

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Усынин Максим Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 04.06.2022 16:49:58
Уникальный программный ключ:
f498e59e83f65dd7c3ce7bb8a25cbbab033ebc36

**Частное образовательное учреждение высшего образования
«Международный Институт Дизайна и Сервиса»
(ЧОУВО МИДиС)**

Кафедра математики и информатики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОМУ УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ
УПВ.03 ФИЗИКА**

Специальность:
09.02.07 Информационные системы и программирование

Уровень образования обучающихся:
Основное общее образование

Вид подготовки:
Базовый

Челябинск 2022

Методические рекомендации по общеобразовательному учебному предмету УПВ.03 Физика разработаны на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование, утверждено приказом Министерства образования и науки РФ от 9 декабря 2016 года № 1547 с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413; с изменениями и дополнениями) и рабочей программы общеобразовательного учебного предмета УПВ.03 Физика.

Автор-составитель: Кондаков С.А.

Методические рекомендации по общеобразовательному учебному предмету УПВ.03 Физика рассмотрены и одобрены на заседании кафедры математики и информатики, протокол № 10 от 30.05.2022 г.

Заведующий кафедрой математики и информатики

Л.Ю. Овсяницкая

СОДЕРЖАНИЕ

1.Пояснительная записка.....	4
2.Методические рекомендации по темам.....	6
3.Рекомендуемая литература.....	24

1. Пояснительная записка

Методические рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой общеобразовательного учебного предмета УПВ.03 Физика и предназначены для реализации основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования (далее – образовательной программы) по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование.

Целями методических указаний по общеобразовательному учебному предмету УПВ.03 Физика являются:

- систематизация и закрепления полученных теоретических знаний;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- развитие познавательных способностей и активности студентов, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

В методических рекомендациях изложены рекомендации к темам, приведены примерные задания для обучающихся, перечень литературы, рекомендуемой для выполнения заданий.

В результате освоения общеобразовательного учебного предмета УПВ.03 Физика обучающийся должен сформировать следующие результаты:

личностных:

- чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки; физически грамотное поведение в профессиональной деятельности и быту при обращении с приборами и устройствами;
- готовность к продолжению образования и повышению квалификации в избранной профессиональной деятельности и объективное осознание роли физических компетенций в этом;
- умение использовать достижения современной физической науки и физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;
- умение самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации;
- умение выстраивать конструктивные взаимоотношения в команде по решению общих задач;
- умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития;

метапредметных:

- использование различных видов познавательной деятельности для решения физических задач, применение основных методов познания (наблюдения, описания, измерения, эксперимента) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- использование основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;

- умение использовать различные источники для получения физической информации, оценивать ее достоверность;
- умение анализировать и представлять информацию в различных видах;
- умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации;

предметных:

- сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- сформированность умения решать физические задачи;
- сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни;
- сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

Формы и методы контроля работы студентов:

- работа с учебной литературой;
- выполнение домашних заданий;
- подготовка докладов, сообщений;
- подготовка к итоговому тестированию;

Критерии оценки результатов работы студентов:

- «отлично», если работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
- «хорошо», если работа выполняется обучающимися в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимися основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
- «удовлетворительно», если работа выполняется и оформляется обучающимися при сторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Обучающиеся показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе.
- «неудовлетворительно» выставляется в том случае, когда обучающиеся не подготовлены к выполнению работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

2. Методические рекомендации по темам

Введение

Подготовка докладов по теме: «Что мы знаем о физике»

Характеристика заданий

1. Подготовка информационного сообщения – это вид внеаудиторной самостоятельной работы по подготовке небольшого по объему устного сообщения для озвучивания на занятии. Сообщаемая информация носит характер уточнения или обобщения, несет новизну, отражает современный взгляд по определенным проблемам.

Сообщение отличается от докладов и рефератов не только объемом информации, но и ее характером – сообщения дополняют изучаемый вопрос фактическими или статистическими материалами. Оформляется задание письменно, оно может включать элементы наглядности (иллюстрации, демонстрацию).

Регламент времени на озвучивание сообщения – до 5 мин.

Затраты времени на подготовку сообщения зависят от трудности сбора информации, сложности материала по теме, индивидуальных особенностей студента и определяются преподавателем. Ориентировочное время на подготовку информационного сообщения – 1ч.

2. Написание реферата – это более объемный, чем сообщение, вид самостоятельной работы студента, содержащий информацию, дополняющую и развивающую основную тему, изучаемую на аудиторных занятиях. Ведущее место занимают темы, представляющие профессиональный интерес, несущие элемент новизны. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на определенную тему на семинарах, конференциях.

Регламент озвучивания реферата – 7-10 мин.

Затраты времени на подготовку материала зависят от трудности сбора информации, сложности материала по теме, индивидуальных особенностей студента и определяются преподавателем. Ориентировочное время на подготовку – 4 ч.

Порядок сдачи и защиты рефератов.

1. Реферат сдается на проверку преподавателю за 1-2 недели до зачетного занятия.
2. При оценке реферата преподаватель учитывает:
 - качество;
 - степень самостоятельности студента и проявленную инициативу;
 - связность, логичность и грамотность составления;
 - оформление в соответствии с требованиями ГОСТ.
3. Защита тематического реферата может проводиться на выделенном одном занятии в рамках часов учебной дисциплины или конференции или по одному реферату при изучении соответствующей темы, либо по договоренности с преподавателем.
4. Защита реферата студентом предусматривает:
 - доклад по реферату не более 5-7 минут;
 - ответы на вопросы оппонента.

На защите запрещено чтение текста реферата.

5. Общая оценка за реферат выставляется с учетом оценок за работу, доклад, умение вести дискуссию и ответы на вопросы.

Содержание и оформление разделов реферата

Титульный лист. Является первой страницей реферата и заполняется по строго определенным правилам.

В верхнем поле указывается полное наименование учебного заведения.

В среднем поле дается заглавие реферата, которое проводится без слова " тема " и в кавычки не заключается.

Далее, ближе к правому краю титульного листа, указываются фамилия, инициалы студента, написавшего реферат, а также его курс и группа. Немного ниже или слева указываются фамилия и инициалы преподавателя.

В нижнем поле указывается год написания реферата.

После титульного листа помещают **оглавление**, в котором приводятся все заголовки работы и указываются страницы, с которых они начинаются. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать их или давать в другой формулировке и последовательности нельзя.

Введение. Здесь обычно обосновывается актуальность выбранной темы, цель и содержание реферата, указывается объект (предмет) рассмотрения, приводится характеристика источников для написания работы и краткий обзор имеющейся по данной теме литературы. Актуальность предполагает оценку своевременности и социальной значимости выбранной темы, обзор литературы по теме отражает знакомство автора реферата с имеющимися источниками, умение их систематизировать, критически рассматривать, выделять существенное, определять главное.

Основная часть. Содержание глав этой части должно точно соответствовать теме работы и полностью ее раскрывать. Эти главы должны показать умение исследователя сжато, логично и аргументировано излагать материал, обобщать, анализировать, делать логические выводы.

Заключительная часть. Предполагает последовательное, логически стройное изложение обобщенных выводов по рассматриваемой теме.

Библиографический список использованной литературы составляет одну из частей работы, отражающей самостоятельную творческую работу автора, позволяет судить о степени фундаментальности данного реферата.

В **приложении** помещают вспомогательные или дополнительные материалы, которые загромождают текст основной части работы (таблицы, карты, графики, неопубликованные документы, переписка и т.д.). Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в правом верхнем углу слова " Приложение" и иметь тематический заголовок.

Тема 1.1 Кинематика, Тема 1.2 Законы механики Ньютона

Решение задач по теме: «Кинематика»

Решение задач «Законы механики Ньютона».

Кинематикой называют раздел механики, в котором движение тел рассматривается без выяснения причин этого движения.

Скорость – векторная величина, характеризующая быстроту перемещения тела в пространстве. Скорость бывает средней и мгновенной. Мгновенная скорость описывает движение в данный конкретный момент времени в данной конкретной точке пространства, а средняя скорость характеризует все движение в целом, в общем, не описывая подробности движения на каждом конкретном участке.

Механическое движение – изменение положения тела в пространстве с течением времени относительно других тел.

Поступательное движение – движение, при котором все точки тела проходят одинаковые траектории.

Материальная точка – тело, размерами которого в данных условиях можно пренебречь, т.к. его размеры пренебрежимо малы по сравнению с рассматриваемыми расстояниями.

Траектория – линия движения тела. (Уравнение траектории – зависимость $y(x)$)

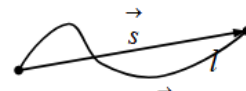
Путь l (м) – длина траектории.

Свойства: $l \geq 0$, не убывает!

Перемещение s (м) – вектор, соединяющий начальное и конечное положение тела.

$s_x = x - x_0$ – модуль перемещения

Свойства: $s \leq l$, $s = 0$ на замкнутой территории.



Скорость v (м/с) – 1) средняя путевая $v = \frac{l}{t}$; средняя перемещения $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$; $v_x = \frac{x - x_0}{t}$;

2) мгновенная – скорость в данной точке, может находиться только по уравнению скорости $v_x = v_{0x} + a_x t$ или по графику $v(t)$

Ускорение a (м/с²) – изменение скорости за единицу времени.

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}; \quad a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{\Delta v_x}{t}$$

если $\vec{v}_0 \uparrow \uparrow \vec{a}$ – движение ускоренное

прямолинейное

$$\vec{a} \uparrow \uparrow \Delta \vec{v} (\vec{F})$$

прямолинейное

если $\vec{v}_0 \uparrow \downarrow \vec{a}$ – движение замедленное

если $\vec{v}_0 \perp \vec{a}$ – движение по окружности

Виды движения.

Прямолинейное движение.

Прямолинейное равномерное движение.	Прямолинейное равноускоренное движение.

$x = x_0 + v_x t$ $x \sim t$ по оси против оси	$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ $x \sim t^2$ ускоренное замедленное
$s_x = v_x t$ по оси Oх против оси Oх	$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ или $s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$ без $t!$ ускоренное замедленное по Oх
$a = 0$	$a_x = \text{const}$ ускоренное движение замедленное движение

Задача. Из точки А начинает двигаться тело и движется равноускоренно с ускорением 2 м/с^2 .

1.Какую скорость будет иметь тело в конце первой секунды, в конце второй секунды, в конце третьей секунды, четвертой, пятой и т.д. и в конце десятой секунды?

2.Какой путь пройдет тело за первую секунду, за вторую секунду, за третью секунду, за четвертую секунду, за пятую секунду и т.д. и за десятую секунду?

3.Какой путь пройдет тело за одну секунду, за две секунды, за три секунды, за четыре секунды, за пять секунд и т.д. и за десять секунд?

Рекомендации. В этой задаче 30 действий (на каждый вопрос – десять действий). Запишите ответы по каждому вопросу в таблицу (см. таблицу 1) и проанализируйте значение каждого числа.

Для этого: 1.Рассмотрите числа, стоящие во второй колонке. Это колонка скоростей. Она представляет собой 10 ответов на первый вопрос задачи, т.е. показывает, какую скорость будет иметь тело в конце первой, второй и т.д. и в конце десятой секунды.

Определите: нарастают или убывают скорости тела по мере нарастания времени.

Сделайте вывод, как зависит скорость в равноускоренном движении от времени (прямо пропорционально, обратно пропорционально, не зависит). Запишите вывод. *Это первый закон равноускоренного движения.*

Значения расчетных величин

Время (в сек)	Формула расчета		
	$V = a \cdot t \text{ (м/с)}$	$S_{\text{п}} = \frac{a}{2}(2n-1) \text{ (м)}$	$S = \frac{at^2}{2} \text{ (м)}$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

2.Теперь сравнить численное значение пути за первую секунду с численным значением ускорения нашего тела. Сделайте вывод, в каком соотношении находятся эти значения. Запишите вывод. *Это второй закон равноускоренного движения.*

3.Рассмотрите третью колонку чисел в нашей таблице. Эта колонка представляет собой 10 ответов на второй вопрос задачи. Что выражает каждое из этих чисел?

4.Обратите внимание, как нарастают пути, пройденные телом за отдельные идущие подряд секунды? Сравните это нарастание с последовательностью нечетных чисел. Сделайте вывод и запишите его. *Это третий закон равноускоренного движения.*

5.Рассмотрите, наконец, четвертую колонку нашей таблицы. Эта колонка содержит ответ на третий вопрос задачи, что выражает каждое из этих чисел?

Ответьте на вопрос: как нарастает путь, пройденный телом за все время, т.е. за все число секунд, вместе взятых? Сравните нарастание пути с нарастанием времени, а точнее, сравните нарастание пути с нарастанием квадратов времени. Сделайте вывод и запишите его. *Это четвертый закон равноускоренного движения.*

Типовые задачи:

1. Пассажир идет со скоростью 2 м/с относительно вагона поезда по направлению его движения. Скорость поезда относительно земли равна 54 км/ч. С какой скоростью движется человек относительно земли?
2. По двум параллельным железнодорожным путям равномерно движутся два поезда в противоположных направлениях: грузовой со скоростью 100 км/ч. Какова величина относительной скорости поездов?
3. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением 0,4 м/с², увеличит свою скорость с 36 км/ч до 72 км/ч?
4. При аварийном торможении автомобиль, имеющий начальную скорость 10 км/ч, движется с ускорением 5 м/с². Определите тормозной путь автомобиля.
5. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x=20-5t+6t^2$. Чему равна координата этого тела через 2 с после начала движения?

Проверьте справедливость законов равноускоренного движения при других значениях ускорения.

Вопросы для самоконтроля:

Что называют механическим движением? Приведите примеры механического движения тел.

Что изучает кинематика?

Что нужно знать для описания механического движения тела?

Дайте определение материальной точки.

Можно ли считать Луну материальной точкой при ее движении по орбите вокруг Земли?

Почему?

Что называют телом отсчета? Что можно принять за тело отсчета при описании движения Земли вокруг Солнца?

Что называют траекторией движения тела? Приведите примеры траекторий движения тел.

Что понимают под системой отсчета? Радиус-вектором?

Тема 1.3 Законы сохранения в механике

Решение задач «Законы сохранения».

Составление таблицы «Применения первого закона термодинамики к различным процессам»

Применения первого закона термодинамики к различным процессам

1-ое начало термодинамики	Вид процесса	Работа газа А (=0 или ≠0)	Кол-во теплоты Q (=0 или ≠0)	Изменение внутр. энергии системы (газа) ΔU

Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории

Решение задач «Основы молекулярно-кинетической теории».

По данному графику определить: – протекающий изопроцесс и указать постоянный параметр; – известные начальные и конечные параметры.

2. Определить неизвестный параметр, используя газовый закон для данного процесса.

3. Определите молярную массу, данного газа.

4. Используя уравнение Клапейрона - Менделеева, определите третий параметр.

5. Построить график данного процесса в двух других координатах.

Методические рекомендации при работе с графиками

1. Термодинамические параметры: P - давление, Па ; V - объём, м³; T - термодинамическая температура, °C.

Существует три изопроцесса: 1) изобарический $P = \text{const}$; V и T – изменяются

2) изохорический $V = \text{const}$; P и T - изменяются

3) изотермический $T = \text{const}$; P и V - изменяются

2. Для определения процесса посмотрите в каких координатных осях изображен график.

Если для двух разных точек значения параметров разные, то следовательно 3 - ий параметр постоянный.

3. Опустите перпендикуляры из начальной и конечной точек графика на оси и определите известные параметры. В каких единицах даны известные параметры (единица измерения указывается на осях рядом с обозначением данной величины). Выразите их в системе СИ

4. Запишите газовый закон для данного процесса.

5. Выразите из этого закона неизвестный параметр и вычислите его.

6. Используя «Периодическую систему элементов Д.И.Менделеева» и химическую формулу данного газа, определите молярную массу газа.

7. Для определения третьего параметра, выразите его из уравнения Клапейрона-Менделеева $PV = mRT/\mu$. В полученную формулу подставляйте параметры для первого или второго состояния газа, массу газа и молярную массу выразите в килограммах.

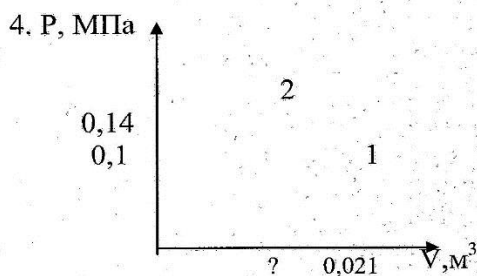
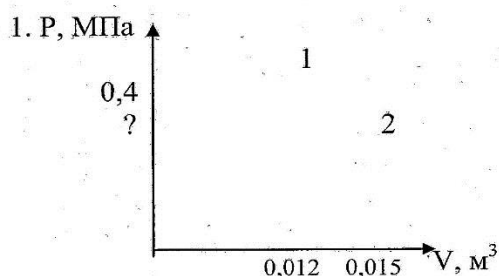
8. При построении графиков в других координатах (PV ; VT ; PT) найдите начальную и конечную точки процесса в данных координатах и соедините их.

Графики

Графики для выполнения задания на «5»

Масса углекислого газа 120г.

Масса аммиака 260г.

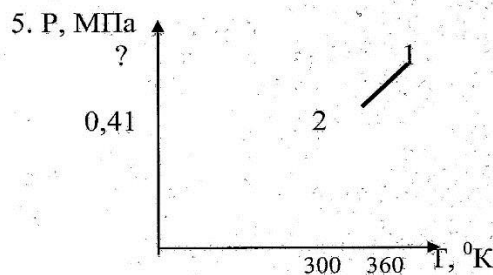
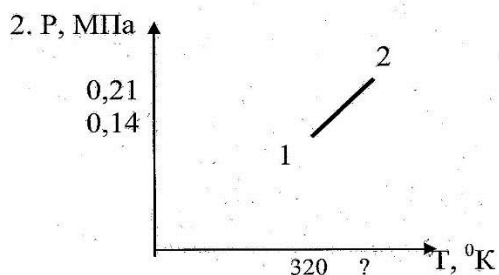


Построить графики данного процесса в координатах PT ; VT

Графики для выполнения задания на «4».

Масса хлора 140 г.

Масса азота 420 г.



Построить графики данного процесса в координатах PV ; VT

Решение задач «Свойства паров. Свойства жидкостей. Свойства твердых тел».

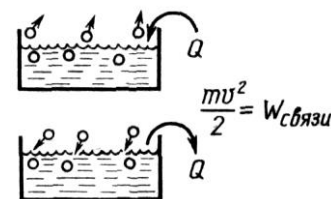
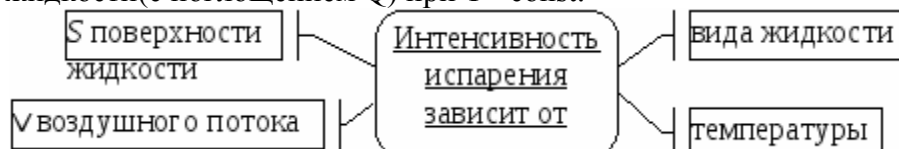
Решение задач «Основы термодинамики»

I. Свойства паров

Испарение и конденсация

Парообразование — переход вещества из жидкого состояния в газообразное.

Испарение — парообразование со свободной поверхности жидкости (с поглощением Q) при $T = \text{const}$.

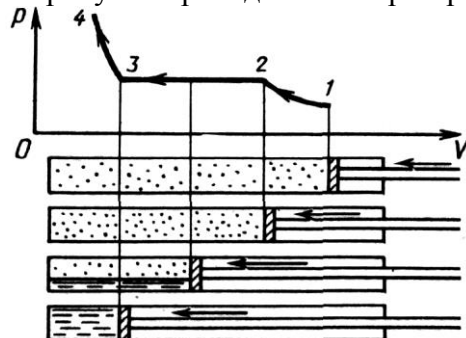


Конденсация — переход вещества из газообразного состояния в жидкое (с выделением Q) при $T = \text{const}$.

Насыщенный пар

Свойства насыщенного пара

На рисунке приведена изотерма реального газа (ненасыщенного пара), зависимость давления



пара от объема при постоянной температуре. (1–2 — ненасыщенный пар, 2–3 — насыщенный пар, 3–4 — жидкость)

1. Давление насыщенного пара:

- а) не зависит от объема над испаряющейся жидкостью при $T = \text{const}$;
- б) зависит от вида жидкости;
- в) зависит от температуры: чем $>T$ тем $>p$;
- г) $p = \text{max}$ при T кипения.

2. Закон $PV = \frac{m}{M} RT$ — к насыщенным и ненасыщенным

парам, но тем точнее, чем дальше от насыщения.

Закон $\frac{PV}{T} = R$ к насыщенным парам неприменим, так как изменяется m газа.

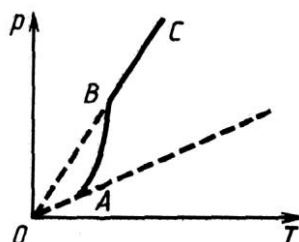
V , понизит t (потеют стекла, стены в ванной комнате и т. д.)

Из насыщенного в ненасыщенный: увеличить V , повысить t .

Насыщенный (участок А–В)



Ненасыщенный (участок В–С)



4. Зависимость $p_{\text{н.п.}}$ от T . Участок А–В: закон Шарля не выполняется, так как изменяется концентрация молекул. Участок В–С: закон Шарля выполняется.

5. Зависимость давления p насыщенного пара от вида жидкости:

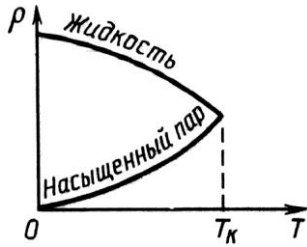
1. Газ, расширяясь изобарно при давлении $2 \cdot 10^5$ Па, совершает работу $0,2$ кДж. Определите первоначальный объем газа, если его конечный объем оказался равным $2,5 \cdot 10^{-3}$ м³.

Кипение

Парообразование со всего объема жидкости при $T = \text{const}$ — кипение.

Кипение жидкости начинается при температуре, когда p насыщенного пара в пузырьках равно $p_{\text{внеш}}$. Например, для воды при $t_k = 100^\circ\text{C}$, $p_{\text{н.п}} = 10^5 \text{ Па}$, $p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$. Следовательно, вода закипит. T_k зависит от p на поверхности жидкости. Если $H_{\text{горы}} = 7000 \text{ м}$, $p_{\text{атм}} = 4 \cdot 10^4 \text{ Па}$, $T_k = 70^\circ\text{C}$, так как $p_{\text{н.п}}$ при 70°C равно $4 \cdot 10^4 \text{ Па}$. При кипении $T_{\text{ж}}$ постоянна. С понижением давления на поверхности жидкости T_k , уменьшается.

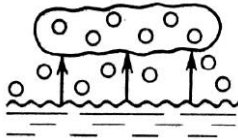
Перегретая жидкость



1. $T_{\text{п.ж.}} > T_k$.
2. Критическая температура (T_k) — температура, при которой исчезает различие в физических свойствах между жидкостью и насыщенным паром.
3. При T_k плотность $\rho_{\text{н.п}}$ и $\rho_{\text{ж}}$ становятся максимальными, $\rho_{\text{ж}}$ — минимальной. С ростом температуры уменьшается L , а при T_k она равна нулю.

4. Если $T \geq T_k$, то газ нельзя обратить в жидкость при любом давлении.

5. Газ обращается в жидкость, если $T < T_k$ и повышается давление.



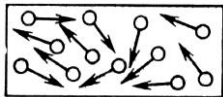
Водяной пар в атмосфере

В воздухе всегда есть водяной пар (~1%). Он образуется в результате испарения с поверхностей океанов, морей, озер; в течение года образуется $4,25 \cdot 10^{14} \text{ т}$.

Абсолютная влажность воздуха. Парциальное давление водяного пара.

Выражается в кг/м^3 .

Абсолютная влажность воздуха (упругость пара) показывает, какая масса m



воды содержится в единице объема V : $\rho = \frac{m}{V}$

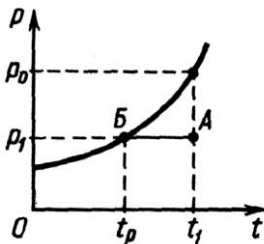
Давление, которое производил бы водяной пар, если бы все остальные газы отсутствовали, называется парциальным давлением (P_n).

Относительная влажность воздуха

Относительной влажностью воздуха φ называется величина, равная отношению давления водяного пара в воздухе к давлению насыщенного пара при той же

$$\varphi = \frac{P_n}{P_0} \cdot 100\%$$

температуре.

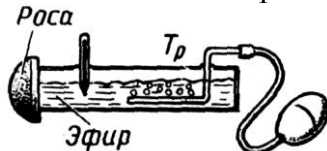


$$p = \frac{\rho RT}{M}, \quad p_n = \frac{\rho_n RT}{M}; \quad p_0 = \frac{\rho_0 RT}{M} \rightarrow \varphi = \frac{p_n}{p_0} \rightarrow \varphi = \frac{\rho_n}{\rho_0} \cdot 100\%$$

Точка росы

Понижается t при $p_{\text{атм}} = \text{const}$, и при определенной t пар становится насыщенным.

Температура, при которой водяной пар становится насыщенным, называется точкой росы. (на рисунке переход из точки А в точку В)



Экспериментальное определение относительной влажности воздуха

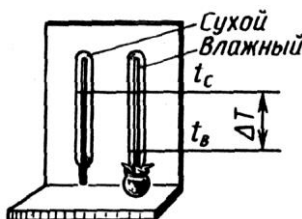
1. **Гигрометр.** Зная t точки росы и t воздуха, по таблицам находим

$$\varphi = \frac{P_n}{P_0} \cdot 100\%$$

p_n и p_n и определяем относительную влажность:

2. **Психрометр** (от греческого «психрия» — холод)

Зная t сухого и влажного термометров и разность Δt , по таблицам определяем φ .



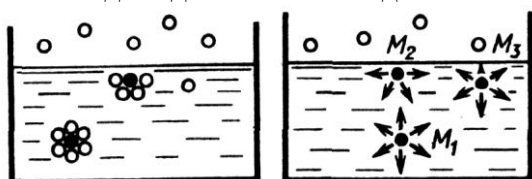
Значение влажности

1. Самочувствие человека; наиболее благоприятная влажность от 40 до 50%.
2. Прогноз погоды.
3. Развитие флоры и фауны.
4. Сохранность произведений искусств и архитектуры.
5. Сушка изделий.

II. Поверхностное натяжение жидкостей

Поверхность жидкости

На каждую молекулу жидкости действует равнодействующая сила F_p , направленная вниз. Наибольшая F_p действует на молекулу, находящуюся в поверхностном слое жидкости. Молекулы с поверхности жидкости втягиваются внутрь жидкости. Молекулы оставшиеся на поверхности находятся на расстояниях больших чем молекулы внутри жидкости (поэтому между ними преобладают силы притяжения), они имеют большую энергию. Поверхностный слой создает давление на жидкость — молекулярное давление.



Сила поверхностного натяжения

Сила, которая действует вдоль поверхности жидкости, перпендикулярной к линии, ограничивающей эту поверхность, и стремится сократить ее до минимума, называется силой поверхностного натяжения. $F \sim l$ (l —периметр границы тв.тело–жидкость), $F = \sigma l$.

$2F = F_1$, где F_1 — модуль силы упругости;

$$F = \frac{F_1}{2}, \text{ где } F \text{— модуль силы поверхностного натяжения}$$

Σ зависит от вида жидкости, температуры, состояния жидкости

Коэффициент поверхностного натяжения жидкости отношение энергии поверхностного слоя

$$\sigma = \frac{E}{S} \rightarrow \frac{H}{m}$$

молекул к площади поверхности жидкости.

Смачивание

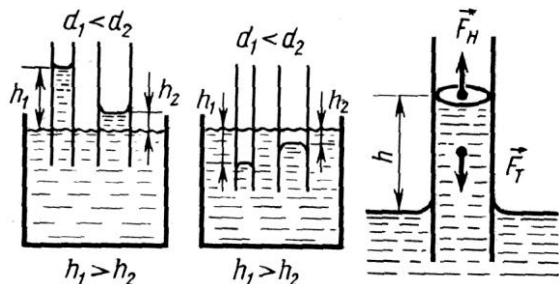
Смачиванием называют явление искривления поверхности жидкости вблизи поверхности твердого тела из-за взаимодействия молекул ТВ. Тела и жидкости.

1. Если сила взаимодействия между молекулами жидкости и вещества больше силы взаимодействия между молекулами этой жидкости, то жидкость смачивает твердую поверхность, т. е. $\beta < 90^\circ$.



Вогнутый мениск Выпуклый мениск

2. Если сила взаимодействия между молекулами жидкости и вещества меньше силы взаимодействия между молекулами этой жидкости, то жидкость не смачивает твердую поверхность, т. е. $\beta > 90^\circ$.



Капиллярность

Капиллярными явлениями называют явления поднятия или опускания жидкости в узких трубках. Высота подъема в капилляре h зависит от рода жидкости, радиуса трубки.

$$F = \sigma l = \sigma 2\pi r, F_H = mg \rightarrow \sigma 2\pi r = V \rho g = \pi r^2 h \rho g$$

$$h = \frac{2\sigma}{r \rho g} \\ 2\sigma = r h \rho g \rightarrow$$

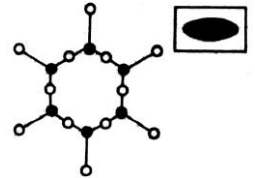
Учет смачивания в природе и технике

Тела, пронизанные большим числом тонких каналов, активно впитывают в себя воду и другие жидкости — только необходимо, чтобы жидкость смачивала поверхности этих тел. Так, полотенце впитывает в себя воду при вытирании рук. В фитиле керосин непрерывно поднимается по капиллярам вверх, где и сгорает. В технике применяют фитильный способ подачи масла. Так как кирпичи — это пористые тела, то кирпичные дома в нижней части должны быть изолированы от влаги материалом, не имеющим капилляров. В почве вода поднимается по многочисленным капиллярам и испаряется. Это ведет к потере влаги, необходимой растениям.

III. Свойства твердых тел.

1. Обычно вещество называют твердым, если оно сохраняет свою форму и объем, т. е. внешние признаки.

2. В физике под твердыми телами подразумевают вещества, у которых имеется кристаллическое строение, т. е. «дальний порядок», в расположении его частиц.



В зависимости от структуры различают тела кристаллические и аморфные.

Кристаллические тела

Свойства

1. Температура плавления $t_{пл} = \text{const}$.

2. Каждое вещество имеет свою температуру плавления.

Анизотропия—

зависимость физических свойств от направления внутри кристалла.

Механическая прочность, оптические, электрические, тепловые свойства.

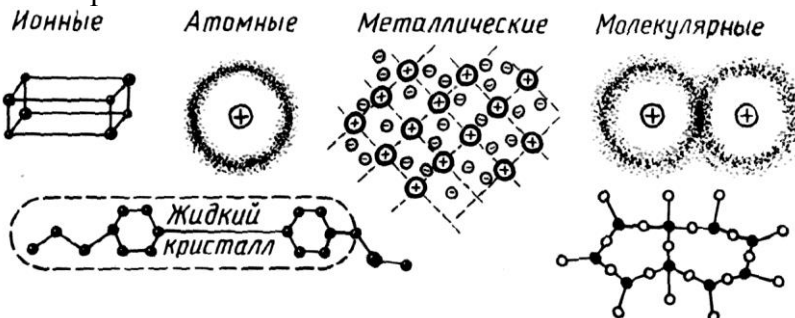
Изотропия—

одинаковые физические свойства по всем направлениям.

У поликристаллов анизотропия свойственна для каждого кристалла. Так как кристаллики расположены друг относительно друга хаотически, тело в целом изотропно.

Аморфные тела

Типы кристаллов



Кристаллическая форма вещества более устойчива, чем аморфная.

Деформация. Виды деформации

упругая ← Деформация → пластичная

Виды деформации

Тросы

Канаты

Веревки

Фундамент строения

Опоры мостов

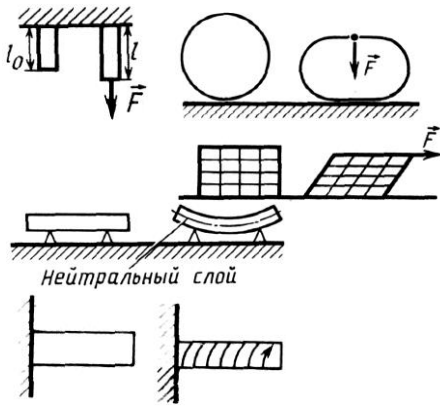
Асфальт дороги

Балки

Перекрытия балок

Автомобильный вал

Деформация незначительна



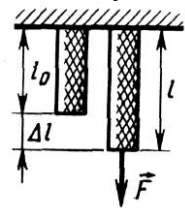
Механическое напряжение (σ)



Выражается σ в $\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$, или в Па.

На графике видно: чем $>$ угол наклона, тем упругие свойства материала выше, т. е. $E_2 > E_1$.

Закон Гука



Пусть l — конечная длина; l_0 — начальная длина; Δl — абсолютное изменение длины; $\frac{|\Delta l|}{l_0} = \epsilon$ — относительное изменение длины.

При малых деформациях $\sigma = \frac{F}{S}$, $k \sim \frac{S}{l_0}$. Для перехода к равенству k который и $\frac{S}{l_0}$ введем коэффициент пропорциональности E , называется модулем Юнга (модуль упругости материала), характеризующий упругие свойства

материала. Следовательно, $k = E \frac{S}{l_0}$ (коэффициент жесткости зависит от длины тела, от площади, от длины и материала).

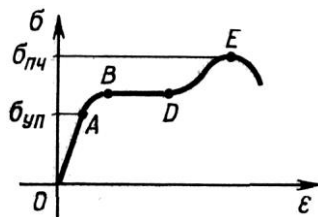
$$\sigma = \frac{k|\Delta l|}{S} = \frac{ES|\Delta l|}{Sl_0} = E|\epsilon|$$

Так как $F = k|\Delta l|$, то

Таким образом, видно, что при малых деформациях σ прямо пропорциональна ϵ , т. е. $\sigma = E|\epsilon|$ — закон Гука.

Диаграмма растяжения материала

Если взять проволоку, замерять ее длину и площадь, увеличивая нагрузку, то после вычисления σ и ϵ в каждом состоянии получаем диаграмму растяжения.



1. Напряжение $\sigma_{\text{уп}}$, выше которого начинается нарушение линейной зависимости σ от ϵ , называется пределом упругости (точка A). До $\sigma_{\text{уп}}$ выполняется закон Гука.

2. Участок AB: ϵ растет непропорционально.

3. Участок BD: ϵ растет — стержень растягивается; $\sigma = \text{const}$ — наблюдается текучесть материала.

4. При увеличении деформации ϵ растет, в точке Е достигает максимума — образец разрушается.

Предел прочности $\sigma_{пч}$ — напряжение, при котором стержень разрушается.

Запас прочности

Отношение предела прочности вещества, из которого сделано тело, к напряжению при

$$n = \frac{\sigma_{пч}}{\sigma}$$

котором работает тело называют запас прочности.

Механические свойства материалов

Пластичность — свойство материала при незначительных нагрузках приобретать остаточную деформацию (свинец, воск).

Хрупкость — свойство материала разрушаться при небольших деформациях (стекло, фарфор).

Задания:

Какую величину измеряют с помощью психрометра? Выберите правильный ответ: А) Абсолютная влажность; Б) Относительная влажность; В) Температура.

С помощью пипетки отмерили 182 капли минерального масла. Их масса оказалась равной 1,82г. Определить диаметр шейки пипетки, если коэффициент поверхностного натяжения минерального масла $3 \cdot 10^{-2}$ Н/м.

Какую растягивающую силу надо приложить к стальной проволоке длиной 3,6м и площадью поперечного сечения 10^{-6} м² удлинение ее на 2 мм, если модуль упругости стали $2 \cdot 10^5$ МПа?

Тема 3.1. Электрическое поле

Решение задач «Электрическое поле»

Электрическое поле

Мы знаем, что разноименные заряды притягиваются, одноименные отталкиваются. Такое взаимодействие (взаимное действие) возможно при наличии сил. Силы, возникающие при взаимодействии зарядов (заряженных тел) называются электрическими силами.

Взаимодействие наэлектризованных тел происходит без соприкосновения, т.е. на расстоянии. Такое возможно только при наличии электрического поля.

Электрическое поле — это особая форма материи, существующая в пространстве вокруг заряженных тел, и проявляющаяся в том, что на любой заряд, помещенный в любую точку этого поля, будет действовать сила.

Электрические заряды действуют друг на друга на расстоянии, и закон

Кулона, определяющий количественную меру этого взаимодействия, не дает ответа на вопрос о его механизме. Объяснение этого явления дал английский физик Майкл Фарадей, выдвинувший гипотезу о существовании электрического поля. Согласно гипотезе Фарадея

Формы существования материи



электрические заряды не действуют друг на друга непосредственно. Каждый из них создает в окружающем пространстве электрическое поле. Поле одного заряда действует на поле другого.

Поле неподвижного заряда называют электростатическим.

Оно не меняется со временем.

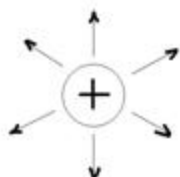
Графическое представление электрических полей.

Силовые линии поля – Силовые линии поля начинаются на положительном (+) и заканчиваются на отрицательном (–) заряде или на ?.

С помощью силовых линий можно показать графическое представление электрических полей. Практически наглядное получение силовых линий поля можно показать с помощью электрофорной машины и электрических султанов.

Поочерёдно, соединяя электрические султаны с электрофорной машиной, получаем наглядную демонстрацию графического представления электрических полей. Одновременно с опытом, с помощью кодоскопа на экран проецируется графическое представление поля.

I. Поле одиночного заряда: (демонстрация)

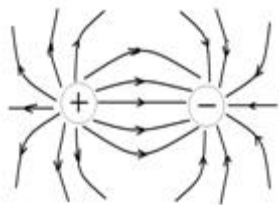


а) поле одиночного положительного заряда: (графическое представление)



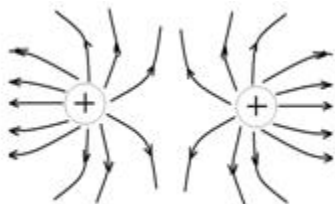
б) Поле одиночного отрицательного заряда: (графическое представление)

в) поле двух разноимённых зарядов (опыт)



г) поле двух разноимённых зарядов (графическое представление)

д) поле двух одноименных зарядов (опыт)



Силовые линии электрического поля, созданного неподвижными зарядами не замкнуты: они начинаются на положительных зарядах и заканчиваются на отрицательных. Густота линий больше вблизи заряженных тел. Силовые линии одного и того же поля не пересекаются.

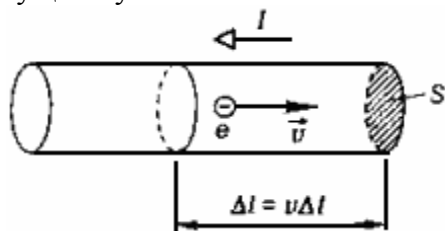
Тема 3.2. Законы постоянного тока. Электрический ток в полупроводниках

Решение задач «Законы постоянного тока».

Электрический ток - это упорядоченное движение заряженных частиц.

За направление тока принято направление движения положительных зарядов.

Электрический ток вызывает нагревание проводника. Вокруг проводника с током существует магнитное поле. Электрический ток способен оказывать химическое действие.



Сила тока - заряд, переносимый через поперечное сечение проводника в единицу времени:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$[I] = 1 \text{ A (Ампер)}$$

При токе 1 А через поперечное сечение проводника за 1 с проходит заряд 1 Кл.

За время Δt через поперечное сечение проводника S проходят заряженные частицы, содержащиеся в объеме

$$\Delta V = S \Delta l = S v \Delta t$$

где v - их средняя скорость направленного движения.

Если заряд каждой частицы равен q_0 , а их концентрация n , то общий заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за время t равен

$$\Delta q = q_0 n S v \Delta t$$

Отсюда сила тока

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = q_0 n v S$$

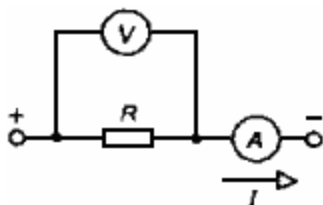
Электрический ток возникает при наличии свободных заряженных частиц и электрического поля.

Концентрация свободных носителей заряда в проводниках существенно выше, чем в диэлектриках. Для создания стационарного электрического поля внутри проводника между его концами должна поддерживаться разность потенциалов. Если она длительное время остается неизменной, то по проводнику проходит постоянный электрический ток.

Закон Ома для участка цепи

Сила тока прямо пропорциональна приложенному напряжению U и обратно пропорциональна сопротивлению проводника R :

$$I = U/R$$



Сопротивление проводника равно 1 Ом, если при напряжении 1 В через него течет ток 1 А. Сопротивление R проводника прямо пропорционально его длине l и обратно пропорционально площади поперечного сечения S :

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad [R] = 1 \text{ Ом}$$

где ρ - удельное сопротивление материала

$$[\rho] = 1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

При последовательном соединении двух проводников: $I = I_1 = I_2$, $U = U_1 + U_2$

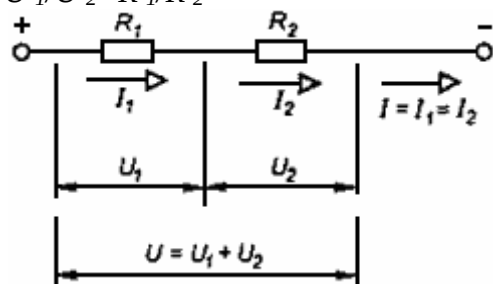
Разделив второе равенство на первое, получаем:

$$\frac{U}{I} = \frac{U_1}{I} + \frac{U_2}{I} \Rightarrow R = R_1 + R_2$$

Так как $I = U_1/R_1 = U_2/R_2$

то

$$U_1/U_2 = R_1/R_2$$



При параллельном соединении двух проводников:

$$I = I_1 + I_2, U = U_1 = U_2$$

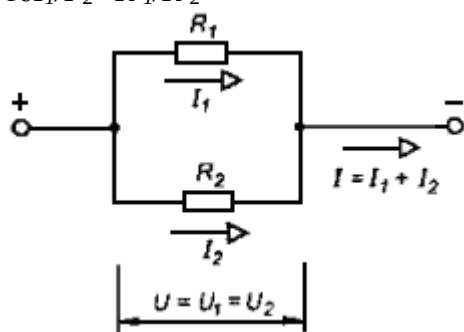
Разделив первое равенство на второе, получаем:

$$\frac{I}{U} = \frac{I_1}{U} + \frac{I_2}{U} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Так как

$$U = I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$\text{то } I_1/I_2 = R_1/R_2$$



При прохождении тока через проводник происходит его нагревание, значит электрическая энергия переходит в тепловую.

Работа электрического поля по перемещению заряда Δq из одной точки в другую равна произведению напряжения U между этими точками на величину заряда Δq : $A = \Delta q U$.

Учитывая, что $\Delta q = I \Delta t$, получаем:

$$A = IU \Delta t$$

Итак, энергия, выделяющаяся при протекании тока на участке цепи, пропорциональна силе тока, напряжению и времени.

$$A = IU \Delta t = I^2 R \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t$$

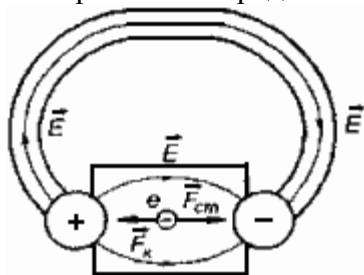
Так как $U = IR$, то разделив последнее равенство на t , получаем выражения для мощности электрического тока:

$$P = \frac{A}{\Delta t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

Если два заряженных тела соединить проводником, то через него пойдет кратковременный ток. Избыточные электроны с отрицательно заряженного тела перейдут на положительно заряженное. Потенциалы тел окажутся одинаковыми, значит, напряжение на концах проводника станет равно нулю, и ток прекратится. Для существования длительного тока в проводнике нужно поддерживать разность потенциалов на его концах неизменной. Этого можно достичь, перенося свободные электроны с положительного тела на отрицательное так, чтобы заряды тел не менялись со временем.

Силы электрического взаимодействия сами по себе не способны осуществлять подобное разделение зарядов. Они вызывают притяжение электронов к положительному телу и

отталкивание от отрицательного. Поэтому внутри источника тока должны действовать сторонние силы, имеющие неэлектрическую природу и обеспечивающие разделение электрических зарядов.



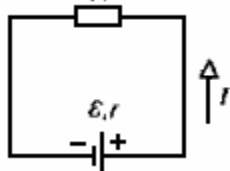
ЭДС источника равна сумме напряжений на внешнем и внутреннем участках цепи
 $\mathcal{E} = U_1 + U_2 = IR + Ir = I(R + r)$

где r - внутреннее сопротивление источника.

Закон Ома для полной цепи

Сила тока прямо пропорциональна ЭДС источника и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи:

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



Работа сторонних сил по перемещению вдоль замкнутого контура заряда $q = I \Delta t$ равна
 $A_{см} = \mathcal{E} I \Delta t$

Она идет на нагревание внешнего и внутреннего участков цепи:

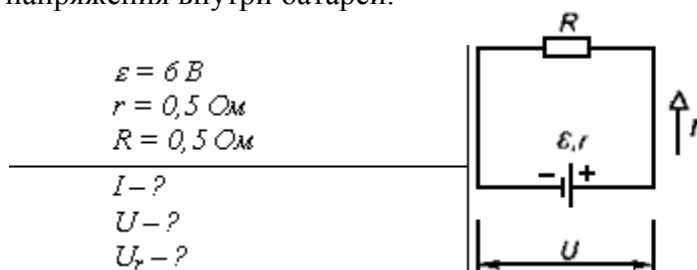
$$A_{см} = Q$$

$$\mathcal{E} I \Delta t = I^2 R \Delta t + I^2 r \Delta t$$

Сокращая, получаем: $\mathcal{E} = IR + Ir$.

В случае, когда последовательная цепь содержит несколько источников тока, результирующая ЭДС равна алгебраической сумме ЭДС источников с учетом их знаков: $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \dots$, а внутреннее сопротивление - сумме всех их внутренних сопротивлений: $r = r_1 + r_2 + r_3 + \dots$.

Пример. ЭДС батареи 6,0 В, ее внутреннее сопротивление 0,5 Ом, сопротивление внешней цепи 11,5 Ом. Найдите силу тока в цепи, напряжение на зажимах батареи и падение напряжения внутри батареи.



Пусть R - сопротивление внешнего участка цепи, r - внутреннее сопротивление батареи.

Тогда по закону Ома для замкнутой цепи

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

где $\mathcal{E}$ - ЭДС батареи, I - сила тока в цепи. Так как сила тока I одинакова как для внешнего, так и для внутреннего участков цепи, то напряжение на зажимах батареи, т.е. на внешнем участке цепи с сопротивлением R , по закону Ома для этого однородного участка есть:

$$U = IR = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$$

Аналогично, для внутреннего участка цепи, имеющего сопротивление r , можно записать $U_r = I \cdot r$. Учитывая формулу силы тока, имеем для U_r :

$$U_r = \frac{\mathcal{E}r}{R+r}$$

Подставляем значения и проводим расчеты I , U , U_r :

$$I = \frac{6B}{11,5\text{Ом} + 0,5\text{Ом}} = 0,5\text{А}$$

$$U = \frac{6B \cdot 11,5\text{Ом}}{11,5\text{Ом} + 0,5\text{Ом}} \approx 5,75B$$

$$U_r = \frac{6B \cdot 0,5\text{Ом}}{11,5\text{Ом} + 0,5\text{Ом}} = 0,25B$$

Ответ: сила тока в цепи равна 0,5 А; напряжение на зажимах батареи 5,75 В; падение напряжения на внутреннем сопротивлении 0,25В

1. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока с ЭДС равной 20В, если при подключении к нему резистора сопротивлением 8Ом по электрической цепи протекает электрический ток силой 2А?
2. Чему равно напряжение на концах проводника, если при прохождении по нему электрического тока точка 4А в сечении 7,5мин, выделяется 216кДж теплоты?
3. Чему равно время прохождения по проводнику, если при напряжении на его концах 120В совершается работа 540кДж? Сопротивление проводника 24Ом.
4. При силе тока в электрической цепи 0,3А сопротивление лампы равно 10Ом. Определите мощность электрического тока, выделяющуюся на нити лампы.
5. Какое сопротивление имеет 100-ваттная лампа накаливания, рассчитанная на напряжение 220В?

Тема 4.2. Электромагнитные колебания. Электромагнитные волны

1. Медная проволока имеет электростатическое сопротивление 18 Ом. Какое электрическое сопротивление будет у медной проволоки, у которой в 4 раза меньше длина и в 6 раз больше площадь поперечного сечения?
2. Напряжение на автомобильной лампочке 12В. В какой заряд прошел через нить накала лампочки, если при этом была совершена работа 600Дж?
3. Определите площадь сечения проволоки, сопротивление которой 5Ом, длина 25м, удельное сопротивление материала $1,6 \cdot 10^{-8}\text{Ом} \cdot \text{м}$
4. Стальная проволока имеет электрическое сопротивление 4Ом. Каким станет сопротивление этой проволоки, если ее протянуть через специальный станок, увеличивающий длину в 2 раза?
5. Определить силу тока в электрочайнике, включенном в сеть с напряжением 125В, если сопротивление нагревателя 50Ом.

Тема 4.2. Электромагнитные колебания. Электромагнитные волны

Электромагнитные колебания - взаимосвязанные колебания электрического и магнитного полей.

Электромагнитные колебания появляются в различных электрических цепях. При этом колеблются величина заряда, напряжение, сила тока, напряженность электрического поля, индукция магнитного поля и другие электродинамические величины.

Свободные электромагнитные колебания возникают в электромагнитной системе после выведения ее из состояния равновесия, например, сообщением конденсатору заряда или изменением тока в участке цепи.

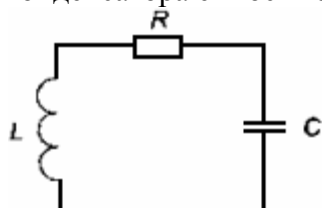
Это затухающие колебания, так как сообщенная системе энергия расходуется на нагревание и другие процессы.

Вынужденные электромагнитные колебания - незатухающие колебания в цепи, вызванные внешней периодически изменяющейся синусоидальной ЭДС.

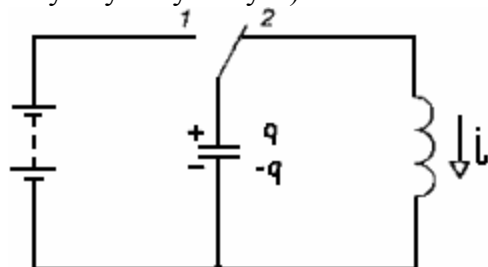
Электромагнитные колебания описываются теми же законами, что и механические, хотя физическая природа этих колебаний совершенно различна.

Электрические колебания - частный случай электромагнитных, когда рассматривают колебания только электрических величин. В этом случае говорят о переменном токе, напряжении, мощности и т.д.

Колебательный контур - электрическая цепь, состоящая из последовательно соединенных конденсатора емкостью C , катушки индуктивностью L и резистора сопротивлением R .



Состояние устойчивого равновесия колебательного контура характеризуется минимальной энергией электрического поля (конденсатор не заряжен) и магнитного поля (ток через катушку отсутствует).



Величины, выражающие свойства самой системы (параметры системы): L и m , $1/C$ и k
величины, характеризующие состояние системы:

$$E_p = \frac{q^2}{2C} \quad \text{и} \quad E_p = \frac{kx^2}{2}$$

$$E_k = \frac{Li^2}{2} \quad \text{и} \quad E_k = \frac{mv^2}{2}$$

величины, выражающие скорость изменения состояния системы: $u = x'(t)$ и $i = q'(t)$.

Вопросы к дифференцированному зачёту (2 семестр)

1. Кинематика материальной точки.
2. Энергия, масса и импульс фотона.
3. Давление света.
4. Опыты Лебедева.
5. Эффект Комптона.
6. Диалектическое единство корпускулярных и волновых свойств излучения.
7. Угловые характеристики движения: угол поворота, угловые скорость и ускорение.
8. Связь линейных и угловых величин.
9. Уравнение движения.
10. Закон Фарадея.
11. Правило Ленца.
12. Самоиндукция.
13. Взаимная индукция.
14. Индуктивность.
15. Вихревое электрическое поле.
16. Вихревые токи.

17. Газовые законы, уравнение состояния идеального газа.
18. Распределение Максвелла. Измерение скоростей молекул (опыты Штерна и Эльдриджа).
19. Барометрическая формула, распределение Больцмана, опыты Перрена.
20. Напряжение и Э.Д.С.
21. Закон Ома в интегральной форме и дифференциальной форме.
22. Работа и мощность тока.
23. Законы Кирхгофа.
24. Продольные и поперечные волны.
25. Уравнение плоской гармонической волны.
26. Интерференция и дифракция волн.
27. Строение жидкостей, ближний порядок.
28. Поверхностный слой, поверхностное натяжение, капиллярные явления.
29. Строение твёрдых тел
30. Релятивистский импульс, релятивистская форма второго закона Ньютона.
31. Взаимосвязь массы и энергии.
32. Магнитные моменты электрона и атома.
33. Намагничивание вещества.
34. Классификация веществ по магнитным свойствам.
35. Ферромагнетизм. Ферриты.
36. Момент инерции, момент импульса твердого тела.
37. Закон сохранения момента импульса твердого тела.
38. Гироскопический эффект.
39. Квантовая оптика.
40. Тепловое излучение, его особенности и характеристики.
41. Абсолютно черное тело.
42. Закон Кирхгофа.
43. Закон Стефана-Больцмана.
44. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела.
45. Закон Вина.
46. Кинематика вращательного и колебательного движения материальной точки
47. Современная физическая картина мира.
48. Иерархия структур материи, эволюция Вселенной.
49. Физическая картина мира как философская категория.
50. Гармонический и ангармонический осциллятор.
51. Свободные колебания и их уравнение движения.
52. Собственная частота и энергия колебаний.
53. Затухающие колебания. Ангармонизм.
54. Параметры затухания колебаний.
55. Радиоактивность и ее виды.
56. Закон радиоактивного распада.
57. Активность источников излучения.
58. Происхождение и закономерности альфа-, бета- и гамма-излучений атомных ядер.
59. Ядерные реакции и законы сохранения.
60. Реакция деления ядра.

3.Рекомендованная литература

Основная литература:

1. Касьянов, В.А. Физика. Базовый уровень. 10 класс : учебник / В.А.Касьянов. - 9-е изд., стереотип. - Москва: Дрофа, 2020. - 301с. : ил. - (Российский учебник). - Текст: непосредственны

2. Касьянов, В.А. Физика. Базовый уровень. 11 класс: учебник / В.А.Касьянов. - 8-е изд., стереотип. - Москва: Дрофа, 2020. - 288с.: ил., бл.цв.вкл. - (Российский учебник). - Текст: непосредственный
3. Мякишев, Г.Я. Физика. 11 класс [Текст]: учебник для общеобразоват. организаций; базовый уровень / Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев; под ред. Н.А. Парфентьевой. - 4-е изд. - М. : Просвещение, 2018. - 432 с. : ил. - (Классический курс).
4. Рымкевич, А.П. Физика. Задачник. 10-11 класс [Текст]: пособие для школы / А.П. Рымкевич. - 10-е изд., стереотип. - М.: Дрофа, 2017. - 188 с.: ил. - (Задачники "Дрофы").

Дополнительная литература:

1. Прошкин, С.С. Механика, термодинамика и молекулярная физика. Сборник задач: учебное пособие для спо / С.С. Прошкин, В.А. Самолетов, Н.В. Ниженский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Юрайт, 2020. — 467 с. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454013> (дата обращения: 15.09.2020).
2. Трофимова, Т.И. Руководство к решению задач по физике: учебное пособие для спо / Т.И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Юрайт, 2019. — 265 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/426398> (дата обращения: 15.09.2020).

Электронные образовательные ресурсы

1. Айзензон, А.Е. Физика: учебник и практикум для спо / А.Е. Айзензон. — Москва: Юрайт, 2020. — 335 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449185> (дата обращения: 15.09.2020).
2. Бордовский, Г.А. Физика в 2 т. Том 1: учебное пособие для спо / Г.А. Бордовский, Э.В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Юрайт, 2020. — 242 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454456> (дата обращения: 15.09.2020).
3. Бордовский, Г.А. Физика в 2 т. Том 2: учебное пособие для спо / Г.А. Бордовский, Э.В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Юрайт, 2020. — 299 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454457> (дата обращения: 15.09.2020).
4. Калашников, Н.П. Физика в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для спо/ Н.П. Калашников, С.Е. Муравьев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Юрайт, 2020. — 254 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449060> (дата обращения: 15.09.2020).
5. Калашников, Н. П. Физика в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для спо / Н.П. Калашников, С.Е. Муравьев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Юрайт, 2020. — 244 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449061> (дата обращения: 15.09.2020).
6. Кравченко, Н.Ю. Физика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н.Ю. Кравченко. — Москва: Юрайт, 2020. — 300 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451749> (дата обращения: 15.09.2020).
7. Физика: колебания и волны. Лабораторный практикум: учебное пособие для спо / В.В. Горлач, Н.А. Иванов, М.В. Пластинина, А.С. Рубан; под ред. В.В. Горлача. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Юрайт, 2020. — 126 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449114> (дата обращения: 15.09.2020).