если внутрь соленоида поместить стержень из никеля, относительная магнитная проницаемость которого 300?

Дано:

$$l = 0,72 \text{ м}$$

$$\omega = 810$$

$$I = 6,4 \text{ А}$$

$$S = 0,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$$

$$\mu_H = 300$$

$$H\text{?}, \Phi\text{?}, \Phi_1\text{?}$$

Решение.

Будем считать магнитное поле внутри длинного соленоида однородным. Для определения напряженности этого поля воспользуемся формулой

$$H = \frac{I \cdot \omega}{l} . \text{ Магнитный поток определим по}$$

формуле  $\Phi = B \cdot S$ , где  $B = \mu_0 H$  для соленоида

без сердечника и  $B_1 = \mu \cdot \mu_0 \cdot H$  для соленоида с сердечником.

Вычислим напряженность:

$$H = \frac{6,4 \text{ А} \cdot 810}{0,72 \text{ м}} = 7200 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

Подставим в формулу магнитного потока буквенное выражение магнитной индукции и произведем вычисления:

$$\Phi = \mu_0 H S ;$$

$$\Phi = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 7200 \frac{\text{А}}{\text{м}} \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 6,8 \cdot 10^{-5} \text{ Вб} ;$$

при наличии сердечника

$$\Phi = \mu \mu_0 H S = 300 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 7200 \frac{\text{А}}{\text{м}} \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$$

Ответ:

$$H = 7200 \frac{\text{А}}{\text{м}}; \Phi = 6,8 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}, \Phi_1 = 2,02 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}.$$

**Пример №3.** По двум длинным параллельным проводникам, расстояние между которыми 7,5 см, в одном направлении идут токи: в первом 10 А, во втором 5 А (рисунок 1). Где между ними следует поместить параллельный им третий провод, чтобы он находился в равновесии.

$s = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$  – расстояние между первым и вторым проводниками;

$I_1 = 10 \text{ А}$  – ток в первом проводнике;

$I_2 = 5 \text{ А}$  – ток во втором проводнике.

Найти:

$x$  – расстояние от провода с током 10 А до третьего провода.

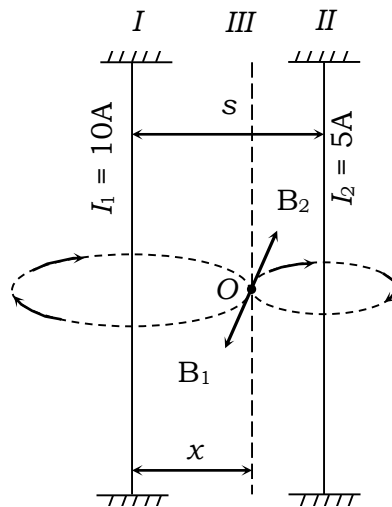


Рисунок 1

Решение.

Так как токи в первом и втором проводниках имеют одинаковое направление, то в точке  $O$  векторы магнитной индукции  $B_1$  и  $B_2$ , равные по величине, будут иметь противоположные направления. Следовательно, и силы должны быть равными, т. е.  $|F_1| = |F_2|$ ; при этом

$$F_1 = \mu_0 \frac{I_1 \cdot I_3 \cdot l}{2\pi \cdot x}; \quad F_2 = \mu_0 \frac{I_2 \cdot I_3 \cdot l}{2\pi \cdot (s - x)}.$$

Приравнивая правые части и производя сокращение, получим:

$$\mu_0 \frac{I_1 \cdot I_3 \cdot l}{2\pi \cdot x} = \mu_0 \frac{I_2 \cdot I_3 \cdot l}{2\pi \cdot (s - x)}; \quad \frac{I_1}{x} = \frac{I_2}{s - x}.$$

Выразим из предыдущего равенства  $x$  и найдем его числовое значение

$$I_2 \cdot x = I_1 \cdot (s - x); \quad x = \frac{I_1 \cdot s}{I_2 + I_1},$$

$$x = \frac{10 \text{ А} \cdot 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{15 \text{ А}} = 0,05 \text{ м}.$$

Ответ:

Третий провод необходимо удалить от первого на 5 см.

### **Индивидуальные задания для практической работы №5.**

#### **Вариант №1.**

1. На проводник с активной длиной 0,4 м, помещенный в однородное магнитное поле индукцией 0,8 Тл, действует сила 1,6 Н. Определить силу тока в проводнике при условии, что он расположен перпендикулярно линиям индукции.
2. Какой ток проходит по кольцевому проводу радиусом 62,8 см, если он создает в центре кольца магнитное поле индукцией  $10^{-5}$  Тл.
3. С какой силой взаимодействуют два параллельных проводника, один длиной 30 см, второй 10 см, по которым идут токи одного направления 20 и 45 А, если они находятся в воздухе на расстоянии 60 см?
4. Определить магнитную индукцию в железном сердечнике электромагнита, обмотка которого имеет длину 5 см и содержит 500 витков, если сила тока в ней равна 0,5 А. относительная магнитная проницаемость железа равна 5000.

#### **Вариант №2.**

1. Определить индукцию магнитного поля, в котором на прямой провод длиной 10 см, расположенный под углом  $30^\circ$  к линиям индукции, действует сила 0,2 Н, когда по проводнику проходит ток 8 А.
2. Катушка длиной 12,56 см имеет 5000 витков. Какой ток необходимо пропустить через катушку, чтобы индукция магнитного поля на ее оси была равна 1 Тл?

3. С какой силой взаимодействуют два параллельных проводника, длиной по 50 см каждый, по которым идут токи одного направления 10 и 40 А, если они находятся в воздухе на расстоянии 50 см?
4. По круговому витку радиусом 10 см циркулирует ток 4 А. определить напряженность и индукцию магнитного поля в центре витка.
5. Определить э.д.с. индукции в проводнике длиной 0,5 м, движущемся в однородном магнитном поле индукцией 0,1 Тл со скоростью 2 м/с перпендикулярно линиям индукции.

### **Вариант №3.**

1. Определить длину активной части проводника, помещенного в однородное магнитное поле индукцией 1,2 Тл под углом  $30^\circ$  к линиям индукции, если при силе тока 10 А на проводник действует сила 1,8 Н.
2. Определить индукцию магнитного поля в центре кругового провода, радиус которого 30 см, если сила тока в нем равна 15 А.
3. Два параллельных проводника, длиной по 150 см каждый, по которым идут токи одного направления 1 и 4 А, взаимодействуют с силой  $2 \cdot 10^{-5}$  Н. Определить расстояние между ними, если они находятся в воздухе.
4. Определить радиус кругового витка проволоки, чтобы при прохождении по нему тока 2 А в его центре напряженность магнитного поля была равна 20 А/м? среда – воздух.
5. Проводник, активная длина которого 0,4 м, движется со скоростью 10 м/с под углом  $30^\circ$  к линиям индукции однородного магнитного поля. Определить индукцию магнитного поля, если на концах проводника возникла э.д.с., равная 2 В.

## Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы.

### Основные источники:

1. Громов С.В. Шаронова Н.В. Физика, 10—11: Книга для учителя. – М: Владос, 2015.
2. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Экспериментальные задания по физике. 9—11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. – М. Просвещение, 2014.
3. Касьянов В.А. Методические рекомендации по использованию учебников В.А.Касьянова «Физика. 10 кл.», «Физика. 11 кл.» при изучении физики на базовом и профильном уровне. – М: Просвещение, 2011.
4. Касьянов В.А. Физика. 10, 11 кл. Тематическое и поурочное планирование. – М.: Просвещение, 2002.
5. Лабковский В.Б. 220 задач по физике с решениями: книга для учащихся 10—11 кл. общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение, 2006.
6. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Физика: учебник. – М. Academia, 2003.
7. Жданов Л. С., Жданов Г. Л. Физика для средних специальных учебных заведений. «Издательство Альянс», 2014.

### Дополнительные источники:

1. Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И. Физика. Учебник для 10 кл. – М.: Просвещение, 2005.
2. Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И. Физика. Учебник для 11 кл. – М.: Просвещение, 2005.
3. Дмитриева В.Ф. Задачи по физике: учеб.пособие. – М: Просвещение, 2003.
4. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Сборник задач и вопросы по физике: учеб. пособие. – М.Аcadema.

