

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
С.А. Махновский  
«23» марта 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ЕН.03 ФИЗИКА**

программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного  
оборудования (по отраслям)

Магнитогорск, 2017

**ОДОБРЕНО**

Предметной комиссией  
Математических и  
естественнонаучных дисциплин  
Председатель: Е.С. Корытникова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

**Разработчик**

Е.С. Корытникова,  
преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Физика».

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	Ошибка! Закладка не определена.
1 Паспорт учебной дисциплины .....	6
2 Тематический план учебной дисциплины .....	9
3 Вопросы для подготовки к дифференцированному зачету/экзамену.....	36

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Методические указания для студентов заочной формы обучения по учебной дисциплине «Физика» предназначены для реализации Федерального государственного образовательного стандарта по специальности **15.02.01** Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям), **(базовой подготовки)**.

Самостоятельная работа при заочной форме обучения является основным видом учебной деятельности и предполагает следующее:

- самостоятельное изучение теоретического материала;
- выполнение контрольной работы;
- подготовку к промежуточной аттестации.

Настоящие методические указания составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины, утвержденной в многопрофильном колледже, и включают варианты контрольной работы для студентов заочной формы

Цель методических указаний – помочь студентам при самостоятельном освоении программного материала и выполнении домашней контрольной работы.

Методические указания включают:

1. Паспорт рабочей программы учебной дисциплины.
2. Тематический план учебной дисциплины.
3. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы
4. Варианты контрольной работы
5. Задания для экзамена.
6. Информационное обеспечение
7. Образец оформления титульного листа контрольной работы
8. Образец оформления содержания контрольной работы.

Наряду с настоящими методическими указаниями студенты заочной формы обучения должны использовать учебно-методическую документацию по учебной дисциплины, включающую рабочую программу; методические указания для самостоятельной работы; методические указания для практических занятий/; учебное пособие, комплект контрольно-оценочных средств.

### Образовательный маршрут

Рабочим учебным планом для студентов заочной формы обучения предусматриваются теоретические и практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Обзорные лекции проводятся по сложным для самостоятельного изучения темам программы и должны помочь студентам систематизировать результаты самостоятельных занятий.

Проведение практических занятий ориентировано на закрепление теоретических знаний, полученных при самостоятельном изучении и на обзорных лекциях, и приобретение необходимых компетенций по изучаемой дисциплине.

Обязательным условием освоения дисциплины является выполнение одной/контрольной работы. Методические указания устанавливают единые требования к выполнению и оформлению контрольной работы. Если в ходе самостоятельного изучения дисциплины, при выполнении контрольной работы у Вас возникают трудности, то Вы можете прийти на консультации к преподавателю, которые проводятся согласно графику.

По итогам изучения дисциплины проводится экзамен. Перечни вопросов и варианты заданий представлены в разделе 5.

# 1 Паспорт учебной дисциплины

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию действующего федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений решать задачи по физике, необходимых в последующей учебной деятельности по математическим и естественнонаучным, общепрофессиональным дисциплинам.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Физика» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

У 1 рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических и магнитных цепей;

У 2 применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ, практического использования физических знаний;

У 3 использовать приобретенные знания и умения для решения практических задач повседневной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.2. Проводить контроль работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования с использованием контрольно-измерительных приборов.

ПК 1.5. Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 2 Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 4 Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 6 Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

### **1.3 Количество часов на освоение программы дисциплины:**

максимальной учебной нагрузки обучающегося 96 часов, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 16 часов;
- самостоятельной работы обучающегося 80 часов.

## 2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. Механика

#### Тема 1.1.

#### Кинематика материальной точки

#### Тема 1.2.

#### Законы механики Ньютона

#### Основные понятия и термины по теме:

Перемещение, Скорость, ускорение, материальная точка, траектория, движение тела, брошенного под углом к горизонту. Движение по окружности, равнодействующая сил, Законы Ньютона,

#### План изучения темы:

##### Тема 1.1

1. Выписать формулы по пройденному материалу.
2. Характеристика физических величин и их единиц измерения.
3. Решение задач по вариантам.
4. Внимательно прочитать задачу, проанализировать условие, выяснить характер движения (равномерное, равноускоренное, прямолинейное, криволинейное). Выписать числовые значения заданных величин.
5. 2. Сделать схематический чертеж, отображающий описанное в задаче движение. Изобразить на нем траекторию движения, векторы скорости, ускорения, перемещения.
6. 3. Выбрать систему координат, при этом координатные оси направить так, чтобы проекции векторов на них выражались, возможно, более простым образом. Отметить координаты движущегося тела в заданные и интересующие нас моменты времени, спроектировать векторы скоростей и ускорений на оси координат.
7. Составить для данного движения уравнения, отражающие математическую связь между проекциями векторов на оси координат. Составить уравнения, отражающие дополнительные условия задачи. Число уравнений должно быть равно числу неизвестных величин.
8. Решить составленную систему уравнений относительно искомых величин и получить ответ сначала в аналитическом виде (т.е. получить расчетные формулы).

9. Подставить в расчетные формулы вместо обозначений физических величин обозначения их единиц в СИ, произвести преобразования и убедиться, получаются ли в результате единицы искомым величин.

*Тема 1.2.*

1. Сделать схематический рисунок, изобразив на нем кинематические характеристики движения (ускорения и скорости), нарисовать векторы всех сил, действующих на каждое тело.
2. Для каждого тела в отдельности на основании второго закона Ньютона записать уравнения движения, связывающие проекции сил и ускорений, выбрав предварительно систему отсчета. При движении тела по прямой второй закон Ньютона для тела имеет вид:  $\sum F_x = ma_x$ , где  $\sum F_x$  – сумма проекций всех сил, действующих на тело, на прямую, по которой происходит движение. При этом положительное направление отсчета удобно выбирать совпадающим с направлением ускорения. Если направление составляющей силы совпадает с направлением ускорения, то соответствующая проекция силы берется со знаком плюс, в противном случае - со знаком минус.
3. При решении задач, в которых рассматривается динамика равномерного движения по окружности, также целесообразно положительное направление координатной оси выбирать совпадающим с направлением ускорения, т.е. к центру вращения. Согласно второму закону Ньютона  $\sum F_r = ma_r$ , где  $\sum F_r$  – сумма проекций всех сил, действующих на тело, на радиус вращения. При этом, если проекция силы направлена к центру вращения, ее нужно считать положительной, если от центра - отрицательной.
4. В задачах о движении системы связанных друг с другом тел одних уравнений движения оказывается недостаточно. В этом случае необходимо записать еще кинематические условия, выражающие собой соотношения между ускорениями тел системы, обусловленные связями между ними.
5. Если в задаче требуется найти не только силы и ускорения, но также координаты (или пройденные пути) тел и их скорости, то кроме уравнений движения нужно использовать кинематические уравнения для координат и скоростей.
6. В задачах, где учитывается трение, нужно находить силу нормальной реакции опоры, определяющую силу трения. Для этого составляют уравнение на основании того, что вдоль координатной оси, перпендикулярной к направлению скорости прямолинейно движущегося

тела, ускорение отсутствует, и поэтому сумма проекций сил на эту ось равна нулю.

7. Полученные уравнения дополнить, если необходимо, выражениями для конкретных видов сил (сила трения скольжения, сила трения покоя, сила упругости, сила Архимеда) и решить полученную систему уравнений в общем виде, т.е. получить расчетные формулы.
8. Убедиться, получаются ли в результате единицы искомых величин. Подставить в расчетные формулы числовые значения физических величин и произвести вычисления.

## Практическое занятие №1

### Задание:

#### Тема 1.1

1. Можно ли принять Землю за материальную точку при расчете:
2. расстояния от Земли до Солнца;
3. пути, пройденного Землей по орбите вокруг Солнца за месяц;
4. длины экватора Земли?
5. Можно ли принять Землю за материальную точку при расчете:
6. скорости движения точки экватора при суточном вращении Земли вокруг оси;
7. скорости движения Земли по орбите вокруг Солнца;
8. расстояния от экватора до полюса Земли?
9. Велосипедист движется под уклон с ускорением  $0,3 \text{ м/с}^2$ . Какую скорость приобретет велосипедист через 20 с, если его начальная скорость равна  $4 \text{ м/с}$ ?
10. За какое время автомобиль двигаясь с ускорением  $0,4 \text{ м/с}^2$ , увеличит свою скорость с  $12$  до  $20 \text{ м/с}$ ?
11. Период вращения барабана диаметром  $300 \text{ мм}$  равен  $0,023 \text{ с}$ . Найдите скорость точек, лежащих на ободе барабана, и их центростремительное ускорение.
12. Колесо диаметром  $7,5 \text{ м}$  вращается с частотой  $93,8 \text{ об/мин}$ . Каковы скорость и центростремительное ускорение точек лежащих на ободе?

#### Тема 1.2

##### 1. Ответить на вопросы:

1. Что изучает динамика?
2. Определение мощности. Формулы мощности.
3. Какие силы называют внутренними? внешними?
4. Что такое абсолютное твердое тело?

5. Что такое линия действия силы?

6. Что такое угловая скорость? В каких единицах она измеряется?

2. Решить задачи:

1. К центру шара приложена сила  $\vec{F}$  (рис. 2.23). Куда направлено ускорение шара? В каком направлении движется шар?

2. На полу лифта находится тело массой 50 кг. Лифт поднимается так, что за 3 с его скорость изменяется от 8 до 2 м/с. Определите силу давления тела на пол лифта.

3. Тепловоз на горизонтальном участке пути длиной 600 м развивает постоянную силу тяги 147 кН. Скорость поезда возрастает при этом от 36 до 54 км/ч. Определите силу сопротивления движению, считая её постоянной. Масса поезда 1000 т.

4. Жёсткий стержень длиной 1 м с прикрепленным к нему шариком массой 100 г вращается равномерно в вертикальной плоскости. Определите модуль и направление силы, с которой стержень действует на шарик в верхней точке, при скоростях шарика 2 м/с и 4 м/с.

5. Два груза массами 2 кг и 4 кг, связанные нерастяжимой нитью, поднимают вертикально силой 84 Н, приложенной к первому грузу. Определите ускорение, с которым движутся грузы, и силу натяжения нити.

**Форма представления результата:** выполненная самостоятельная работа.

**Раздел 2. Основы МКТ и термодинамики**  
**Тема 2.1. Основы МКТ**  
**Тема 2.2. Термодинамика**

**Решение задач по теме: «Основное уравнение МКТ, газовые законы».**

**Основные понятия и термины по теме:** Постулаты, молекула, количество вещества, молярная масса, число молекул, постоянная Авогадро, абсолютная температура, давление газа, концентрация, Работа, количество теплоты, внутренняя энергия газа, КПД.

**План изучения темы:**

1. Внимательно прочитать теоретическую часть и план решения задач
2. Рассмотреть примеры решения задач
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Получить и выполнить индивидуальные задания

Для решения задачи можно рекомендовать следующую последовательность действий:

1. Прочитав условие задачи, записать данные, ясно представить какие из параметров газа меняются, какие остаются постоянными.

2. Записать уравнения Клапейрона-Менделеева для каждого состояния, приписывая соответствующие индексы изменяющимся параметрам.

3. Записать математически все вспомогательные условия и решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины. При решении системы уравнений, можно использовать деление одного уравнения на другое, вычитание, сложение уравнений и т. д. Если дана смесь газов, то уравнение Клапейрона-Менделеева записывают для каждого компонента. Давление смеси газов устанавливается законом Дальтона. В задачах на газовые законы следует пользоваться только абсолютной температурой и сразу переводить значения температуры по шкале Цельсия в значения по шкале Кельвина.

Практическое занятие №2

**Задание:**

**1. Решить задачи:**

1. Температура воздуха в комнате изменилась от 7 до 27 °С. На сколько процентов уменьшилось число молекул в комнате?

2. Под каким давлением находится газ в сосуде, если средний квадрат скорости его молекул  $\overline{v^2} = 10^6 \text{ (м/с)}^2$ , концентрация молекул  $n = 3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ , масса каждой молекулы  $m_0 = 5 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ ?

3. В колбе объёмом 1,2 л содержится  $3 \cdot 10^{22}$  атомов гелия. Чему равна средняя кинетическая энергия каждого атома? Давление газа в колбе  $10^5 \text{ Па}$ .

4. Вычислите средний квадрат скорости движения молекул газа, если его масса  $m = 6$  кг, объём  $V = 4,9$  м<sup>3</sup> и давление  $p = 200$  кПа.

5. Какое давление рабочей смеси устанавливается в цилиндрах двигателя автомобиля ЗИЛ-130, если к концу такта сжатия температура повышается с 50 до 250<sup>0</sup>С, а объём уменьшается от 0,75 до 0,12 л? Первоначальное давление равно 80кПа.

## 2. Ответить на вопросы:

1. Какие явления рассматривает молекулярно – кинетическая теория?
2. Прокомментируйте основные положения МКТ.
3. Какими опытами были доказаны эти положения?
4. Модель какого вещества используется в МКТ? Охарактеризуйте эту модель.
5. Почему газы оказывают давление на стенки сосудов любой формы и размеров? Объясните это с точки зрения модели «идеального газа».
6. Получите основное уравнение МКТ идеального газа.
7. Вывести формулу связи для давления и средней кинетической энергии молекул.
8. Состояния теплового равновесия, характеризуется макроскопической величиной. Что это за величина?
9. Чем удобнее абсолютная шкала температур по сравнению с другими шкалами?
10. Зная температуру  $t$  по шкале Цельсия, как найти температуру по шкале Кельвина?
11. Что понимаете под температурой абсолютного нуля температур?
12. Как правильно выразить с помощью формулы связь между  $E$  и  $T$ ?
13. Из основного уравнения МКТ, вывести уравнение состояния газа. Частные случаи для изотермического, изобарного, изохорного процессов получить из уравнения состояния.
14. Получить в графической форме газовые законы.
15. С помощью каких опытов доказали справедливость молекулярно – кинетической теории?

## 3. Самостоятельное решение.

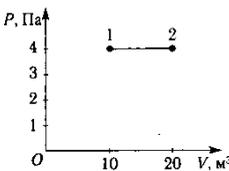
1. Чему равна молекулярная масса азота? ( $28 \cdot 10^{-3}$  кг/моль).
2. Найти число молей в 42 граммах азота. (1,5моля)
3. Имеется азот в количестве 42 граммов. Рассчитать число молекул в нем. ( $9 \cdot 10^{23}$  )
4. Изменится ли давление, если концентрация молекул газа увеличилась в 2 раза, а средняя кинетическая энергия движения молекул уменьшилась в 2 раза? (нет)
5. Давление азота в сосуде 100 кПа при температуре 27<sup>0</sup>С. Найти плотность этого газа. (1, 1 кг/ м3)

- Начертите график изменения состояния идеального газа, в ( P,T) координатах.
- Найти температуру газа в горящей лампе, если давление увеличилось с 80 кПа до 100 кПа после включения лампы. Температура в выключенной лампе была  $7^{\circ}\text{C}$ . ( $77^{\circ}\text{C}$ ).
- Какой объем займут 200 г. водорода, если его сжатость до давления  $2 \cdot 10^5$  Па при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ ?
- Какова температура азота в баллоне емкостью  $25,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ , если его масса 1,4 кг, а давление  $35 \cdot 10^5$  Па?
- Какова плотность кислорода при температуре  $27^{\circ}$  и нормальном атмосферном давлении?
- Определите число молей воздуха в комнате  $5 \times 6 \times 3$  м при температуре  $27^{\circ}\text{C}$  и давлении  $10^5$  Па.

**Задание:**

**1. Ответить на вопросы, выбрав правильный ответ:**

- Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при изотермическом сжатии?
- А. Увеличивается. Б. Уменьшается. В. Не изменяется. Г. Ответ неоднозначен.



3. Какое выражение соответствует первому закону термодинамики в изохорическом процессе?

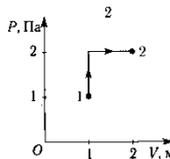
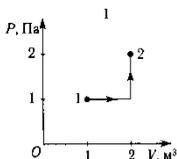
А.  $\Delta U = Q$ . Б.  $\Delta U = A$ . В.  $\Delta U = 0$ . Г.  $Q = -A$ .

4. Чему равно изменение внутренней энергии газа, если ему передано количество теплоты 300 Дж, а внешние силы совершили над ним работу 500 Дж?

А. 200 Дж. Б. 300 Дж. В. 500 Дж. Г. 800 Дж.

5. Чему равна работа, совершенная газом при переходе из состояния 1 в состояние 2?

А. 10 Дж. Б. 20 Дж. В. 30 Дж. Г. 40 Дж.

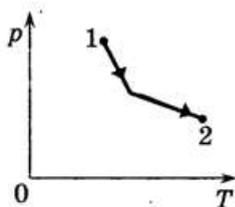


6. Состояние идеального газа изменилось в соответствии с графиками на P-V диаграмме. В каком случае изменение внутренней энергии больше?

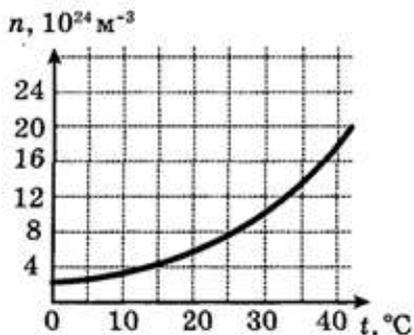
А. В первом. Б. Во втором. В. В обоих случаях одинаково. Г. Ответ неоднозначен.

## 2. Решить задачи:

1. Идеальный газ перевели из состояния с давлением  $p_1 = 204$  кПа и объемом  $V = 90$  л в состояние с давлением  $p_2 = 170$  кПа и объемом  $V_2 = 108$  л. Определите изменение внутренней энергии газа в этом процессе.
2. На диаграмме показан процесс изменения состояния фиксированного количества вещества идеального одноатомного газа. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как изменяется объем газа по мере его прохождения из состояния 1 в состояние 2.



3. На рисунке приведен график зависимости концентрации молекул в насыщенном водяном паре от температуры. Во сколько раз изменится внутренняя энергия  $2 \text{ м}^3$  насыщенного пара при изменении его температуры от  $0$  до  $40^\circ\text{C}$ ?



4. Воздушный шар объемом  $2500 \text{ м}^3$  и массой оболочки  $400 \text{ кг}$  имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух в шаре, чтобы он взлетел вместе с грузом массой  $200 \text{ кг}$ ? Температура окружающего воздуха  $7^\circ\text{C}$ , его плотность –  $1,2 \text{ кг/м}^3$ . Оболочку шара считать нерастяжимой.

## Раздел 3 Электродинамика

### Тема 3.2. Законы постоянного тока

### Тема 3.3. Магнитное поле

**Основные понятия и термины по теме:** Законы Кирхгофа. Узел, ветвь, соединение проводников, ЭДС, законы Ома, сила тока, сопротивление, внутреннее сопротивление, внешнее сопротивление, напряжение, участок.

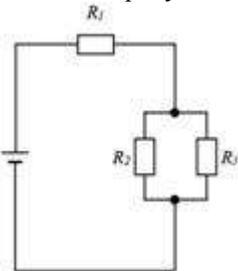
#### *План изучения темы:*

1. Перед решением задач по вариантам, на доске выписываются формулы по данной теме.
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решение задач по вариантам (самостоятельная работа).

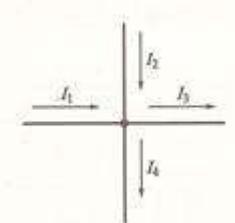
#### **Задание:**

#### Решить задачи:

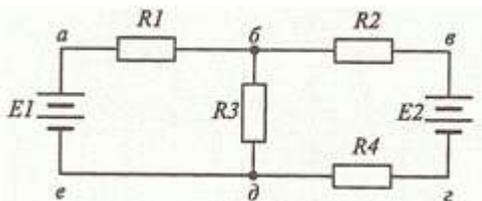
1. Сколько узлов, ветвей и контуров имеет электрическая цепь, изображенная на рисунке?



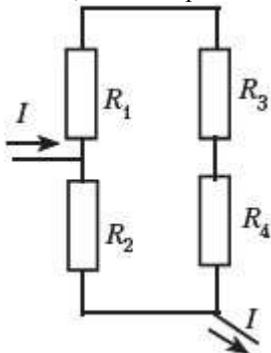
- 2). Напишите уравнение согласно первому закону Кирхгофа для узла, изображенного на рисунке.



- 3). Нарисуйте электрический узел, для которого согласно первому закону Кирхгофа составлено следующее уравнение:  $I_1 + I_2 - I_3 + I_4 - I_5 - I_6 = 0$
- 4). Напишите уравнения согласно второму закону Кирхгофа для контура б-в-г-д.



5). В электрической цепи, схема которой приведена на рисунке, резисторы имеют сопротивления  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 10 \text{ Ом}$ . Определите общий ток в цепи, если напряжение между точками А и Б равно 24 В.



**Ход работы:**

1. Определить число узлов, ветвей и контуров в электрической цепи.
2. Произвольно расставить направление токов в ветвях.
3. Записать первый закон Кирхгофа для узлов.
4. Произвольно выбрать направление обхода в контурах.
5. Записать второй закон Кирхгофа для контуров.

**Краткие теоретические сведения:**

Для расчета токов в различных ветвях любой разветвленной цепи с произвольным числом источников и потребителей необходимо знать и применять законы Ома и Кирхгофа.

Определим, что такое ветвь и узел. Точка электрической цепи называется **узлом** или точкой разветвления, если в ней соединены три или большее число проводов (ветвей). (рис.1).

**Ветвь электрической цепи** – это участок, расположенный между двумя узлами.

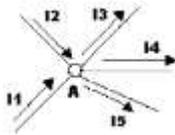


РИСУНОК 1

При постоянных токах в цепи ни в одной из ее точек не могут накапливаться электрические заряды, так как это вызвало бы изменение потенциалов точек цепи. Следовательно, электрические заряды, протекающие к какому-либо узлу в единицу времени, равны зарядам, утекающим от этого узла за ту же единицу времени. Это положение выражает **первый закон Кирхгофа**, который формулируется так: сумма токов, направленных к узлу, равна сумме токов, направленных от него.

Например, для узла *A* можно написать:  $I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$ , или придав уравнению другой вид, получим:

$I_1 + I_2 + (-I_3) + (-I_4) + (-I_5) = 0$ , а в общем виде  $\sum I = 0$ , т.е. алгебраическая сумма токов в узле равна нулю. При этом токи, направленные от узла, считаются отрицательными.

Вспомним основные свойства последовательного и параллельного соединений проводников, приемников энергии.

**Последовательным соединением проводников** – приемников электрической энергии называется соединение, при котором электроприемники соединены один за другим без разветвлений и при наличии источника питания по ним проходит один и тот же ток:  $I = I_1 = I_2 = I_3$  (рис.2).

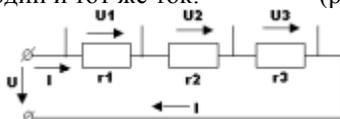


РИСУНОК 2

По закону сохранения энергии, энергия, затраченная на перемещение единичного заряда вдоль всей цепи, равна сумме энергий. Затраченных на перемещение того же заряда на всех участках цепи, т.е. напряжение на зажимах цепи равна сумме напряжений на всех участках ее:  $U = U_1 + U_2 + U_3$ ,

Сопротивление *r* называется **эквивалентным** (общим) сопротивлением цепи, т.е. таким, замена которым всех сопротивлений цепи при

неизменном напряжении не вызывает силы тока. Эквивалентное сопротивление ряда последовательно соединенных сопротивлений равно сумме этих сопротивлений:  $r = r_1 + r_2 + r_3$

Примером последовательного соединения может служить цепь, рассмотренная на рисунке 3, состоящая из проводов и приемника энергии.

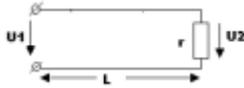


РИСУНОК 3

**Параллельным соединением приемников энергии** называется соединение, при котором один зажим каждого из приемников присоединен к одной точке электрической цепи, а другой зажим каждого из тех же приемников присоединен к другой точки цепи. Таким образом, между двумя узлами приемники образуют параллельные ветви. (рис.4).

Наличие узла в схеме – это признак параллельного соединения.

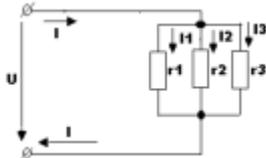


РИСУНОК 4

Напряжение на приемниках одинаково и равно положению между узлами:

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

Токи в ветвях распределяются обратно пропорционально сопротивлениям ветвей или прямо пропорционально их проводимостям:

$$I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2} : \frac{1}{r_3} = g_1 : g_2 : g_3$$

Замкнутый путь, проходящий по нескольким ветвям, называют **контуром электрической цепи**.

Прежде чем приступать к рассмотрению физического смысла и вывода второго закона Кирхгофа, вспомним понятия работы и мощности электрической цепи.

Как вычисляется, каким прибором измеряется и как подсчитывается полезная работа или расход энергии? в каких единицах измеряются работ и мощность в электрической цепи?

Мощность характеризуется как скорость совершения работы в источнике питания или в приемнике энергии:  $P = \frac{A}{t}$  - общий вид формулы;  $P_{\text{ист}} = E \cdot I$  - мощность источника электрической энергии;  $P_{\text{пот}} = (U + U_0) I = UI + U_0 I$ , где  $P = UI$  - мощность потребителей;  $P_0 = U_0 I = I^2 r_0$  - потеря мощности в источнике.

Уравнение баланса мощности можно записать на основании закона сохранения энергии таким образом:  $P_{\text{ист}} = P + P_0$ .

Сделаем некоторые преобразования: в выражение для баланса мощностей подставим выражения для мощности источника и мощностей потребителей, при этом получим:

$$P_{\text{ист}} = P + P_0; P_{\text{ист}} = E \cdot I; P = UI; P_0 = U_0 I = I^2 r_0$$

$$EI = I^2 r + I^2 r_0. \text{ Если разделить обе части равенства на ток } I, \text{ то } E = Ir + Ir_0.$$

В данном случае всякая электрическая цепь и ее отдельные элементы являются преобразователями энергии, а ЭДС источника поддерживает электрический ток в электрической цепи.

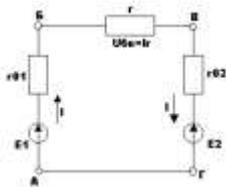
Энергия, получаемая одним кулоном электричества в электрической цепи полностью расходуется потребителями и в соединительных проводах. Такое выражение частного случая всеобщего закона сохранения энергии и называется вторым законом Кирхгофа:  $\sum E = \sum Ir$

В любом замкнутом электрическом контуре алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжений на сопротивлениях, входящих в этот контур.

Если этот закон записать как  $\sum E - \sum Ir = 0$ , то он выражает условие, что алгебраическая сумма изменений потенциала при обходе замкнутого контура равна нулю.

При составлении уравнений по этому закону ЭДС и токи считаются положительными, если направления их совпадают с направлением произвольно выбранного обхода контура, в противном случае они считаются отрицательными и в уравнении  $\sum E = \sum Ir$  записываются со знаком «-».

Например для контура АБВГА (рис.5), обходя его по направлению движения по часовой стрелке, можно написать:  $E_1 + (-E_2) = Ir_{\text{а}} + Ir + Ir_{\text{вг}}$ .



**План изучения темы:**

**Тема 3.3**

1. Перед решением задач по вариантам, на доске выписываются формулы по данной теме.
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решение задач по вариантам (самостоятельная работа).
4. Ответить на вопросы теста.

Решить задачи:

1. Прямолинейный проводник длиной 10 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 4 Тл и расположен под углом  $30^{\circ}$  к вектору магнитной индукции. Чему равна сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, если сила тока в проводнике 3 А?
2. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов  $U=400$  В, попал в однородное магнитное поле с индукцией  $B=1,5$  Тл. Определить: 1) радиус  $R$  кривизны траектории; 2) частоту вращения электрона в магнитном поле. Вектор скорости электрона перпендикулярен линиям индукции.
3. Протон со скоростью  $2 \cdot 10^7$  м/с влетает в однородное магнитное поле с индукцией 8 Тл под углом  $45^{\circ}$  к линиям индукции. Найти силу, действующую на протон.
4. Прямолинейный проводник длиной 15 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 4 Тл и расположен под углом  $60^{\circ}$  к вектору магнитной индукции. Чему равна сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, если сила тока в проводнике 2,5 А?
5. Заряженный шарик массой 0,1 мг и зарядом 0,2 мКл влетает в область однородного магнитного поля индукцией 0,5 Тл, имея импульс  $6 \cdot 10^{-4}$  кг·м/с, направленный перпендикулярно линиям магнитной индукции. С какой силой будет действовать магнитное поле на заряженный шарик?
6. Определить силу, с которой однородное магнитное поле действует на проводник длиной 20 см, если сила тока в нем 300 мА, расположенный под

углом 45 градусов к вектору магнитной индукции. Магнитная индукция составляет 0,5 Тл.

7. Проводник с током 5 А находится в магнитном поле с индукцией 10 Тл. Определить длину проводника, если магнитное поле действует на него с силой 20Н и перпендикулярно проводнику.
8. Проводник длиной 0,15 м перпендикулярен вектору магнитной индукции однородного магнитного поля, модуль которого  $B=0,4$  Тл. Сила тока в проводнике 8А.  
Найдите работу, которая была совершена при перемещении проводника на 0,025 м по направлению действия силы Ампера.
9. Определить центростремительную силу, действующую на протон в однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл (вектор магнитной индукции перпендикулярен вектору скорости), если радиус окружности, по которой он движется, равен 5 см.
10. С каким ускорением движется электрон в однородном магнитном поле (вектор магнитной индукции перпендикулярен вектору скорости) с индукцией 0,05 Тл, если сила Лоренца, действующая на него, равна  $5 \times 10^{-13}$  Н.

(Так как сила Лоренца является одновременно и центростремительной силой, и электрон движется по окружности, в задаче требуется рассчитать центростремительное ускорение, которое приобретает электрон в результате действия центростремительной силы.)

Ответить на вопросы теста:

1. *Источником магнитного поля являются (является)...*

- 1) движущиеся электрические заряды;
- 2) заряженный теннисный шарик;
- 3) полосовой магнит.

2. *Обнаружить магнитное поле можно по...*

- А) по действию на любой проводник;
  - Б) действию на проводник, по которому течет электрический ток;
  - В) заряженный теннисный шарик, подвешенный на тонкой нерастяжимой нити;
  - Г) на движущиеся электрические заряды.
- 1) А и Б, 2) А и В, 3) Б и В, 4) Б и Г.

3. *Закончить фразу: «Если электрический заряд неподвижен, то вокруг него существует...»*

- 1) магнитное поле,
- 2) электрическое поле,

3) электрическое и магнитное поле.

4. Закончить фразу: «Если электрический заряд движется, то вокруг него существует...

1) магнитное поле,

2) электрическое поле,

3) электрическое и магнитное поле.

5. Закончить фразу: «Вокруг проводника с током существует...

1) магнитное поле,

2) электрическое поле,

3) электрическое и магнитное поле.

6. Какие силы проявляются во взаимодействии двух проводников с током?

1) силы магнитного поля,

2) силы электрического поля,

3) силы гравитационного поля.

7. Какие утверждения являются верными?

А) В природе существуют электрические заряды.

Б) В природе существуют магнитные заряды.

В) В природе не существует электрических зарядов.

Г) В природе не существует магнитных зарядов.

1) А и Б, 2) А и В, 3) А и Г, 4) Б, В и Г.

### Практическое занятие №3.

#### Раздел 4

#### Тема 4.1 Электромагнитные колебания. Переменный ток.

##### Основные понятия и термины по теме:

Электромагнитные колебания, амплитуда, фаза, частота, постоянный ток, переменный ток, мгновенные значения, действующие значения, амплитудные значения, гармонические колебания,

##### *План изучения темы:*

1. Перед решением задач по вариантам, на доске выписываются формулы по данной теме, разбирается теоретический материал.
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решение задач у доски.
4. Решение задач по вариантам (самостоятельная работа).
5. Ответы на вопросы.

#### 1. Теоретический материал:

Незатухающие колебания, возникающие под действием внешней периодически изменяющейся ЭДС  $\varepsilon = \varepsilon_0 \cos \omega t$

Процесс, при котором электромагнитное поле периодически изменяется по времени

Описываются величинами, характеризующими электромагнитное поле: напряжение  $U$ , сила тока  $I$ , заряд  $q$ , напряженности электр  $\vec{E}$  и магнитного  $\vec{H}$  полей, магнитная индукция  $\vec{B}$

Последовательное соединение:

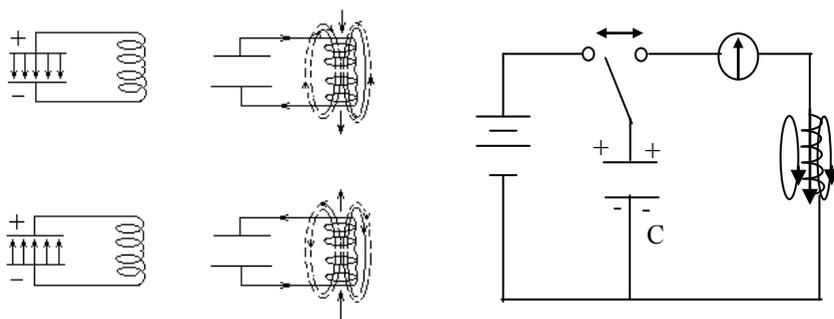
- 1) конденсатора, накапливающего энергию электрического поля;
- 2) катушки накапливающей энергию магнитного поля;
- 3) возникновение свободных колебаний в контуре обусловлено явлением самоиндукции

### Колебания силы тока в цепи переменного тока

Закрытый колебательный контур -

Электрическая цепь, состоящая из конденсатора и катушки, в которой энергия электрического поля превращается в энергию магнитного поля и обратно

### Электрическая цепь, состоящая из конденсатора и катушки



1. Вынужденные колебания. Ключ в «1» – заряжается конденсатор.

2. Собственные колебания. Ключ «2» электрическое поле  $\rightleftharpoons$  магнитное поле. Часть энергии тратится на нагрев проводов  $R \rightarrow Q$  колебания затухающие.

Для поддержания незатухающих колебаний переводим ключ «1», затем в «2».

Вынужденные – незатухающие колебания

$T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$  – формула Томсона (англ. ф. 1853)

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}; \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Преобразование энергии электрического поля в энергию магнитного поля и наоборот по гармоническому закону  $E_{эл} \leftrightarrow E_{м}$

## 2. Формулы на доску:

1. Механические колебания.

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$x = A \sin \omega t = A \sin \varphi$  – толчком

$$x(t) = A \sin \omega t$$

$x = A \cos \omega t = A \cos \varphi$  – оттягиванием

$$x(\varphi) = A \sin \varphi$$

$v = A \omega \cos \omega t$ ;  $v_{\max} = A \omega$

$\alpha = -A \omega^2 \sin \omega t$ ;  $\alpha_{\max} = A \omega^2$

$A = x_{\max}$ , м

$$\varphi = \frac{t}{T}; \text{ рад};$$

$$E_p = \frac{kx^2}{2}; E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}, \text{ с};$$

$kA^2 = mv^2$  – закон сохранения энергии  
 $x = A$   
 $E = E_k + E_p$

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{n}{t}, \text{ Гц}$$

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}; \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$v = \sqrt{\frac{kA^2}{m}} = A \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Математический маятник:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ;  $F = ma$

Пружинный маятник:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ;  $F_{\text{упр}} = -kx$

2. Электромагнитные колебания.

$$E_{эл} = \frac{CU^2}{2}; E_{м} = \frac{LI^2}{2}$$

$E_{эл} = E_{м} \rightarrow CU^2 = LI^2$  – закон сохранения энергии

$$E_{эл-м} = E_{эл} + E_{м}$$

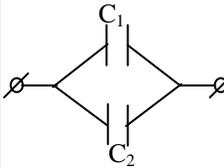
$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$v = \frac{n}{t} = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\omega = 2\pi v = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

резонанс:  $v_0 = v_{\dots} \Rightarrow I_{\max}$

### Соединение конденсаторов

параллельное	последовательное
 $C_0 = C_1 + C_2 = nC_i$ $E_c = \frac{qu}{2}$ $q = C \cdot U$	 $\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{n}{C_i}$ $C_0 = \frac{C_i}{n}$

### 3. Примеры решения задач

1. Уравнение гармонических колебаний точки  $x = 0,4 \cos \pi t$ . Найти амплитуду, период и смещение точки через 0,5 с.

Дано: м. т. $x(t) = 0,4 \cos \pi t$ $t_1 = 0,5$ с	$x = A \cos \omega t$ $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$ $v = \frac{1}{T}$	$A = 0,4$ м; $\omega = \pi$ ; $T = \frac{2\pi}{\pi} = 2$ (с) $v = \frac{1}{2} = 0,5$ Гц $x(0,5) = 0,4 \cdot \cos \pi \cdot \frac{1}{2} = 0,4 \cos \frac{\pi}{2} = 0$
$A = ?$ $T = ?$ $x(t_1) = ?$ $v = ?$		

2. Запишите уравнение гармонического колебания маятника, выведенного из положения равновесия, если амплитуда колебаний 5 см и за 1 минуту совершается 120 полных колебаний.

Дано: м. маятник $A = 5 \text{ см} = 0,05$ м $t_1 = 1$ мин = 60 с $n = 120$ $\varphi_0 = 0$	$x = A \sin \omega t$ $\omega = 2\pi v = 2\pi \frac{n}{t_1}$	$\omega = 2\pi \cdot \frac{120}{60} = 4\pi$ рад. $x(t) = 0,05 \sin 4\pi t$ , м
$X(t) = ?$ уравнение		

3. При опытном определении ускорения свободного падения за 5 минут насчитали 150 полных колебаний маятника. Определите значение ускорения свободного падения, если длина маятника 1 м.

Дано:  $m$  маятник  
 $n = 150$   
 $t = 300$  с  
 $\ell = 1$  м  
 $g = ?$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}; \quad T^2 = \frac{4\pi^2\ell}{g}$$

$$g = \frac{4\pi^2\ell}{T^2}; \quad T = \frac{t}{n}$$

$$T = \frac{300}{150} = 2\text{ с}$$

$$g = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 1}{4} = 9,86 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

4. Груз массой 0,4 кг совершает колебания в горизонтальной плоскости на пружине жесткостью 250 Н/м. амплитуда колебаний груза 15 см. Найти полную механическую энергию колебаний и наибольшую скорость движения. Трением пренебречь.

Дано:  
пружинный маятник  
 $m = 0,4$  кг  
 $k = 250$  Н/м  
 $A = 0,15$  м

$$E_p = \frac{kA^2}{2}, \quad E_k = 0.$$

$$E = E_p + E_k = E_p$$

$$mv^2 = kA^2 \Rightarrow v = A\sqrt{\frac{k}{m}} \cong$$

$$E = \frac{250 \cdot 0,15^2}{2} = 2,8 \text{ Дж}$$

$$v = 0,15 \sqrt{\frac{250}{0,4}} = 0,15 \cdot 25 =$$

$$= 3,75 \approx 3,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

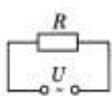
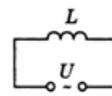
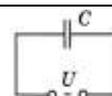
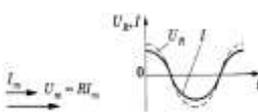
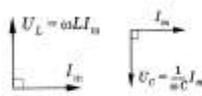
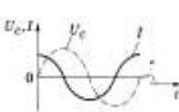
#### 4. Задания для самостоятельного решения

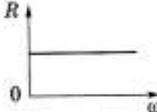
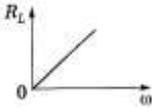
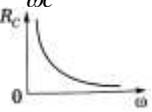
##### Вопросы по теме «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ».

1. Из каких элементов состоит колебательный контур? Могут ли возникнуть колебания в контуре, содержащем конденсатор и резистор? индуктивность и резистор?
2. Какие физические величины изменяются при колебаниях в колебательном контуре?
3. Чем отличаются колебания электрического заряда и тока в колебательном контуре? Как по графику изменения заряда со временем построить график зависимости силы тока от времени?
4. От чего зависит период колебаний в контуре? Может ли период колебаний в контуре оставаться постоянным при изменении индуктивности и емкости?
5. Как изменится период колебательного контура, если увеличить число витков катушки? внести в катушку железный сердечник?
6. Какие превращения энергии происходят в колебательном контуре? Где сосредоточена энергия при свободных колебаниях в контуре через 1/8, 1/4, 1/2 периода после начала разрядки конденсатора?
7. Могут ли быть свободные колебания в реальном контуре незатухающими?
8. Чем отличаются друг от друга свободные колебания в двух контурах с одинаковыми параметрами, если их конденсаторы были заряжены от батарей с разными ЭДС?

9. Как действующее значение силы тока (напряжения) связано с амплитудным значением? Какое значение силы тока и напряжения измеряют амперметры и вольтметры в цепи переменного тока?
10. На катушку подается одинаковое напряжение — сначала от сети постоянного, а затем переменного тока. В каком случае она нагревается сильнее?
11. Почему в цепи, содержащей конденсатор, может протекать только переменный ток?
12. Допустимо ли в цепь переменного тока напряжением 220 В включить конденсатор, пробойное напряжение которого 250 В?
13. Почему в рамке, равномерно вращающейся в магнитном поле, возникает ЭДС? Чем отличаются промышленные генераторы от простейшей модели-рамки, вращающейся в магнитном поле?
14. Каким образом получают стандартную частоту переменного тока при медленном вращении рамки?
15. Для чего служит трансформатор? Какие его основные части? Каков принцип действия трансформатора?
16. Каким образом производят преобразования напряжения и силы тока в цепях переменного тока? Можно ли совершать такие преобразования в цепях постоянного тока?

### *Переменный ток, протекающий через:*

Приборы	Резистор сопротивлением R	Катушку индуктивностью L	Конденсатор емкостью C
Схема			
Напряжение	$U = U_m \cos \omega t$	$U_L = \omega L Y_m \cos \omega t$	$U_C = \frac{Y_m}{\omega C} \cos \omega t$
Ток	$i = \frac{U}{R} = \frac{U_m}{R} \cos \omega t = Y_m \cos \omega t$	$I = Y_m \cos \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right)$ ; $Y_m = \frac{U_m}{\omega L}$	$I = Y_m \cos \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right)$
Диаграмма амплитудных значений $Y_m$ $U_m$			

Сдвиг фаз	$\varphi=0$ Y,U изменяется в одинаковых фазах, а эл. энергия расходуется на тепловое действие тока	Напряжение опережает ток на $\varphi = \frac{\pi}{2} = 90^0$	Напряжение отстает от тока на $\varphi = \frac{\pi}{2} = 90^0$
1. формула  2. зависимость сопротивления от частота         3.определение	$R = \frac{\rho_0 \ell}{c} (1 + \alpha t)$  <p><u>Активное</u> – сопротивление потребителя, <u>преобразующего</u> подводимую к нему энергию в другие виды энергии</p>	$X_L = \omega L$  <p><u>Индуктивное</u> – сопротивление, обусловленное явлением самоиндукции</p> <p>Реактивное – сопротивление потребителя, не <u>преобразующего</u> подводимую к нему энергию в другие виды энергии (н-р ракета)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math display="block">X = X_L - X_C = \omega L - \frac{1}{\omega C}</math> </div> <p><math>X_L &gt; X_C</math> – индуктивный характер</p>	$X_C = \frac{1}{\omega C}$  <p><u>Емкостное</u> – сопротивление, обусловленное наличием емкости в цепи</p> <p><math>X_L = X_C</math> – резонанс  <math>X_C &gt; X_L</math> – ёмкостный характер</p>
Мощность $\langle P \rangle = YU \cos \varphi$  $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$  коэффициент мощности	$\cos 0 = 1;$ $\langle P \rangle = Yq Uq = Yq^2 K = \frac{Uq^2}{K}$ $\langle P \rangle^{-1u} = Ym Um \cos^2 \omega t$ $t = Ym^2 R \sin \omega t$ $\langle P \rangle = \frac{Ym^2 R}{2} = \frac{Ym Um}{2} = \frac{Um^2}{2R}$	$\cos 90^0 = 0$ $P = 0$	$\cos 90^0 = 0$ $P = 0$

## Актуализация: формулы на доску

Переменный электрический ток.

$$\text{мгновенные значения} \begin{cases} i=I_m \sin \omega t \\ u=U_m \sin(\omega t + \varphi) \\ e=\varepsilon_m \sin(\omega t + \psi) \end{cases}$$

$U_m$  – максимальное значение

$i$  - мгновенное значение

$U_g$  - действующее значение

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow e = -\Phi'(t) \text{ - мгновенное значение равномерно вращающейся}$$

рамки.

$$R = \frac{\rho_0 \ell}{S} (1 + \alpha t)$$

$$P = I \cdot U \cos \varphi = I^2 \cdot R$$

$$X_L = \omega \cdot L \quad X_L = X_C \text{ - резонанс}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$\text{действующее значение} \begin{cases} I_g = 0,707 \cdot I_m \\ U_g = 0,707 \cdot U_m \\ \varepsilon_g = 0,707 \cdot \varepsilon_m \end{cases}$$

$$-I \text{ - постоянный ток } R = \frac{U}{I}$$

$$\sim I \text{ переменный ток } X = \frac{U_2}{I} = X_L - X_C$$

$$Z^2 = X_{C,L}^2 + R^2 \text{ - результирующее сопротивление}$$

$$E_{\text{потерь}} = k I^2 R t$$

## Примеры решения задач

Сила тока в сети изменяется по закону  $i = 4,2 \sin \omega t$ . Какое количество теплоты выделит электрокамин за 1 ч работы, если его сопротивление 70 Ом?

Дано:

электрокамин

$$i = 4,2 \sin \omega t$$

$$t = 3,6 \cdot 10^3 \text{ с}$$

$$R = 70 \text{ Ом}$$

$$Q = ?$$

$$Q = I^2 g R t$$

$$i = I_m \sin \omega t$$

$$I_g = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_m$$

$$I_m = 4,2 \text{ А}$$

$$I_g = 0,707 \cdot 4,2 = 3 \text{ А}$$

$$Q = 3^2 \cdot 70 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \approx 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж} =$$

$$= 2,3 \text{ МДж}$$

Катушка индуктивностью 0,1 Гн и активным сопротивлением 25 Ом включена в сеть промышленного переменного тока со стандартной частотой. Определите ток в катушке, если напряжение на ее вводах 120 В.

Дано: катушка  
 $L=0,1$  Гн  
 $R=25$  Ом  
 $\nu=50$  Гц  
 $U=120$  В

$$I = \frac{U}{X};$$

$$X = \sqrt{R^2 + X_L^2} =$$

$$= \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} =$$

$$= \sqrt{R^2 + (2\pi \nu L)^2}$$

$$x = \sqrt{25^2 + (4 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,1)^2} =$$

$$= \sqrt{625 + 986} = \sqrt{1611} = 40,1 \text{ Ом}$$

$$I_g = \frac{120}{40,1} \approx 3 \text{ А}$$

### Примерные задания для самостоятельного решения.

Катушка индуктивностью  $20$  мГн включена в сеть переменного тока с частотой  $50$  Гц. Определите индуктивное сопротивление катушки.

Конденсатор емкостью  $8 \cdot 10^{-4}$  ф включен в сеть переменного тока с частотой  $50$  Гц. Определить силу тока на участке цепи с конденсатором, если сопротивление подводящих проводов  $5$  Ом, а напряжение на всем участке цепи  $12$  В.

Определите энергию электрического поля конденсатора емкостью  $6$  мкФ, если напряжение на его обкладках  $400$  В.

Определите максимальное и действующее значение переменной ЭДС, возникающей в рамке при ее равномерном вращении в однородном магнитном поле, если при угле поворота рамки на  $45^\circ$  мгновенное значение ЭДС  $156$  В.

Определите период и частоту собственных электромагнитных колебаний контура, если его индуктивность  $1$  мГн, а емкость  $100$  нФ.

Определите силу тока в колебательном контуре в момент полной разрядки конденсатора, если энергия магнитного поля катушки  $9,6$  мДж, а индуктивность  $0,12$  Гн.

### Практическое занятие №4.

## Раздел 5

### Тема 5.2 Электрический ток в различных средах. «Закон электролиза»

#### Основные понятия и термины по теме:

Электролиз, ванна, катод, анод, катионы, анионы, электролит, законом электролиза (законом Фарадея), диссоциация.

### План изучения темы:

1. Перед решением задач по вариантам, на доске выписываются формулы по данной теме с разбором теоретической части.
2. Проводится анализ величин, входящих в формулы.
3. Решаются задачи у доски, с пояснениями
4. Решаются задачи по вариантам (самостоятельная работа).

**Электролизом** называют процесс выделения на электродах веществ, связанный с окислительно-восстановительными реакциями.

Количественные характеристики электролиза определяются законом электролиза (законом Фарадея):

*Масса вещества, выделившегося на электроде, прямопропорциональна заряду, прошедшему через электролит.*

$$m = k \cdot q ,$$

где  $m$  – масса вещества, выделившегося на электроде, кг;

$q$  – заряд, прошедший через электролит, Кл;

$k$  – электрохимический эквивалент вещества (характеристика вещества, определяется по таблице),  $\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$ .

Так как  $I = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow q = I \cdot \Delta t \Rightarrow m = k \cdot I \Delta t$  – закон Фарадея,

где  $I$  – сила тока в электролите, А;

$\Delta t$  – продолжительность электролиза, с.

Величину  $k = \frac{\mu}{F \cdot n}$  называют *электрохимическим эквивалентом*  $[k] = \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$ .

### Примеры решения задач

1. При серебрении изделия на катод за 30 мин. отложилось серебро массой 4,55 г. Определите силу тока при электролизе. Электрохимический эквивалент серебра  $1,12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$ .

Дано:

$$m = 4,55 \text{ г} = 4,55 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Решение:

Запишем закон электролиза Фарадея:

$\Delta t = 30 \text{ мин.} = 1,8 \cdot 10^3 \text{ с}$ $\kappa = 1,12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$ $I = ?$	$m = \kappa I \Delta t \Rightarrow I = \frac{m}{\kappa \Delta t}$ $I \approx 2,26 \text{ А}$
---	--

2. Энергия ионизации атомов ртути равна 10,4 эВ. Какой наименьшей скоростью должен обладать электрон, чтобы произвести ионизацию атома ртути ударом?

Дано:

$$W_i = 10,4 \text{ эВ} = 16,64 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$v_{\min} = ?$$

Решение:

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

Для того, чтобы ионизировать атом ртути, электрон должен обладать кинетической энергией  $E_k$ , равной энергии ионизации:

$$E_k = W_i, \text{ или } \frac{mv^2}{2} = W_i,$$

где  $m$  – масса электрона;

$v_{\min}$  – наименьшая скорость электрона, при которой возникает ионизация.

$$\text{Откуда } v_{\min} = \sqrt{\frac{2W_i}{m}}; v_{\min} = 1,9 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

### Контрольные вопросы:

1. В чем состоит различие температурного коэффициента сопротивления металлов и полупроводников?
2. В чем состоит отличие электрических свойств полупроводников и металлов?
3. Запишите выражение, показывающее зависимость сопротивления металлов от температуры.
4. Запишите выражение для температурного коэффициента сопротивления металла и укажите его размерность в системе единиц СИ.
5. Что такое электролиз, катод, анод?
6. Какие процессы происходят на катоде и аноде?
7. Чем отличается расплав от раствора?
8. Перечислите правила электролиза в растворах.

### Практическое занятие №4

### **Критерии оценки:**

**Оценка «5» (отлично)** ставится, если обучающийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

**Оценка «4» (хорошо)** ставится, если выполнены требования к оценке 5, но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

### 3 Вопросы для подготовки к экзамену

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется по завершении изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения учебной дисциплины являются умения и знания.

Промежуточная аттестация по учебной дисциплине «Физика» проводится в форме экзамена.

#### 5.1 Теоретические вопросы экзамена

1. Механическое движение, равномерное, равноускоренное движение, их характеристики
2. Равномерное движение по окружности и его характеристики.
3. Законы динамики Ньютона. Виды сил в механике.
4. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение
5. Механическая работа, мощность, энергия. Закон сохранения энергии .
6. Основные положения МКТ, их опытное обоснование. Диффузия. Броуновское движение. Основное уравнение МКТ.
7. Внутренняя энергия .Первое начало термодинамики, второе начало термодинамики.
8. Модель строения твердых тел, механические свойства. Виды кристаллических структур.
9. Электризация тел. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
10. Электрическое поле и его характеристики.(напряженность и потенциал)
11. Электрическая емкость. Конденсаторы и их виды.
12. Электрический ток, его характеристики, его виды и отличия. Сила тока, напряжение, плотность тока.
13. Закон Ома для участка цепи Соппротивление проводника.
14. Законы последовательного и параллельного соединения проводников.
15. ЭДС источника тока. Закон Ома для полной цепи.
16. Работа и мощность тока. Тепловое действие тока. Закон Джоуля- Ленца.
17. Ток в электролитах. Электролиз и его применение.
18. Ток в полупроводниках. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость.
19. Р-п переход и его свойство. Полупроводниковые приборы(диод, триод)
20. Магнитное поле, его характеристики. Магнитная индукция, напряженность.

21. Сила Ампера. Сила Лоренца.
22. Закон электромагнитной индукции. ЭДС индукции.
23. Переменный ток, его получение. Генератор тока.
24. Трансформаторы. Их виды. Коэффициент трансформации. КПД.

## 5.2 Типовые задания

1. К источнику тока с ЭДС 120 В и внутренним сопротивлением 5,0 Ом присоединена цепь, состоящая из двух проводников по 80 Ом каждый, соединенных между собой параллельно, и третьего проводника сопротивлением 15 Ом, подключенного последовательно к первым двум. Чему равна сила тока во втором проводнике.
2. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 0,601 мкФ и катушки с индуктивностью  $10^{-4}$  Гн. (рис.1). Определите период, частоту собственных электромагнитных колебаний контура.
3. Резонанс в колебательном контуре наступает при частоте 4,2 кГц. Определите индуктивность катушки, если емкость конденсатора 2,2 мкФ.
4. Определите энергию электрического поля конденсатора емкостью 12 мкФ, если напряжение на его обкладках 100 В.
5. В идеальном электрическом колебательном контуре емкость конденсатора 2 мкФ, а амплитуда напряжения на нем 10 В. Определите максимальную энергию магнитного поля катушки.
6. К источнику тока с ЭДС 4,5 В и внутренним сопротивлением 1,5 Ом присоединена цепь, состоящая из трех проводников. 10 Ом первый и второй, и третьего проводника сопротивлением 2,5 Ом. Чему равна сила тока в цепи?
7. Батарея накала электронной лампы имеет ЭДС 6,0 В. Для накала лампы необходимо напряжение 4,0 В при силе тока 80 мА. Внутреннее сопротивление батареи 0,2 Ом. Чему должно быть равно сопротивление резистора, который необходимо включить последовательно с нитью лампы во избежание ее перегрева?
8. Наклонная плоскость, образующая угол  $\alpha=25^\circ$  с плоскостью горизонта, имеет длину  $l=2$  м.  
Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за время  $t=2$  с. Определить коэффициент трения тела о плоскость.

9. Шайба, пущенная по поверхности льда с начальной скоростью  $v_0=20$  м/с, остановилась через  $t=40$  с.  
Найти коэффициент трения шайбы о лед.
10. Груз массой  $m = 5,0$  кг перемещается вверх по наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 30^\circ$  и коэффициентом трения  $\mu = 0,05$ . К грузу параллельно основанию приложена сила  $F = 50$  Н. Найти ускорение груза.
11. Подъемный кран поднимает плиту массой  $m = 1000$  кг вертикально вверх с ускорением  $a = 0,2$  м/с<sup>2</sup>. Определить силу натяжения каната, удерживающего плиту
12. Из окна, расположенного на высоте **20 м** от земли, горизонтально брошен камень, упавший на расстоянии **8 м** от дома. С какой скоростью был брошен камень?
13. Вертолет начал снижаться вертикально с ускорением  $0,2$  м/с<sup>2</sup>. Определить число оборотов лопасти за время снижения вертолета на 40 м, если частота вращения лопастей 300 Гц.
14. С балкона в горизонтальном направлении со скоростью 15 м/с бросают мяч. Дальность полёта мяча по горизонтали оказалась равна высоте бросания. С какой высоты бросили мяч?
15. Мячик массой 200 г летел со скоростью 20 м/с. После удара о стенку он отскочил под прямым углом к прежнему направлению со скоростью 15 м/с. Найдите модуль изменения импульса мячика при ударе

### 5.3 Критерии оценки

Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам промежуточной аттестации производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	неудовлетворительно