

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

Колледж инновационных технологий и предпринимательства

**Методические рекомендации к выполнению практических занятий по дисциплине  
«Физика»  
для студентов средне-профессиональных организаций**

Владимир, 2022 г.

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**Методические указания по проведению практических работ** по учебной дисциплине «Физика» предназначена для студентов первого курса очного отделения специальностей технического профиля.

Целью данных методических указаний является помощь студентам в приобретении навыков самостоятельного решения физических задач; применения полученных знаний для объяснения условий протекания физических явлений в природе; для принятия практических решений в повседневной жизни; формирования умений формулировать собственную позицию по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, пользоваться физической терминологией и символикой.

В предлагаемых методических указаниях приведены описания практических работ.

Каждое описание состоит из:

- названия,
- цели,
- места проведения,
- перечня средств обучения,
- видов самостоятельной работы студентов,
- краткой теории,
- заданий,
- контрольных вопросов.

В процессе выполнения практической работы студенты в отчёт должны внести:

- ✓ название практической работы;
- ✓ цель работы;
- ✓ решение всех заданий практической работы;
- ✓ ответы на контрольные вопросы;
- ✓ вывод.

При решении задач по физике целесообразно придерживаться такой последовательности:

- Проанализировать условие задачи, если возможно, сделать рисунок;
- Выяснить, какие явления происходят, вспомнить основные законы этих явлений и величины, которые описывают;
- Решить задачу, как правило, в общем виде;
- Проверить правильность размерности полученной величины;
- Найти числовой результат, выражая все величины в одной системе единиц, пользуясь правилами приближенных вычислений;
- Проанализировать числовой результат, оценивая его правдоподобие.

## **ОЦЕНКА ОТВЕТОВ СТУДЕНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**Оценка «5»** ставится в следующем случае:

- работа выполнена полностью;
- сделан перевод единиц всех физических величин в «СИ», все необходимые данные занесены в условие, правильно выполнены чертежи, схемы, графики, рисунки, сопутствующие решению задач, правильно проведены математические расчеты и дан полный ответ;
- на качественные и теоретические вопросы дан полный, исчерпывающий ответ литературным языком в определенной логической последовательности;
- студент обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий при защите практической работы.

**Оценка «4»** ставится в следующем случае:

- работа выполнена полностью или не менее чем на 80 % от объема задания, но в ней имеются недочеты и несущественные ошибки;
- ответ на качественные и теоретические вопросы удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, но содержит неточности в изложении фактов определений, понятий, объяснении взаимосвязей, выводах и решении задач.

**Оценка «3»** ставится в следующем случае:

- работа выполнена в основном верно (объем выполненной части составляет не менее  $2/3$  от общего объема), но допущены существенные неточности;
- студент обнаруживает понимание учебного материала при недостаточной полноте усвоения понятий и закономерностей;
- умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении качественных задач и сложных количественных задач, требующих преобразования формул.

**Оценка «2»** ставится в следующем случае:

- работа в основном не выполнена (объем выполненной части менее  $2/3$  от общего объема задания);
- студент показывает незнание основных понятий, непонимание изученных закономерностей и взаимосвязей, не умеет решать количественные и качественные задачи.

**Оценка «1»** ставится в следующем случае: работа полностью не выполнена.

### **Перечень практических работ**

1. Кинематика поступательного движения.
2. Кинематика вращательного движения.
3. Динамика.
4. Законы сохранения в механике. Статика. Гидростатика.
5. Основы молекулярно – кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы.
6. Тепловые явления. Влажность воздуха.
7. Тепловые двигатели. Свойства твердых и жидких тел.
8. Электростатика.
9. Законы постоянного тока.
10. Магнитное поле. Электромагнитная индукция.
11. Механические колебания и волны.
12. Электромагнитные колебания и волны.
13. Переменный электрический ток.
14. Законы отражения и преломления света.
15. Линзы.
16. Волновые свойства света.
17. Световые кванты.
18. Атом и атомное ядро.
19. Элементы теории относительности. Эволюция Вселенной.

## Практическая работа № 1 Решение задач по теме «Кинематика поступательного и вращательного движения»

**Цель:** научиться применять формулы скорости при равномерном движении, ускорения и уравнения движения при различных видах движения при решении задач; по графикам скорости тел определять их ускорение; применять формулы центростремительного ускорения, связывающей линейную и угловую скорости.

**Место проведения:** учебная аудитория

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 1; тетрадь, ручка, линейка и карандаш; калькулятор.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

### Краткая теория:

Прямолинейным равномерным движением называют движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.

Скоростью равномерного, прямолинейного движения тела называют величину, равную отношению перемещения тела к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло.

$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$  - уравнение прямолинейного равномерного движения в координатной форме.

Равноускоренное движение – это движение тела (материальной точки) с положительным ускорением, то есть при таком движении тело разгоняется с неизменным ускорением. В случае равноускоренного движения модуль скорости тела с течением времени возрастает, направление ускорения совпадает с направлением скорости движения.

Равнозамедленное движение – это движение тела (материальной точки) с отрицательным ускорением, то есть при таком движении тело равномерно замедляется. При равнозамедленном движении векторы скорости и ускорения противоположны, а модуль скорости с течением времени уменьшается.

Ускорение – это величина, которая характеризует быстроту изменения скорости.

Ускорение – это отношение изменения скорости к промежутку времени, за который это изменение произошло.

Учитывая, что  $v_0$  – скорость тела в начальный момент времени (начальная скорость),  $v$  – скорость тела в данный момент времени (конечная скорость),  $t$  – промежуток времени, в течение которого произошло изменение скорости, формула ускорения будет следующей:

$v_x = v_{0x} + a_x t$  — формула перемещения при движении с ускорением.

Также может пригодиться формула пройденного пути, исключая время  $s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ .  
При движении тела по части окружности формулы остаются похожими, но вместо перемещения говорят об угле поворота, вместо линейной скорости – об угловой, обычное

ускорение проецируют на другие оси (нормаль и тангенциаль) и вводят понятие углового ускорения.

Кинематическое уравнение равномерного движения по окружности в полярных координатах имеет вид:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_z t,$$

где  $\varphi$  - угловая координата тела в данный момент времени,  $\varphi_0$  - угловая координата тела в момент начала наблюдения (в начальный момент времени),  $\omega_z$  - проекция угловой скорости  $\omega$  на ось Z (обычно эта ось выбирается перпендикулярно плоскости вращения).

Кинематическое уравнение движения по окружности с постоянным ускорением в полярных координатах имеет вид:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_{0z} t + \varepsilon_z t^2/2.$$

Среднее касательное ускорение - это обычное ускорение  $a_\tau = \Delta v/\Delta t$ ,  
а мгновенное ускорение - это производная модуля мгновенной скорости по времени.

Нормальное ускорение  $a_n = v^2/r$ .

Связь между угловыми и линейными величинами следующая:

$$v = \omega \cdot r.$$

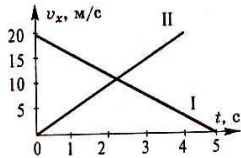
$$|a_\tau| = \varepsilon \cdot r.$$

### Задания для аудиторной работы

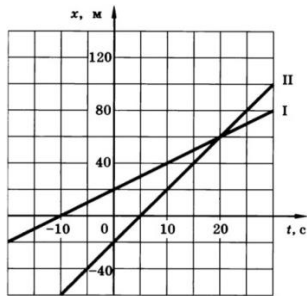
1. Найдите модуль и направление скорости точки, если при равномерном движении по оси Oх ее координата за время изменилась от  $x_1 = 5$  м и до  $x_2 = -3$  м.
2. За время торможения 5 с скорость автомобиля уменьшится с 72 км/ч до 36 км/ч. Определить ускорение автомобиля при торможении и длину пути торможения.
3. Скорость электропоезда возросла с 18 км/ч до 108 км/ч на пути 875 м. Определить ускорение движения поезда и время ускорения, считая движение равноускоренным.
4. Дано уравнение движения тела  $s=12t-t^2$ (м). Определить скорость тела в конце пятой секунды движения ( $t=5$ с).
5. Чему равна начальная скорость тела, если в момент времени  $t = 4$  с проекция скорости равна 12 м/с, а проекция вектора ускорения  $a_x=2$  м/с<sup>2</sup>?
6. В таблице представлена зависимость скорости тела от времени движения. Охарактеризуйте движение тела. Постройте график движения. Продолжите таблицу.

$v_x, \text{ м/с}$	4	2	0	-2	-4			
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4			

7. На рисунке даны графики проекций скоростей движения двух тел. Найти проекцию вектора ускорения каждого тела. Дайте характеристику движения каждого тела.



8. По графикам движения определить проекцию скорости каждого тела и расстояние между телами в момент времени 10 с:

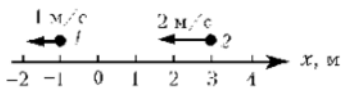


9. В таблице даны координаты двух движущихся тел для определенных моментов времени.

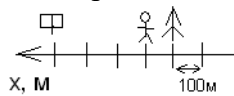
$x_1, \text{ м}$	0	1	2	3	4
$x_2, \text{ м}$	4	3	2	1	0
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4

Определите проекцию скорости каждого тела и расстояние между телами в момент времени 1 с. Было ли движение тел равномерным или с ускорением?

10. На рисунке показано положение двух маленьких шариков в начальный момент времени и их скорости. Запишите уравнения движения этих тел:

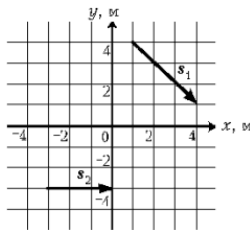
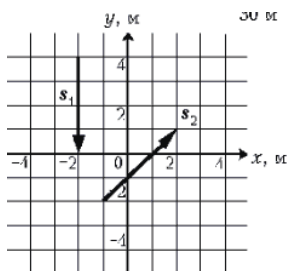


11. Определите координату пешехода, взяв за тело отчета:



- а) дерево,  
б) дорожный знак.

12. Определите проекции векторов на оси координат



13. Каково центростремительное ускорение поезда, движущегося по закруглению радиусом 800 м со скоростью 20 м/с?
14. Ведущее колесо электровоза диаметром 1,2 м делает 300 об/мин. С какой скоростью движется поезд, ведомый электровозом?
15. Величина линейной скорости точек окружности вращающегося диска равна  $v_1 = 3$  м/с, а точек, находящихся на расстоянии  $r = 10$  см ближе к оси вращения,  $v_2 = 2$  м/с. Какова частота  $n$  вращения диска?
16. Точка движется по окружности радиусом  $R = 20$  см с постоянным касательным ускорением  $a_t = 5$  см/с<sup>2</sup>. Через сколько времени  $t_1$  после начала движения нормальное ускорение будет равно тангенциальному?

### Самостоятельная работа (если она предусмотрена рабочей программой)

#### 1 вариант

1. Автомобиль, движущийся со скоростью 10 м/с, останавливается при торможении в течение 4 с. С каким ускорением движется автомобиль?
2. Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость 0,6 м/с. Определить ускорение поезда и длину пути пройденного за это время.
3. Материальная точка движется прямолинейно в положительном направлении оси  $Ox$ . В начальный момент времени точка имела координату -10 м. Найдите координату точки через 5 с от начала отчета времени, модуль ее скорости равен 2, а ускорение 0,2 м/с<sup>2</sup>.
4. Автомобиль с прицепом движется со скоростью 72 км/ч по дуге окружности радиусом 500 м. Определить центростремительное ускорение прицепа.

#### Вариант 2

1. Какая скорость движения была бы достигнута, если бы тело в течении 100 с двигалось с ускорением 10 м/с<sup>2</sup> при начальной скорости движения равной нулю?
2. Автомобиль, двигаясь со скоростью 15 м/с, начал ускоряться, и через некоторое время его скорость стала равна 25 м/с. Определить ускорение и время, в течение которого изменилась скорость, если за это время он прошел 100 м?
3. Мотоцикл, двигаясь с постоянным ускорением, увеличил свою скорость с 15 до 30 м/с. За какое время произошло это увеличение, если ускорение мотоцикла 1,6 м/с<sup>2</sup>?
4. С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы центростремительное ускорение равнялось ускорению свободного падения? Наступит ли в этот момент невесомость?

### Контрольные вопросы

1. Какое движение называется равномерным прямолинейным? Равноускоренным прямолинейным?
2. Запишите общий вид основных кинематических уравнений поступательного и вращательного движения с возможно полными пояснениями.
3. Запишите уравнение равномерного прямолинейного движения тела.
4. Запишите уравнение равнозамедленного прямолинейного движения тела.
5. По какой формуле можно определить центростремительное ускорение и как оно направленно?



## Практическое занятие № 2 Динамика

**Цель:** научиться применять законы Ньютона, закон Гука, закон всемирного тяготения и формулы силы тяжести и силы трения при решении задач.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 2; линейка и карандаш; калькулятор.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

### Краткая теория

*Первый закон Ньютона:* существуют такие системы отсчета, которые называются инерциальными (ИСО), относительно которых тела сохраняют свою скорость неизменной, если действие на тело других сил скомпенсировано. Или: если сумма сил, действующих на тело, равна нулю, то скорость тела равна постоянному значению (она равна 0, если тело не движется, положительна – если тело движется по координатной оси, и отрицательна – если против оси).

Второй закон Ньютона: Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе:

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

Или: если сумма сил, действующих на тело, не равна нулю, то тело движется с ускорением, причём результирующая сила сообщает телу ускорение в направлении своего действия .

Третий закон Ньютона: Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению.

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

Эти силы приложены к разным телам и не могут взаимно уравновесить друг друга.

Связь между силой упругости и упругой деформацией тела (при малых деформациях) была экспериментально установлена современником Ньютона английским физиком Гуком. Математическое выражение закона Гука для деформации одностороннего растяжения (сжатия) имеет вид:

$$F_{\text{упр}} = -kx,$$

где  $F_{\text{упр}}$  — сила упругости;  $x$  — удлинение (деформация) тела;  $k$  — коэффициент пропорциональности, зависящий от размеров и материала тела, называемый жесткостью.

Закон Гука для одностороннего растяжения (сжатия) формулируют так: сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна удлинению этого тела. Также сила упругости зависит от механического напряжения  $\sigma$  (давления): .

Закон всемирного тяготения: любые две материальные частицы притягиваются друг к другу с силой, пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Эту силу называют силой тяготения (или гравитационной силой).

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

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$  – гравитационная постоянная.

Сила трения равна произведению коэффициента трения и силы реакции опоры а сила сопротивления воздуха равна произведению коэффициента сопротивления и квадрата скорости  $F_c = kv^2$  при высокой скорости движения тела и  $F_c = kv$  - при низкой.

При отсутствии движения опоры по вертикали сила реакции опоры равна силе тяжести  $N=mg$ , а в общем случае – весу тела  $N=P=m(g+a)$  при движении с ускорением вверх и  $N=P=m(g-a)$  при движении с ускорением вниз.

При нахождении тела в подвешенном состоянии учитывают силу упругости или силу натяжения нити  $T$ . Как правило, её исключают из системы уравнений.

При нахождении тела в воде учитывается выталкивающая сила – сила Архимеда  $F_a = \rho g V$ , в которой  $\rho$  - это плотность жидкости, а  $V$ - объём тела, находящегося в жидкости.

### Задания для аудиторной работы по теме Динамика

1. По таблице зависимости удлинения двух пружин от модуля приложенной силы найти жесткости пружин.

F, Н	1	2	3	4
x <sub>1</sub> , см	0	2	4	6
x <sub>2</sub> , см	1	3	5	7

2. Под действием подвешенного груза пружина удлинилась. Найти жесткость пружины, если масса груза 100 г, а удлинение пружины  $x=10$  см.

3. Брусok, к которому приложена сила 4 Н, движется по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью. Найти массу бруска, если коэффициент трения равен 0,4.

4. Если под действием силы  $F_1=10$  Н тело движется с ускорением  $a_1=2\text{ м/с}^2$ , то с каким ускорением оно будет двигаться под действием силы  $F_2=25$  Н?

5. Сила тяготения между двумя одинаковыми шарами равна 0,01 Н. Каковы массы шаров, если расстояние между их центрами равно 1 м?

6. Какие силы надо приложить к концам проволоки, жесткость которой 100 кН/м, чтобы растянуть ее на 1 мм?

7. Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сиденье при прохождении среднего положения со скоростью 6 м/с?

8. Пенопластовый буй объемом  $V=4$  дм<sup>3</sup> удерживается леской так, что ровно половина его погружена в воду. Какие силы действуют на буй? Определите значение каждой из них. Плотность пенопласта равна 200 кг/м<sup>3</sup>.

9. Какую силу надо приложить для подъема 600-килограммовой вагонетки по эстакаде с углом наклона в 30 градусов, если коэффициент сопротивления движению колёс равен 0,05?

10. Санки толкнули со скоростью 10 м/с. Какой путь они пройдут за 15 с, если коэффициент трения скольжения равен 0,1?

11. На концах нити, перекинутой через блок, подвешены 2 груза общей массой 30 кг, которые движутся с ускорением 0,3g. Найти массы грузов.

12. Самолёт, летящий со скоростью 720 км/ч, описывает петлю радиусом 400 м. Какую перегрузку испытывает лётчик массой 80 кг в верхней и нижней точке петли?

### Самостоятельная работа (если она предусмотрена)

#### Вариант 1

1. Космический корабль 8 т приблизился к орбитальной космической станции массой 20 т на расстояние 100 м. Найти силу их взаимного притяжения.
2. Найти удлинение буксирного троса жесткостью 100 кН/м при буксировке автомобиля массой 2 т с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Трением пренебречь.

3. Автомобиль массой 2 т проходит по выпуклому мосту, имеющему радиус кривизны 40 м, со скоростью 36 км/ч. С какой силой автомобиль давит на мост в его середине?
4. Насколько легче поднимать в воде, чем в воздухе гранитную плиту объемом  $V=12$  дм<sup>3</sup>? Архимедовой силой, создаваемой воздухом, можно пренебречь.

### **Вариант 2**

1. Как велика будет сила взаимного притяжения двух спутников Земли массой 3,87 т каждый, если они сблизятся до расстояния 100 м?
2. На сколько удлинится рыболовная леска жесткостью 0,5 кН/м при поднятии вертикально вверх рыбы массой 200 г?
3. С каким максимальным ускорением может двигаться достаточно мощный автомобиль, если коэффициент трения скольжения равен 0,3?
4. Определите силу Архимеда, действующую на человека, нырнувшего в воду. Объем тела человека  $V=7$  дм<sup>3</sup>. На сколько легче этот человек в воде?

### **Контрольные вопросы**

Сформулируйте законы динамики. Сформулируйте принцип суперпозиции сил.

Сформулируйте всемирный закон тяготения. Назовите виды сил, рассматриваемых в теме Механика.

## Практическая работа № 3 Применение законов сохранения импульса и механической энергии, статики и гидростатики при решении задач

**Цель:** научиться применять законы сохранения импульса и энергии при решении задач.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:**

методические рекомендации к практической работе № 3;

линейка и карандаш;

калькулятор.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

### Краткая теория

Векторную величину  $Ft$ , равную произведению силы на время ее действия, называют импульсом силы. Векторную величину  $p = mv$ , равную произведению массы тела на его скорость, называют импульсом тела.

Замкнутой системой называют группу тел, не взаимодействующих ни с какими другими телами, которые не входят в состав этой группы. Силы взаимодействия между телами, входящими в замкнутую систему, называют внутренними.

Закон сохранения импульса в замкнутой системе: полный импульс замкнутой системы тел остается постоянным при любых взаимодействиях тел этой системы между собой. Иными словами, внутренние силы не могут изменить полного импульса системы ни по модулю, ни по направлению.

$$p = p_1 + p_2 = \text{const.}$$

**Механическая работа** равна произведению модуля силы и модуля перемещения на косинус угла между направлениями силы и перемещения

$$A = F \cos \alpha.$$

**Мощностью**  $N$  называют величину, равную отношению работы  $A$  к промежутку времени  $t$ , в течение которого эта работа была совершена:

$$N = A/t.$$

**Закон сохранения энергии в замкнутой системе:** полная механическая энергия замкнутой системы тел, взаимодействующих между собой только консервативными силами, при любых движениях этих тел не изменяется. Происходят лишь взаимные превращения потенциальной энергии тел в их кинетическую энергию и обратно.

$$W = W_k + W_{\text{п}} = \text{const.}$$

Чтобы невращающееся тело находилось в равновесии, необходимо, чтобы равнодействующая всех сил, приложенных к телу, была равна нулю. Иными словами, векторная сумма всех сил, приложенных к телу должна быть равна нулю:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0$$
 - это первое условие равновесия тела.

Тело, имеющее неподвижную ось вращения, находится в равновесии, если алгебраическая сумма моментов всех приложенных к телу сил относительно этой оси равна нулю:

$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$  - это второе условие равновесия тела.

Моментом силы  $M$  называется произведение модуля силы  $F$  на плечо  $d$ :

$$M = \pm Fd$$

Плечом силы называется длина перпендикуляра, проведенного от оси вращения до линии действия силы. Ось вращения находится либо в центре тяжести тела, либо её выбирают в точке приложения самой ненужной в задаче силы или сил.

**Давление** определяется как отношение модуля силы  $F$ , действующей перпендикулярно поверхности, к площади  $S$  этой поверхности:

$$p = \frac{F}{S}$$

В задачах иногда используются внесистемные единицы измерения давления: нормальное атмосферное давление (атм) и давление одного миллиметра ртутного столба (мм.рт.ст.):  
1 атм = 101325 Па = 760 мм.рт.ст.

**Закон Паскаля:** давление, оказываемое на жидкость или газ, передается в любую точку этой жидкости без изменений и во всех направлениях.

Давление жидкости на дно или боковые стенки сосуда зависит от высоты столба жидкости над точкой, в которой измеряется давление. Гидростатическое давление столба жидкости рассчитывается по формуле:

$$p = \rho gh$$

а гидродинамическое -  $p = \frac{\rho \cdot v^2}{2}$ .

Полное давление в жидкости равно сумме внешнего давления (атмосферного или давления поршня), гидростатического и гидродинамического (если они есть).

**Сообщающимися** называют сосуды, имеющие между собой канал, заполненный жидкостью. Наблюдения показывают, что в сообщающихся сосудах любой формы однородная жидкость всегда устанавливается на одном уровне, а с разной плотностью – на разных.

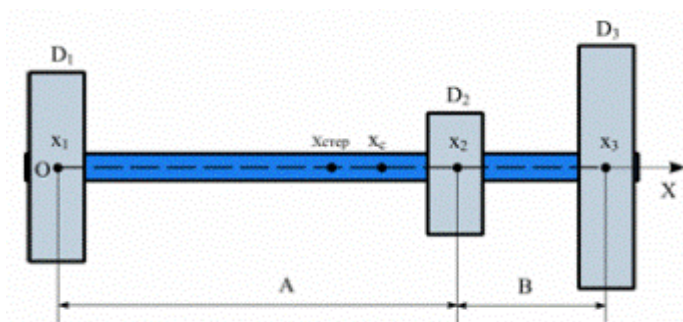
Если оба вертикально расположенных цилиндра сообщающихся сосудов закрыть поршнями, то с помощью внешних сил, приложенных к поршням, в жидкости можно создать большое давление  $p$ , во много раз превышающее гидростатическое давление  $\rho gh$  в любой точке системы. Для гидравлического пресса применяют формулу:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

### Задания для аудиторной работы

1. Ракета массой 4000 кг летит со скоростью 500 м/с. От нее отделяется головная часть массой 1000 кг и летит со скоростью 800 м/с. С какой скоростью будет продолжать полет оставшаяся часть ракеты?
2. Снаряд, вылетевший из орудия в горизонтальном направлении с начальной скоростью 600 м/с, достиг цели со скоростью 400 м/с. Определить работу по преодолению сопротивления, если масса снаряда 10 кг.
3. Автомобиль, масса которого 5 т, движется со скоростью 72 км/ч и при торможении, пройдя путь 40 м, останавливается. Определить силу торможения.
4. Пуля массой 10 г влетает в доску толщиной 5 см со скоростью 800 м/с и вылетает из нее со скоростью 100 м/с. Определить среднюю силу сопротивления доски.

- Определить полную энергию тела массой 500 кг, поднятого на высоту 4 м, если его скорость при этом увеличилась от нуля до 2 м/с.
- На стержень АВ, подвешенный на двух параллельных нитях, в точке С положен груз массой  $m = 8$  кг. Определить величины  $T_A$  и  $T_B$  сил натяжения левой и правой нити соответственно, если  $AC = 0,3$  м и  $BC = 0,5$  м. Массой стержня и нитей пренебречь. Считать, что осью вращения является точка А.
- Определить координату  $x_C$  центра тяжести штанги, состоящей из однородного цилиндрического стержня массой  $m_{\text{стерж}} = 10$  кг и трех насаженных на стержень однородных дисков  $D_1$ ,  $D_2$  и  $D_3$  с массами  $m_1 = 20$  кг,  $m_2 = 15$  кг и  $m_3 = 30$  кг соответственно (см. рисунок, где  $A = 2$  м,  $B = 0,4$  м).



- Определить скорость течения воды в трубе, соединённой с ёмкостью с водой высотой 2м.

### Самостоятельная работа (если она предусмотрена рабочей программой)

#### Вариант 1

- Поезд массой 2000 т, двигаясь прямолинейно, увеличил скорость от 36 до 72 км/ч. Найти изменение импульса.
- Высота стола 0,75 м. На столе стоит гиря массой 2 кг. Какова ее потенциальная энергия?
- Из лодки, приближающейся к берегу со скоростью 0,5 м/с, на берег прыгнул человек со скоростью 2 м/с относительно берега. С какой скоростью будет двигаться лодка после прыжка человека, если масса человека 80 кг, а масса лодки 120 кг?

#### Вариант 2

- Найти потенциальную и кинетическую энергии тела массой 3 кг, падающего свободно с высоты 5 м, на расстоянии 2 м от поверхности земли.
- Импульс тела равен 8 , а кинетическая энергия 16 Дж. Найти массу и скорость тела.
- Вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 2 м/с по горизонтальному участку дороги, сталкивается и сцепляется с неподвижной платформой массой 20 т. Чему равна скорость совместного движения платформы и вагона?

### Контрольные вопросы

- Что называется импульсом тела?  
 Сформулируйте закон сохранения импульса.  
 Сформулируйте закон сохранения энергии.

## Практическая работа № 4

### Решение задач по теме «Механические колебания и волны»

**Цель:** научиться применять формулы периода колебаний пружинного и математического маятника при решении задач, читать графики и определять амплитуду, период и частоту колебаний, определять частоту, длину механических волн.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:**

методические рекомендации к практической работе № 4;

линейка и карандаш;

калькулятор.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

**Краткая теория**

Гармоническими колебаниями называют периодические изменения физической величины в зависимости от времени, происходящие по закону косинуса или синуса.

$$x = A \sin \frac{2\pi}{T} t.$$

Периодом колебаний ( $T$ ) называют минимальный промежуток времени, через который движение частицы полностью повторяется.



График зависимости смещения от времени

Частотой колебаний ( $\nu$ ) называют число колебаний в единицу времени.

Период колебаний пружинного маятника (груза массой  $m$ , укрепленного на пружине жесткостью  $k$ ) равен:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Период колебаний математического маятника (материальной точки, подвешенной на нерастяжимой невесомой нити) равен:

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

Свободными называют колебания, происходящие в системе под действием внутренних сил после вывода системы из положения равновесия.



Вынужденными называют колебания, совершаемые телом под действием внешних периодически изменяющихся сил. Частота вынужденных колебаний совпадает с частотой внешней силы.

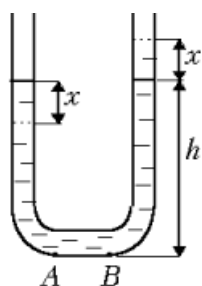
Резонансом называют увеличение амплитуды колебаний при приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных колебаний.

Волной (волновым процессом) называют процесс распространения колебаний. Если частицы колеблются по той же прямой, вдоль которой распространяются колебания, волну называют продольной; если колебания частиц перпендикулярны к направлению распространения колебаний, волну называют поперечной.

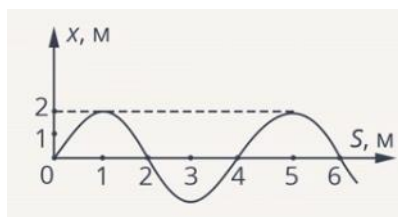
Длиной волны ( $\lambda$ ) называют расстояние между ближайшими друг к другу точками, колеблющимися в одинаковых фазах. Длина волны — это то расстояние, на которое распространяются колебания за время одного периода. Отсюда скорость волны  $v = \frac{\lambda}{T}$ .

### Задания для аудиторной работы

1. Если к некоторому грузу, колеблющемуся на пружине, подвесить гирю массой 100 г, то частота колебаний уменьшится в 1,41 раза. Какой массы груз был первоначально подвешен к пружине?
2. Как относятся длины математических маятников, если за одно и то же время один совершает 10, а второй 30 колебаний?
3. Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн 1,2 м. Какова скорость распространения волн?
4. В U-образную стеклянную трубку постоянной площадью поперечного сечения  $S$  налита ртуть массой  $m$ . Плотность ртути  $\rho$ . Найдите период колебаний ртути после того, как трубку качнули.



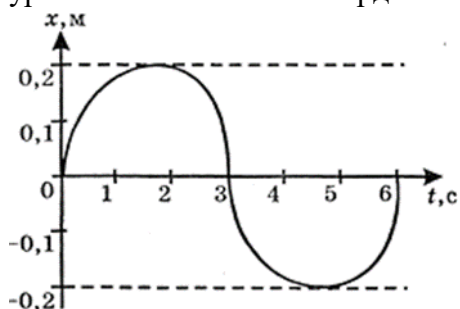
5. Есть мгновенная фотография волны в резиновом шнуре. Определите: 1) длину волны; 2) амплитуду колебаний частичек шнура.



## Самостоятельная работа

### Вариант 1

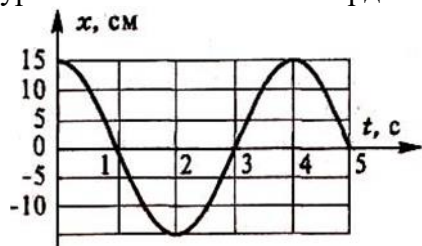
1. Используя рисунок, определите амплитуду, период, частоту колебаний. Запишите уравнение колебаний координаты тела.



2. Найти массу груза, который на пружине жесткостью 250 Н/м, делает 20 колебаний за 16 с.
3. Частотный диапазон рояля от 90 до 9000 Гц. Найти диапазон длин звуковых волн в воздухе.
4. Какой путь пройдет ультразвуковая волна длиной 5 см за 0,001 с, если генератор, испускающий эти волны, работает на частоте 1 МГц?

### Вариант 2

1. Используя рисунок, определите амплитуду, период, частоту колебаний. Запишите уравнение колебаний координаты тела.



2. Математический маятник длиной 81 см совершает 100 полных колебаний за 3 мин. Определите ускорение свободного падения.
3. Лодка качается на морских волнах с периодом 2 с. Определить длину морской волны, если она движется со скоростью 3 м/с.
4. В океанах длина волны достигает 300 м, а период 13,5 с. Определить скорость распространения такой волны.

### Контрольные вопросы

1. Какие виды колебаний вы знаете, и приведите примеры для каждого вида.
2. Опишите явление резонанса.
3. Где применяется резонанс и как с ним борются?

## Практическая работа № 5 Решение задач с применением уравнения

### Менделеева-Клапейрона и газовых законов

**Цель:** научиться применять уравнение Менделеева-Клапейрона и газовые законы при решении задач.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:**

методические рекомендации к практической работе № 5;

линейка и карандаш;

калькулятор.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

#### Краткая теория

Состояние некоторой массы газообразного вещества характеризуют зависимыми друг от друга физические величины, называемые параметрами состояния. К ним относятся объём  $V$ , давление  $p$ , температура  $T$ .

Всякое изменение состояния тела (системы тел) называется термодинамическим процессом.

Для изучения и сравнения различных термодинамических процессов их изображают графически.

Изопроцессами называют термодинамические процессы, протекающие в системе с неизменной массой при постоянном значении одного из параметров состояния системы.

Процесс, протекающий в газе, при котором объём остаётся постоянным, называется изохорным.

Закон Шарля: давление газа данной массы при постоянном объёме возрастает линейно с увеличением температуры.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}.$$

Процесс, протекающий в газе, при котором давление остаётся постоянным, называется изобарным.

Закон Гей-Люссака: объём газа данной массы при постоянном давлении возрастает линейно с увеличением температуры.

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

Процесс, протекающий в газе, при котором температура остаётся постоянным, называется изотермическим.

Закон Бойля-Мариотта: давление газа данной массы при постоянной температуре убывает с увеличением объёма.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2.$$

Для произвольной массы  $m$  газа с молярной массой  $M$  справедливо уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M} RT,$$

$R=8,31$  — молярная (универсальная) газовая постоянная.

В другом виде уравнение состояния идеального газа можно записать в виде:

$$p = nkT,$$

где  $n$  — концентрация газа, то есть число частиц в единице объёма газа,  $N_A$  — постоянная Авогадро,  $k$  — постоянная Больцмана.

### Задания для аудиторной работы

1. Давление воздуха в автомобильной камере при температуре  $-13^{\circ}\text{C}$  было  $160\text{кПа}$ . Каким стало давление, если в результате длительного движения автомобиля, если воздух в камере нагрелся до  $37^{\circ}\text{C}$ ?
2. Сосуд объёмом  $27$  л, содержащий газ при давлении  $2 \cdot 10^5$  Па, соединяют с другим сосудом объёмом  $3$  л, из которого откачан воздух. Найдите давление газа в сосуде. Процесс изотермический.
3. Постройте график изотермического процесса в координатах  $(p,T)$ ,  $(p,V)$ ,  $(V,T)$ .

### Самостоятельная работа (если она предусмотрена)

#### Вариант 1

1. Газ сжат изотермически от объёма  $8$  л до объёма  $6$  л. Давление при этом возросло на  $4$  кПа. Каким было начальное давление?
2. Какая масса воздуха требуется для наполнения камеры в шине автомобиля, если ее объём  $12$  л? Камеру накачивают при температуре  $27^{\circ}\text{C}$  до давления  $2,2 \cdot 10^5$  Па.
3. При температуре  $5^{\circ}\text{C}$  давление воздуха в баллоне равно  $10^4$  Па. При какой температуре давление в нем будет  $2,6 \cdot 10^4$  Па?
4. До какой температуры нужно изобарически охладить некоторую массу газа с начальной температурой  $37^{\circ}\text{C}$ , чтобы объём газа уменьшился при этом на одну четверть?
5. Постройте график изобарного процесса в координатах  $(p,T)$ ,  $(p,V)$ ,  $(V,T)$ .

#### Вариант 2

1. Баллон емкостью  $100$  л содержит  $5,76$  кг кислорода. При какой температуре возникает опасность взрыва, если баллон выдерживает давление до  $5 \cdot 10^5$  Па?
2. В баллоне емкостью  $100$  л находится газ под давлением  $4,9 \cdot 10^5$  Па. Какой объём займет газ при нормальном атмосферном давлении ( $1,01 \cdot 10^5$  Па)? Его температура не меняется.
3. Газ нагрет от  $27^{\circ}$  до  $477^{\circ}$  С при постоянном давлении. В результате его объём увеличился на  $5$  л. Определить первоначальный объём газа.
4. При температуре  $52^{\circ}\text{C}$  давление газа в баллоне равно  $200\text{кПа}$ . При какой температуре его давление будет равным  $250$  кПа?
5. Постройте график изохорного процесса в координатах  $(p,T)$ ,  $(p,V)$ ,  $(V,T)$ .

### Контрольные вопросы

1. Запишите уравнение Клапейрона.
2. Сформулируйте закон Гей-Люссака.
3. Какой процесс называется изотермическим?

## Практическая работа №6

### Применение первого закона термодинамики и формулы КПД теплового двигателя при решении задач

**Цель:** научиться применять первый закон термодинамики и формулу КПД теплового двигателя при решении задач.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:**

методические рекомендации к практической работе № 6;

линейка и карандаш;

калькулятор.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

#### Краткая теория

Если рассматривать все тела, участвующие в процессе, и учитывать изменение и механической и внутренней энергии всех тел, то в итоге получим, что полная энергия — величина постоянная. Это закон сохранения полной энергии. В термодинамике он носит название *первого начала* и формулируется следующим образом: теплота, сообщенная газу, идет на изменение его внутренней энергии и на работу, совершаемую газом против внешних сил:

$$Q = \Delta U + A$$

Машины, производящие механическую работу в результате обмена теплотой с окружающими телами, называются тепловыми двигателями. Во всех типах таких двигателей непрерывное или периодически повторяющееся получение работы возможно только в том случае, когда совершающая работу машина не только получает тепло от какого-то тела (нагревателя), но и отдает часть тепла другому телу (охладителю).

Отношение механической работы, совершаемой двигателем, к израсходованной энергии называется коэффициентом полезного действия КПД. Поскольку в тепловом двигателе совершенная работа есть разница между теплотой, полученной от нагревателя и теплотой, отданной охладителю, то:

$$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_n},$$

$$\eta = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} 100\%$$

$$A_{\text{полез}} = Q_n - Q_x$$

где  $Q_n$  — теплота, полученная рабочим веществом от нагревателя,  $Q_x$  — теплота, отданная рабочим веществом охладителю.

$\eta = (T_1 - T_2) / T_1$ , где  $T_1$  — температура нагревателя,  $T_2$  — температура холодильника.

### **Задания для аудиторной работы**

1. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль, на 500 К ему сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определить работу газа и изменение его внутренней энергии.
2. Какое количество тепла получил газ, если при этом он совершил работу  $A=2,103$  Дж, а его внутренняя энергия увеличилась на 600 Дж.

### **Самостоятельная работа (если она предусмотрена)**

#### **Вариант 1**

1. В баллоне находится гелий массой 2 кг при температуре 300 К. Чему равна его внутренняя энергия?
2. КПД идеального теплового двигателя 45%. Какова температура нагревателя, если температура холодильника 2°C?
3. Газ, находящийся под давлением  $10^5$  Па, изобарно расширился, совершив работу 25 Дж. Насколько увеличился объём газа?

#### **Вариант 2**

1. При температуре 127°C находится гелий, количество вещества которого 1 моль. Какова его внутренняя энергия?
2. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 150°C, а холодильника 54°C. Количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя за 1 с, равно 90 кДж. Вычислить КПД машины, количество теплоты, отдаваемое холодильнику в 1 с, и мощность машины.
3. Газ, находящийся под давлением  $2 \cdot 10^4$  Па, изобарно расширился, совершив работу 100 Дж. Насколько увеличился объём газа?

#### **Контрольные вопросы**

Сформулируйте первый и второй законы термодинамики.

Приведите примеры тепловых двигателей.

## Практическая работа № 6

### Тепловые двигатели и охрана окружающей среды

**Цель:** рассмотреть принцип действия и устройство тепловых двигателей, виды двигателей и их влияние на окружающую среду.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 7; интернет.

#### Виды самостоятельной работы:

Работа с дополнительной литературой, с интернет-источниками, создание презентации, написание сообщения.

#### Задание

Подготовить сообщение на 5 – 7 минут (не менее 10 печатных страниц с таблицами, рисунками или фотографиями) и презентацию, которая будет сопровождать сообщение.

#### Темы:

- ✓ Второй закон термодинамики
- ✓ Устройство и принцип действия теплового двигателя
- ✓ Цикл Карно
- ✓ Холодильные машины
- ✓ Дизельные двигатели
- ✓ Карбюраторные двигатели
- ✓ Реактивные двигатели
- ✓ 2х-тактные двигатели
- ✓ Тепловые двигатели и охрана окружающей среды

Литература и интернет-источники:

1. Касьянов А.В. Физика 10 кл.
2. Дмитриева В.Ф. Физика
3. Образовательный ресурс по энергетике [http://energyed.ru/lit\\_term\\_3\\_dvs.html](http://energyed.ru/lit_term_3_dvs.html)
4. Глоссарий. Ru — [http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl\\_sch2.cgi?RS1vrui:l!kiojgylo](http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RS1vrui:l!kiojgylo)
5. Интерактивная физика  
<http://www.askskb.net/content2/chapter2/section/paragraph4/theory.html>
6. Сайт физики, портал по физике, история развития физики  
<http://www.beeaiif.com/teplovye-dvigateli-tsikl-karno.html>
7. Др.

## Практическая работа № 7

### Применение закона Кулона при решении задач

**Цель:** научиться применять закон Кулона при решении задач.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:**

методические рекомендации к практической работе № 8.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

#### Краткая теория

Электрические заряды взаимодействуют между собой так, что разноимённо заряженные тела притягиваются друг к другу, одноимённо заряженные тела отталкиваются. Каждый заряд создаёт, в окружающем его пространстве, электрическое поле, так что взаимодействие заряженных тел происходит при посредстве электрического поля.

Электрическим полем называется материальная среда, в которой обнаруживается силовое действие на заряженные частицы или тела. Условно электрическое поле изображают в виде электрических силовых линий, направление которых совпадает с направлением сил, действующих в нём.

Среду принято характеризовать особой величиной, называемой диэлектрической проницаемостью.

$\epsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость – величина, показывающая во сколько раз в данной среде электрические заряды взаимодействуют между собой слабее, чем в вакууме, и часто называемая просто диэлектрической проницаемостью.

Диэлектрическая проницаемость веществ

Вещество	$\epsilon$	Вещество	$\epsilon$
<i>Газы и водяной пар</i>		<i>Жидкости</i>	
Азот	1,0058	Глицерин	43
Водород	1,00026	Кислород жидкий (при $t = -192,4^\circ\text{C}$ )	1,5
Воздух	1,00057	Масло трансформаторное	2,2
Вакуум	1,00000	Спирт	26
Водяной пар (при $t=100^\circ\text{C}$ )	1,006	Эфир	4,3
Гелий	1,00007	<i>Твердые тела</i>	
Кислород	1,00055	Алмаз	5,7
Углекислый газ	1,00099	Бумага парафинированная	2,2
<i>Жидкости</i>		Дерево сухое	2,2-3,7
Азот жидкий (при $t = -198,4^\circ\text{C}$ )	1,4	Лед (при $t = -10^\circ\text{C}$ )	70
Бензин	1,9-2,0	Парафин	1,9-2,2
Вода	81	Резина	3,0-6,0
Водород (при $t = -252,9^\circ\text{C}$ )	1,2	Слюда	5,7-7,2
Гелий жидкий (при $t = -269^\circ\text{C}$ )	1,05	Стекло	6,0-10,0
		Фарфор	4,4-6,8



	Янтарь	2,8
--	--------	-----

Примечание. Электрическая постоянная  $\epsilon_0$  (диэлектрическая проницаемость вакуума) равная:  $\epsilon_0 = 1/4\pi c^2 * 10^7 \text{ Ф/м} \approx 8,85 * 10^{-12} \text{ Ф/м}$

Сила взаимодействия двух точечных электрических зарядов определяется законом Кулона.

*Закон Кулона:* сила взаимодействия двух точечных электрических зарядов прямо пропорциональна произведению модулей этих зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и зависит от среды, в которой находятся заряды.

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$$

[Q]=1 Кл (Кулон)

Напряженность электростатического поля, создаваемого точечным зарядом  $q$  на расстоянии  $r$  от заряда, –

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$$

Напряженность электрического поля, создаваемого сферой, имеющей радиус  $R$  и несущей заряд  $q$ , на расстоянии  $r$  от центра сферы такова:

- ✓ внутри сферы ( $r < R$ )  $E=0$ ;
- ✓ на поверхности сферы ( $r=R$ );

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon R^2}$$

- ✓ вне сферы ( $r > R$ ).

Принцип суперпозиции (наложения) электростатических полей, согласно которому напряженность результирующего поля, созданного двумя (и более) точечными зарядами, равна векторной (геометрической) сумме напряженностей складываемых полей, выражается формулой

$$E = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

В случае двух электрических полей с напряженностями  $E_1$  и  $E_2$  абсолютное значение вектора напряженности составляет

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \cos \alpha}$$

где  $\alpha$ - угол между векторами.

Напряженность поля, создаваемого бесконечно длинной и равномерно заряженной нитью (или цилиндром) на расстоянии  $r$  от ее оси, –

$$E = \frac{2\tau}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r}$$

Потенциал электрического поля есть величина, равная отношению потенциальной энергии и точечного положительного заряда, помещенного в данную точку поля:

$$\phi = \frac{\Pi}{q}$$

Иначе говоря, потенциал электрического поля есть величина, равная отношению работы сил поля по перемещению точечного положительного заряда из данной точки поля в бесконечность к величине этого заряда:

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

Потенциал электрического поля в бесконечности условно принят равным нулю.

Потенциал электрического поля, создаваемый точечным зарядом  $q$  на расстоянии  $r$  от

заряда, — 
$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$$

Потенциал электрического поля, создаваемый металлической сферой, имеющей радиус  $R$  и несущей заряд  $q$ , на расстоянии  $r$  от центра сферы таков:

- ✓ внутри сферы ( $r < R$ );
- ✓ на поверхности сферы ( $r = R$ );

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}$$

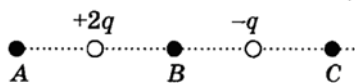
- ✓ вне сферы ( $r > R$ ).

Потенциалы в одной точке пространства складываются алгебраически.

### Задания для аудиторной работы

1. Между электрическими зарядами 2 нКл и 5 нКл, находящимися на расстоянии 0,5 м, помещена слюда ( $\epsilon=6$ ). Вычислить силу взаимодействия указанных зарядов.
2. Сила взаимодействия двух электрических зарядов находящихся на расстоянии 0,08 м в воздухе, равна 0,5 Н. Один из зарядов равен 3 мкКл. Определить величину другого электрического заряда.

На рисунке показано расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов  $+2q$  и  $-q$ . В какой из трех точек —  $A$ ,  $B$  или  $C$  — модуль вектора напряженности электрического поля этих зарядов максимален?



- 1) в точке  $A$
  - 2) в точке  $B$
  - 3) в точке  $C$
  - 4) во всех трех точках модуль напряженности имеет одинаковые значения
3. На какое расстояние по горизонтали переместится частица, имеющая массу 1 мг и заряд 0,02 нКл, за время 3 с в однородном горизонтальном электрическом поле напряжённостью 5000 В/м, если начальная скорость частицы равна нулю?
- 1) 0,09 м
  - 2) 0,45 м
  - 3) 0,75 м
  - 4) 1,5 м

В точке  $A$  потенциал электрического поля равен  $200\text{ В}$ , потенциал в точке  $B$  равен  $100\text{ В}$ . Какую работу совершают силы электрического поля при перемещении положительного заряда  $5\text{ мКл}$  из точки  $A$  в точку  $B$ ?

5. 1)  $0,5\text{ Дж}$     2)  $-0,5\text{ Дж}$     3)  $1,5\text{ Дж}$     4)  $-1,5\text{ Дж}$

### Самостоятельная работа (если она предусмотрена)

#### Вариант 1

1. Определить расстояние между зарядами  $1\text{ нКл}$  и  $5\text{ нКл}$ , если сила взаимодействия этих зарядов  $F=5\text{ Н}$  и между ними помещено стекло ( $\epsilon=10$ )
2. Сила взаимодействия двух зарядов по  $2\text{ нКл}$  на расстоянии  $R=0,06\text{ м}$  равна  $0,5\text{ Н}$ . Какой диэлектрик находится между этими зарядами? Каковы напряжённость и потенциал поля в точке посередине между этими зарядами?
3. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

#### Вариант 2

1. С какой силой взаимодействуют два заряда по  $1\text{ Кл}$  каждый, находящиеся в керосине, на расстоянии  $1\text{ км}$  друг от друга?
2. На каком расстоянии друг от друга заряды  $1\text{ мкКл}$  и  $10\text{ нКл}$  взаимодействуют с силой  $9\text{ мН}$ ? Каковы напряжённость и потенциал поля в точке посередине между этими зарядами?
3. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при уменьшении одного из них в 3 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

### Контрольные вопросы

Какое взаимодействие называется электромагнитным?

Что такое электрический заряд?

Чему равен заряд электрона? протона? нейтрона?

Сформулируйте закон Кулона.

## Практическая работа № 8

### Решение задач по теме «Конденсаторы»

**Цель:** научиться решать задачи, используя формулы емкости конденсатора, емкости плоского конденсатора, на смешанное соединение конденсаторов.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:**

методические рекомендации к практической работе № 9.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

#### Краткая теория

Система, состоящая из двух проводников, разделенных диэлектриком, называется конденсатором, а проводники — обкладками конденсатора. Если два таких проводника соединить с полюсами источника электрической энергии, то между ними (в разделяющем их диэлектрике) создается электрическое поле

Обкладки конденсатора, соединенные с полюсами источника энергии, имеют положительный и отрицательный заряды. Величины зарядов, равные между собой по абсолютной величине, пропорциональны напряжению  $U$  на обкладках конденсатора. Таким образом, если величину заряда на одной из обкладок обозначить буквой  $q$  то можно написать следующее равенство:

$$Q=CU.$$

В этом равенстве величина  $C$  является так называемой емкостью конденсатора.

Емкость конденсатора зависит от площади его обкладок, расстояния между ними и диэлектрической проницаемости среды, разделяющей обкладки. Емкость конденсатора тем больше, чем больше площадь его обкладок и диэлектрическая проницаемость среды, разделяющей их, а также, чем меньше расстояние между обкладками

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

В зависимости от типа диэлектрика, разделяющего обкладки, конденсаторы бывают бумажные, слюдяные, керамические, электролитические и воздушные.

Параллельное и последовательное соединение конденсаторов

Последовательное соединение	Параллельное соединение
$U = U_1 + U_2 + \dots + U_i$	$U = U_1 = U_2 = \dots = U_i$
$q = q_1 = q_2 = \dots = q_i$	$q = q_1 + q_2 + \dots + q_i$
$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_i}$	$C = C_1 + C_2 + \dots + C_i$

Энергия заряженного проводника выражается через заряд  $q$ , потенциал  $\phi$  и емкость  $C$  проводника следующим образом:

$$W = \frac{C\phi^2}{2} = \frac{q\phi}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

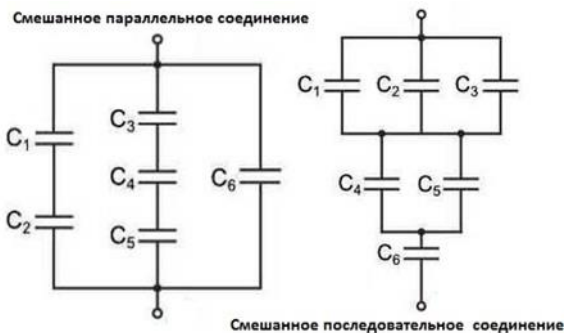
Энергия заряженного конденсатора –

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

где  $q$  – заряд конденсатора;  $C$  – емкость конденсатора;  $U$  – разность потенциалов на его пластинах.

### Задания для аудиторной работы

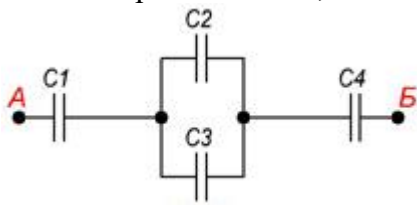
1. К двум последовательно соединённым конденсатором ёмкостью 400 пФ и 100 пФ параллельно подсоединили конденсатор 50 пФ. Какова общая ёмкость соединения  $C_{\text{об}}$ ?
2. Конденсатору емкостью 10 мкФ сообщили заряд 4 мкКл. Какова энергия заряженного конденсатора?



3.  $C_1=3\text{мкФ}$ ,  $C_2=0,3\text{мкФ}$ ,  $C_3=0,5\text{мкФ}$ ,  $C_4=200000\text{пФ}$ ,  $C_5=6\text{мкФ}$ ,  $C_6=3\text{мкФ}$ . Сообщ — ?  
**Самостоятельная работа (если она предусмотрена рабочей программой)**

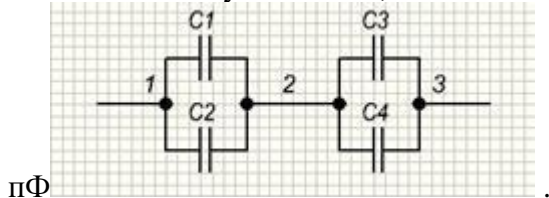
### Вариант 1

1. Вычислить ёмкость конденсатора, который зарядили от источника тока напряжением 500В. Заряд конденсатора 0,005Кл.
2. Найти ёмкость плоского конденсатора, состоящего из двух круглых пластин диаметром 20 см, разделенных парафиновой прослойкой ( $\epsilon = 2,1$ ) толщиной 1 мм.
3. Определить ёмкость конденсатора  $C_1$ , если при последовательном соединении двух конденсаторов их общая ёмкость равна 100пФ, а ёмкость  $C_2=500\text{пФ}$ .
4. Определить  $C_{AB}$ , если  $C_1 = 2 \text{ пФ}$ ,  $C_2 = 2 \text{ пФ}$ ,  $C_3 = 5 \text{ пФ}$ ,  $C_4 = 3 \text{ пФ}$



### Вариант 2

1. Какова ёмкость конденсатора, если при его зарядке до напряжения 1,4 кВ он получает заряд 28 нКл?
2. Площадь каждой пластины плоского конденсатора равна 520 см<sup>2</sup>. На каком расстоянии друг от друга надо расположить пластины в воздухе, чтобы ёмкость конденсатора была равна 46 пФ?
3. Два конденсатора соединены параллельно. Ёмкость электролитического конденсатора 50 мкФ, а их общая ёмкость 50,005мкФ. Вычислить ёмкость второго конденсатора (в пФ).
4. Вычислить общую ёмкость, если  $C_1 = 2 \text{ пФ}$ ,  $C_2 = 2 \text{ пФ}$ ,  $C_3 = 5 \text{ пФ}$ ,  $C_4 = 3$



### Контрольные вопросы

Что называется электроемкостью конденсатора?

От каких параметров зависит ёмкость конденсатора?

Как найти общую ёмкость пяти конденсаторов, соединенных последовательно?

Какая величина остается постоянной при параллельном соединении конденсаторов?

Для чего нужны конденсаторы?

## Практическая работа № 9

### Применение законов Ома при решении задач

**Цель:** научиться применять законы Ома при решении задач.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 10; карандаш; линейка.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

#### Краткая теория

*Электрическим током называют упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц.*

Электрический ток имеет определённое направление. За направлением тока принимают направление движения положительно заряженных частиц. Если ток образован движением отрицательно заряженных частиц, то направление тока считают противоположным направлению движения частиц. О наличии электрического тока приходится судить по тем действиям или явлениям, которые его сопровождают:

- нагревание проводника;
- изменение химического состава проводника;
- магнитное действие.

Заряд, перенесённый в единицу времени, служит основной количественной характеристикой тока, называемой силой тока.

Сила тока равна отношению заряда  $\Delta Q$ , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени  $\Delta t$ , к этому интервалу времени. Если сила тока со временем не меняется, то ток называется постоянным.

Силу тока выражают в амперах  $[I]=1\text{ A}$  и измеряют амперметрами.

Для возникновения и существования постоянного тока необходимо:

- наличие свободных заряженных частиц;
- сила, действующая на них в определённом направлении.

Для того чтобы ток был постоянным, надо поддерживать постоянное напряжение. Для этого необходимо устройство (источник тока), которое перемещало бы заряды от одного шарика к другому в направлении, противоположном направлению сил, действующих на эти заряды со стороны электрического поля. В таком устройстве на заряды, кроме электрических сил, должны действовать силы неэлектростатического происхождения. Одно лишь электрическое поле заряженных частиц (кулоновское поле) не способно поддерживать постоянный ток в цепи.

Любые силы, действующие на электрически заряженные частицы, за исключением сил электростатического происхождения (т.е. кулоновских), называют сторонними силами.

Действие сторонних сил характеризуется важной физической величиной, называемой электродвижущей силой (сокращённо ЭДС).

Электродвижущая сила в замкнутом контуре представляет собой отношение работы сторонних сил при перемещении заряда вдоль контура к заряду:

$$\mathcal{E} = \frac{A_{cm}}{q}$$

Электродвижущую силу выражают в вольтах.

Направленному движению электрических зарядов в любом проводнике препятствуют его молекулы и атомы. Поэтому как внешняя цепь, так и его источник энергии оказывает препятствие происхождению тока. Величина, характеризующая противодействие электрической цепи прохождению электрического тока, называется электрическим сопротивлением.

Устройства, включаемые в электрическую цепь, и обладающую сопротивлением называют резисторами.

Единицей измерения сопротивления называется Ом.

$$[R] = 1 \text{ Ом}$$

Сопротивление проводников электрическому току зависит от материала, из которого они изготовлены, а также от длины и площади поперечного сечения проводника

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

$\rho$  – удельное сопротивление – это сопротивление проводника длиной 1 метр, и площадью поперечного сечения в 1 мм<sup>2</sup>.

Сопротивление проводника зависит от температуры, причём сопротивление металлических проводников с повышением температуры увеличивается. Для каждого металла существует определённый, так называемый температурный коэффициент сопротивления  $\alpha$ , который выражает прирост сопротивления проводника при изменении температуры на 1 °С, отнесенный к 1 Ом начального сопротивления.

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(T_2 - T_1)],$$

где  $R_1$  сопротивление проводника при температуре  $T_1$ ;  $R_2$  – сопротивление того же проводника при температуре  $T_2$ .

*Закон Ома:* ток в замкнутой цепи прямо пропорционален электродвижущей силе и обратно пропорционален сопротивлению всей цепи.

Ток в цепи возникает под действием ЭДС; чем больше ЭДС источника энергии, тем больше ток замкнутой цепи. Сопротивление цепи препятствует прохождению тока, следовательно, чем больше сопротивление цепи, тем меньше ток.



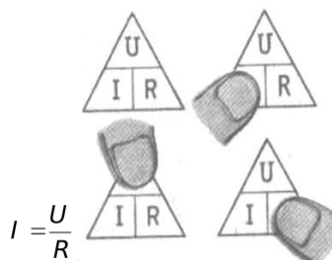
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

где  $R$  – сопротивление внешней части цепи;

$r$  – внутреннее сопротивление источника тока.

Закон Ома справедлив не только для всей цепи, но и для любого его участка.

*Закон Ома для участка цепи:* ток на участке цепи равен напряжению на зажимах этого участка, делённому на его сопротивление



### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗНЫХ СРЕДАХ

Металлы	Полупроводники	Вакуум	Газ	Жидкость
<b>1. Носители</b>				
Электроны	Электроны и дырки	Электроны	Ионы и электроны	Ионы
<b>2. Способ образования носителей</b>				
Обобществление валентных электронов	Разрыв ковалентных связей, внесение примеси	Термоэлектронная эмиссия	Ионизация и ударная ионизация	Электролитическая диссоциация
<b>3. Вольт-амперная характеристика</b>				
<b>4. Зависимость от температуры</b>				
<b>5. Особенности протекания тока в среде</b>				
Сверхпроводимость	Разнообразие приборов	Скорость движения электронов велика	Самостоятельный и несамостоятельный разряды, плазма	Перенос вещества
<b>6. Применение в науке и технике</b>				
Провода, проводники, нагревательные элементы	Диоды, транзисторы, микросхемы	Электронно-лучевая трубка, кинескоп	Коронный, искровой, дуговой и тлеющий разряды	Получение алюминия, гальваностегия, рафинирование меди

### Задания для аудиторной работы

- В электрическую цепь включён источник электрической энергии, электродвижущая сила которого  $E = 60$  В. Сопротивление внешнего участка цепи  $R = 26$  Ом, а внутреннего участка  $r = 4$  Ом. Определить ток, протекающий в цепи.
- Сопротивление бухты алюминиевой проволоки () оказалось равным  $8,8$  Ом. Вычислить длину проволоки, если её сечение  $7 \text{ мм}^2$ .

3. Вычислить сопротивление медного провода при температуре  $t_2=35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если сопротивление при температуре  $t_1=5\text{ }^{\circ}\text{C}$  равно  $72\text{ }\Omega$ . Температурный коэффициент сопротивления меди  $\alpha=0,004$ .

### **Самостоятельная работа (если она предусмотрена рабочей программой)**

#### **Вариант 1**

1. Какое сечение имеет медная проволока () длиной  $7,5\text{ м}$ , если её сопротивление  $0,0656\text{ }\Omega$ ?
2. Найти силу тока в стальном проводнике () длиной  $10\text{ м}$  и сечением  $2\text{ мм}^2$ , на который подано напряжение  $12\text{ мВ}$ ?
3. Батарея, ЭДС которой  $48\text{ В}$  и внутреннее сопротивление  $3\text{ }\Omega$ , создаёт в цепи ток, равный  $25\text{ мА}$ . Определить сопротивление внешнего участка этой цепи.

#### **Вариант 2**

1. В электрическую цепь включено сопротивление  $980\text{ }\Omega$ , через которое протекает ток силой  $0,05\text{ А}$ . вычислить ЭДС источника тока, если его внутреннее сопротивление  $20\text{ }\Omega$
2. Можно ли включить в сеть с напряжением  $220\text{ В}$  потенциометр, на котором написано  $30\text{ }\Omega$ ,  $5\text{ А}$ ?
3. Для катушки сопротивления  $R=200\text{ }\Omega$  использован никелиновый провод () сечением  $0,2\text{ мм}^2$ . Сколько метров проволоки израсходовано?

### **Контрольные вопросы**

От каких параметров зависит сопротивление проводника?

Сформулируйте закон Ома для участка цепи и для полной цепи.

## **Практическая работа № 10**

### **Параллельное и последовательное соединение проводников**

**Цель:** научиться применять законы параллельного и последовательного соединения проводников.

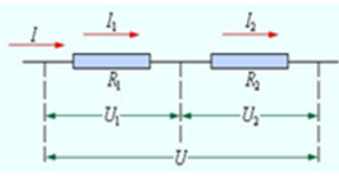
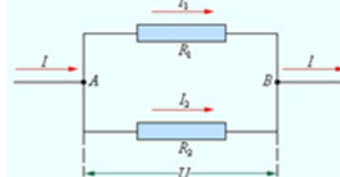
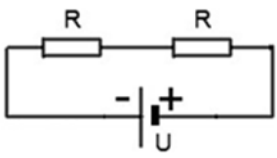
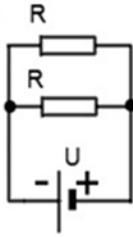
**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:**

методические рекомендации к практической работе № 11.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

Краткая теория

Последовательное соединение	Параллельное соединение
	
	
$U = U_1 + U_2 + \dots + U_i$	$U = U_1 = U_2 = \dots = U_i$
$I = I_1 = I_2 = \dots = I_i$	$I = I_1 + I_2 + \dots + I_i$
$R = R_1 + R_2 + \dots + R_i$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_i}$

В случае смешанного соединения резисторов в электрической цепи, содержащей более одного источника тока, при решении задач удобно пользоваться правилами Кирхгофа:

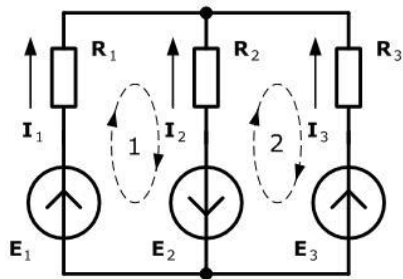
1 правило: сумма сил токов в узле равна нулю. Входящие берутся со знаком «-», а выходящие – со знаком «+».

2 правило: сумма падений напряжения в замкнутом контуре равна сумме ЭДС источников этого контура. Направление обхода контура берется произвольно. Падение напряжения на резисторе  $R_1$  берётся со знаком «+», если направление силы тока совпадает с направлением обхода контура, и со знаком «-», если направлена против обхода контура. ЭДС берётся со знаком «+», если направление обхода контура приводит на отрицательно заряженный полюс, и с противоположным знаком, если на «+».

### Задания для аудиторной работы

1. Три сопротивления соединены параллельно, общие их сопротивление 6 Ом,  $R_1=24$  Ом,  $R_2=40$  Ом. Определить величину третьего сопротивления.
2. Вычислить сопротивление цепи, состоящей из трёх сопротивлений:  $R_1=540$  Ом;  $R_2=270$  Ом и  $R_3=135$  Ом, если они соединены последовательно и параллельно.
- 3.

Определить значения токов во всех ветвях цепи методом уравнений Кирхгофа.



$$E_1=1 \text{ В}; E_2=3 \text{ В}; E_3=5 \text{ В}$$

$$R_1=2 \text{ Ом}; R_2=4 \text{ Ом}; R_3=2 \text{ Ом}$$

$$I_1, I_2, I_3 = ?$$

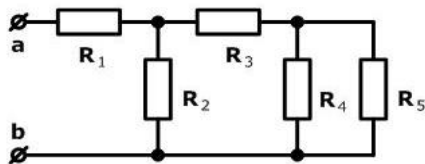
4.

### Самостоятельная работа

#### Вариант 1

1.

Найти эквивалентное сопротивление между зажимами **a** и **b** для следующей цепи:



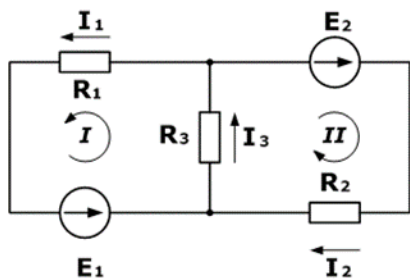
$$R_1=12 \text{ Ом}; R_2=10 \text{ Ом};$$

$$R_3=30 \text{ Ом}; R_4=60 \text{ Ом};$$

$$R_5=12 \text{ Ом}.$$

$$R_{ab}=?$$

2. Пользуясь правилами Кирхгофа, определить силы токов в ветвях. Сопротивление первого резистора 100 Ом, второго и третьего – по 150 Ом; ЭДС первого источника равна 75 В, а второго – 100 В.



**Дано**

$$R_1= 100 \text{ Ом}$$

$$R_2= 150 \text{ Ом}$$

$$R_3= 150 \text{ Ом}$$

$$E_1= 75 \text{ В}$$

$$E_2= 100 \text{ В}$$

$$I_1, I_2, I_3 - ?$$

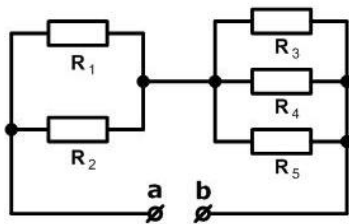
3. Какова сила тока в лампочке велосипедного фонаря, если при напряжении 4 В в ней за 1 с расходуется 0,8 Дж электроэнергии?

4. Какова мощность тока в каждом из резисторов? Сопротивление каждого резистора 10 Ом, к цепи приложено напряжение 30 В.

5. Проволочное сопротивление в 24 Ом находилось 10 ч под напряжением 12 В. Сколько электроэнергии было израсходовано на его нагревание? Ответ дайте в киловатт-часах и Джоулях.

#### Вариант 2

Найти эквивалентное сопротивление для следующей цепи между зажимами **a** и **b**



$$R_1=30 \text{ Ом}; \quad R_2=60 \text{ Ом};$$

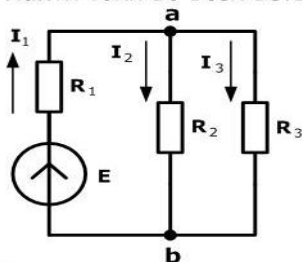
$$R_3=20 \text{ Ом}; \quad R_4=30 \text{ Ом};$$

$$R_5=60 \text{ Ом}$$

$$R_{ab} = ?$$

- 1.
- 2.

Найти токи во всех ветвях цепи



$$E=120 \text{ В};$$

$$R_1=36 \text{ Ом}; \quad R_2=60 \text{ Ом};$$

$$R_3=40 \text{ Ом}$$

$$I_1, I_2, I_3 = ?$$

3. Вычислить мощность электрической лампочки, через нить которой проходит ток силой 0,314 А, если напряжение на её зажимах  $U=127 \text{ В}$ .
4. Определить силу тока, которая необходима для сварки проводов, если сопротивление свариваемых участков 0,005 Ом, сварка длится 1,2 с и при этом выделяется 600 Дж тепла?
5. Какова мощность тока в каждом из резисторов? Сопротивление каждого резистора 10 Ом, к цепи приложено напряжение 30 В.

### Контрольные вопросы

Почему лампочки в елочной гирлянде соединяют последовательно?

Почему лампы в квартире соединяют параллельно?

### Практическая работа № 11 Закон Ампера и сила Лоренца

**Цель:** научиться применять закон Ампера и формулу силы Лоренца при решении задач.

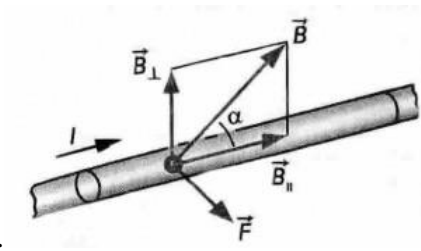
**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 12.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

### Краткая теория

Закон Ампера устанавливает, что на проводник с током, помещенный в однородное магнитное поле, индукция которого  $B$ , действует сила, пропорциональная силе тока и индукции магнитного поля:

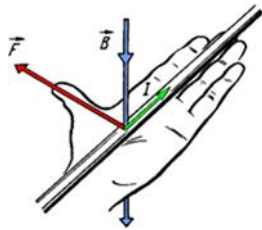


Сила Ампера направлена перпендикулярно плоскости, в которой лежат векторы  $I$  и  $B$ . Силу, действующую на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля, называют силой Лоренца.

$$F = qBv \sin \alpha,$$

где  $q$  – модуль заряда,  $v$  – скорость движения заряженной частицы,  $\alpha$  – угол между вектором скоростью и вектором магнитной индукции.

Для определения направления силы, действующей на проводник с током, помещенный в магнитное поле, применяется правило левой руки. По этому же правилу определяется направление силы Лоренца для положительно заряженных частиц.



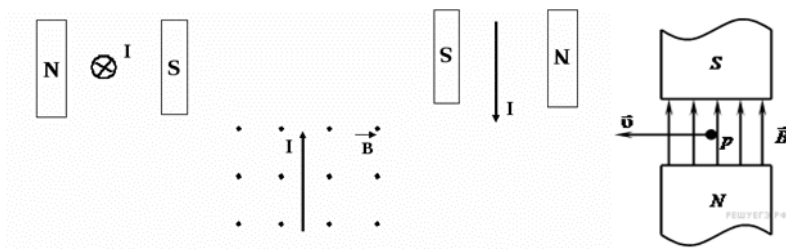
### Задания для аудиторной работы

1. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. Проводник расположен перпендикулярно индукции магнитного поля.
2. Под каким углом к линиям индукции однородного магнитного поля должен быть расположен проводник длиной 0,4 м, чтобы поле индукцией 0,8 Тл действовало на проводник силой 1,6 Н, если по нему проходит ток 5 А?
3. Какая сила действует на электрон, движущийся со скоростью 20 Мм/с в магнитном поле индукцией 0,4 Тл под углом  $45^\circ$ ?

### Самостоятельная работа (если она предусмотрена)

#### Вариант 1

1. Куда будет направлена сила, действующая на проводник с током, находящийся в магнитном поле? Куда будет направлена сила, действующая на протон  $p$ , движущийся в магнитном поле?



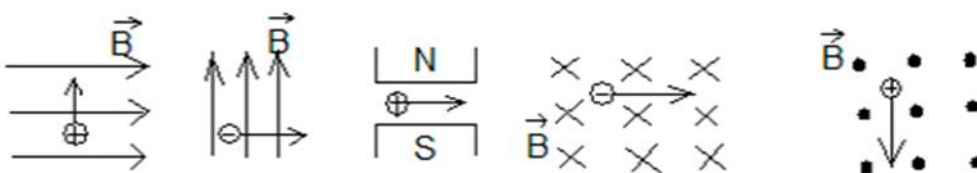
2. Прямолинейный проводник длиной  $\Delta l = 0,1$  м, по которому течет ток  $I = 3$  А, находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 4$  Тл и расположен под углом  $60^\circ$  к вектору  $B$ . Чему равна сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля?

3. В однородное магнитное поле индукцией 10 мТл перпендикулярно линиям индукции влетает электрон с кинетической энергией 48· Дж. Каков радиус кривизны траектории движения электрона в поле?

4. Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 10 Мм/с в магнитном поле индукцией 0,2 Тл под углом  $30^\circ$ ?

### Вариант 2

1. Куда будет направлена сила, действующая на заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле?



2. Какая сила действует на провод длиной 10 см в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 2,6 Тл, если ток в проводе 12 А, а угол между направлением тока и линиями магнитной индукции  $30^\circ$ ?

3. В направлении, перпендикулярном линиям индукции, влетает в магнитное поле электрон со скоростью 10 Мм/с. Найти индукцию поля, если электрон описал в поле окружность радиусом 1 см.

4. Какая сила действует на электрон, движущийся со скоростью 5 Мм/с в магнитном поле индукцией 4 Тл под углом  $45^\circ$ ?

### Контрольные вопросы

Сформулируйте закон Ампера.

Как определить направление силы Ампера? Силы Лоренца?

Запишите формулу силы Лоренца.

### Практическая работа № 12

Решение задач по теме «Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция»

**Цель:** научиться применять закон электромагнитной индукции, формулу магнитного потока при решении задач.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:**

методические рекомендации к практической работе № 12.

Виды самостоятельной работы:

Решение тренировочных заданий.

### **Краткая теория**

Электромагнитная индукция – это явление образования электродвижущей силы в проводнике, который помещен в изменяющееся магнитное поле. Кроме того, электромагнитная индукция может возникать при движении проводника относительно постоянного магнитного поля.

Закон Фарадея электромагнитной индукции выражается следующей формулой:

где  $\varepsilon$  - это электродвижущая сила, действующая вдоль произвольно выбранного контура;  
 $\Delta\Phi$  — магнитный поток, проходящий через поверхность, ограниченную этим контуром.

Согласно правилу Ленца в формуле стоит знак «-» (минус). Правило Ленца гласит: индукционный ток, возникающий в замкнутом проводящем контуре, имеет такое направление, что создаваемое им магнитное поле противодействует тому изменению магнитного потока, которым был вызван данный ток.

Закон Фарадея для катушки, помещенной в переменное магнитное поле, выглядит немного иначе:

$$\varepsilon = \left| -\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t} \right|,$$

где  $\varepsilon$  — электродвижущая сила;

$N$  — число витков;

$\Delta\Phi$  — магнитный поток через один виток.

### **Задания для аудиторной работы**

1. При равномерном изменении в течение 0,1 с силы тока в катушке от 0 до 10 А в ней возникла ЭДС самоиндукции 60 В. Определить индуктивность катушки.
2. Катушка перемещается в магнитном поле, индукция которого 2 Тл, со скоростью 0,6 м/с. ЭДС индукции равна 24 В. Найти активную длину проводника в обмотке катушки, если витки катушки перемещаются перпендикулярно линиям индукции.



3. Определить энергию магнитного поля катушки, если ее индуктивность  $0,2$  Гн и сила тока в ней  $12$  А.

### **Самостоятельная работа (если она предусмотрена рабочей программой)**

#### **Вариант 1**

1. С помощью правила Ленца определить направление индукционного тока в катушке, при внесении магнита южным полюсом. Сделать рисунок.
2. Какова индуктивность витка проволоки, если при токе  $6$  А создается магнитный поток  $12$  мВб. Зависит ли индуктивность витка от силы тока?
3. Сила тока в катушке равна  $10$  А. При какой индуктивности катушки энергия ее магнитного поля будет равна  $6$  Дж?
4. Круговой проволочный виток площадью  $20$  см находится в однородном магнитном поле, индукция которого равномерно изменяется на  $0,1$  Тл за  $0,4$  с. Плоскость витка перпендикулярна линиям индукции. Чему равна ЭДС, возникающая в витке?
5. Катушка перемещается в магнитном поле, индукция которого  $20$  Тл. Скорость перемещения катушки  $2$  м/с. Определить длину её проволоки, если в ней индуцируется ЭДС, равная  $24$  В.
6. За  $5$  мс магнитный поток, пронизывающий контур, убывает с  $9$  до  $4$  мВб. Найти ЭДС индукции в контуре.
7. Найти индуктивность проводника, в котором при равномерном изменении силы тока на  $2$  А в течение  $0,25$  с возбуждается ЭДС самоиндукции  $20$  мВ.

#### **Вариант 2**

1. С помощью правила Ленца определить направление индукционного тока в катушке, при удалении магнита южным полюсом из нее. Сделать рисунок.
2. Определить магнитный поток, пронизывающий плоскую прямоугольную площадку со сторонами  $25$  и  $60$  см, если магнитная индукция во всех точках площадки равна  $1,5$  Тл, а вектор магнитной индукции образует с нормалью к этой площадке угол  $45$ .
3. Индуктивность катушки  $0,1$  мГн. При какой силе тока энергия магнитного поля равна  $10$  Дж?
4. Перпендикулярно линиям индукции перемещается проводник длиной  $1,8$  м, со скоростью  $6$  м/с. ЭДС индукции в проводнике равна  $1,44$  В. Найти магнитную индукцию поля.
5. Круговой проволочный виток находится в однородном магнитном поле, индукция которого равномерно изменяется на  $0,2$  Тл за  $0,2$  с. В витке возникает ЭДС индукции  $0,02$  В. Чему равна площадь витка?
6. Найти скорость изменения магнитного потока в соленоиде из  $2000$  витков при возбуждении в нем ЭДС индукции  $120$  В.
7. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита индуктивностью  $0,4$  Гн при равномерном изменении силы тока в ней на  $5$  А за  $0,02$  с?

## Контрольные вопросы

В чем суть явления электромагнитной индукции?

Сформулируйте закон электромагнитной индукции.

Сформулируйте правило Ленца.

Что называется самоиндукцией?

По какой формуле определяется энергия магнитного поля?

## Практическая работа № 13 Цепи переменного тока

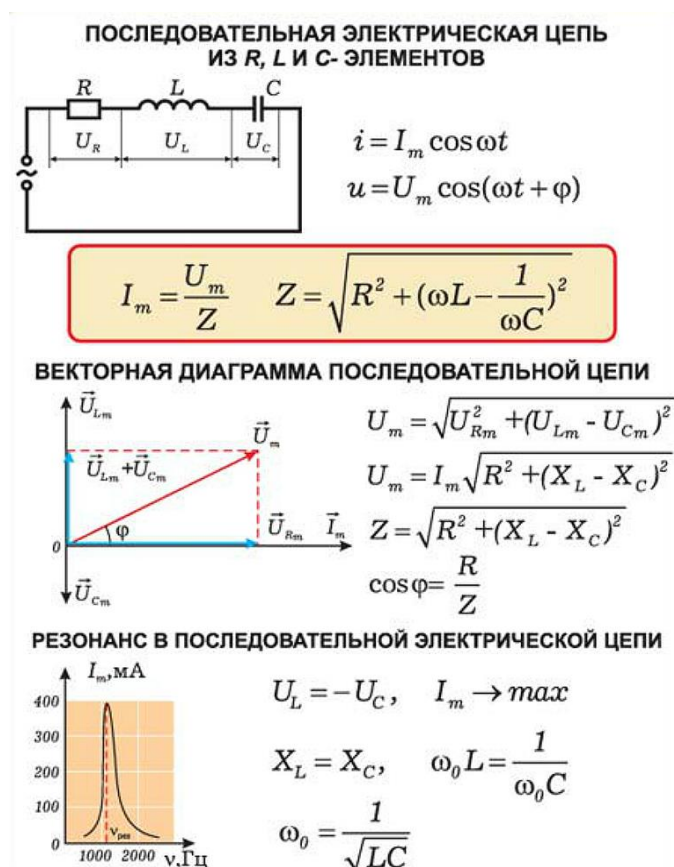
**Цель:** научиться применять формулы индуктивного, емкостного сопротивления, полного сопротивления цепи, содержащей резистор, катушку и конденсатор.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 14.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

### Краткая теория



В рамочке записан закон Ома для цепи переменного тока, где  $Z$  - полное сопротивление цепи (импеданс).

## Задания для аудиторной работы

1. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 1 мкФ и катушки индуктивностью 4 Гн. Амплитуда колебаний заряда на конденсаторе 100 мкКл. Написать уравнения  $q=q(t)$ ,  $i=i(t)$ ,  $u=u(t)$ . Найти амплитуду колебаний силы тока и напряжения.
2. Конденсатор ёмкостью 10 мкФ соединён последовательно с дросселем, обладающим индуктивностью 100 мГн. Определить полное сопротивление цепи при частоте протекающего тока 50 Гц, если активное сопротивление катушки 100 Ом.
3. Трансформатор потребляет ток силой 220А из сети напряжением 6000В. Каков коэффициент мощности, если активная мощность  $P$ , потребляемая трансформатором, 1000кВт?

## Самостоятельная работа (если она предусмотрена рабочей программой)

### Вариант 1

1. Какова частота переменного тока, протекающего по виткам ферритовой бусины, обладающей индуктивностью 0,15 Гн, если её индуктивное сопротивление 942 Ом. Активным сопротивлением пренебречь.
2. Через конденсатор ёмкостью 104 мкФ проходит переменный ток частотой 500 Гц. Определите ёмкостное сопротивление.
3. Конденсатор включен в цепь переменного тока стандартной частоты. Напряжение в цепи 220 В. Сила тока в цепи этого конденсатора 2,5 А. Какова емкость конденсатора?
4. В электрическую цепь с активным сопротивлением 50 Ом, индуктивностью 3,98 мГн и ёмкостью 159,2 пФ включён генератор. Напряжение генератора 25 В, а частота тока 200 кГц. Определить индуктивное и ёмкостное сопротивления; силу тока в цепи; индуктивное и ёмкостное падения напряжения. Построить векторную диаграмму.
5. В цепь переменного тока с частотой 400 Гц включена катушка индуктивностью 0,1 Гн. Конденсатор какой емкости надо включить в цепь, чтобы осуществился резонанс?

### Вариант 2

1. Определить индуктивность катушки с очень малым активным сопротивлением, если её индуктивное сопротивление 125,6 Ом, а частота переменного тока 10000 Гц.
2. Определить ёмкость конденсатора, если через него проходит ток частотой 50 Гц. Ёмкостное сопротивление 1952 Ом.
3. Катушка с ничтожно малым активным сопротивлением включена в цепь переменного тока с частотой 50 Гц. При напряжении 125 В сила тока равна 2,5 А. Какова индуктивность катушки?
4. Дроссель, активное сопротивление которого 12 Ом, а индуктивность 0,1 Гн, включён под напряжение 100 В при частоте тока 50 Гц. Определить индуктивное сопротивление, полное сопротивление цепи, силу тока в цепи.
5. В цепь включены конденсатор емкостью 2 мкФ и катушка индуктивностью 0,005 Гн. При какой частоте тока в цепи будет резонанс?

## Контрольные вопросы

1. Какой ток называется переменным?
2. Какое явление называется электрическим резонансом?
3. Чему равна мощность в цепи переменного тока?
4. Запишите закон Ома для цепи переменного тока, содержащей катушку индуктивности.
5. Запишите закон Ома для цепи переменного тока, содержащей конденсатор.
6. Запишите формулу полного сопротивления цепи, содержащей резистор, катушку и конденсатор.

## Практическая работа № 13 Производство, передача и потребление электроэнергии.

### Проблемы электросбережения.

**Цель:** рассмотреть принцип действия и устройство различных электростанций, виды электростанций и их влияние на окружающую среду, изучить проблемы утилизации энергосберегающих ламп.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 15; интернет.

**Виды самостоятельной работы:** работа с дополнительной литературой, с интернет-источниками, создание презентации, написание сообщения.

**Задание:** подготовить сообщение на 5 – 7 минут (3 печатные страницы) и презентацию, которая будет его сопровождать.

### Темы:

- I. Генераторы переменного тока
- II. Тепловые электростанции
- III. Гидроэлектростанции
- IV. Атомные электростанции
- V. Альтернативные источники энергии
- VI. Энергосберегающие лампы
- VII. Проблемы утилизации энергосберегающих ламп

Литература и интернет-источники:

Образовательный ресурс по энергетике — [http://energyed.ru/lit\\_term\\_3\\_dvs.html](http://energyed.ru/lit_term_3_dvs.html)

Строительная энциклопедия — <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-181-enciklopedia-tehniki/238.htm>

Дом энергии — <http://dom-en.ru/gydro/>

Тепловые электростанции — <http://elemo.ru/>

Атомная электростанция — <http://dic.academic.ru/>

Атомные электростанции — <http://www.physbook.ru/>

Лампы накаливания против энергосберегающей лампы — <http://www.lampy.ru/>

## Практическая работа № 14

### Решение задач по теме «Электромагнитные волны»

**Цель:** научиться применять формулы Томсона и длины волны при решении задач.

**Место проведения:** учебная аудитория.

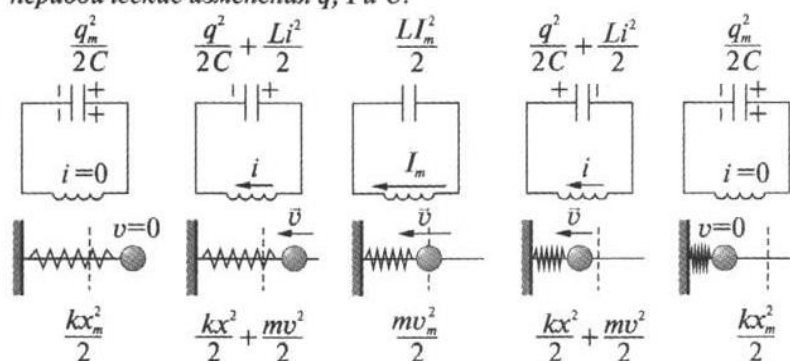
**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 16;

линейка и карандаш; калькулятор.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

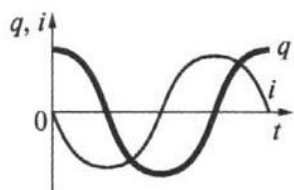
### Краткая теория

Электромагнитные колебания – периодические или почти периодические изменения  $q$ ,  $I$  и  $U$ .



Аналогия

Механическая величина	Электрическая величина
$x$ – координата	$q$ – заряд
$v$ – скорость	$I$ – сила тока
$m$ – масса	$L$ – индуктивность
$k$ – жесткость пружины	$1/C$ – величина, обратная емкости
$\frac{kx^2}{2}$ – потенциальная энергия	$\frac{q^2}{2C}$ – энергия электрического поля
$\frac{mv^2}{2}$ – кинетическая энергия	$\frac{Li^2}{2}$ – энергия магнитного поля



$$q = q_m \cos \omega_0 t$$

$$i = I_m \cos (\omega_0 t + \pi/2)$$

э/м колебания гармонические

формула Томсона

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $L$  (единица измерения Гн Генри) и конденсатора емкостью  $C$  (единица измерения Ф Фарад). Период электромагнитных колебаний определяется по формуле Томсона.

Скорость электромагнитных волн равна  $3 \cdot 10^8$  м. Длину электромагнитных волн можно определить по формуле:

$$\lambda = v \cdot T = \frac{c}{\nu}.$$

### **Задания для аудиторной работы**

1. Катушку, какой индуктивности надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости конденсатора 50 пФ получить частоту колебаний 10 МГц?
2. Определите длину волны передающей радиостанции, работающей на частоте 3 МГц.

### **Самостоятельная работа (если она предусмотрена рабочей программой)**

#### **Вариант 1**

1. Радиостанция ведёт передачу на частоте 75 МГц. Найти длину волны.
2. Определить длину электромагнитных волн в воздухе, излучаемых колебательным контуром электроемкостью 3 пФ и индуктивностью 0,012 Гн.
3. Определите частоту электромагнитных волн в воздухе, длина которых равна 2 см.

#### **Вариант 2**

1. Найти период и частоту свободных колебаний в контуре, в котором емкость конденсатора 50 мкФ, индуктивность катушки 50 Гн.
2. Колебательный контур излучает в воздухе электромагнитные волны длиной 300 м. Определить индуктивность колебательного контура, если его электроемкость равна 5 мкФ.
3. Определите частоту электромагнитных волн в воздухе, длина которых равна 6 см.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое электромагнитная волна?
2. Нарисуйте модель электромагнитной волны.
3. Перечислите свойства электромагнитной волны.
4. Где применяются электромагнитные волны?

## **Практическая работа № 15**

### **Применение законов отражения и преломления света**

#### **при решении задач**

**Цель:** научиться применять законы отражения и преломления света при решении задач.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 17;  
линейка и карандаш.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий.

### **Краткая теория**

Закон прямолинейного распространения света: в оптически однородной среде свет распространяется прямолинейно.

Закон отражения света: падающий и отраженный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости. Угол отражения  $\gamma$  равен углу падения  $\alpha$ .

Закон преломления света: падающий и преломленный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости. Отношение синуса угла падения  $\alpha$  к синусу угла преломления  $\beta$  есть величина, постоянная для двух данных сред:

$$\sin\alpha / \sin\beta = \text{const} = n .$$

Постоянную величину  $n$  называют относительным показателем преломления второй среды относительно первой. Показатель преломления среды относительно вакуума называют абсолютным показателем преломления. Это число показывает, во сколько раз в веществе уменьшается скорость света по сравнению с вакуумом.

Относительный показатель преломления двух сред равен отношению их абсолютных показателей преломления:

$$n = n_2/n_1.$$

Если естественный свет падает на отражающую поверхность диэлектрика, то отражённая волна оказывается плоскополяризованной (вектор напряжённости в ней перпендикулярен плоскости падения) и тангенс угла поляризации (угла Брюстера) равен  $\text{tg}\theta = n_2/n_1$ .

### **Задания для аудиторной работы**

1. Предельный угол полного отражения вещества  $45^\circ$ . Найти показатель преломления вещества.
2. Солнечный свет падает на поверхность воды в сосуде. Каков угол преломления, если угол падения  $25^\circ$ ?
3. Скорость распространения света в алмазе  $124000$  км/с. Вычислить показатель преломления алмаза.

### **Самостоятельная работа (если она предусмотрена рабочей программой)**

#### **Вариант 1**

1.  $\alpha=60^\circ$  и  $\gamma=30^\circ$ . Определить показатель преломления вещества  $n$ .

2. Чему равен угол падения, если он вместе с углом отражения составляет  $70^\circ$ ?
3. Найти скорость света в стекле, имеющем показатель преломления 1,5.
4. Определить угол полной поляризации при переходе луча света из воздуха в алмаз. Показатель преломления алмаза 2,42.
5. Луч света падает из воздуха под углом к плоской границе раздела воздух-жидкость. Отражённый и преломлённый лучи перпендикулярны друг другу. Определите показатель преломления жидкости.

### **Вариант 2**

1.  $\alpha=45^\circ$  и  $\gamma=30^\circ$ . Определить показатель преломления вещества  $n$ .
2. Под каким углом должен падать луч на плоское зеркало, чтобы угол между отражённым и падающим лучами был равен  $86^\circ$ ?
3. Луч переходит из воды в стекло. Угол падения равен  $35^\circ$ . Найти угол преломления, если абсолютные показатели преломления стекла и воды соответственно равны 1,6 и 1,33.
4. Найти скорость света в воде, имеющей показатель преломления 1,33.
5. Найти показатель преломления рубина, если предельный угол полного отражения для рубина равен  $34^\circ$ ?

### **Контрольные вопросы**

Сформулируйте законы отражения и преломления света.

Что показывает абсолютный показатель преломления?

Что показывает относительный показатель преломления?

## **Практическая работа № 16**

### **Применение законов фотоэффекта при решении задач**

**Цель:** научиться применять формулы красной границы фотоэффекта и уравнения Эйнштейна при решении задач, работать с текстом и отвечать на вопросы.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 18.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий, ответы на вопросы с использованием книги.

### **Краткая теория**

Фотоэлектрический эффект – вырывание электронов из атомов или молекул вещества под действием падающего света (излучения).

Если электроны, выбитые светом, вылетают за пределы вещества, фотоэффект называется внешним. Его наблюдают у металлов. Если же оторванные от своих атомов или молекул



электроны остаются внутри освещаемого вещества в качестве свободных, то фотоэффект называется внутренним. Он наблюдается у некоторых полупроводников и в меньшей степени у диэлектриков.

В вакуумной трубке помещают исследуемую пластину К, служащую катодом, и вспомогательный электрод А, служащий анодом. Электроды К и А подключены к источнику напряжения. Напряжение между электродами измеряют вольтметром, ток в цепи – миллиамперметром (микроамперметром).

Эйнштейн предположил, что явление фотоэффекта является подтверждением дискретности света. Он показал, что любое монохроматическое излучение представляет собой совокупность квантов, энергия которых пропорциональна частоте. Коэффициентом пропорциональности является постоянная Планка  $h=6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с.

Энергия кванта  $E_{\phi} = h\nu$ , падающего на вещество, расходуется на работу  $A_{\text{вых}}$  вырывания электрона из вещества и на сообщение электрону кинетической энергии. Электрон, находящийся внутри вещества, поглотив квант света, либо покидает вещество, либо остаётся внутри него. Это зависит от того, что больше: энергия поглощённого кванта света или работа выхода электрона.

$E_{\phi} = A_{\text{вых}} + E_{\text{к}}$  — уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.

### **Внутренний фотоэффект**

Селеновый фотоэлемент с внутренним фотоэффектом состоит из железной пластинки круглой формы, покрытой слоем селена, на который нанесён тонкий полупрозрачный слой золота. От железной пластинки и пластинки золота (на неё положено контактное кольцо) сделаны отводы к зажимам, с помощью которых фотоэлемент включают в электрическую цепь. В результате специальной обработки часть атомов золота проникает в селен, обладающий дырочной проводимостью, и образуется в нём слой с электронной проводимостью. На границе двух слоёв с различным видом проводимости создаётся электронно-дырочный переход. При освещении фотоэлемента, в селене образуются свободные носители заряда, которые под действием электрического поля электронно-дырочного перехода разделяются: электроны накапливаются в электронном полупроводнике, а дырки – в дырочном. В результате на зажимах фотоэлемента возникает электродвижущая сила. Если фотоэлемент подключить к фотоэлементу и осветить его, в цепи возникнет фототок. Сила фототока зависит от поверхностной плотности потока излучения.

### **Задания для аудиторной работы**

1. Найти красную границу фотоэффекта для калия, если работа выхода равна  $0,35 \cdot 10^{-19}$  Дж.
2. Какую максимальную кинетическую энергию имеют электроны, вырванные из оксида бария, при облучении светом с частотой 10 Гц? Работа выхода электронов оксида бария равна 1 эВ.

### **Самостоятельная работа (если она предусмотрена рабочей программой)**

#### **Вариант 1**

1. Найти красную границу фотоэффекта для платины, если работа выхода равна  $0,85 \cdot 10^{-18}$  Дж?
2. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектрона калия при его освещении лучами с длиной волны 400 нм, если работа выхода электронов у калия равна 2,26 эВ.
3. Какова максимальная скорость фотоэлектронов, вырванных с катода, если запирающее напряжение равно 1,5 В.

### **Вариант 2**

1. Какую максимальную кинетическую энергию имеют фотоэлектроны при облучении железа светом с длиной волны 200 нм? Красная граница фотоэффекта для железа 10 Гц.
2. Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для меди 282 нм. Найти работу выхода электронов из меди.
3. Какова максимальная скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при запирающем напряжении 0,8 В?

### **Контрольные вопросы**

Что такое внешний фотоэффект?

Что такое внутренний фотоэффект?

Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта.

## **Практическая работа № 17**

### **Ядерная энергетика. Радиоактивное излучение и его воздействие на живые организмы**

**Цель:** научиться определять состав атомных ядер, записывать ядерные реакции, записывать ядерные реакции, используя правила смещения, работать с текстом и отвечать на вопросы.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 19.

**Виды самостоятельной работы:** решение тренировочных заданий, работа с текстом.

### **Краткая теория**

Ионизирующее излучение является одним из видов электромагнитного излучения. Оно обладает энергией, достаточной для того, чтобы выбить один или более электронов из атомов и образовать положительно заряженные ионы, которые в свою очередь могут вступать в реакцию и разрушать ткани живых организмов.

Примерами ионизирующего излучения являются ультрафиолетовые излучения Солнца и аппаратов ультрафиолетового облучения, рентгеновское излучение, нейтронное излучение, возникающее в ходе реакций ядерного деления и ядерного синтеза, а также альфа-, бета- и гамма-излучение, испускаемое радиоактивными изотопами.

Известно, что в природе существуют химические элементы устойчивые и неустойчивые (уран, торий, радий и д.р.). Внутриверных сил для сохранения прочности ядра у последних недостаточно, и ядра атомов неустойчивого элемента превращаются в ядра атомов другого элемента. Такой процесс самопроизвольных превращений ядер атомов неустойчивых элементов называют радиоактивным распадом или радиоактивностью. Акт распада сопровождается испусканием излучений в виде гамма-лучей, альфа- и бета-частиц и нейтронов.

Радиоактивные излучения характеризуются различной проникающей ионизирующей (повреждающей) способностью.

Альфа-частицы обладают такой малой проникающей способностью, что задерживаются листом обыкновенной бумаги. Их пробег в воздухе равняется 2-9 см., в тканях животного организма – долями миллиметров. Эти частицы при наружном воздействии на живой организм не способны проникнуть через слой кожи. Вместе с тем ионизирующая способность этих частиц чрезвычайно велика и опасность их воздействия возрастает при попадании внутрь организма с водой, пищей, вдыхаемым воздухом, через открытую рану.

Бета – частицы обладают большей проникающей, но меньшей ионизирующей способностью, их пробег в воздухе до 15 метров, в ткани организма – 1-2 см.

Гамма – излучение распространяется со скоростью света, обладает наибольшей глубиной проникновения – его может ослабить только толстая свинцовая или бетонная стена.

Величина энергии излучения, поглощённая телом либо веществом, называется поглощённой дозой.

В качестве единицы измерения поглощённой дозы излучения в системе СИ принят грей (Гр).

Для оценки повреждающего действия различных видов ионизирующего излучения на биологические объекты применяют специальную единицу измерения – бэр (биологический эквивалент рентгена).

В системе СИ единицей этой эквивалентной дозы является зиверт (1 Зв = 100 бэр).

Для оценки радиационной обстановки на местности, в рабочем или жилом помещении, обусловленной воздействием рентгеновского или гамма-излучения, используют экспозиционную дозу облучения.

За единицу экспозиционной дозы в системе СИ принят кулон на килограмм (Кл/кг).

На практике она чаще всего измеряется в рентгенах (Р).

Экспозиционная доза в рентгенах достаточно надёжно характеризует потенциальную опасность воздействия ионизирующих излучений на тело человека. При прочих равных условиях доза ионизирующего излучения тем больше, чем больше время облучения, т.е. доза накапливается со временем. Доза, отнесённая к единице времени, называется мощностью дозы или уровнем радиации.

Так, если мы говорим, что уровень радиации на местности составляет 1 Р/ч, то это значит, что за 1 час нахождения на местности человек получит дозу, равную 1Р.

Рентген является весьма крупной единицей измерения, поэтому уровни радиации обычно выражаются в долях рентгена – тысячных (миллирентген в час – мР/ч) и миллионных (микрорентген в час – мкР/ч).

Возможные последствия для человека различных доз облучения за короткий промежуток времени.

Доза (миллирентген)	Последствия
50 — 200	Уменьшение белых кровяных клеток, тошнота, рвота; около 10 % погибают в течение нескольких месяцев при 200 мР
200 — 400	Потеря кровяных клеток, высокая температура, кровотечение, выпадение волос, тошнота, рвота, кожные нарывы; погибает до 20 %
500 — 1000	Тяжёлые расстройства желудочно – кишечного тракта, острая сердечно – сосудистая недостаточность, поражение центральной нервной системы. Гибель в течение нескольких недель.
10000	Смерть в течение нескольких часов

Воздействие ионизирующего излучения может повреждать клетки человеческого организма двумя способами. Один из них – генетические повреждения, которые изменяют гены и хромосомы. Они могут проявиться в виде генетических дефектов у потомков. Другой способ – соматические повреждения, которые наносят вред жертве в течение её жизни. Примерами служат ожоги, некоторые виды лейкемии, выкидыши, глазные катаракты, а также раковые заболевания костей, щитовидной железы, молочной железы и лёгких.

Для обнаружения ионизирующих излучений используются следующие приборы:

Радиометр – предназначен для определения количества радиоактивных веществ. Основными приборами радиационной разведки в системе ГО являются : ДП- 5В, предназначенный для измерения уровня радиации на местности, степени заражённости различных предметов по гамма – излучению и обнаружения бета – заражённости поверхностей объектов(0,05 мР/ч – 200 Р/ч) и измеритель мощности дозы СПР 68 – 01, используемый для измерения дозы при аварийных ситуациях на АЭС (о – 3000 мкР/ч).

Дозиметры – приборы для измерения мощности поглощённой дозы (ДКП – 50А, ИД – 1, ИД – 11, ДК – 02 и др.).

Человек в течение всей жизни подвергается воздействию ионизирующего излучения. Это прежде всего естественный радиационный фон Земли космического и земного происхождения. В среднем доза облучения от всех естественных источников ионизирующего излучения составляет в год около 200 мР, хотя это значение может колебаться в разных регионах Земли от 50 до 1000 мР/год и более. Кроме того, человек встречается с искусственными источниками излучения (техногенное облучение). Сюда относится, например, ионизирующее излучение, используемое в медицинских целях. Определённый вклад в техногенный фон вносят предприятия ядерно– топливного цикла и

ТЭЦ на угле, полёты на самолётах на больших высотах, просмотр телепрограмм, пользование часами со светящимся циферблатом и т.д. В целом техногенный фон колеблется от 150 до 200 мбэр.

Таким образом, каждый житель Земли ежегодно в среднем получает дозу облучения в 250 – 400 мбэр. Это уже обычное состояние среды обитания человека. Неблагоприятного действия от этого уровня радиации на здоровье человека не установлено.

Совершенно иная ситуация возникает при ядерных взрывах и при авариях на атомных реакторах, когда образуются обширные зоны радиоактивного заражения (загрязнения) с высоким уровнем радиации.

При сообщении о радиационной опасности населению рекомендуется незамедлительно выполнить следующие мероприятия:

Укрыться за стенами (деревянные стены ослабляют ионизирующее излучение в 2 раза, кирпичные – в 10 раз, углублённые деревянные укрытия – в 7 раз, кирпичные или бетонные – в 40 – 100 раз).

Закрывать форточки, люки, уплотнить рамы и дверные проёмы.

Создать запас питьевой воды в закрытых сосудах.

Провести йодную профилактику: если это таблетки йодистого калия, то их следует принимать после еды с чаем или водой 1 раз в день в течение 7 суток по 1 таблетке (0,125 г); можно принимать водно — спиртовой настой йода после еды 3 раза в день 7 суток по 3 – 5 капель на стакан воды. Следует помнить, что передозировка йода может вызвать аллергические реакции.

Начать готовиться к возможной эвакуации: собрать документы, деньги, минимум одежды и консервированной еды на 2 – 3 суток. Всё упаковать в полиэтиленовые пакеты.

Соблюдать правила личной гигиены: использовать в пищу только консервированные продукты; употреблять её только в закрытых помещениях, тщательно промыв перед этим руки мылом и прополоскав рот 0,5%-ным раствором питьевой соды; не пить воду из открытых источников, накрыть колодцы крышками или полиэтиленовой плёнкой; избегать длительного пребывания на загрязнённой территории; входя в помещение оставлять «грязную» обувь на лестничной площадке.

При передвижении по открытой местности использовать подручные средства защиты:

Органов дыхания – смоченной водой марлевой повязкой, носовым платком или любой частью одежды.

Кожи и волос – прикрыть любыми предметами одежды, на ноги надеть резиновые сапоги.

Эти рекомендации, конечно, не исчерпывают всех мер защиты. Однако соблюдение перечисленных правил или хотя бы их части – вынужденная необходимость, позволяющая намного уменьшить риск неблагоприятных радиационных последствий в чрезвычайных ситуациях.

**Задания для аудиторной работы**

1. Что такое радиоактивность?
2. Под действием какой силы  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения отклоняются в магнитном поле? Что такое  $\gamma$  – излучение? Чем оно отличается от рентгеновского излучения?
3. Изменяется ли химическая природа элемента при испускании  $\gamma$ -лучей его ядрами?
4. Какое из трех  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений не отклоняется магнитным и электрическим полями?
5. Что произойдет с изотопом урана – 237 при  $\beta$ - распаде? Как изменяется массовое число нового элемента? Влево или вправо в таблице Менделеева происходит сдвиг? Записать реакцию.
6. Записать реакцию непосредственного превращения актиния-227 во франций-223;  $\alpha$ - или  $\beta$ -распад имеет здесь место?
7. Во что превращается уран 238 после одного  $\alpha$ -распада и двух  $\beta$ -распадов?
8. Каков состав ядер натрия, фтора и менделевия?
9. Что можно сказать о количестве нейтронов в ядрах с возрастанием их порядкового номера?
10. Допишите реакции:
  - а)  ${}^14_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^14_6\text{C} + ?$
  - б)  ${}^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^4_2\text{He} + ?$
  - в)  ${}^{27}_{14}\text{Si} = {}^{26}_{13}\text{Al} + ?$
11. Какое излучение обладает наибольшей проникающей способностью? Наименьшей?
12. Какие последствия возникнут в организме человека после разных доз облучения?
13. Какими способами могут повреждаться клетки живого организма ионизирующим излучением?
14. Какими приборами можно определить ионизирующее излучение?
15. Какие мероприятия незамедлительно должно выполнить население при сообщении о радиационной опасности?

### Самостоятельная работа (если она предусмотрена рабочей программой)

Используя дополнительную литературу, интернет-источники напишите ответы на вопросы:

- ✓ Какие существуют виды ядерных реакторов?
  - ✓ Опишите устройство ядерного реактора.
  - ✓ Какие проблемы, связанные с ядерной энергетикой, существуют в мире?
  - ✓ Как вы считаете, нужно ли человеку использовать ядерную энергетику и почему?
- Сделайте вывод по работе.

### Практическая работа № 18

#### Элементы СТО. Эволюция Вселенной.

**Цель:** рассмотреть теории образования планет, Вселенной, Галактик, познакомиться со строением Солнечной системы.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:** методические рекомендации к практической работе № 20; интернет.

**Виды самостоятельной работы:** работа с дополнительной литературой, с интернет-источниками, создание презентации, написание сообщения.

**Задание:** подготовить сообщение на 5 – 7 минут (3 печатные страницы) и презентацию, которая будет сопровождать сообщение.

**Темы:**

1. Галактика наша звёздная система
2. Квазары, пульсары. Закон Хаббла
3. Понятие Солнечной системы и её структура
4. Планеты Гиганты
5. Планеты типа Земля – Марс, Венера
6. Строение и развитие Вселенной
7. Происхождение и развитие небесных тел

**Литература и интернет-источники:**

- ✓ Энциклопедия для детей Аванта+. Астрономия
- ✓ Астрогалактика — <http://www.astrogalaxy.ru/701.html>
- ✓ Астрономия, Солнечная система, Звезды, Галактики — <http://www.astro.alfaspace.net/>
- ✓ Вселенная и мы — <http://sakramento3.narod.ru/info.htm> и <http://www.astro.websib.ru/>
- ✓ Строение Солнечной системы — <http://jinospace.ru/stroenie-solnechnoi-sistemi.html>

**Контрольные вопросы**

8. Какое строение имеет наша Галактика?
9. Как возникают радиогалактики?
10. Что такое квазары?
11. Как вы понимаете бесконечность?
12. Что изучает космология?
13. Сформулируйте закон Хаббла.
14. Расскажите о гипотезе горячей Вселенной.
15. Что такое реликтовое излучение?