

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

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОУП.06 ФИЗИКА

**для обучающихся специальности
38.02.08 Торговое дело**

Магнитогорск, 2025

ВВЕДЕНИЕ

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

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования с учетом получаемой специальности.

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.

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

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

Выполнение практических и лабораторных работ обеспечивает достижение обучающимися следующих **результатов**:

- ПР61 сформированность представлений о роли и месте физики и астрономии в современной научной картине мира, о системообразующей роли физики в развитии естественных наук, техники и современных технологий, о вкладе российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки; понимание физической сущности наблюдаемых явлений микромира, макромира и мегамира; понимание роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;

- ПР62 сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, колебательное движение, резонанс, волновое движение; диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твердых тел, изменение объема тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; электризация тел, взаимодействие зарядов, нагревание проводника с током, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света; фотоэлектрический эффект, световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность;

- ПР63 владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы (связанными с механическим движением, взаимодействием тел, механическими колебаниями и волнами; атомно-молекулярным строением вещества, тепловыми процессами; электрическим и магнитным полями, электрическим током, электромагнитными колебаниями и волнами; оптическими явлениями; квантовыми явлениями, строением атома и атомного ядра, радиоактивностью); владение основополагающими астрономическими понятиями, позволяющими характеризовать процессы, происходящие на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движение небесных тел, эволюцию звезд и Вселенной;

- ПР64 владение закономерностями, законами и теориями (закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправности инерциальных систем отсчета; молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, первый закон

термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для участка цепи, закон Ома для полной электрической цепи, закон Джоуля - Ленца, закон электромагнитной индукции, закон сохранения энергии, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада); уверенное использование законов и закономерностей при анализе физических явлений и процессов;

- ПРб5 умение учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета, идеальный газ; модели строения газов, жидкостей и твердых тел, точечный электрический заряд, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач;

- ПРб6 владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования; сформированность представлений о методах получения научных астрономических знаний;

- ПРу1 сформированность понимания роли физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роли и места физики в современной научной картине мира; роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;

- ПРу2 сформированность системы знаний о физических закономерностях, законах, теориях, действующих на уровнях микромира, макромира и мегамира, представлений о всеобщем характере физических законов; представлений о структуре построения физической теории, что позволит осознать роль фундаментальных законов и принципов в современных представлениях о природе, понять границы применимости теорий, возможности их применения для описания естественнонаучных явлений и процессов;

- ПРу3 сформированность умения различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений): инерциальная система отсчета, материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение, абсолютно упругая деформация, абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения, моделей газа, жидкости и твердого (кристаллического) тела, идеального газа, точечный заряд, однородное электрическое поле, однородное магнитное поле, гармонические колебания, математический маятник, идеальный пружинный маятник, гармонические волны, идеальный колебательный контур, тонкая линза; моделей атома, атомного ядра и квантовой модели света;

- ПРу4 сформированность умения объяснять особенности протекания физических явлений: механическое движение, тепловое движение частиц вещества, тепловое равновесие, броуновское движение, диффузия, испарение, кипение и конденсация, плавление и кристаллизация, направленность теплопередачи, электризации тел, эквипотенциальности поверхности заряженного проводника, электромагнитной индукции, самоиндукции, зависимости сопротивления полупроводников "р-" и "n-типов" от температуры, резонанса, интерференции волн, дифракции, дисперсии, полного внутреннего отражения, фотоэффект, физические принципы спектрального анализа и работы лазера, "альфа-" и "бета-" распады ядер, гамма-излучение ядер;

- ПРу5 сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов (закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, закон всемирного

тяготения, первый закон термодинамики, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения энергии) и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности; относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения, три закона Ньютона, принцип относительности Галилея, закон всемирного тяготения, законы сохранения импульса и механической энергии, связь работы силы с изменением механической энергии, условия равновесия твердого тела; связь давления идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения и концентрацией его молекул, связь температуры вещества со средней кинетической энергией его частиц, связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его температурой, уравнение Менделеева-Клапейрона, первый закон термодинамики, закон сохранения энергии в тепловых процессах; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей, закона Кулона; законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля-Ленца, закон электромагнитной индукции, правило Ленца, постулаты специальной теории относительности Эйнштейна, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, первый и второй постулаты Бора, принцип неопределенности Гейзенберга, закон сохранения заряда, массового числа и энергии в ядерных реакциях, закон радиоактивного распада;

- ПРy8 сформированность представлений о методах получения научных астрономических знаний; владение умениями самостоятельно формулировать цель исследования (проекта), выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами; планировать и проводить физические эксперименты, описывать и анализировать полученную при выполнении эксперимента информацию, определять достоверность полученного результата;

- ПРy 11 овладение различными способами работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, развитие умений критического анализа и оценки достоверности получаемой информации;

- ПРy 12 овладение организационными и познавательными умениями самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ, умениями занятием в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;

- МР 8 способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

- МР 9 владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;

- МР 10 формирование научного типа мышления, владение научной терминологией, ключевыми понятиями и методами;

- МР 21 выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;

- МР 17 уметь переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности;

- МР 13 овладение видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов;

- ЛР 13 готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

- ЛР 14 осознание личного вклада в построение устойчивого будущего
- ЛР 23 готовность к труду, осознание ценности мастерства, трудолюбие;
- ЛР 26 способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности **и формированию общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Физика» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические или лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Практические работы

Тема 2.1. Кинематика

Практическое занятие №1

Решение задач по кинематике. Уравнения движения.

Цель: научиться различать виды механического движения в зависимости от формы траектории и скорости перемещения тела, рассчитывать его параметры, научиться изображать графически различные виды механических движений, записывать уравнения движения, различать его относительность; научиться формулировать следующие понятия : механическое движение, скорость и ускорение, система отсчета, механический принцип относительности.

Выполнение работы способствует формированию: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09, ОК 06

Материальное обеспечение:

индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Указание:

Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступать к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практической отводится два академических часа.

Задание:

1. Письменно ответьте на следующие вопросы:

- Кинематический закон движения для координатного способа определения движения материальной точки.
- Кинематический закон движения для естественного движения для векторного способа определения движения.
- Кинематический закон движения для естественного способа определения движения.
- Как найти вектор скорости для конкретного, векторного и естественного способов определения движения?
- Как найти вектор ускорения для разных способов определения движения?

2. Используя формулы для расчета параметров движения тел, решить задачи.

3. Проанализировать графики движения тел, описать характер движения.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить основные вопросы кинематики.
2. Решить задачи по вариантам.
3. Оформить отчет в тетради для практических работ.

1. Теоретическая часть

Одномерное движение. Движение с постоянной скоростью.

Пусть тело движется в направлении оси X с постоянной скоростью v и за время $\Delta t = t - t_0$ проходит путь $\Delta x = x - x_0$. Средняя скорость

$$v_{\text{ср}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

Движение с переменной скоростью. Ускорение

Если тело движется направлении оси X

переменной скоростью $v(t)$, то, графики $X(t)$ и $v(t)$ имеют вид:

При этом говорят, что тело движется с ускорением.

Ускорение ($\vec{a}$) – скорость изменения скорости.

Если за время $\Delta t = t - t_0$ изменение скорости $\Delta \vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_0$, то среднее ускорение: $\boxed{\vec{a}_{\text{ср}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}}$ $[a] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Из $a = \frac{v - v_0}{\Delta t} \Rightarrow v = v_0 + a\Delta t$ или $\boxed{v(t) = v_0 + a\Delta t}$

$\boxed{x(t) = x_0 + v_0\Delta t + \frac{a\Delta t^2}{2}}$ Если $\vec{v}_0$ и $\vec{a}$ сонаправлены, то скорость движения тела возрастает, a имеет знак «+»; в противном случае скорость уменьшается и a имеет знак «-».

Если время движения $\otimes t$ неизвестно, то $\boxed{x(t) = x_0 + \frac{v^2(t) - v_0^2}{2a}}$.

2. Примеры решения задач

1. Пассажирский поезд идет со скоростью 72 км/ч. По соседнему пути движется навстречу товарный поезд длиной 140 м со скоростью 54 км/ч. Сколько времени пассажир, стоящий у окна, будет видеть проходящий мимо него товарный поезд?

Дано: $v_1 = 72 \text{ км/ч}$ $v_2 = 54 \text{ км/ч}$ $l = 140 \text{ м}$ $t - ?$	СИ 20 м/с 15 м/с	Решение: Относительная скорость движения обоих поездов $v = v_1 + v_2$. Следовательно, время, в течение которого мимо пассажирского поезда пройдет товарный, определим по формуле: $t = \frac{l}{v}$ Подставляем данные: $t = \frac{140}{20+15} = 4 \text{ с}$. Ответ: 4 с.
--	---	---

2. Посадочная скорость пассажирского самолета 135 км/ч, а длина пробега его 500 м. Определить время пробега по посадочной полосе и ускорение самолета, считая движение равнозамедленным.

Дано: $v_0 = 135 \text{ км/ч}$ $S = 500 \text{ м}$ $v = 0 \text{ м/с}$ $t - ? , a - ?$	СИ $37,5 \text{ м/с}$	Решение: Время пробега самолета при посадке находим из формулы пути $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$, где a для равнозамедленного движения определится из формулы: $v = v_0 + at$ или $a = -\frac{v_0}{t}$. Следовательно, $S = v_0 t - \frac{v_0 \cdot t^2}{2}$, откуда $t = \frac{2S}{v_0}$. Подставляем данные: $t = \frac{2 \cdot 500}{37,5} = 27 \text{ с}$. Ускорение $a = -\frac{v_0}{t}$; $a = \frac{37,5}{27} = -1,4 \text{ м/с}^2$ Ответ: 27 с, - 1,4 м/с ² .
---	---------------------------------	--

3. Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за пятую секунду прошло путь 18 м. Чему равно ускорение и какой путь тело прошло за 5 с?

<i>Дано:</i> $t_5 - t_4 = 1 \text{ с}$ $S = 18 \text{ м}$ $t = 5 \text{ с}$ $S_5 - ? , a - ?$	<i>Решение:</i> Путь, пройденный телом за пятую секунду $S = S_5 - S_4 = \frac{at_5^2}{2} - \frac{at_4^2}{2}$. Отсюда $a = \frac{2S}{t_5^2 - t_4^2}$; $a = \frac{2 \cdot 18}{25 - 16} = 4 \text{ м/с}^2$. Путь, пройденный телом за 5 секунд $S_5 = \frac{at^2}{2}$; $S_5 = \frac{4 \cdot 25}{2} = 50 \text{ м}$. <i>Ответ:</i> 4 м/с²; 50 м.
---	--

4. В последнюю секунду свободно падающее тело прошло половину своего пути. Сколько времени и с какой высоты падало тело?

<i>Дано:</i> $h_n - h_{n-1} = \frac{1}{2} h_n$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ $t - ? , h_n - ?$	<i>Решение:</i> Путь, пройденный за все время падения: $h_n = \frac{gt^2}{2}$. До последней секунды тело прошло путь $\frac{h_n}{2} = \frac{g(t-1)^2}{2}$ Следовательно, $\frac{gt^2}{2} = g(t-1)^2$ или $t^2 - 4t + 2 = 0$. Отсюда $t = 2 + \sqrt{2} = 3,4 \text{ с}$. Высота падения $h_n = \frac{9,8 \cdot 3,4^2}{2} \approx 57 \text{ м}$ <i>Ответ:</i> 3,4 с; 57 м.
---	--

5. Камень падает в шахту. Через 6 с слышен удар камня о дно шахты. Определить глубину шахты, если скорость звука 330 м/с.

<i>Дано:</i> $t = 6 \text{ с}$ $v = 330 \text{ м/с}$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ $h - ?$	<i>Решение:</i> Если обозначить через t_1 время падения камня, то время распространения звука $t - t_1$. Путь, пройденный камнем при свободном падении $h = \frac{gt_1^2}{2}$, а звуком $- h = v(t - t_1)$. Следовательно, $\frac{gt_1^2}{2} = v(t - t_1)$ или $gt_1^2 + 2v t_1 - 2v t = 0$ Решив данное уравнение, получим $t_1 = 5,5 \text{ с}$. Глубина шахты $h = \frac{gt_1^2}{2}$; $h = \frac{9,8 \cdot 5,5^2}{2} = 148 \text{ м}$ <i>Ответ:</i> 148 м.
--	---

Задания для самостоятельной работы

Вариант № 1

1. Самолет ИЛ – 86, двигаясь равномерно со скоростью 900 км/ч, в течение 9с совершил такое же перемещение, что и самолет Як – 42 за 10 с. Определите скорость Як – 42.

2. Графики каких движений тел показаны на рис. 1? По графику определите: 1) в какой момент времени тела встретились; 2) какие пути тела прошли до встречи.

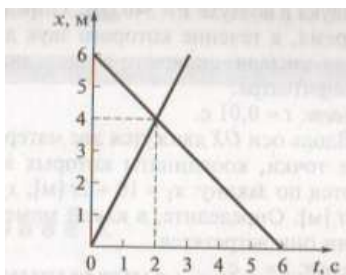


рис.1.

3. Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость 0,6 м/с. Через какое время от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с?

4. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением 0,4 м/с², увеличит свою скорость с 12 до 20 м/с?

5. Пуля в стволе автомата Калашникова движется с ускорением 616 м/с². Какова скорость вылета пули, если длина ствола 41,5 см?

6. Тело, двигаясь прямолинейно с ускорением 5 м/с², достигло скорости 30 м/с, а затем, двигаясь равнозамедленно, остановилось через 10 с. Определите путь, пройденный телом.

7. Тело свободно падает с высоты 125,5 м. Определите время падения и скорость тела в момент удара о Землю.

Вариант № 2

1. Среднее расстояние между Землей и Солнцем 1 астрономическая единица (1 а.е. = 1,496 · 10¹¹ м). Определите время прохождения света от Солнца до Земли. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

2. На рис. 2. представлен график зависимости координаты тела от времени. По графику определите: 1) сколько времени тело находилось в движении; 2) чему равно его перемещение.

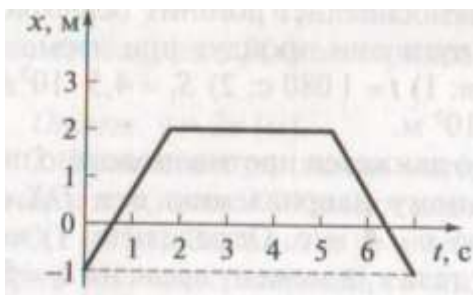


рис.2.

3. Велосипедист движется под уклон с ускорением 0,3 м/с². Какую скорость приобретет велосипедист через 20 с, если его начальная скорость равна 4 м/с?

4. Скорость поезда за 20 с уменьшилась с 72 до 54 км/ч. Написать формулу зависимости скорости от времени $v_x(t)$ и построить график этой зависимости.

5. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, остановился через 5 с. Найти тормозной путь.

6. Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 с, двигаясь с ускорением 0,3 м/с². Какова скорость лыжника в начале и в конце уклона?

7. Тело свободно падает в течение 4 с. Определите высоту, с которой падает тело, и скорость в момент удара о Землю.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

1. Оценка «отлично» выставляется за 90 – 100% правильных ответов
2. Оценка «хорошо» выставляется за 80 – 89% правильных ответов
3. Оценка «удовлетворительно» выставляется за 60 – 79% правильных ответов
4. Оценка «неудовлетворительно» выставляется за менее 60% правильных ответов

Тема 2.1. Кинематика

Практическое занятие №2

Решение задач на параметры вращательного движения

Цель: научиться решать задачи на параметры вращательного движения

Выполнение работы способствует формированию: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Задание:

1 Ответьте на следующие вопросы:

- Какую формулу можно использовать для нахождения пути, если точка прошла при криволинейном движении?
- Докажите формулу, связывающую векторы линейной и угловой скорости.
- Почему равны векторы тангенциального и нормального ускорения в случае криволинейного движения материальной точки? Как найти модули этих векторов?
- Чему равны векторы тангенциального и нормального ускорения и их модули для вращательного движения материальной точки?
- Как связан вектор полного ускорения с векторами углового ускорения и угловой скорости для вращательного движения?

Порядок выполнения работы:

1. Ответьте письменно на вопросы представленные выше.
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

Краткие теоретические сведения:

Пусть тело движется по окружности радиуса R с постоянной по значению скоростью v (линейной скоростью) и за время Δt переместилось на $\Delta \vec{S}$ из т. А в т. В. Вектор $\vec{v}$ направлен по касательной к окружности и меняет направление, т.е. можно говорить об изменении скорости

$\Delta \vec{v} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$, отличным от нуля. Отсюда: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \neq \vec{0}$.

Центростремительное ускорение ($\vec{a}$) – скорость изменения направления вектора скорости.

Определим $|\vec{a}_{cp}| = a_{cp}$.

Из подобия треугольников OAB и CBD $\Rightarrow \frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta S}{R} \Rightarrow \Delta v = \frac{v \cdot \Delta S}{R}$.

$$a_{cp} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v \cdot \Delta S}{R \Delta t}; \text{ при } \Delta t \rightarrow 0 \quad a_{cp} \rightarrow a \text{ и } \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow v \Rightarrow \boxed{a = \frac{v^2}{R}}.$$

Вектор $\vec{a}$ направлен по радиусу к центру окружности.

Период обращения точки по окружности (T) – время, за которое точка описывает одну окружность.

$$\boxed{T = \frac{2\pi R}{v}} \quad [T] = 1 \text{ с} \quad \text{Из } a = \frac{v^2}{R} \text{ и } v = \frac{2\pi R}{T} \quad \textcircled{R} \quad \boxed{a = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot R}.$$

Частота обращения точки по окружности (ν) – количество полных оборотов, совершаемых точкой

в единицу времени. $\boxed{\nu = \frac{1}{T}} \quad [\nu] = 1 \frac{1}{\text{с}}; \quad \boxed{\nu = \frac{v}{2\pi R}} \quad \boxed{a = 4\pi^2 \nu^2 R}.$

Угловая скорость обращения точки по окружности (ω) – скорость изменения угла поворота $\otimes$

радиуса R , соединяющего точку с центром $\boxed{\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}}$ окружности. $\boxed{[\omega] = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}} \quad \boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$

$\textcircled{R} \quad \boxed{\omega = 2\pi\nu}; \quad \omega = 2\pi \frac{v}{2\pi R} = \frac{v}{R} \quad \textcircled{R} \quad \boxed{v = \omega R}; \quad \boxed{v = 2\pi\nu R}; \quad a = \frac{v^2}{R} = \frac{\omega^2 R^2}{R} \quad \textcircled{R} \quad \boxed{a = \omega^2 R}.$

2. Решите задачи для самостоятельной работы.

1. Автомобиль движется по закруглению радиусом 100 метров со скоростью 36 км/ч. Определить его центростремительное ускорение. (отв.: 1 м/с)
2. Автомобиль движется по закруглению радиусом 80 метров со скоростью 54 км/ч. Определить его центростремительное ускорение.
3. Точильный круг радиусом 10 см делает один оборот за 0,2 с. Найдите скорость точек, наиболее удаленных от оси вращения.
4. Самолёт, выходя из пике, движется по траектории, которая в нижней части является дугой окружности радиусом 800 м. Вычислите ускорение самолёта при его движении, если его скорость равна 720 км/ч. (отв.: 50 м/с²)
5. Спутник движется по круговой орбите на высоте 630 км. Период обращения спутника 97, 5 минут. Определите его линейную скорость и центростремительное ускорение. Радиус Земли 6370 км. (Отв.: 7514 м/с; 8,1 м/с²)
6. Время одного оборота вокруг оси равно 24 часа. Вычислите угловую и линейную скорости вращения точек на экваторе. Радиус Земли считать равным 6400 км (отв.: 0,0007 рад/с; 448 м/с).
7. Период обращения первого космического корабля – спутника Земли «Восток» равнялся 90 минут. Средняя высота спутника над Землёй была равна 320 км. Радиус Земли 6400 км. Вычислите скорость корабля.
8. Какова скорость движения автомобиля, если его колеса радиусом 30 см делают 600 оборотов в минуту?
9. Луна движется вокруг Земли на расстоянии 380000 км от неё, совершая один оборот за 27,3 суток. Вычислите центростремительное ускорение Луны.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Оценка «отлично» выставляется за 90 – 100% правильных ответов

Оценка «хорошо» выставляется за 80 – 89% правильных ответов

Оценка «удовлетворительно» выставляется за 60 – 79% правильных ответов

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за менее 60% правильных ответов

Тема 2.2 Динамика, динамика вращательного движения. Законы сохранения в механике

Практическая работа № 3

Решение задач по теме «Виды сил в механике. Сила трения покоя, скольжения, качения, вращения»

Цель: получить представление о силовом действии одного тела на другое, массе тела, различать понятия инерции и инертности, научиться формулировать понятия массы, силы, законы Ньютона.

Выполнение работы способствует формированию: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение: -посадочные места по количеству обучающихся; -раздаточный материал с заданиями; сборники задач, -справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы.
3. Решить задачи на применение законов Ньютона, выявив основную причину движения тела и вид силы, действующей на тело (самостоятельная работа по вариантам).

Краткие теоретические сведения

Динамика. Основные понятия

Инерция – явление сохранения скорости движения тела при отсутствии внешних воздействий.

Инертность – свойство тел, проявляющееся в том, что при одинаковых внешних воздействиях разные тела приобретают разные ускорения.

Масса (m) – мера инертности тел. $[m] = 1 \text{ кг}$.

За эталон массы (1 килограмм) принята масса международного прототипа килограмма.

Из опытов известно, что ускорения, получаемые телами при взаимодействии, обратно пропорциональны их массам:

$$m_{\text{ТЕЛА}} = \frac{m_{\text{ЭТ}} \cdot a_{\text{ЭТ}}}{a_{\text{ТЕЛА}}}$$

массу

Если массу какого-либо тела принять за эталон, то можно измерить других тел:

Плотность тела (ρ) – $\rho = \frac{m}{V}$ $[\rho] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Сила ($\vec{F}$) – мера механического действия одного тела на другое. $[F] = 1 \text{ Н}$ – ньютон.

Сила имеет направление, т. е. *сила-вектор*.

Сила всегда приложена к тому телу, название которого следует в предложении после предлога «на».

Силовое поле – особый вид материи, посредством которого передаётся действие силы.

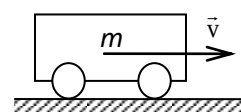
Равнодействующая (резльтирующая) сил ($\vec{R}$) – сила, равная векторной сумме сил $\vec{F}_i$. $\vec{R} = \sum \vec{F}_i$ $p = \frac{F}{S}$ данных

Давление (p) – отношение силы к площади поверхности, на которую она действует в перпендикулярном направлении.

1 Па – паскаль

$$[p] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} =$$

Импульс тела ($\vec{p}$) – векторная мера механического движения, равная произведению массы тела на его скорость. $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ $[p] = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$



Импульс силы ($\vec{F} \cdot \Delta t$) – векторная мера действия силы, равная

произведению силы на время её действия. $[F \cdot \Delta t] = 1 \text{ Н} \cdot \text{с}$.

Законы Ньютона

Обобщив результаты своих исследований и, учтя работу Галилея «О движении тел по инерции», Ньютон сформулировал законченное положение, известное как первый закон Ньютона:

Существуют системы отсчета, относительно которых тело находится в покое либо движется прямолинейно и равномерно, если равнодействующая всех приложенных к нему сил равна нулю. Инерциальная система отсчёта (ИСО) – система отсчёта, в которой выполняется первый закон Ньютона.

Из $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m \Delta \vec{v}}{\Delta t} = m \vec{a}$ получаем второй закон Ньютона:

$$\boxed{\vec{F} = m \cdot \vec{a}}$$

для тела постоянной массы скорость изменения импульса равна произведению массы на ускорение. Второй закон Ньютона работает только в ИСО и при условии, что масса тела и действующие на него силы постоянны.

Второй закон Ньютона справедлив для равнодействующей $\vec{R}$ всех сил, приложенных к телу, поэтому, прежде чем решать задачи с его применением, надо определить $\vec{R}$.

Третий закон Ньютона: силы, с которыми два тела действуют друг на друга, численно равны и направлены в противоположные стороны по одной прямой.

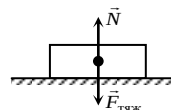
$$\boxed{\vec{F}_1 = -\vec{F}_2}$$

Третий закон Ньютона работает только в ИСО.

Полагая, что все тела Вселенной взаимно притягиваются, Ньютон в 1682 г. сформулировал закон всемирного тяготения: все тела притягиваются друг к другу с силами, пропорциональными произведению их масс и обратно пропорциональными квадрату расстояния между ними.

$$\boxed{F_{12} = \frac{\gamma \cdot m_1 \cdot m_2}{R^2}}$$

где F_{12} – сила взаимного притяжения тел масс m_1 и m_2 ;
 γ – гравитационная постоянная. $\gamma = 6,6720 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$.



Силы в природе

Сила тяжести ($\vec{F}_{\text{тяж}}$) – сила, сообщаящая телу ускорение свободного падения.

$$\boxed{\vec{F}_{\text{тяж}} = m \vec{g}}$$

Сила тяжести направлена вертикально вниз (перпендикулярно касательной к поверхности Земли).

Реакция ($\vec{N}$) – сила действия опоры (подвеса) на тело.

Вес тела ($\vec{P}$) – сила, с которой тело действует на опору или подвес вследствие притяжения к Земле.

Невесомость – исчезновение веса тела при движении опоры с ускорением свободного падения.

Перегрузка – увеличение веса тела при движении опоры с ускорением вверх.

Сила упругости ($\vec{F}_y$) – сила, возникающая в теле при деформации.

$$\boxed{\vec{F}_y = -k \vec{x}}$$

Закон Гука: сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна его абсолютной деформации и направлена в сторону, противоположную перемещению частиц тела:

$$\boxed{F_{\text{тр}} = \mu N}$$

Сила трения покоя ($\vec{F}_{\text{тр.п.}}$) – сила, возникающая на границе соприкосновения тел при отсутствии их движения относительно друг друга.

μ – коэффициент трения (зависит от материалов трущихся поверхностей).

Примеры решения задач

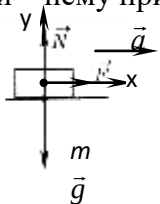
1. Брусок массой 2 кг покоится на горизонтальной гладкой поверхности. С каким ускорением будет двигаться брусок, если к нему приложить горизонтально направленную силу 10 Н?

Дано:

Решение:

$m = 2 \text{ кг}$

$F = 10 \text{ Н}$



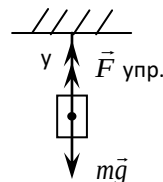
а – ?

Вычисления: По второму закону Ньютона $\vec{F} = m\vec{a}$. Сила $\vec{F}$ сообщает бруску ускорение $\vec{a}$. По направлению эти величины совпадают между собой и осью «х».

В скалярной форме уравнение имеет вид: $F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{10}{2} = 5 \text{ м/с}^2$. Ответ: 5 м/с^2 .

2. На тонкой проволоке подвешен груз массой 10 кг. При этом длина проволоки увеличилась на 0,5 мм. Чему равна жесткость проволоки?

Дано:	СИ	Решение:
$m=10 \text{ кг}$		
$x=0,5 \text{ мм}$	$0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$	



к-?

Груз, подвешенный на проволоке, находится в покое. Значит $\vec{F}_{\text{упр.}}$ по модулю равна F_m . $\vec{F}_m = m\vec{g}$; $\vec{F}_{\text{упр.}} = -kx$ В скалярной формуле ось ОУ: $F_m - F_{\text{упр.}} = 0$

$$F_m = F_{\text{упр.}} \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x}; k = \frac{10 \cdot 9,8}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 196000 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \quad \text{Ответ: } 196 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Решить задачи (п - номер вашего варианта по списку)

1. С помощью башенного крана поднимают груз. Скорость подъема постоянна. Определите, какие силы действуют на груз? Каковы их направления? Какова равнодействующая? Почему? У неопытных крановщиков бывают обрывы тросов в тех случаях, когда они не обращают внимания на сильно раскачивание переносимых грузов. Случайны ли такие обрывы?

2. Почему на рукоятки, головки болтов, гайки круглой формы, закручиваемые и откручиваемые вручную, наносят специальную накатку (рифление)?

3. Колесо (шкив) приводится в движение при помощи ремня. Определите вид трения, возникающего между шкивом и ремнем: трение скольжения или трение покоя? Считайте, что ремень не проскальзывает.

4. Определите вид трения, возникающего между колесом движущейся тележки и грунтом, а также между втулкой колеса и осью. Ось прикреплена к тележке неподвижно (Рис.2).

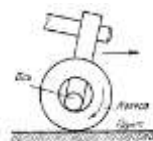


Рис. 1 песка и пыли?

5. Почему надо беречь смазочные материалы от попадания в них

6. Почему нужно беречь тормозную колодку и тормозной барабан транспортного средства от попадания между ними масла?

7. Для чего при соединении мягких материалов под головку болта и гайку подкладывают шайбу большего диаметра?

8. В каком из перечисленных ниже явлений под действием силы совершается работа (см. рис.3) а) трос находится в натянутом состоянии под действием силы тяжести; б) на стол действует вес гири; в) газ давит на стенки баллона; г) поршень выталкивается из цилиндра под действием силы давления газов; д) мальчик тянет веревку, привязанную к прочной стене?

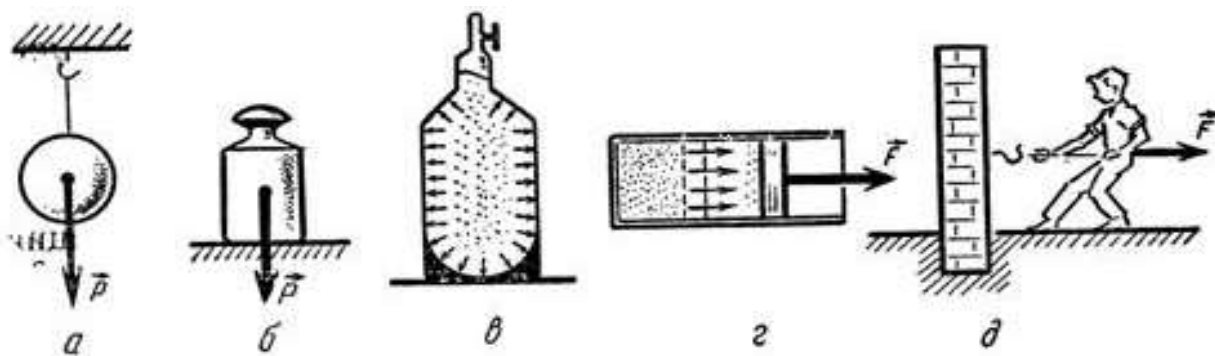


Рис. 2

9. На горизонтальном участке пути маневровый тепловоз толкнул вагон. Какие тела действуют на вагон во время и после толчка? Как будет двигаться вагон под влиянием этих тел?
10. Выразите в киловаттах и мегаваттах следующие мощности: 3500 Вт; 200 Вт; 5000Вт; 110000Вт. Выразите в ваттах следующие мощности: 3 кВт; 1,5 кВт; 0,6 кВт; 0,04 МВт; 0,0001 МВт.
11. Чему равна сила тяжести, действующая на упаковку с цементом массой 2,5кг, 600г, 1,2 т, 50т?
12. Первый советский искусственный спутник Земли был запущен 4 октября 1957 года. Определить массу этого спутника, если известно, что на Земле на него действовала сила тяжести, равная 819,3Н.
13. На неподвижной платформе стоит ящик с кирпичами массой n тонн. Вычислите и изобразите на рисунке силу тяжести и вес ящика.
14. Сможете ли вы поднять пластину из пробки объёмом n см³? Плотность пробки 240кг/м³.
15. Автобус массой n тонн едет по горизонтальному шоссе. Какая сила требуется для сообщения ему ускорения 1,4 м/с².
16. Вагонетка массой n тонн движется под действием силы 60 кН. Определите ускорение её движения.
17. Два корабля массой n тонн каждый, стоят на рейде на расстоянии 0,5 км один от другого. Какова сила притяжения между ними?
18. Определить массу каждого из двух одинаковых автомобилей, если на расстоянии 0,1 км на них действует сила притяжения 6,67мН.
19. Определить расстояние, на котором две вагонетки массой по 20 кг каждая взаимодействуют с силой 67мкН.
20. Какую силу надо приложить к вагону массой n тонн, чтобы он стал двигаться равноускорено и за 30с прошел путь 36 м? Коэффициент трения равен 0,008.
21. Под действием силы тяги скорость вагона массой n тонн возросла с 4,25 м/с до 32,4 км/ч на пути 75,5 м. Чему равна сила тяги, если коэффициент трения при движении вагона равен 0,025?
22. Какую силу тяги должен развивать двигатель, чтобы локомотив массой n тонн двигался: а) равномерно; б) с ускорением 0,2 м/с².
23. Электровоз при движении по горизонтальному пути развивает силу тяги n кН. На участке пути длиной 600 м скорость поезда возросла с 32,4 до 54 км/ч. Определите силу сопротивления движению поезда, если его масса равна 10000 тонн.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.1 Основы молекулярно-кинетической теории

Практическое занятие № 4

Решение задач по теме «Основы МКТ. Решение задач на уравнение состояния идеального газа»

Цель работы: углубить и конкретизировать представления о молекулярно-кинетической теории вещества. Научиться использовать законы МКТ для расчёта основных параметров состояния вещества.

Выполнение работы способствует формированию: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09, ОК 06

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: используя основные формулы законов МКТ, решить задачи

Порядок выполнения работы

1. Повторить основные вопросы молекулярно-кинетической теории.
2. Решить задачи по вариантам (из списка и таблицы)

Краткие теоретические сведения

Количество вещества (ν) – физическая величина, определяемая его структурных элементов (атомов, молекул и др.) $[\nu] = 1$ моль.

Число Авогадро (N_A) – количество частиц в 1 моль вещества в честь Амедео Авогадро (1776–1856, Италия).

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$$

числом

(названо

Молярная масса вещества (μ) – величина, численно равная его относительной атомной (молекулярной) массе $m_{\text{отн}}$ в атомных единицах массы (см. периодическую систему Дмитрия

Ивановича $\mu = m_{\text{отн}} \cdot 10^{-3}$ Менделеева (1834–1907, Россия). $[\mu] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

Масса одной

молекулы (в кг): $m_0 = \frac{\mu}{N_A}$.

Из опытов известно, что 1 моль газа (независимо от химического состава) при нормальных условиях (0°C и 760 мм рт. ст.) занимает объём $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ (22,4 л).

Концентрация (n) – количество молекул N в единице объема V .

$$n_{\text{л}} \approx 2,7 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{м}^3}$$

$$n = \frac{N}{V}$$

$$[n] = 1 \frac{1}{\text{м}^3}$$

Число Лошмидта (n_L) – концентрация молекул газа при нормальных условиях

$N = \nu \cdot N_A$ и $m = \nu \cdot \mu$ – число молекул N в ν моль вещества и его масса m .

$p = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \bar{E}_k$ – основное уравнение МКТ идеального газа,

где $\bar{E}_k = \frac{m \cdot \bar{v}^2}{2}$ – средняя кинетическая энергия одной

молекулы; m – масса молекулы; $\bar{v} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \bar{v}_i^2}{N}}$ – средняя

квадратичная скорость движения молекулы.

Температура – характеристика степени нагретости тела.

Абсолютный нуль – температура $t = -273,15^\circ\text{C}$, при которой прекратиться поступательное движение молекул.

Абсолютная шкала температур (шкала Кельвина) (T) – шкала температур, где за нуль принимают абсолютный нуль.

$[T] = 1 \text{ К}$ – кельвин. $1 \text{ К} = 1^\circ\text{C}$. Между шкалами Кельвина и Цельсия действует соотношение:

$$T = t + 273,15.$$

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ – постоянная Больцмана (названа в честь Людвиг Больцмана (1844–1906, Австрия).

$p = nkT$, т. е. давление газа не зависит от его природы, а определяется только концентрацией n молекул и температурой T .

Объединённый газовый закон: для данного количества вещества произведение давления газа на его объём, отнесённое к абсолютной температуре, есть величина постоянная.

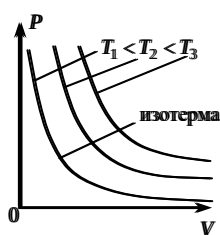
$R = k \cdot N_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$ – $\frac{pV}{T} = \nu R$ $\frac{pV}{T} = \text{const}$ универсальная газовая постоянная.

$pV = \frac{m}{\mu} RT$ – уравнение состояния идеального газа (Менделеева-Клапейрона).

Практический интерес вызывают три процесса в газах:

1) при $\nu = \text{const}$ и $T = \text{const}$; 2) при $\nu = \text{const}$ и $p = \text{const}$; 3) при $\nu = \text{const}$ и $V = \text{const}$.

Изотермический процесс. Закон Бойля-Мариотта



Изотермический процесс – процесс в газе, происходящий при постоянных количестве вещества и температуре.

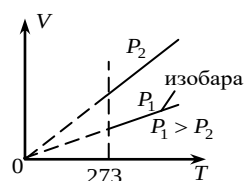
Закон Бойля-Мариотта: при постоянных количестве вещества и температуре произведение давления газа на его объём постоянным.

$$pV = \text{const}$$

остаётся

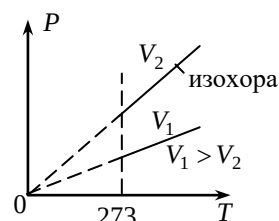
Изобарический процесс. Закон Гей-Люссака

Изобарический процесс – процесс в газе, происходящий при постоянных количестве вещества и давлении



$$V = \alpha T$$

Закон Гей-Люссака: при постоянных количестве вещества и давлении объём газа пропорционален его абсолютной температуре.



прямо

Изохорический процесс. Закон Шарля

Изохорический процесс – процесс в газе, происходящий при постоянных количестве вещества и объёме (был изучен Шарлем).

Закон Шарля: при постоянных количестве вещества и объёме давление газа $p = \beta T$ прямо пропорционально его абсолютной температуре.

Внутренняя энергия газа (U) – сумма кинетической энергии его молекул, потенциальной энергии их взаимодействия и внутримолекулярной энергии.

$$U = \frac{3}{2} \nu R T \quad \text{– для одноатомного идеального газа.}$$

$$U = \frac{5}{2} \nu R T \quad \text{– для двухатомного газа}$$

$$U = 3 \nu R T \quad \text{. Для многоатомного идеального газа}$$

Работа газа при изобарическом расширении:

$$A = \nu R \Delta T \quad A = p \cdot \Delta V$$

Физический смысл R :

универсальная газовая постоянная – работа, совершаемая одним молем идеального газа при его изобарическом нагревании на один кельвин.

В условии некоторых задач отсутствуют цифры. Значения физических параметров этих задач необходимо брать из таблицы 1:

по вертикальной строке указан номер варианта, по горизонтальной – номер задачи.

1. Вычислить массу одной молекулы заданного газа.
2. Сколько молекул содержится при нормальных условиях в m килограммах водорода $\mathbf{H}_2$?
3. Какое количество вещества ν содержится в алюминиевой отливке массой m ? ($\mu_{\text{Al}} = 27 \cdot 10^{-3}$ кг/моль).
4. Какова масса ν молей углекислого газа? ($\mu_{\text{CO}_2} = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль).
5. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна $\mathbf{E}_k$. Чему равна температура газа? ($k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К).
6. В баллоне емкостью V литров находится кислород при температуре T и давлении P .
Определить массу газа в баллоне. ($\mu_{\text{O}_2} = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль)
7. В цилиндре дизеля давление воздуха изменяется от P_1 до P_2 ; объем при этом уменьшается от V_1 до V_2 литров. Начальная температура процесса T_1 . Определить температуру воздуха T_2 в Кельвинах после сжатия.
8. Какова внутренняя энергия ν молей одноатомного газа при температуре T ?
9. В баллоне емкостью 30 л находится кислород при температуре 300К и давлении 0,78МПа. Определите массу газа в баллоне.
10. Баллон емкостью 100 л содержит 5,76 кг кислорода. При какой температуре возникает опасность взрыва, если баллон выдерживает давление до 5МПа?
11. Вычислить увеличение внутренней энергии 2кг водорода при повышении его температуры на 10 К.
12. Углекислый газ массой 0,2 кг нагревают при постоянном давлении на 88К. Какую работу совершает при этом газ?

Таблица 1

вариант	1	2	3	4	5	6			7					8	
	ГАЗ	m	m	v	E _к	V	T	P	P ₁	P ₂	V ₁	V ₂	T ₁	v	T
	(формула)	кг	г	моль	Дж	л	°К	кПа	кПа	кПа	л	л	°С	Моль	К
1	Кислород O ₂	1	27	2	6·10 ²¹	2	100	1	2	1	7	5	27	1	27
2	Водород H ₂	2	54	4	7·10 ²¹	4	200	2	3	2	8	6	28	2	28
3	Метан CH ₄	3	81	6	8·10 ²¹	6	300	3	4	3	9	7	29	3	29
4	Озон O ₃	4	108	8	9·10 ²¹	8	400	4	5	4	10	8	30	4	30
5	Азот N ₂	5	135	10	1·10 ²¹	10	100	5	6	5	11	9	31	5	31
6	Углерод C ₂	6	162	12	2·10 ²¹	12	200	6	7	6	12	10	32	6	32
7	Углекислый CO ₂	7	189	14	3·10 ²¹	14	300	7	8	7	13	11	33	7	33
8	Гелий He ₂	8	216	16	4·10 ²¹	16	400	8	9	8	14	12	34	8	34
9	NH ₃	9	243	18	5·10 ²¹	18	100	9	10	9	15	13	35	9	35
10	Cl ₂	10	270	20	5,5·10 ²¹	20	200	10	11	10	16	14	36	10	36

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 3.2 Основы термодинамики. Тепловые машины.

Практическое занятие №5

Решение задач по теме «Основы термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам»

Цель работы: на примере решения задач изучить закон сохранения энергии применительно к тепловым процессам, путях изменения внутренней энергии тел, адиабатическом процессе, принципе работы тепловой машины.

Выполнение работы способствует формированию: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09, ОК 06

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание: решить задачи

Порядок выполнения работы:

1. Перед решением задач разобрать краткие теоретические сведения
2. Провести анализ величин, входящих в формулы. Выучить формулировку и математическую запись первого начала термодинамики
3. Решить задачи по вариантам, составив уравнения теплового баланса, решить задачи на изменение внутренней энергии тела при тепловых и механических процессах (самостоятельная работа).

Краткие теоретические сведения

Теплообмен (теплопередача) – обмен внутренней энергией без совершения механической работы.

Количество теплоты (Q) – энергия, переданная в результате теплообмена. $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$

Удельная теплоёмкость (c) – количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг вещества на 1 К (1°C). $c = \frac{Q}{m \Delta T}$ $[c] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

$\sum Q_{\text{отд.}} = \sum Q_{\text{пол.}}$ – уравнение теплового баланса.

Горение: $Q = q \cdot m$. $q = \frac{Q}{m}$ $[q] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Удельная теплота сгорания (q) – количество теплоты, выделяемое при сгорании 1 кг топлива.

Парообразование – переход вещества из жидкого состояния в газообразное.

$Q = r \cdot m$ $r = \frac{Q}{m}$ $[r] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Удельная теплота парообразования (r) – количество теплоты, необходимое для превращения в пар 1 кг жидкости при постоянной температуре.

Плавление – переход вещества из твёрдого состояния в жидкое. $Q = \lambda \cdot m$ $\lambda = \frac{Q}{m}$ $[\lambda] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Удельная теплота плавления (λ) – количество теплоты, необходимое для плавления 1 кг вещества при температуре плавления.

Первый закон (начало) термодинамики: изменение внутренней энергии ΔU системы равно сумме количества теплоты Q , переданного системе, и работы A , совершенной над ней внешними силами

$$\Delta U = Q + A$$

Применение первого начала термодинамики к изопроцессам

Изотермический процесс, $T = \text{const}$	Изохорный процесс, $V = \text{const}$	Изобарный процесс, $p = \text{const}$	Адиабатический процесс, $Q = 0$
$\Delta U = 0 \Rightarrow Q = A_{\text{газ}}$	$A_{\text{газ}} = 0 \Rightarrow Q = \Delta U$	$Q = \Delta U + A_{\text{газ}}$	$A_{\text{газ}} = -\Delta U$

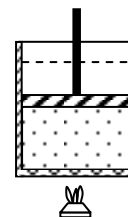
Тепловая машина – машина, совершающая механическую работу за счёт внутренней энергии топлива.

Рабочее тело – газ, совершающий работу в тепловой машине.

Нагреватель – устройство, сообщаемое рабочему телу количество теплоты Q_1 при температуре T_1 .

Холодильник – устройство, отнимающее от рабочего тела количество теплоты Q_2 при температуре T_2 .

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$



Примеры решения задач

1. В алюминиевую кастрюлю массой 0,15 кг налито 1,2 кг воды при 20^0C . Сколько кипятку нужно долить в кастрюлю, чтобы температура воды стала 50^0C ? Потерями тепла в окружающую среду пренебречь.

Дано:

Решение:

$m_a = 0,15\text{ кг}$	полученное тепло $Q_1 = c_b \cdot m_b (\theta - t_x)$; $Q_2 = c_a \cdot m_a (\theta - t_x)$
$m_b = 1,2\text{ кг}$	отданное тепло $Q_3 = c_b \cdot m_r (t_r - \theta)$
$t_x = 20^0\text{C}$	уравнение теплового баланса $Q_1 + Q_2 = Q_3$
$t_r = 100^0\text{C}$	$c_b \cdot m_b (\theta - t_x) + m_a \cdot c_a (\theta - t_x) = c_b \cdot m_r (t_r - \theta)$
$\theta = 50^0\text{C}$	$m_r = \frac{(c_b m_b + m_a c_a)(\theta - t_x)}{c_b (t_r - \theta)}$
$c_a = 920\text{ Дж/кг}^0\text{C}$	$\frac{(4200 \cdot 1,2 + 0,15 \cdot 920) \cdot (50 - 20)}{4200 \cdot (100 - 50)} \approx 0,74\text{ кг}$
$c_b = 4200\text{ Дж/кг}^0\text{C}$	
$m_r = ?$	Ответ: 0,74 кг

2. В процессе изобарного расширения газу передано 6 МДж теплоты. При этом газ совершает работу 1,2 МДж. Изменилась ли внутренняя энергия газа? Нагрелся газ или охладился.

Дано:

$A' = 1,2\text{ МДж}$	«СИ»	Решение:	Вычисления:
$Q = 6\text{ МДж}$	$6 \cdot 10^6\text{ Дж}$	$\Delta U = Q - A'$	$\Delta U = 6 \cdot 10^6\text{ Дж} - 1,2 \cdot 10^6\text{ Дж} =$
	$1,2 \cdot 10^6\text{ Дж}$		$= 4,8 \cdot 10^6\text{ Дж}$

$\Delta U = ?$

Решить задачи. В условии задач отсутствуют цифры. Значения физических параметров этих задач необходимо брать из таблицы 1: по вертикальной строке указан номер варианта, по горизонтальной – номер задачи.

1. Каким способом – совершением работы или теплопередачей изменяется внутренняя энергия детали в следующих случаях: 1) строгание детали; 2) нагревание детали в печи перед закалкой; 3) быстрое охлаждение детали в воде (закалка)?
2. Рабочие горячих цехов носят комбинезоны, покрытые металлическими блестящими чешуйками. Почему они хорошо защищают человека от жары?
3. Воду массой m нагрели с температуры T_1 до T_2 . Какое количество теплоты затратили при нагреве. ($C_v=4200\text{Дж/кг}\cdot\text{К}$)
4. Определить массу нагретой воды, если для её нагрева на ΔT затратили количество теплоты Q . ($C_v = 4200\text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$)
5. Определить массу сгоревшего каменного угля, если при сгорании выделилось Q Джоулей теплоты. ($q=29\text{МДж/кг}$)
6. Спирт массой m испарился. Определить количество теплоты, затраченное для выпаривания спирта. ($r=0,85\text{ МДж/кг}$)
7. Определить количество теплоты, необходимое для расплавления оловянного слитка массой m . ($\lambda= 0,59\text{ МДж/кг}$). Какое количество тепла выделится при охлаждении этого расплавленного слитка?
8. Газ под давлением P_1 изобарно расширился и совершил работу 25 Дж . На сколько увеличился объем газа?
9. Термодинамической системе передано $Q\text{ Дж}$ теплоты. Как изменится внутренняя энергия системы, если она совершила работу A ?
10. При изотермическом расширении ($T=\text{const}$) газом была совершена работа A . Какое количество теплоты Q сообщено газу?
11. Вычислить КПД тепловой машины, если температура нагревателя T_1 , холодильника T_2 .
12. Какой должна быть температура нагревателя T_1 , чтобы КПД двигателя составлял η при температуре холодильника T_2
13. Тепловая электростанция мощностью 2400 МВт потребляет 1500т угля в час. Каков КПД станции?
14. Для повышения твердости и прочности стальных изделий применяют закалку (нагрев до некоторой температуры с последующим быстрым охлаждением). Какое количество теплоты необходимо, чтобы нагреть стальной молоток массой 500г от 17 до 817°C ? Вычислите, какое количество теплоты выделяет молоток, если его охлаждают в жидком кислороде, температура которого -183°C . Удельная теплоемкость стали $460\text{ Дж/ кг}\cdot^\circ\text{C}$.
15. Какую массу кокса потребуется сжечь, чтобы нагреть 10т чугуна на 10°C ?
16. В плавильную печь загрузили 2000 кг чугуна, взятого при 20°C . Какое количество теплоты затрачено в ней на его плавление? Сколько льда, взятого при 0°C , можно было бы расплавить за счет этого количества теплоты?
17. В плавильной печи за одну плавку получили 250 кг алюминия при температуре 660°C . Определите, насколько изменилась внутренняя энергия алюминия, если его начальная температура была 20°C . Удельная теплота плавления алюминия $3,9\text{ МДж/кг}$.
18. Чугун в литейных цехах плавят в печах, называемых вагранками. Определите количество теплоты, необходимое для плавки 6т чугуна, доведенного до температуры плавления. Удельная теплота плавления сплава $138\,270\text{ Дж/кг}$.
19. Лом черных металлов переплавляют в сталь в мартеновских печах. Какое количество теплоты необходимо для нагревания и расплавления 10 т стального лома, если начальная температура его 20°C ? Температура плавления стали 1400°C .

	3			4		5	6	7	8	9		10		11		12	
	m кг	T ₁ °C	T ₂ °C	ΔT К	Q кДж	Q МДж	m г	m г	кПа	Q кДж	A Дж	A Дж	T= const	T ₁ °C	T ₂ °C	η	T ₂ °C
1	1	5	85	10	100	10	200	20	100	100	50	100	-	100	20	0,9	10
2	2	10	90	20	200	20	400	40	200	200	100	200	-	200	30	0,8	20
3	3	15	95	30	300	30	600	60	300	300	150	300	-	300	40	0,7	30
4	4	20	100	40	400	40	800	80	400	400	200	400	-	100	25	0,6	40
5	5	5	85	50	500	50	100	10	500	500	250	500	-	200	35	0,5	50
6	6	10	90	60	600	60	200	12	600	600	300	600	-	300	45	0,4	60
7	7	15	95	70	700	70	300	14	700	700	350	700	-	100	30	0,95	70
8	8	20	100	80	800	80	400	16	800	800	400	800	-	200	40	0,85	80
9	9	5	85	90	900	90	500	18	900	900	450	900	-	300	50	0,75	90
10	1	10	90	100	100	100	600	20	100	100	500	100	-	400	60	0,35	100

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 4.1 Электростатика

Практическое занятие № 6

Решение задач по теме «Электростатика».

Цель: изучить электрическое поле, знать его природу, его действие на электрические заряды и другие электрические поля. Научиться решать задачи на соединение конденсаторов.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09, ОК 06

Материальное обеспечение: индивидуальное задание, конспект лекций, справочные материалы.

Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступать к выполнению практической части.

Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практической отводится два академических часа.

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотрите теоретический материал по теме и примеры решения задач (смотри методическое пособие).
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

Краткие теоретические сведения:

Наэлектризованное тело – тело, обладающее свойствами, проявляющимися в электрических явлениях.

Необходима количественная мера свойств наэлектризованного тела.

Электрический заряд (Q ; q) – мера свойств наэлектризованных тел, проявляющихся в электрических явлениях $[Q] = 1$ Кл – кулон.

Взаимодействия наэлектризованных тел относят к *электромагнитным взаимодействиям*.

Электризация – процесс сообщения телу (либо перераспределения между частями тела) электрического заряда.

- Одним из способов электризации является трение.
- Из опытов известно, что существует два вида электрических зарядов. Их условно называют положительными и отрицательными.

Точечный заряд – заряд, расположенный на теле, размеры которого пренебрежимо малы.

Из опытов известно:

- 1) одноимённые заряды отталкиваются, разноимённые – притягиваются;
- 2) наименьший (элементарный) электрический заряд, существующий в природе – заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

- Заряд тела $q = N \cdot e$, где N – количество элементарных зарядов e в заряде q .

Закон сохранения электрического заряда: в электрически замкнутой системе тел полный электрический заряд (сумма величин положительного и отрицательного зарядов) остаётся постоянным.

Значит, электрический заряд не возникает из ничего и не исчезает бесследно и может переходить от одного тела к другому при

$$F_k = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{электромагнитных взаимодействиях.}$$

Закон Кулона: электрическая (кулоновская) сила F_k взаимодействия двух точечных электрических зарядов q_1 и q_2 в вакууме прямо пропорциональна произведению их величин, обратно пропорциональна квадрату расстояния r между ними и направлена вдоль прямой, соединяющей эти заряды.

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \quad \text{—} \quad F_k = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{коэффициент пропорциональности.}$$

В ряде случаев для упрощения расчётов k удобно представлять в

$$\text{виде:} \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.$$

Тогда:

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}.$$

Электрическая постоянная – коэффициент

- Сила взаимодействия зарядов в среде меньше, чем в вакууме.

Относительная диэлектрическая проницаемость среды (ϵ) – величина, показывающая, во сколько раз сила взаимодействия зарядов в среде (F_c) меньше, чем в вакууме (F_k).

Абсолютная диэлектрическая проницаемость среды – произведение $\epsilon_0 \cdot \epsilon$.

Электрическое поле – особый вид материи, проявляющийся во взаимодействии с электрическими зарядами., существует вокруг каждого заряда и заряды взаимодействуют друг с другом посредством этого поля.

Напряжённость электрического поля ($\vec{E}$) – векторная физическая величина, численно равная силе, с которой поле действует на единичный точечный положительный заряд, помещённый в данную точку поля.

$$E = \frac{F}{q} \quad [E] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} = 1 \frac{\text{В}}{\text{м}} \quad \text{– силовая характеристика точки электрического поля.} \quad E = k \frac{Q}{\varepsilon \cdot r^2}$$

Работа поля по перемещению заряда

$A = q \cdot E \cdot \Delta x$, где Δx – разность координат конечного и начального положений заряда.

$A = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)$, где $\varphi_1 - \varphi_2$ – разность потенциалов.

Связь напряжённости и разности потенциалов

$E = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{\Delta d} \quad [E] = 1 \frac{\text{В}}{\text{м}}$, т. е. напряжённость однородного электрического поля численно равна разности потенциалов на единице длины силовой линии.

Электрическая ёмкость проводника (C) –

$$C = \frac{Q}{\varphi} \quad \text{отношение заряда } Q \text{ проводника к его потенциалу } \varphi.$$

$$[C] = 1 \frac{\text{Кл}}{\text{В}} = 1 \text{ Ф} \quad \text{– фарад}$$

Конденсатор – система двух проводников (обкладок), разделенных слоем диэлектрика, предназначенная для накопления и хранения заряда.

Ёмкость *плоского* конденсатора (обкладки – плоские пластины) определяют по формуле: , где S – площадь обкладки; d – расстояние между обкладками

Соединение конденсаторов:

Последовательное соединение конденсаторов – соединение, при котором после зарядки отрицательно (положительно) заряженная обкладка предыдущего конденсатора соединена с положительно (отрицательно) заряженной обкладкой последующего.

$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad \frac{1}{C_{\text{общ}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

⇒

Параллельное соединение конденсаторов – соединение, при котором после зарядки все положительно заряженные обкладки собраны в один узел, все отрицательно заряженные – в другой.

$$C_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n C_i \quad C_{\text{общ}} = C_1 + \dots + C_n$$

Самостоятельная работа

1. С какой силой взаимодействуют два заряда q_1 и q_2 , находящиеся на расстоянии r в среде с диэлектрической проницаемостью ε ?
2. На каком расстоянии друг от друга заряды q_1 и q_2 взаимодействуют с силой F , если относительная диэлектрическая проницаемость среды ε ? (q_1, q_2 и ε из задачи №1)
3. Определить величину каждого из двух одинаковых зарядов, если в среде с относительной диэлектрической проницаемостью среды ε на расстоянии r друг от друга они взаимодействуют с силой F .

- Определить напряженность поля в точке, где действует электрическая сила F на пробный заряд q .
- Найти напряженность поля, образованного точечным зарядом $q=10$ мкКл. на расстоянии r в среде с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ .
- В однородном электрическом поле напряженностью E перемещается по силовой линии заряд $q=10$ мкКл. Определите работу электрического поля, если перемещение составило ΔX .
- Напряжение между точками электрического поля по силовой линии равно U , расстояние между ними ΔX (из задачи №6). Какова напряженность поля?
- Какую работу нужно совершить для того, чтобы заряд $q=10$ нКл переместился из точки поля с потенциалом ϕ_1 в точку с потенциалом ϕ_2 ? Схему перемещения заряда в электрическом поле изобразить графически.
- Какова ёмкость проводника, потенциал которого изменяется на $\Delta\phi$ при сообщении ему заряда $q=9$ нКл?
- Определить емкость батареи $C_{\text{бат.}}$, если конденсаторы с емкостями $C_1=10$ пФ, $C_2=15$ пФ и $C_3=20$ пФ соединили: а) последовательно; б) параллельно. Схемы соединения конденсаторов начертить.

№ ва р	1				2	3			4		5		6		7	8	
	q_1 нКл	q_2 нКл	r см	ϵ	F мН	ϵ	r см	F мН	F мН	q нКл	r см	ϵ	E Н/Кл	ΔX см	U В	ϕ_1 В	ϕ_2 В
1	1	1	2	81	10	1	2	90	10	5	1	1	10	35	110	100	500
2	2	2	4	2,1	20	2	4	80	20	10	1	2	20	34	220	200	400
3	3	3	6	2,5	30	3	6	70	30	15	1	3	30	33	330	300	350
4	4	4	8	2,1	40	4	8	60	40	20	1	4	40	32	110	400	200
5	5	5	10	6	50	5	2	50	50	25	1	5	50	31	220	500	100
6	6	6	2	7	60	6	4	40	60	30	5	6	60	30	330	600	1000
7	7	7	4	81	70	7	6	30	70	35	5	7	70	29	110	700	900
8	8	8	6	2,1	80	8	8	20	80	40	5	8	80	28	220	800	850
9	9	9	8	2,5	90	9	2	10	90	45	5	9	90	27	330	900	700
10	10	10	10	2,1	10	1	4	50	10	50	5	1	10	26	110	100	600

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

За правильно выполненное задание выставляется положительная оценка – 1 балл.

За неправильно выполненное действие, задание выставляется отрицательная оценка – 0 баллов.

Оценка «отлично» выставляется за 90 – 100% правильных ответов

Оценка «хорошо» выставляется за 80 – 89% правильных ответов

Оценка «удовлетворительно» выставляется за 60 – 79% правильных ответов

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за менее 60% правильных ответов

Тема 4.4 Магнитное поле.

Практическое занятие № 7 Решение задач по теме: Магнитное поле и его характеристики.

Цель: закрепить умения и навыки вычисления величин с использованием закона Ампера, формул для определения магнитного потока, силы Лоренца

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение:

тетрадь для практических работ, ручка, методические рекомендации по выполнению работы, линейка, карандаш.

Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступать к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практической отводится два академических часа.

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотрите теоретический материал по теме и примеры решения задач (смотри методическое пособие).

2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

Теория

Рассмотрим рисунок 1.

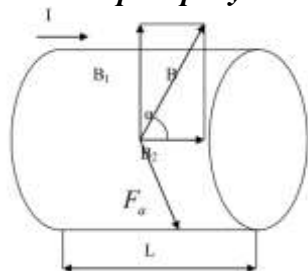
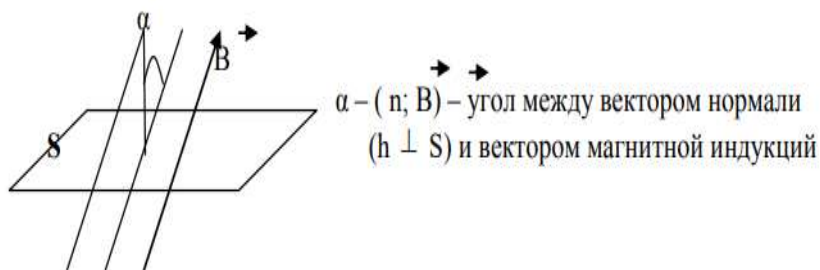


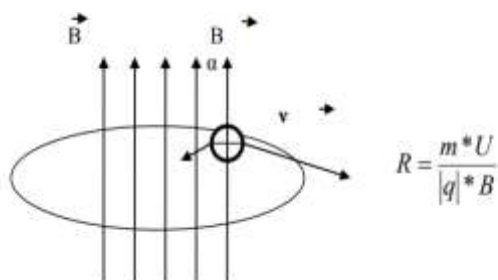
Рис. 1.

Величина силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник длиной L, по которому идет ток силой I, определяется по формуле Ампера: $F_a = B \times L \times I \times \sin \alpha$, где B - модуль магнитной индукции, [B] = Тл, L - длина проводника [L] = м, I - сила тока, [I] = А. Магнитное потоком через площадку S называют число силовых линий, проходящих через площадку: $\Phi = B \times S \times \cos \alpha$, где Φ – магнитный поток [Ф] = Вб.



$\alpha - (\vec{n}; \vec{B})$ – угол между вектором нормали ($\vec{n} \perp S$) и вектором магнитной индукции

Величина силы, действующей со стороны магнитного поля на заряженную частицу, определяется по формуле Лоренца: $F_l = B \times q \times v \times \sin \alpha$, где q – заряд частиц, v - скорость движения частиц, B – магнитная индукция. Заряженные частицы движутся в однородном магнитном поле по окружности, радиусом R.



$$R = \frac{m \cdot U}{|q| \cdot B}$$

R – радиус окружности $[R] = \text{м}$, m – масса частиц, $[m] = \text{кг}$, q – модуль заряда частицы, $[q] = \text{Кл}$. Время, за которое частицы делают полный оборот (период обращения) равно: $T = 2\pi R/v = 2\pi m/qB$.

Примеры решения задач

1. Определите силу, действующую на проводник длиной 20 см помещенный в магнитное поле, индукция которого 5Тл, если сила тока в проводнике 10 А и он образует угол $\alpha = 30^\circ$ с направлением поля.

Дано:	Решение:
$L = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$	На проводник с током со стороны магнитного поля действует сила
$B = 5 \text{ Тл}$	Ампера: $F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin \alpha$, $F = 5 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 1/2 = 5 \text{ (Н)}$.
$I = 10 \text{ А}$	
$\alpha = 30^\circ$	
$F = ?$	Ответ: 5 Н.

2. Плоская рамка площадью $S = 80 \text{ см}^2$, имеющая $N=40$ витков, расположена в однородном магнитном поле индукцией $B=0,1 \text{ Тл}$. Определите магнитный поток Φ сквозь рамку, если нормаль к ней оставляет угол $\alpha = \pi/6$ с вектором магнитной индукции.

Дано:	Решение:
$S = 80 \text{ см}^2 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$	Магнитный поток через один виток $\Phi_1 = BS \cos \alpha$
$N = 40$	Магнитный поток через рамку $\Phi = N\Phi_1 = NBS \cos \alpha$
$B = 0,1 \text{ Тл}$	Вычисления: $\Phi = 40 \cdot 0,1 \text{ Тл} \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot 0,87 = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$
$\alpha = \pi/6$	
$\Phi = ?$	Ответ: $2,8 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$

3. С какой скоростью вылетает α - частица из радиоактивного ядра, если, попадая в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ перпендикулярно его силовым линиям, она движется по дуге окружности радиуса $R=0,3 \text{ м}$?

Дано:	Решение:
$Q = +2e = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	α – частица – ядро атома гелия $\alpha = {}^4_2\text{He}$. Заряд ядра
$B = 0,5 \text{ Тл}$	$Q = 2e$, где e – заряд протона. Масса α – частиц
$R = 0,3 \text{ м}$	m равна массе атома гелия
$M_{\text{He}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	$m = \frac{M}{N_A} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	$QvB = \frac{mv^2}{R}$, где $\frac{mv^2}{R}$ – центробежная сила.
$v = ?$	$U = \frac{QBR}{m}$, $m = \frac{M}{N_A}$, $U = \frac{QBRN_A}{M}$
	$U = \frac{3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0,5 \text{ Тл} \cdot 0,3 \text{ м} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} = 7,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$
	Ответ: $7,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$

2. Самостоятельная работа

Вариант 1

1. Круговой виток площадью $0,8 \text{ м}^2$ расположен в однородном магнитном поле с индукцией $0,5 \text{ Тл}$. Найдите магнитный поток, пронизывающий плоскость витка, если угол между витком магнитной индукции и осью витка равен 60° .

2. Проводник длиной $1,5 \text{ м}$ с током 2 А помещен в однородное магнитное поле с индукцией $0,1 \text{ Тл}$. Найти силу, действующую на проводник с током, если вектор магнитной индукции перпендикулярен направлению тока.

3. Проводник длиной 3 м и током 5 А помещен в однородное магнитное поле с индукцией $0,2 \text{ Тл}$. Найти силу, действующую на проводник с током, если угол между вектором магнитной индукции и силой 8 мН . Определить площадь витка.

4. Проводник длиной $0,2 \text{ м}$ помещен в однородное магнитное поле с индукцией 2 Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найти силу тока в проводнике, если со стороны магнитного поля на него действует сила 2 Н .

5. В однородном магнитном поле расположен проводник с током так, что угол между направлением тока и вектором магнитной индукции равен 30° . Во сколько раз увеличивается сила, действующая на проводник, если угол увеличивается до 90° .

6. Электрон влетает в однородное магнитное поле в вакууме со скоростью 10 Мм/с , направленной перпендикулярно линиям индукции. Найти силу, действующую на электрон со стороны магнитного поля, если индукция поля равна 2 Тл .

7. Пылинка, заряд которой $10\text{--}5 \text{ Кл}$ и масса 1 мг , влетает в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл и движется по окружности. Сколько оборотов сделает пылинка за время $3,14 \text{ с}$?

8. Электрон влетает в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью 10^7 м/с . Найдите индукцию поля, если электрон описал в поле окружности радиусом 1 см .

9. В проводнике с длиной активной части 8 см сила тока равна 50 А . Он находится в однородном магнитном поле индукцией 20 мТл . Какую работу совершил источник тока, если проводник переместился на 10 см перпендикулярно линиям индукции.

Вариант 2

1. Квадратная рамка, изготовленная из тонкого проводника длиной 2 м , помещена в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл . Линии магнитной индукции перпендикулярны плоскости рамки. Найти поток магнитной индукции пронизывающий рамку.

2. Определите длину активной части проводника, помещенного в магнитное поле с индукцией 400 Тл , если при силе тока $2,5 \text{ А}$ на него действует сила 100 Н . Проводник расположен под углом 30° к линиям магнитной индукции.

3. В однородном магнитном поле с индукцией 12 Тл параллельно линиям индукции расположен проводник длиной $0,2 \text{ м}$. По проводнику течет ток равный 5 А . Определить силу, действующую на проводник с током

4. Пылинка с зарядом $0,2 \text{ Кл}$ влетает в вакууме в однородное магнитное поле со скоростью 500 м/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Величина индукции магнитного поля равна 6 Тл . Определите силу, действующую на пылинку.

5. Прямой провод длиной 1 м , по которому течет ток силой 20 А , находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,01 \text{ Тл}$. Определить угол между направлением поля и направлением тока, если на проводник действует сила $0,1 \text{ Н}$?

6. Прямой проводник с током расположен в однородном магнитном поле так, что угол между направлением вектора магнитной индукции и направлением тока равен 30° . Чему должен быть равен этот угол, чтобы сила Ампера, действующая на проводник с током, увеличилась в 2 раза?

7. В однородном магнитном поле, индукция которого равна $0,014 \text{ Тл}$, по окружности равномерно вращается протон. Определите радиус окружности, если скорость протона равна 3200 км/с .

8. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. Проводник расположен перпендикулярно вектору магнитной индукции.

9. Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией 4 мТл. Найти период обращения электрона. Отчет о работе: Решение задач самостоятельной работы в тетради.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Тема 4.5 Электромагнитная индукция

Практическое занятие №8

Решение задач по теме «Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция»

Цель: изучить явление электромагнитной индукции, правило Ленца, явление самоиндукции, научиться решать задачи.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение: тетрадь для практических работ, ручка, методические рекомендации по выполнению работы, линейка, карандаш.

Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступить к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практической отводится два академических часа. Порядок выполнения работы

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотрите теоретический материал по теме и примеры решения задач (смотри методическое пособие).
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

1. Теория.

Явление электромагнитной индукции

В 1831 году английский физик М. Фарадей серией опытов показал, что с помощью переменного магнитного поля можно создать в замкнутом проводящем контуре электрический ток.

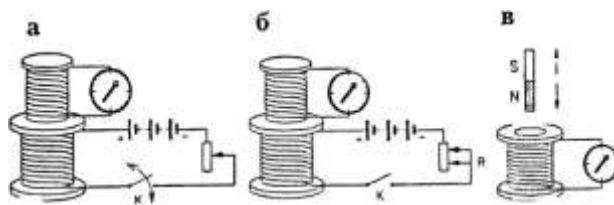


Рис.1.

Явление электромагнитной индукции – возникновение электрического тока в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур. Ток, возникающий в контуре, называется *индукционным* (наведенным), а создающую его ЭДС называют *ЭДС индукции*.

Первоначально индукция была открыта в неподвижных друг относительно друга проводниках при замыкании и размыкании цепи одной из катушек (рис.1. а) при изменении силы

тока в одной из катушек, магнитное поле, которое пронизывает вторую катушку, в ней возникает индукционный ток (рис. 1. б) индукционный ток возникает также в проволочной катушке при движении постоянного магнита внутрь катушки и при выдвигании магнита из нее (рис. 1. в).

Закон электромагнитной индукции:

ЭДС индукции в замкнутом контуре равна по модулю скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром:

$$\varepsilon_i = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|,$$

где ε_i – ЭДС индукции, В;

$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ – изменение магнитного потока, Вб;

Δt – промежуток времени, в течение которого произошло данное изменение, с;

$\left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$ – скорость изменения магнитного потока, $\frac{\text{Вб}}{\text{с}}$.

С учетом направления индукционного тока закон записывается так: $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.

Если замкнутый контур состоит из N последовательно соединенных витков (например, в соленоиде)

$$\varepsilon_i = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

где N – число витков.

Направление индукционного тока в замкнутом проводнике можно определить по правилу, установленном в 1833 году русским физиком Э.Х. Ленцем. Согласно *правилу Ленца*:

Индукционный ток, возникающий в замкнутом контуре, своим магнитным потоком препятствует тому изменению магнитного потока, которым он вызван.

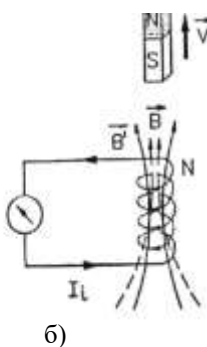
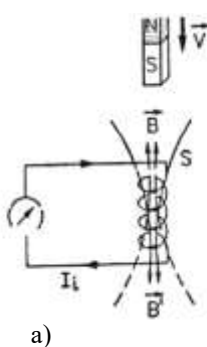


Рис. 2

Рис. 3. Опыт, иллюстрирующий правило Ленца

При вдвигании магнита в соленоид число линий магнитной индукции (или магнитный поток) увеличивается, следовательно, индукционный ток в нем имеет такое направление, что созданное этим током магнитное поле препятствует нарастанию внешнего магнитного поля. В этом случае вектор индукции этого поля $\vec{B}_i$ направлен противоположно вектору индукции $\vec{B}$ внешнего поля (рис. 3. а).

Самостоятельно объясни рис. 3. б.

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле, определяется по формуле:

$$\varepsilon_i = B \cdot v \cdot \ell \cdot \sin\alpha,$$

где v – скорость в проводнике, м/с;

ℓ – длина проводника, м;

B – магнитная индукция, Тл.;

α – угол между векторами скорости и магнитной индукции.

Направление индукционного тока в движущемся проводнике можно определить по правилу правой руки. Если правую руку расположить так, чтобы линии магнитной индукции входили в ладонь, а отогнутый на 90° большой палец совпадал с направлением движения проводника, то вытянутые четыре пальца укажут направление индукционного тока.

Вихревое электрическое поле

При движении постоянного полосового магнита относительно замкнутого проводящего контура в этом контуре возникает индукционный ток. Причиной направленного движения свободных электрических зарядов в контуре является *вихревое электрическое поле*, возникающее при изменении магнитного поля. Таким образом, переменное магнитное поле порождает переменное электрическое поле, которое приводит к появлению в замкнутом контуре индукционного тока.

Свойства вихревого электрического поля:

1. Оно создается не зарядами, как электростатическое, а переменным магнитным полем.
2. Вихревое электрическое поле не связано с электрическими зарядами, его силовые линии (линии напряженности) представляют собой замкнутые линии.
3. Вихревое электрическое поле является непотенциальным полем. Работа сил вихревого электрического поля при движении единичного положительного заряда по замкнутой линии не равна нулю и представляет собой ЭДС индукции в замкнутом проводящем контуре, находящемся в переменном магнитном поле.

Самоиндукция. ЭДС самоиндукции

Самоиндукция – возникновение ЭДС индукции в проводящем контуре в результате изменения в нем силы тока. Появляющуюся электродвижущую силу называют *ЭДС самоиндукции*. При изменении тока в контуре меняется магнитный поток через поверхность, ограниченную этим контуром, в результате чего в нем возбуждается ЭДС самоиндукции, направление которой определяется правилом Ленца.

Явление самоиндукции можно наблюдать, собрав электрическую цепь, изображенную на рис. 47.

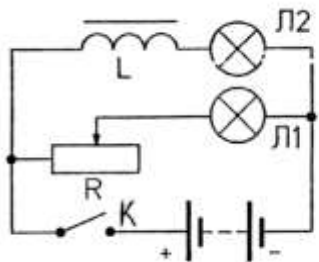


Рис. 4. Явление самоиндукции при размыкании цепи

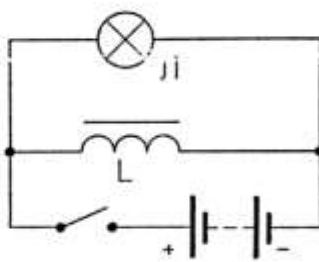


Рис. 5. Явление самоиндукции при замыкании цепи

Опыт показывает, что при замыкании ключа К лампа L_2 загорается несколько позже, чем лампа L_1 . Это объясняется возникновением в катушке значительной ЭДС самоиндукции, которая, согласно правилу Ленца, мешает быстрому нарастанию тока в момент замыкания цепи. Под действием ЭДС индукции в контуре появляется индукционный ток (ток самоиндукции), который, накладываясь на основной ток в контуре, замедляет его возрастание. Энергия источника тока, затраченная на его преодоление противодействия ЭДС самоиндукции, накапливается в магнитном поле этой цепи – внутри катушки с сердечником. Когда сила тока в цепи становится постоянной, то и энергия магнитного поля цепи не изменяется.

Объясни самостоятельно процессы, возникающие при размыкании цепи (рис. 4).

Электрический ток, проходящий по проводнику, создает вокруг него магнитное поле. Магнитный поток сквозь площадь поверхности, ограниченную самим контуром, пропорционален силе тока в контуре:

$$\Phi = L \cdot I.$$

Коэффициент пропорциональности L называется *индуктивностью* контура:

$$[L] = \left[\frac{\Phi}{I} \right] = \frac{Wb}{A} = \Gamma_n \text{ (генри)}.$$

Значение индуктивности зависит от размеров и формы проводника, а также от магнитных свойств среды, в которой он находится.

ЭДС самоиндукции по закону электромагнитной индукции равна:

$$\mathcal{E}_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}, \text{ т.к. } \mathcal{E}_{is} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t},$$

где $\Delta I = I_2 - I_1$ – изменение силы тока в проводнике, А;

Δt – время его изменения, с;

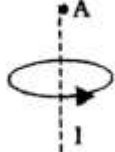
$\frac{\Delta I}{\Delta t}$ – скорость изменения силы тока, $\frac{A}{c}$.

Энергия магнитного поля проводника с током:

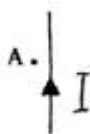
$$W_M = \frac{L \cdot I^2}{2}.$$

2. Примеры решения задач

1. Укажите направление вектора магнитной индукции в точке А.



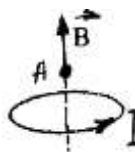
а)



б)

Решение:

Направление вектора магнитной индукции определяется по правилу буравчика:



а) выбираем положение наблюдателя если смотреть на проводник сверху, то ток направлен против часовой стрелки. По направлению тока вращаем ручку буравчика, тогда сам буравчик будет двигаться вверх, следовательно, вектор магнитной индукции направлен снизу вверх;



б) с направлением прямолинейного тока должно совпадать направление поступательного движения буравчику, тогда направление вращения рукоятки в точке А покажет направление вектора магнитной индукции. То есть в точке А вектор выходит из плоскости рисунка.

2. Проводник с силой тока 5А помещен в однородное магнитное поле с индукцией $1 \cdot 10^{-2}$ Тл. Угол между направлениями тока и поля 60° . определите длину проводника, если поле действует на него силой $2 \cdot 10^{-2}$ Н.

$$F = B \cdot I \cdot \ell \cdot \sin \alpha \Rightarrow \ell = \frac{F}{B \cdot I \cdot \sin \alpha};$$

$$\ell = \frac{2 \cdot 10^{-2} \text{ Н}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} \cdot 0.87 \cdot 5 \text{ А}} \approx 0,46 \text{ м}.$$

3. Какая сила действует на электрон, летящий в однородном магнитном поле с индукцией $1 \cdot 10^{-2}$ Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $3 \cdot 10^6$ м/с, заряд электрона $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

На электрон, движущийся в магнитном поле, действует сила Лоренца:

$$F_L = B \cdot |q| \cdot v \cdot \sin \alpha$$

$$F_L = 1 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 3 \cdot 10^6 \text{ м/с} = 4,8 \cdot 10^{-15} \text{ Н}$$

4. На сколько изменилась сила тока в проводнике, если за 0,2 с в проводнике, индуктивность которого 1 Гн, появилась ЭДС самоиндукции равная 10 В?

По закону самоиндукции:

$$\mathcal{E}_{si} = L \frac{|\Delta I|}{\Delta t} \Rightarrow |\Delta I| = \frac{\mathcal{E}_{si}}{L} \Delta t$$

$$|\Delta I| = \frac{10 \text{ В} \cdot 0,2 \text{ с}}{1 \text{ Гн}} = 2 \text{ А}$$

5. За какой промежуток времени магнитный поток изменится на 0,04 Вб, если в контуре возникает ЭДС индукции 16 В?

По закону электромагнитной индукции:

$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{\mathcal{E}_i}; \Delta t = \frac{0,04 \text{ Вб}}{16 \text{ В}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

6. Магнитное поле катушки с индуктивностью 0,1 Гн обладает энергией 0,8 Дж. Чему равна сила тока в катушке?

Энергия магнитного поля проволочной катушки равна:

$$W_M = \frac{L \cdot I^2}{2} \Rightarrow I^2 = \frac{2W_M}{L} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{2W_M}{L}} \quad I = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8 \text{ Дж}}{0,1 \text{ Гн}}} = \sqrt{16 \text{ А}^2} = 4 \text{ А}$$

7. Определите магнитный поток, проходящий через прямоугольную площадку со сторонами 20х40 см, если она помещена в однородное магнитное поле с индукцией $5 \cdot 10^{-2}$ Тл под углом 60° к линиям индукции поля.

Магнитный поток, пронизывающий какую-то площадку равен: $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$, т.к. площадка прямоугольная, $S = ab$, где α – угол между нормалью к поверхности и вектором магнитной индукции (или линиями магнитной индукции).

Для данного случая:

$$\alpha = 90^\circ - \beta; \alpha = 30^\circ.$$

$$\text{Значит } \Phi = 5 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot 0,4 \text{ м} \cdot \cos 30^\circ =$$

$$5 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot 0,4 \text{ м} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$$

2. Самостоятельная работа

1. Определите индуктивность катушки, если при увеличении тока в ней на $2,2 \text{ А}$ за $50 \cdot 10^{-2} \text{ с}$ появляется средняя ЭДС самоиндукции, равная $1,1 \text{ В}$.
2. В проводнике длиной $0,50 \text{ м}$, движущемся со скоростью $3,0 \text{ м/с}$ перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля, возникает ЭДС $6,0 \cdot 10^{-2} \text{ В}$. Определите индукцию магнитного поля.
3. Определите магнитный поток, проходящий через прямоугольную площадку со сторонами $20 \times 40 \text{ см}$, если она помещена в однородное магнитное поле с индукцией $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ под углом 60° к линиям индукции поля.
4. Определите ЭДС индукции, возбуждаемую в контуре, если в нем за $0,01 \text{ с}$ магнитный поток равномерно уменьшается $0,5$ до $0,4 \text{ Вб}$, чтобы в контуре возбуждалась ЭДС индукции $3,8 \text{ В}$.
5. Определите промежуток времени, в течение которого магнитный поток, пронизывающий контур, должен увеличиться от $0,01$ до $0,20 \text{ Вб}$, чтобы в контуре возбуждалась ЭДС индукции $3,8 \text{ В}$.
6. Определите ЭДС индукции на концах крыльев самолета, имеющих длину 12 м , если скорость его при горизонтальном полете 250 м/с , а вертикальная составляющая магнитной индукции земного магнетизма $5,0 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$.
7. В однородном магнитном поле под углом 30° к направлению вектора индукции, величина которого $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$, движется проводник со скоростью 10 м/с ; вектор скорости перпендикулярен проводнику. Определите длину проводника, если в нем наводится ЭДС, равная $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ В}$.
8. Трактор общего назначения К-700 идет со скоростью 28 км/ч . определите разность потенциалов на концах передней оси, если длина ее около $2,6 \text{ м}$, а вертикальная составляющая магнитного поля Земли $5,0 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$.
9. Чему равна ЭДС самоиндукции, возникающая в катушке с индуктивностью $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ Г}$, в которой ток силой $7,5 \cdot 10^{-2} \text{ А}$ исчезает за $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ с}$?
10. Магнитное поле катушки с индуктивностью $0,1 \text{ Г}$ обладает энергией $0,8 \text{ Дж}$. Чему равна сила тока в катушке?
11. Проволочная прямоугольная рамка со сторонами 20 и 30 см расположена в однородном магнитном поле и перпендикулярна силовым линиям. Определите индукцию этого поля, если при его исчезновении за $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ с}$ в рамке наводится средняя ЭДС $3,5 \text{ мВ}$.
12. Чему равна индуктивность катушки, если протекающий по ней ток силой $0,15 \text{ А}$ создает поток магнитной индукции $7,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$?
13. Чему равна индуктивность проводника, в котором при возрастании тока от $1,5$ до $1,8 \text{ А}$ за $0,02 \text{ с}$ возбуждается ЭДС самоиндукции $0,9 \text{ В}$?
14. За какой промежуток времени в контуре индуктивностью $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ Г}$ при изменении тока на $0,5 \text{ А}$ возникает ЭДС самоиндукции 10 В ?
15. Определите индуктивность катушки, если при токе $3,0 \text{ А}$ магнитное поле в ней обладает энергией $6,0 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

РАЗДЕЛ №5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Тема 5.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие №9

Решение задач на виды сопротивлений в цепях переменного тока.

Формулы трансформатора

Цель: изучить свободные электромагнитные колебания в контуре, виды сопротивления в цепи переменного тока, их отличия и особенности.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение: тетрадь для практических работ, ручка, методические рекомендации по выполнению работы, линейка, карандаш.

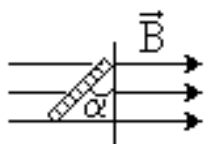
Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступить к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практической отводится два академических часа. Порядок выполнения работы

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотрите теоретический материал по теме и примеры решения задач (смотри методическое пособие).
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

1. Теория.

«Переменный ток»

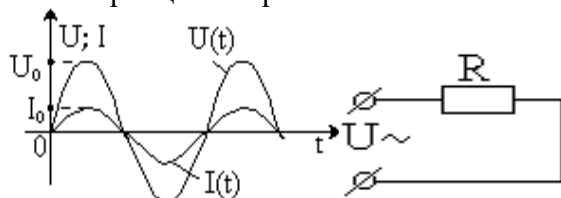


Переменный ток – вынужденные гармонические электромагнитные колебания в проводнике. Вследствие электромагнитной индукции в рамке возникает гармонически меняющаяся ЭДС $\mathcal{E} = -\dot{\Phi} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \omega t$ или $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \cdot \sin \omega t$

($\mathcal{E}_0 = BS \cdot \omega$ – амплитуда ЭДС индукции) и можно говорить, что получен переменный ток.

- Переменный ток бытовой электросети имеет частоту $\nu = 50$ Гц и $\omega = 2\pi\nu = 100\pi$ [рад/с].

Резистор в цепи переменного тока



Включим резистор сопротивления R в сеть переменного тока напряжения $U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*). В каждый конкретный момент времени прохождение переменного тока в резисторе качественно

ничем не отличается от прохождения постоянного и подчиняется закону Ома: $I(t) = \frac{U(t)}{R}$. Тогда

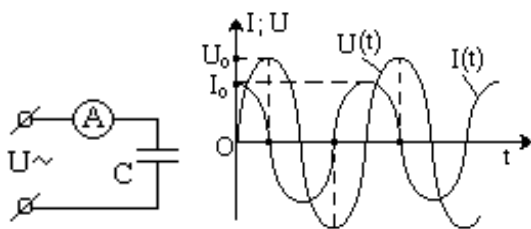
$$I(t) = \frac{U_0}{R} \sin \omega t \quad \text{или} \quad I(t) = I_0 \sin \omega t$$

Графики $I(t)$ и $U(t)$, в одной системе координат, имеют вид:

- Вся подводимая к резистору электрическая энергия превращается в тепловую, т. е. он обладает *активным сопротивлением*.

Активное (омическое) сопротивление (R) – сопротивление резистора без учёта его ёмкости и индуктивности.

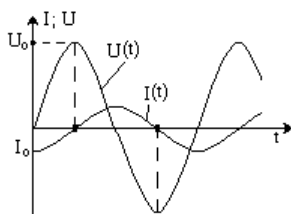
Ёмкость в цепи переменного тока



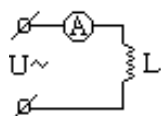
Известно, что конденсатор постоянный ток не проводит (цепь между обкладками разомкнута). Включим конденсатор емкости C в цепь переменного тока напряжения $U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*).

Графики $I(t)$ и $U(t)$ в одной системе координат, имеют вид:

$X_C = \frac{1}{\omega C}$ – емкостное сопротивление переменному току.
 • X_C уменьшается с ростом ω и C



Индуктивность в цепи переменного тока



Включим катушку индуктивности L в цепь переменного тока напряжения $U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*) (активное сопротивление провода катушки $R \approx 0$).

Графики $I(t)$ и $U(t)$ в одной системе координат, имеют вид:

$X_L = \omega \cdot L$ – индуктивное сопротивление переменному току. (X_L растет с ростом ω и L).

Действующее значение мощности переменного тока (P) – величина, численно равная мощности постоянного тока $P_{\text{пост}}$, при условии, что оба тока за одинаковое время, равное периоду переменного тока T , на равных резисторах R выделяют равные количества теплоты Q .

$$\text{Из } P = P_{\text{пост}} \text{ и } U_0 = I_0 \cdot R \Rightarrow P = \frac{I_0^2 R}{2} = \frac{I_0 U_0}{2} = \frac{U_0^2}{2R}.$$

• Действующее значение мощности переменного тока часто называют активной мощностью. Действующее значение силы переменного тока (I) – величина, численно равная силе постоянного тока $I_{\text{пост}}$, при условии, что оба тока за одинаковое время, равное периоду переменного тока T , на равных резисторах R выделяют равные мощности.

$$\text{Из } P = P_{\text{пост}} = I_{\text{пост}}^2 R = I^2 \cdot R = \frac{I_0^2 R}{2} \Rightarrow I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}.$$

Действующее значение напряжения переменного тока (U) – величина, численно равная напряжению постоянного тока $U_{\text{пост}}$, при условии, что оба тока за одинаковое время, равное периоду переменного тока T , на равных резисторах R выделяют равные мощности.

$$\text{Из } P = P_{\text{пост}} = \frac{U_0^2}{2R} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}.$$

• На практике нас редко интересуют амплитудные или мгновенные значения силы, напряжения или мощности переменного тока. Интерес представляют их *действующие* значения.

Закон Ома для переменного тока

Известно, что в цепях переменного тока: а) для активного сопротивления R : $I_0 = \frac{U_0}{R}$;

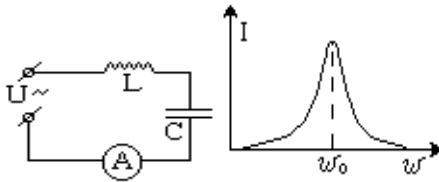
б) для емкости C : $I_0 = \frac{U_0}{X_C}$; в) для индуктивности L : $I_0 = \frac{U_0}{X_L}$.

Учтя, что $I_0 = I \cdot \sqrt{2}$ и $U_0 = U \cdot \sqrt{2}$, получим закон Ома для переменного тока для резистора, емкости и индуктивности:

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

закон Ома для переменного тока для

Резонанс в цепи переменного тока



Соберем цепь из катушки тока A и источника ω . Активное сопротивление проводов и катушки индуктивности $R \approx 0$. Фиксируя $U_0 = \text{const}$ и

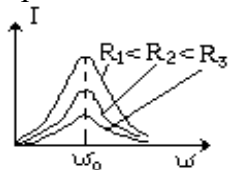
$$I = \frac{U}{X_C}$$

индуктивности L , конденсатора C , амперметра переменного напряжения $U = U_0 \cdot \sin \omega t$ с изменяемой частотой ω . Активное сопротивление проводов и катушки индуктивности $R \approx 0$. изменяя частоту ω от 0 до максимально возможного значения,

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

снимем зависимость силы действующего тока в цепи $I(\omega)$. Оказалось, что на частоте наблюдается резкое увеличение тока.

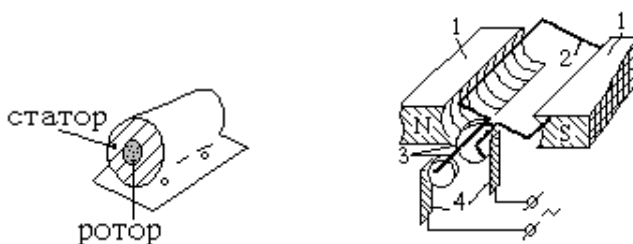
Резонанс – явление резкого возрастания амплитуды вынужденных электромагнитных колебаний при совпадении частоты вынуждающего напряжения с собственной частотой колебаний контура.



Электромагнитный резонанс (как и механический) наступает при совпадении частоты внешних воздействий с собственной частотой колебаний системы, при этом активное сопротивление действует аналогично силе трения – переводит энергию колебаний в энергию потерь (тепло).

Для разных R (при постоянных L, C) кривые $I(\omega)$ имеют вид:

- При значительных R резонанс может быть практически незаметным.
- Резонанс широко используют в радиотехнике (при настройке контура радиоприёмника на частоту выбранной радиостанции и пр.).



Генератор переменного тока (ГПТ)

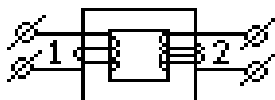
Простейший ГПТ состоит из: постоянных магнитов 1; контура 2; контактных колец 3; щеток 4. При вращении контура с угловой скоростью ω его магнитный поток

$\Phi = BS \cdot \cos \omega t$ и ЭДС $\varepsilon = -\dot{\Phi} = \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$. Для контура из n витков $\varepsilon = n \cdot \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$.

Конструктивно ГПТ состоит из двух основных частей: неподвижной – статора и вращающейся – ротора, изготовленных из электротехнической стали.

- С целью увеличения КПД генератора (более полного использования магнитного потока) зазор между статором и ротором делают минимальным. значительно улучшаются.

Трансформатор



Трансформатор – устройство, предназначенное для изменения значений напряжения и силы переменного тока.

- Трансформатор был сконструирован в 1876 г. Петром Николаевичем Яблочковым (1847–1894, Россия).

Простейший трансформатор состоит из замкнутого стального сердечника и двух надетых на него катушек с обмотками. Одна обмотка – первичная – подключается к источнику переменного напряжения, другая – вторичная – к потребителю. Ток первичной обмотки создает в сердечнике переменное магнитное поле, которое пронизывает витки вторичной обмотки и наводит в ней ЭДС индукции.

Пусть первичная обмотка содержит N_1 витков, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$ вторичная – N_2 витков и к первичной обмотке приложено переменное напряжение U_1 .

$$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = K$$

, где K – коэффициент трансформации.

- Если $N_2 > N_1$, то трансформатор называют повышающим, $N_2 < N_1$ – понижающим.

•

Самостоятельная работа

1. ЭДС индукции, возникающая в рамке при вращении её в однородном магнитном поле, изменяется по закону $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$. Определить амплитудное значение ЭДС, мгновенное значение ЭДС при $t = 0,002$ с, период и частоту тока.
2. Магнитный поток в рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, изменяется по закону $\Phi = \Phi_0 \cos 6280t$. Найти зависимость ЭДС индукции, возникающей в рамке, от времени t и определить амплитудные и действующие значения ЭДС, период и частоту тока.
3. Определить действующее значение силы тока, изменяющегося по закону $I(t) = I_0 \cdot \sin 54t$.
4. Определить частоту переменного тока, циклическая частота которого равна 110π .
5. Конденсатор емкостью 10^{-4} Ф включен в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить емкостное сопротивление конденсатора.
6. Конденсатор емкостью C включен в сеть промышленного тока. Определить емкостное сопротивление.
7. Катушка индуктивностью 0,5 Гн включена в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить индуктивное сопротивление катушки.
8. Катушка индуктивностью L включена в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить индуктивное сопротивление катушки.
9. Напряжения первичной и вторичной обмоток трансформатора U_1 и U_2 соответственно. Число витков вторичной обмотки N_2 . Определить: число витков первичной обмотки N_1 , коэффициент трансформации K и вид трансформатора (повышающий или понижающий), ответ пояснить.
10. Определить мощности первичной и вторичной цепей трансформатора P_1 и P_2 , если известны: напряжения U_1 и U_2 , ток I_1 первичной обмотки. Рассчитать коэффициент

трансформации К и указать вид трансформатора (повышающий или понижающий), ответ пояснить.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Тема 5.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие № 10

Решение задач по теме «Электромагнитные колебания и волны»

Цель: изучить свободные электромагнитные колебания в контуре, распространение волн, виды волн их отличия.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение: тетрадь для практических работ, ручка, методические рекомендации по выполнению работы, линейка, карандаш.

Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступить к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практической отводится два академических часа. Порядок выполнения работы

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотрите теоретический материал по теме и примеры решения задач (смотри методическое пособие).
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

1. Теория. Повторить теоретический материал по конспекту лекций.

2. Примеры решения задач.

1. Индуктивность колебательного контура 500 мкГц. Какую емкость следует выбрать, чтобы настроить его на частоту 1 МГц?

Дано:	$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}};$	$C = \frac{1}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot (10^6)^2} =$
колебательный контур	$\nu^2 = \frac{1}{4\pi^2 \cdot LC};$	$= \frac{1}{20 \cdot 9,8596 \cdot 10^{-4+12}} = \frac{1}{197,192 \cdot 10^8}$
$L = 5 \cdot 10^{-4}$ Гн	$C = \frac{1}{4\pi^2 L \cdot \nu^2}$	$= 0,005 \cdot 10^{-8} = 5 \cdot 10^{-11} = 50 пФ$
$\nu = 10^6$ Гц		
$C = ?$		

2. В установках для электрогидравлической обработки материалов конденсаторы рабочего контура являются емкостными накопителями энергии. Определите наибольшую силу кратковременного тока, возникающего в цепи при прямой разрядке такого конденсатора на проводник, если известно, что занесенная энергия в конденсаторе 10 кДж, индуктивность контура 0,03 мкГн.

Дано: к контур	$E_{эл} = E_m$	$I_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^{-8}}} = \sqrt{0,66 \cdot 10^{4+8}}$
$E = 10^4$ Дж	$\Downarrow$	$= 0,8 \cdot 10^6 = 8 \cdot 10^5$ А
$L = 3 \cdot 10^{-8}$ Гн	$E_m = \frac{LI^2}{2}$	
$I_{max} = ?$	$\Downarrow$	
	$I_{max} = \sqrt{\frac{2E_m}{L}}$	

3. Определите период и частоту собственных колебаний контура индуктивности 0,05м Гн и последовательного соединения трех конденсаторов емкостью по 6 мкФ.

Дано:	L	$T = 23,14 \sqrt{5 \cdot 10^{-5} \frac{6 \cdot 10^{-6}}{3}} =$
к последовательное соединение		$= 6,28 \sqrt{10 \cdot 10^{-11}} = 6,28 \sqrt{10^{-10}} =$
$L = 0,05$ м Гн = $5 \cdot 10^{-5}$ Гн	C C C	$= 6,28 \cdot 10^{-5} c$
$C_i = 6$ мкФ = $6 \cdot 10^{-6}$ Ф	$C_b = \frac{C_i}{n}$	$\nu = \frac{1}{6,28 \cdot 10^{-5}} = 0,159 \cdot 10^5$ Гц $\approx 1,6$ Гц
$N = 3$	$T = 2\pi \sqrt{4C_b} = 2\pi \sqrt{L \frac{C_i}{n}}$	
$T, \gamma - ?$	$\nu = \frac{1}{T}$	

4. 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:	$Q = I_{\varphi}^2 R t$	$I_m = 4,2$ А
электрокамин	$i = I_m \sin \omega t$	$I_{\varphi} = 0,707 \cdot 4,2 = 3$ А
$i = 4,2 \sin \omega t$	$I_{\varphi} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_m$	$Q = 3^2 \cdot 70 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \approx 2,3 \cdot 10^6$ Дж =
$t = 3,6 \cdot 10^3$ с		$= 2,3$ МДж
$R = 70$ Ом		
$Q = ?$		

5. 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	$I = \frac{U}{X};$	$x = \sqrt{25^2 + (4 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,1)^2} =$
$L=0,1$ Гн	$X = \sqrt{R^2 + X_L^2} =$	$= \sqrt{625 + 986} = \sqrt{1611} = 40,1 \text{ Ом}$
$R=25$ Ом	$= \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} =$	$\frac{120}{40,1} \approx 3 \text{ А}$
$\nu=50$ Гц	$= \sqrt{R^2 + (2\pi \nu L)^2}$	$I_{\phi} =$
$U=120$ В		
$I_{\phi}=?$		

6. На колхозную подстанцию поступает ток напряжением 6600 В. первичная обмотка трансформатора подстанции имеет 3300, а вторичная 110 витков. Определите рабочее напряжение в колхозной электросети и потребляемую мощность сила тока в сети 200 А потерями энергии в трансформаторе пренебречь.

Дано: трансформатор	$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{U_1}{U_2}$	$U_2 = \frac{6600 \cdot 110}{3300} = 220 \text{ В}$
$U_1=6600$ В	$U_2 = \frac{U_1 \cdot \omega_2}{\omega_1}$	$P_2 = 220 \cdot 220 = 44 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 44 \text{ кВт}$
$\omega_1=3300$ В		
$\omega_2=110$	$P_2 = U_2 \cdot I_2$	
$I_2=200$ А		
$U_2, P_2=?$		

7. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 0,5 А, напряжение на ее концах 220 В, во вторичной обмотке соответственно 8 А и 12 В. Определите КПД трансформатора.

Дано: трансформатора	$\eta = \frac{P_n}{P_y} \cdot 100\% =$	$\eta = \frac{12 \cdot 8}{220 \cdot 0,5} \cdot 100\% = 87\%$
$I_1=0,5$ А	$= \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} \cdot 100\%$	
$I_2=8$ А		
$U_1=220$ В		
$U_2=12$ В		
$\eta=?$		

Самостоятельная работа.

- Магнитный поток в рамке, равномерно вращающийся в однородном магнитном поле, изменяется по закону $\Phi = 3 \cdot 10^{-2} \cos 157t$. Найдите зависимость мгновенного значения ЭДС индукции, возникающей в рамке, от времени. Определите максимальное и действующее значение ЭДС, период и частоту тока.
- В рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, индуцируется ток, мгновенное значение которого выражается формулой $i = 3 \sin 157t$. Определите

- амплитудное, действующее значение тока, мгновенное значение тока при 0,01 с, период и частоту.
3. 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° мгновенное значение ЭДС 156 В.
 4. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 0,2 А, напряжение на клеммах 220 В. Определите напряжение и силу тока во вторичной обмотке трансформатора, если коэффициент трансформации 0,2.
 5. Напишите уравнение для мгновенного изменения ЭДС индукции, возникающей в витке при равномерном его вращении в однородном магнитном поле, если через $1/600$ с после прохождения витком момента, при котором ЭДС равна нулю, мгновенное значение ЭДС становится 5 В. Период вращения витка 0,02 с.
 6. Катушка индуктивностью 20 мГн включена в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определите индуктивное сопротивление катушки.
 7. 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.
 8. Как изменится индуктивное сопротивление катушки, если ее включить в цепь переменного тока с частотой 10 кГц, вместо 50 Гц?
 9. Первичная обмотка трансформатора содержит 800 витков, вторичная 3200. Определите коэффициент трансформации.
 10. Сила тока в сети изменяется по закону $i = 8,5 \sin \omega t$. Какое количество теплоты выделит электрокамин за 2 часа работы, если его сопротивление 80 Ом?
 11. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 0,6 А, напряжение на ее концах 220 В; во вторичной обмотке 6 А и 14 В. Определите КПД трансформатора.
 12. В первичной обмотке повышающего трансформатора 80 витков, а во вторичной 1280. Напряжение на концах первичной обмотки 120 В, а величина тока во вторичной обмотке 0,25 А. Определите полезную мощность трансформатора.
 13. Для трансляции радиопередач применяют понижающий трансформатор с напряжением 480 В до 30 В. Определите мощность трансформатора с КПД 96%, если к нему подключено 100 репродукторов, потребляющих ток 0,008 А.
 14. Определите максимальную ЭДС, зная, что при 30° ЭДС индукции 110 В.
 15. Определите угол поворота витка в однородном магнитном поле, зная, что максимальное значение тока $100\sqrt{2}$ А, а ток в данный момент 100 А.
 16. Определите коэффициент трансформации звонкового трансформатора, питаемого сетевым током с напряжением 220 В, если преобразованный ток имеет напряжение 2 В.
 17. Первичная обмотка повышающего трансформатора имеет 45 витков, а вторичная 900 витков. Первичная катушка включается в сеть переменного тока с напряжением 120 В. Какое напряжение будет на зажимах вторичной обмотки?
 18. Электрическая дуга должна гореть под напряжением 40 В, а в сети 220 В. Сколько витков должна содержать вторичная обмотка, если в первичной обмотке, включенной в сеть, 385 витков?

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Тема 5.2 Электромагнитные колебания и волны
Практическое занятие № 11
Решение задач по теме: Характеристики переменного тока

Цель работы: изучить магнитное поле, знать его природу, его действие на другие магнитные поля, проводник с током, движущийся заряд.

Материальное обеспечение: посадочные места по количеству обучающихся; раздаточный материал с заданиями; сборники задач, справочные материалы

Задание:

1. Дать понятие переменного тока, повторить устройство и принцип действия индукционного генератора.
2. Выяснить практическое значение использования переменного тока в быту, науке, производстве.
3. Применить изученный материал при решении задач на параметры переменного тока: мгновенные, амплитудные и действующие значения ЭДС, напряжения и силы переменного тока.

Порядок выполнения работы

Повторить основные вопросы темы «Переменный ток»

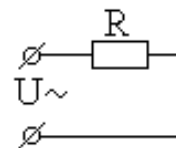
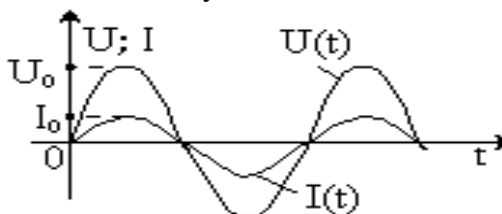
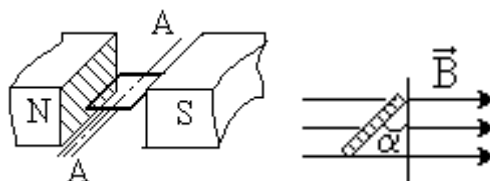
Переменный ток – вынужденные гармонические электромагнитные колебания в проводнике.

Вследствие электромагнитной индукции в рамке возникает гармонически меняющаяся ЭДС

$$\boxed{\mathcal{E} = -\dot{\Phi} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \omega t} \text{ или } \boxed{\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \cdot \sin \omega t}$$

($\mathcal{E}_0 = BS \cdot \omega$ – амплитуда ЭДС индукции) и можно говорить, что получен переменный ток.

Переменный ток бытовой электросети имеет частоту $\nu = 50$ Гц и $\omega = 2\pi\nu = 100\pi$ [рад/с].



Резистор в цепи переменного тока

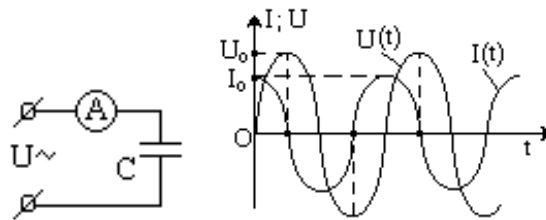
Включим резистор сопротивления R в сеть переменного тока напряжения $U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*). В каждый конкретный момент времени прохождение переменного тока в резисторе качественно ничем не отличается от прохождения постоянного и подчиняется закону Ома: $\boxed{I(t) = \frac{U(t)}{R}}$. Тогда

$$I(t) = \frac{U_0}{R} \sin \omega t \text{ или } \boxed{I(t) = I_0 \sin \omega t}$$

Графики $I(t)$ и $U(t)$, в одной системе координат, имеют вид:

Вся подводимая к резистору электрическая энергия превращается в тепловую, т. е. он обладает *активным сопротивлением*.

Активное (омическое) сопротивление (R) – сопротивление резистора без учёта его ёмкости и индуктивности.



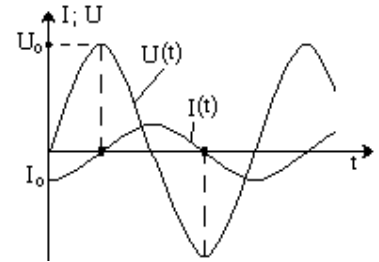
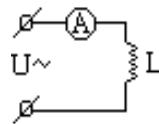
Ёмкость в цепи переменного тока

Известно, что конденсатор постоянный ток не проводит (цепь между обкладками разомкнута). Включим конденсатор ёмкости C в цепь переменного тока напряжения $U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*).

Графики $I(t)$ и $U(t)$ в одной системе координат, имеют вид:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad \text{– ёмкостное сопротивление переменному току.}$$

X_C уменьшается с ростом ω и C



Индуктивность в цепи переменного тока

Включим катушку индуктивности L в цепь переменного тока напряжения $U(t) = U_0 \sin \omega t$ (*) (активное сопротивление провода катушки $R \approx 0$).

Графики $I(t)$ и $U(t)$ в одной системе координат, имеют вид:

$$X_L = \omega \cdot L \quad \text{– индуктивное сопротивление переменному току. } (X_L \text{ растёт с ростом } \omega \text{ и } L).$$

Действующее значение мощности переменного тока (P) – величина, численно равная мощности постоянного тока $P_{\text{пост}}$, при условии, что оба тока за одинаковое время, равное периоду переменного тока T , на равных резисторах R выделяют равные количества теплоты Q .

$$\text{Из } P = P_{\text{пост}} \text{ и } U_0 = I_0 \cdot R \Rightarrow P = \frac{I_0^2 R}{2} = \frac{I_0 U_0}{2} = \frac{U_0^2}{2R}.$$

Действующее значение мощности переменного тока часто называют **активной мощностью**.

Действующее значение силы переменного тока (I) – величина, численно равная силе постоянного тока $I_{\text{пост}}$, при условии, что оба тока за одинаковое время, равное периоду переменного тока T , на равных резисторах R выделяют равные мощности.

$$\text{Из } P = P_{\text{пост}} = I_{\text{пост}}^2 R = I^2 \cdot R = \frac{I_0^2 R}{2} \Rightarrow I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}.$$

Действующее значение напряжения переменного тока (U) – величина, численно равная напряжению постоянного тока $U_{\text{пост}}$, при условии, что оба тока за одинаковое время, равное периоду переменного тока T , на равных резисторах R выделяют равные мощности.

$$\text{Из } P = P_{\text{пост}} = \frac{U_0^2}{2R} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}.$$

На практике нас редко интересуют амплитудные или мгновенные значения силы, напряжения или мощности переменного тока. Интерес представляют их *действующие* значения.

Закон Ома для переменного тока

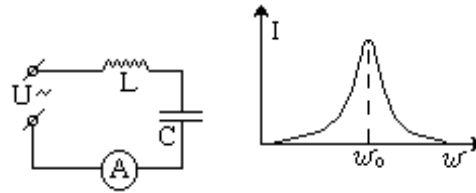
Известно, что в цепях переменного тока: а) для активного сопротивления R : $I_0 = \frac{U_0}{R}$;

б) для ёмкости C : $I_0 = \frac{U_0}{X_C}$; в) для индуктивности L : $I_0 = \frac{U_0}{X_L}$.

Учтя, что $I_0 = I \cdot \sqrt{2}$ и $U_0 = U \cdot \sqrt{2}$, получим закон Ома для переменного тока

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{для}$$

резистора, ёмкости и индуктивности:



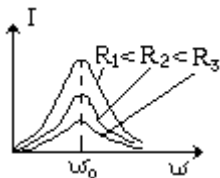
Резонанс в цепи переменного тока

$$I = \frac{U}{X_C}$$

Соберём цепь из катушки индуктивности L , конденсатора C , амперметра переменного тока A и источника переменного напряжения $U = U_0 \cdot \sin \omega t$ с изменяемой частотой ω . Активное сопротивление проводов и катушки индуктивности $R \approx 0$.

Фиксируя $U_0 = \text{const}$ и изменяя частоту ω от 0 до максимально возможного значения, снимем зависимость силы действующего тока в цепи $I(\omega)$. Оказалось, что на частоте $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ наблюдается резкое увеличение тока.

Резонанс – явление резкого возрастания амплитуды вынужденных электромагнитных колебаний при совпадении частоты вынуждающего напряжения с собственной частотой колебаний контура.



Электромагнитный резонанс (как и механический) наступает при совпадении частоты внешних воздействий с собственной частотой колебаний системы, при этом активное сопротивление действует аналогично силе трения – переводит энергию колебаний в энергию потерь (тепло).

Для разных R (при постоянных L, C) кривые $I(\omega)$ имеют вид:

При значительных R резонанс может быть практически незаметным.

Резонанс широко используют в радиотехнике (при настройке контура радиоприёмника на частоту выбранной радиостанции и пр.).

Генератор переменного тока (ГПТ)

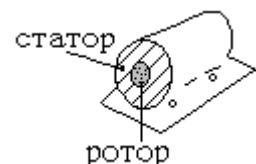
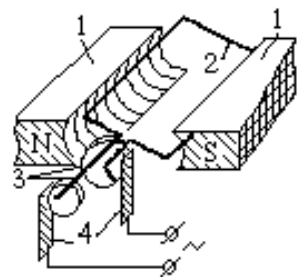
Простейший ГПТ состоит из: постоянных магнитов 1; контура 2; контактных колец 3; щеток 4. При вращении контура с угловой скоростью ω его магнитный поток

$\Phi = BS \cdot \cos \omega t$ и ЭДС $\varepsilon = -\Phi' = \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$. Для контура из n витков $\varepsilon = n \cdot \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$.

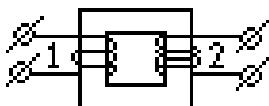
Конструктивно ГПТ состоит из двух основных частей: неподвижной – **статора** и вращающейся – **ротора**, изготовленных из электротехнической стали.

С целью увеличения КПД генератора (более полного использования магнитного потока) зазор между статором и ротором делают минимальным.

значительно улучшаются.



Трансформатор



Трансформатор – устройство, предназначенное для изменения значений напряжения и силы переменного тока.

Трансформатор был сконструирован в 1876 г. Петром Николаевичем Яблочковым (1847–1894, Россия).

Простейший трансформатор состоит из замкнутого стального сердечника и двух надетых на него катушек с обмотками. Одна обмотка – **первичная** – подключается к источнику переменного напряжения, другая – **вторичная** – к потребителю. Ток первичной обмотки создает в сердечнике переменное магнитное поле, которое пронизывает витки вторичной обмотки и наводит в ней ЭДС индукции.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Пусть первичная обмотка содержит N_1 витков, вторичная – N_2 витков и к первичной обмотке приложено переменное напряжение U_1 .

$$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = K, \text{ где } K - \text{коэффициент трансформации.}$$

Если $N_2 > N_1$, то трансформатор называют **повышающим**, $N_2 < N_1$ – **понижающим**.

Решить задачи по вариантам

В условии задач отсутствуют цифры. Значения физических параметров этих задач необходимо брать из таблицы 1: по вертикальной строке указан номер варианта, по горизонтальной – номер задачи.

1. ЭДС индукции, возникшая в рамке при вращении её в однородном магнитном поле, изменяется по закону $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \cdot \sin \omega t$ (см. таблицу 1). Определить амплитудное значение ЭДС, мгновенное значение ЭДС при $t = 0,002$ с, период и частоту тока.
2. Магнитный поток в рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, изменяется по закону $\Phi = \Phi_0 \cos 6280t$. Найти зависимость ЭДС индукции, возникающей в рамке, от времени и определить амплитудные и действующие значения ЭДС, период и частоту тока.
3. Определить действующее значение силы тока, изменяющегося по закону $I(t) = I_0 \cdot \sin 54t$.
4. Определить частоту переменного тока, циклическая частота которого равна 110π .
5. Конденсатор ёмкостью 10^{-4} Ф включен в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить ёмкостное сопротивление конденсатора.
6. Конденсатор ёмкостью C включен в сеть промышленного тока. Определить ёмкостное сопротивление.
7. Катушка индуктивностью 0,5 Гн включена в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить индуктивное сопротивление катушки.
8. Катушка индуктивностью L включена в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить индуктивное сопротивление катушки.
9. Напряжения первичной и вторичной обмоток трансформатора U_1 и U_2 соответственно. Число витков вторичной обмотки N_2 . Определить: число витков первичной обмотки N_1 , коэффициент трансформации K и вид трансформатора (повышающий или понижающий), ответ пояснить.
10. Определить мощности первичной и вторичной цепей трансформатора P_1 и P_2 , если известны: напряжения U_1 и U_2 , ток I_1 первичной обмотки. Рассчитать коэффициент трансформации K и указать вид трансформатора (повышающий или понижающий), ответ пояснить.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ

	1	2	3	6	8	9			10		
	-	Φ_0 Вб	I_0 , А	C, мкФ	L, мГн	U_1 В	U_2 В	N_2 шт	U_1 В	U_2 В	I_1 А
1	$\varepsilon(t)=110 \cdot \sin 100\pi t$	0,01	100	1	10	220	1100	5	1100	220	0,1
2	$\varepsilon(t)=120 \cdot \sin 200\pi t$	0,02	200	2	20	220	1100	10	1100	220	0,2
3	$\varepsilon(t)=130 \cdot \sin 300\pi t$	0,03	300	3	30	220	1100	20	1100	220	0,3
4	$\varepsilon(t)=140 \cdot \sin 400\pi t$	0,04	400	4	40	220	1100	25	1100	220	0,4
5	$\varepsilon(t)=150 \cdot \sin 500\pi t$	0,05	500	5	50	220	1100	30	1100	220	0,5
6	$\varepsilon(t)=160 \cdot \sin 600\pi t$	0,06	600	6	60	220	1100	35	1100	220	0,6
7	$\varepsilon(t)=170 \cdot \sin 700\pi t$	0,07	700	7	70	220	1100	40	1100	220	0,7
8	$\varepsilon(t)=180 \cdot \sin 800\pi t$	0,08	800	8	80	220	1100	45	1100	220	0,8
9	$\varepsilon(t)=190 \cdot \sin 900\pi t$	0,09	900	9	90	220	1100	50	1100	220	0,9
10	$\varepsilon(t)=110 \cdot \sin 50\pi t$	0,11	990	10	99	220	1100	55	1100	220	1

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 5.3 Оптика

Практическое занятие №12

Законы отражения и преломления света. Формула тонкой линзы.

Цель: Применение законов отражения и преломления света при решении задач.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение: тетрадь для практических работ, ручка, методические рекомендации по выполнению работы, линейка, карандаш. Таблица значений основных тригонометрических функций

Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступить к выполнению практической части.

Краткая теория.

Закон отражения света Отраженный луч лежит в одной плоскости с падающим лучом и нормалью к поверхности, восстановленной из точки падения. Угол отражения равен углу падения:

. Углы падения и отражения измеряются между направлением луча и нормалью к поверхности (рис. 2). Закон отражения света справедлив и для шероховатой поверхности. Параллельный пучок света отражается от нее диффузно, однако каждый луч подчиняется закону отражения.

Закон преломления света. Показатель преломления. Преломленный луч лежит в одной плоскости с падающим лучом и нормалью к поверхности, восстановленной из точки падения (рис. 2). Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для данной пары веществ:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} = \text{const.} \quad (1)$$

Угол между нормалью и падающим лучом называется углом падения. Угол между нормалью и преломленным лучом называется углом преломления. Постоянная величина n_{21} называется относительным показателем преломления второй среды относительно первой.

Показатель преломления среды относительно вакуума называется абсолютным показателем преломления. Как правило, эту величину называют просто показателем преломления.

Волновая теория устанавливает простую связь показателя преломления n_{21} со скоростью распространения световых волн в двух средах

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (2)$$

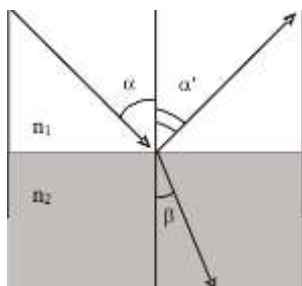


Рис. 2. Законы отражения и преломления света

Практическая часть.

Задачи для самостоятельного решения:

1. На какой угол повернется отраженный от зеркала солнечный луч при повороте зеркала
2. Предмет находился на расстоянии 20 см от плоского зеркала. Затем его отодвинули на 10 см
3. В плоскости экрана находится источник света, испускающий узкий пучок лучей под углом
4. От подъемного крана, освещенного солнцем, падает тень длиной 75 м, а тень от вертикально
5. Луч света падает на систему двух взаимно перпендикулярных зеркал. Угол падения
6. Над центром круглого бассейна радиусом 5 м, залитого до краев водой, висит лампа
7. Высота Солнца над горизонтом 38° . Под каким углом к горизонту надо расположить
8. Солнечный луч, проходящий через отверстие в ставне, составляет с поверхностью стола
9. Небольшой предмет расположен между двумя плоскими зеркалами, образующими угол
10. На какой высоте находится аэростат, если с башни высотой 20 м он виден под углом 45°
11. Какова должна быть минимальная высота вертикального зеркала, в котором человек
12. Предмет помещен между двумя взаимно перпендикулярными зеркалами. Сколько

13. Под каким углом к поверхности стола надо расположить плоское зеркало, чтобы получить
14. Человек, стоящий на берегу озера, видит на гладкой поверхности воды изображение солнца
15. Светящаяся точка приближается к плоскому зеркалу со скоростью 4 м/с. С какой скоростью
16. Предмет находится от плоского зеркала на расстоянии 30 см. На каком расстоянии
17. Точечный источник света освещает тонкий диск диаметром 0,2 м. При этом на экране
18. Горизонтальный луч падает на плоское вертикально расположенное зеркало. На какой
19. Вертикально стоящий шест высотой 1,1 м, освещенный Солнцем, отбрасывает
20. На горизонтальном столе по прямой движется шарик. Под каким углом к плоскости стола
21. Плоское зеркало АВ движется поступательно со скоростью $v_1=2$ м/с, а точка S движется
22. Светящаяся точка равномерно движется по прямой, образующей угол 30° с плоскостью.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте законы геометрической оптики. Укажите границы применимости этих законов.
2. Дайте определение абсолютного и относительного показателя преломления и покажите связь между ними.
3. Каков физический смысл показателя преломления с точки зрения волновой теории света? Установите связь между показателем преломления и длиной волны в вакууме и среде.
4. Укажите основные причины погрешностей измерений

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Тема 7.1 Корпускулярно-волновой дуализм.

Практическое занятие №13

Решение задач по теме «Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна»

Цель: Изучить законы Столетова для фотоэффекта. Научиться решать задачи на уравнение Эйнштейна.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение: тетрадь для практических работ, ручка, методические рекомендации по выполнению работы, линейка, карандаш.

Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступить к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практической отводится два академических часа. Порядок выполнения работы

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотрите теоретический материал по теме и примеры решения задач (смотри методическое пособие).
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

1. Теория.

Внешний фотоэффект и его законы

В развитии представлений о природе света важный шаг был сделан при изучении одного замечательного явления, открытого Г. Герцем и тщательно исследованного выдающимся русским ученым А.Г. Столетовым. Явление получило название фотоэлектрического эффекта.

Фотоэлектрический эффект бывает внешним (на поверхности металлов) и внутренним (внутри полупроводников).

Внешний фотоэффект – вырывание электронов с поверхности вещества под действием электромагнитного излучения (рис. 1).

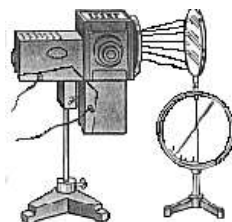


Рис. 1. Явление фотоэффекта

Законы фотоэффекта

1. Сила тока насыщения – I_n прямо пропорциональна падающему на электрод световому излучению.
2. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с частотой света и не зависит от мощности светового излучения.
3. Красная граница фотоэффекта определяется только материалом электрода и состоянием его поверхности.

Если частота света меньше некоторой определенной для данного вещества минимальной частоты $\nu_{\min}$ – наименьшая частота ЭМВ, вызывающей фотоэффект, то фотоэффект не наступает.

Законы фотоэффекта нельзя объяснить на основе волновой теории света. Объяснение фотоэффекта было дано Эйнштейном, развившим в 1905 г. идеи Планка о прерывистом испускании света.

Немецкий физик М. Планк – основатель квантовой теории предположил, что атомы испускают энергию отдельными порциями – квантами.

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2} \quad \text{– уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.}$$

$$h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}; m_e=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}; c=3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Следовательно, работа выхода – A_e зависит только от рода вещества, поэтому для разных веществ различна.

При испускании свет ведет себя подобно потоку частиц с энергией.

Свойства света, обнаруживаемые при излучении и поглощении называют корпускулярными.

Световая частица называется *фотон* или *световой квант*.

Фотон обладает порцией энергии:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = h\nu,$$

где ν – частота [Гц];

h – постоянная Планка, $6,63 \cdot 10^{-34}$ [Дж·с].

Масса фотона определяется:

$$m = \frac{h\nu}{c^2},$$

где c – скорость света

Фотон не имеет массы покоя, т.е. не существует в состоянии покоя.

Импульс фотона определяется:

$$p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda},$$

где λ – длина волны излучения [м].

Направлен импульс фотона по световому лучу.

Примеры решения задач

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

1. Определите красную границу фотоэффекта у хлористого натрия, работа выхода электронов которого равна 4,2 эВ.

Дано:

СИ

Решение:

$$A_{\phi} = 4,2 \text{ эВ}$$

$$4,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$\lambda_{\text{кр}} - ?$$

$$\text{Ответ: } \lambda = 295 \text{ нм.}$$

2. Определите максимальную скорость вылета электронов из калия, работа выхода электронов из которого равна 2,26 эВ, при освещении его ультрафиолетовым излучением с длиной волны 200 нм. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

Дано:

$$\lambda = 200 \text{ нм}$$

СИ

$$A_{\phi} = 2,26 \text{ эВ}$$

$$200 \cdot 10^{-9}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$v - ?$$

$$v = \sqrt{\frac{2(3 \cdot 10^8 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} - 2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19})}{2 \cdot 10^{-7} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{(19,86 - 7,232) \cdot 10^{-26}}{9,1 \cdot 10^{-38}}} = 1,18 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v = 1,18 \cdot 10^6$ м/с.

4. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектрона калия при его освещении лучами с длиной волны 400 нм, если работа выхода электрона калия равна 2,26 эВ.

Дано:

СИ

$$\lambda = 400 \text{ нм}$$

$$400 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$A_{\text{вых}} = 2,26 \text{ эВ}$$

$$E_k = ?$$

$$E_k = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34}}{4 \cdot 10^{-7}} - 2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = (4,965 - 3,616) \cdot 10^{-19} = 1,35 \cdot 10^{-19} \quad \text{или} \quad E_k = \frac{1,35 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,843 \text{ эВ.}$$

Ответ: $E_k = 0,843$ эВ.

$$E_k = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34}}{4 \cdot 10^{-7}} - 2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = (4,965 - 3,616) \cdot 10^{-19} = 1,35 \cdot 10^{-19} \quad \text{или} \quad E_k = \frac{1,35 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,843 \text{ эВ.}$$

Ответ: $E_k = 0,843$ эВ.

Самостоятельная работа

1. Вычислите энергию фотона видимого света с длиной волны 0,4 мкм.
2. Вычислите работу выхода электрона из тантала, если красная граница фотоэффекта $\lambda_{кр} = 0,3$ мкм.
3. Найдите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, вырванных с катода, если запирающее напряжение равно 1,5 В
4. Определите массу фотона видимого света с длиной волны 500 нм.
5. Какова наименьшая частота света, при которой еще наблюдается фотоэффект, если работа выхода электрона равна $3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж?
6. Определите максимальную скорость вылета электронов из цинка. Работа выхода электронов равна 4,2 эВ при освещении его ультрафиолетовым излучением с длиной волны 200 нм.

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Тема 7.2 Строение атома

Практическое занятие №15

«Запись ядерных реакций. Строение атомов и атомных ядер. Закон радиоактивного распада».

Цель: закрепить умения и навыки вычисления энергии связи ядра, а также правильного написания ядерной реакции с использованием законов сохранения массового и зарядового чисел (ЗСМЗЧ) и вычисления энергетического выхода ядерной реакции.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение:

тетрадь для практических работ, ручка, методические рекомендации по выполнению работы, линейка, карандаш.

Указание: Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступить к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения. На выполнение практической отводится два академических часа.

Порядок выполнения работы:

1. Рассмотрите теоретический материал по теме и примеры решения задач (смотри методическое пособие).
2. Решите самостоятельную работу. Оформите решение письменно в тетради.

1. Теория

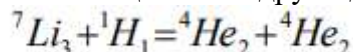
Энергия связи ядра равна той энергии, которой выделяется при образовании ядра из отдельных частиц

$$E=mc^2$$

Энергия связи – это энергия, которая необходима для расщепления ядра на составляющие

его частицы. $E_{св} = (Zm_p + Nm_n - M_{я}) \cdot c^2$

Ядерными реакциями называют изменения атомных ядер при взаимодействии их с элементами частицами или друг с другом.

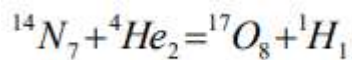


Энергетическим выходом ядерной реакции называется разность энергий покоя ядра и частиц до реакции и после реакции.

Энергетический выход ядерной реакции можно определить: 1) по дефекту массы ядерной реакции; 2) по разности суммарной энергии связи образующихся и исходных ядер.

2. Примеры решения задач

1. Определите энергетический выход ядерной реакции



1 способ

- 1) определить массу ядра и частиц m_1 до реакций
- 2) определить массу ядра и частиц m_2 после реакций
- 3) определить изменение массы m_1 m_2
- 4) рассчитать изменение энергии: $E = m \cdot c^2$

$$M_1 = 14,00307 \text{ а. е. м.} + 4,00260 \text{ а. е. м.} = 18,00567 \text{ а. е. м.}$$

После реакции:

$$m_2 = 16,99913 \text{ а. е. м.} + 1,00783 \text{ а. е. м.} = 18,00696 \text{ а. е. м.}$$

$$m = m_1 - m_2 = -0,00129 \text{ а. е. м.}$$

Энергия поглощается, т.к. $m < 0$

$$E = (-0,00129) \cdot 931 \text{ МэВ} = -1,2 \text{ МэВ.}$$

1. Определили цену деления шкалы динамометра.

2 способ

Дано:

$$E_n = 104,653 \text{ МэВ}$$

$$E_{\text{ке}} = 28,2937 \text{ МэВ}$$

$$E_0 = 131,754 \text{ МэВ}$$

E-?

Решение:

Энергия связи равна нулю, поэтому

$$E = E_0 - (E_n + E_{\text{ке}})$$

$$E = 131,754 \text{ МэВ} - (104,653 + 28,2937) \text{ МэВ} = -1,2 \text{ МэВ}$$

Ответ: 1,2 МэВ

Самостоятельная работа

Вариант 1

вариант 1

1. Определите энергию связи нуклонов в ядре изотопа $^{16}\text{O}_8$
2. Определите энергию связи ядра и удельную энергию связи для лития: $^7\text{Li}_3$
3. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро изотопа $^{235}\text{U}_{92}$?
4. Определите энергию связи нуклонов в ядре трития ^3H ($m_p = 1,00728 \text{ а. е. м.}$, $m_n = 1,00866 \text{ а. е. м.}$, $m_a = 3,01605 \text{ а. е. м.}$).

Вариант 2

вариант 2

1. Определить энергию связи нуклонов в ядре изотопа углерода: $^{12}\text{C}_6$
2. Определить энергию связи ядра и удельную энергию связи для алюминия $^{27}\text{Al}_{13}$
3. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро изотопа $^{22}\text{Na}_{11}$?
4. Какая энергия выделяется при ядерной реакции $^7_3\text{Li} + ^1_1\text{H} \rightarrow 2^4_2\text{He}$ ($m_{\text{Li}} = 7,01601 \text{ а. е. м.}$, $m_{\text{H}} = 1,00728 \text{ а. е. м.}$, $m_{\text{He}} = 4,00260 \text{ а. е. м.}$)

Форма представления результата:

Выполнить задание в тетради для практических работ.

Тема 8.1 Элементы астрономии и астрофизики. Практическая работа №16

Работа с подвижной картой звездного неба.

Цель: систематизировать и углубить знания по теме, отработать моменты восхода и захода, верхней и нижней кульминаций светил по подвижной карте звездного неба

Задание:

1. поработать с картой звездного неба;
2. определить горизонтальные координаты;
3. определить моменты захода и восхода солнца;
4. определить объекты по заданным координатам.

Оборудование: подвижная карта звездного неба

1. Определить экваториальные координаты:

Звезда	Склонение	Прямое восхождение
Алголь(β Персея)		
Кастор(α Близнецов)		
Альдебаран(α Тельца)		
Мицар(ξ Б.Медведицы)		
Альтаир(α Орла)		

2. Определить горизонтальные координаты на 21.00 в день выполнения практической работы:

Звезда	Азимут	Высота
Поллукс (β Близнецов)		
Антарес(α Скорпиона)		
Полярная(α М.Медведицы)		
Арктур(α Волопаса)		
Процион(α М.Пса)		

3. Определить моменты восхода и захода, верхней и нижней кульминаций в день выполнения практической работы:

Звезда	Восход	Заход	В.кульминация	Н.кульминация
Беллатрикс(γ Ориона)				
Регул(α Льва)				
Бетельгейзе(α Ориона)				
Ригель(β Ориона)				
Вега(α Лиры)				

4. Определить объекты по заданным координатам

Координаты	Объект	Высота кульминации	верхне й
20ч 41 мин., + 45			
5 ч 17 мин., +46			
6 ч 45 мин., - 17			
13 ч 25 мин., - 11			

5. Какие созвездия восходят в 22.35 в день проведения практической работы? Заходят? Кульминируют?

Форма предоставления результата

Выполненные задания в тетради для практических работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 2.1 Кинематика. Кинематика твёрдого тела

Тема 2.1. Кинематика

Лабораторное занятие №1

«Определение плотности тел различной формы

Цель: экспериментально определить плотности жидкости и твердого тела;

- определить цену деления измерительных приборов, измерить геометрические размеры тел, определить их массу, рассчитать объем, результат сравнить с табличными значениями и установить погрешность эксперимента

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 06, ОК 07, ОК 04

Материальное обеспечение:

весы с разновесами; линейка масштабная; штангенциркуль; мензурка; вещество, плотность которого нужно определить

Задание:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом по теме.
2. Определите массу и объем исследуемого вещества.
3. Вычислите плотность вещества.
4. Составьте отчет по лабораторной работе.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом по данной теме.
1. Определите плотность твердого тела..
2. Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерений.
3. Данные занесите в таблицу №1
4. Определите цену деления мензурки.
5. Определите плотность воды необходимо.
6. Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерений
7. Результаты опыта занесите в таблицу №2.

8. Ответьте на контрольные вопросы:

Контрольные вопросы

- Из двух разных металлов изготовлены одинаковые по размерам кубики. Взвешивание показало, что масса одного кубика больше массы другого в 2 раза. Одинакова ли плотность металла? Если нет, то во сколько раз отличаются плотности?
 - Три детали – медная, железная и алюминиевая – имеют одинаковые объёмы. Какая деталь имеет наименьшую массу, какая наибольшую? Пустот в деталях нет.
 - Кусок металла объемом 150 см^3 имеет массу 750 г. Определите плотность материала.
 - На чашки уравновешенных весов поставлены одинаковые стаканы. После того, как в один стакан налили молоко, а в другой – подсолнечное масло, равновесие весов не нарушилось. Объём какой из жидкостей больше?
9. Заполните отчет по лабораторной работе согласно требованиям.

Часть 1. Для определения плотности твердого тела вычислите его объем.

1. Объем прямоугольного параллелепипеда вычислите по формуле:

$$V = abh,$$

где a – длина, м; b – ширина, м; h – высота, м.

2. Объем цилиндра вычислите по формуле:
- $$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h,$$

h – высота цилиндра, м; d – его диаметр, м.

3. Если твердое тело имеет неправильную форму, то его объем определите с помощью мензурки, в которую он может быть погружен.
4. Уравновесьте весы используя правила взвешивания.
5. Определите массу тела.
6. По формуле $\rho = m/v$ вычислите плотность твердого тела.
7. Результаты измерений занесите в таблицу №1 и сделайте вычисления.
8. Часть №2. Для определения плотности воды необходимо:

1. найти массу тары, в которую нужно поместить воду и определить массу воды без тары.
2. Определите цену деления мензурки и найдите объем взвешенной жидкости (воды).
3. Результаты опыта занесите в таблицу №2.

Таблица №1. Результаты измерений.

№	Вещество	ширина, a (м)	длина, b (м)	высота, h (м)	объем, V (м ³)	масса, m (кг)	плотность $\rho_{\text{пр}}$ (кг/м ³)	$\rho_{\text{таб}}$	$\Delta\rho$	σ

Таблица №2. Результаты вычислений.

№	Вещество	масса тары , m1(кг)	масса жидкост и , m2(кг)	объём, V(м3)	плотность $\rho_{пр}$ (кг/ м3)	$\rho_{таб}$	σ

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Тема 3.3 Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы Лабораторное занятие № 2 «Определение удельной теплоемкости вещества»

Определение удельной теплоемкости различных веществ

Цель: опытным путем определить величину удельной теплоемкости вещества и выяснить физический смысл уравнения теплового баланса.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 07, ОК 04 ОК 09

Материальное обеспечение: весы оптические на штативе; разновес; исследуемое вещество; калориметр; термометр; электроплитка; сосуд с водой;

Задание

1. Записать в тетрадь название работы, цель работы, приборы и принадлежности.
2. Начертить таблицу для записи результатов измерений и вычислений.
3. вычисления провести согласно формулам:

Теплота, отданная горячим телом: $Q_{отд} = m_1 c_1 (t_1 - \theta)$

Теплота, полученная калориметром: $Q_{пол.к.} = m_2 c_2 (\theta - t_2)$

Теплота, полученная водой: $Q_{пол.в.} = m_3 c_3 (\theta - t_3)$

Уравнение теплового баланса: $Q_{отд} = Q_{пол}$

$$m_1 c_1 (t_1 - \theta) = m_2 c_2 (\theta - t_2) + m_3 c_3 (\theta - t_3)$$

$$m_1 c_1 (t_1 - \theta) = (\theta - t_2) (m_2 c_2 + m_3 c_3)$$

Так как $t_2 = t_3$, $(\theta - t_2) = (\theta - t_3)$

$$c_1 = (\theta - t_2) (m_2 c_2 + m_3 c_3) / (m_1 (t_1 - \theta)) \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°K)}.$$

4. Определить погрешности

$\Delta = |c_{табл} - c_1|$ - абсолютная погрешность;

$$\delta = (\Delta/c) \cdot 100\%.$$

Порядок выполнения работы:

1. Определить массу исследуемого тела m_1 ;
2. Опустить исследуемое тело в сосуд с водой и нагреть воду до кипения;
3. Определить массу калориметра m_2 ;
4. Налить до половины воды в калориметр и определить массу воды m_3 ;
5. Измерить начальную температуру калориметра с водой $t_2=t_3$;
6. Опустить нагретое тело в калориметр с водой и измерить температуру смеси θ ;
7. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу и сделайте вывод. По окончании работы принадлежности, тетрадь и данное руководство сдать преподавателю.

Таблица №1

1. масса твердого тела, кг	m_1	
2. температура тела, °C	t_1	
3. масса калориметра, кг	m_2	
4. масса воды, кг	m_3	
5. температура воды и калориметра, °C	$t_2=t_3$	
6. температура смеси, °C	θ	
7. удельная теплоемкость калориметра, Дж/(кг·°K)	c_2	
8. удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°K)	c_3	
9. удельная теплоемкость твердого тела, Дж/(кг·°K)	c_1	
10. табличное значение удельной теплоемкости твердого тела, Дж/(кг·°K)	c_T	
11. относительная погрешность, %	δ	

Контрольные вопросы:

1. Какова разница между теплоемкостью тела и удельной теплоемкостью?
2. В чем смысл уравнения теплового баланса и какое отношение оно имеет к закону сохранения энергии.

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие №3
«Определение удельного сопротивления проводника»

Определение удельного сопротивления проводника

Цель: определение удельного сопротивления проводника экспериментальным путем

Выполнение работы способствует формированию:

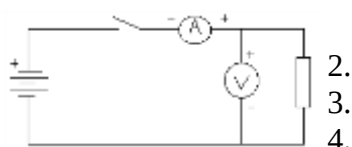
ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение: источник тока, амперметр, вольтметр, соединительные провода, ключ, штангенциркуль, линейка, кусок провода, удельное сопротивление которого определяется.

1. размеры проводника.
2. Определить величину удельного сопротивления металла.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать цепь по схеме и показать для проверки руководителю.



2. Замкнуть цепь и снять показания амперметра и вольтметра.

3. Вычислить сопротивление проводника по формуле.

4. Измерить длину и вычислить площадь поперечного сечения

проводника по формуле:

, где d - диаметр проводника.

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad R = \frac{U}{I}$$

5. Вычислить удельное сопротивление по формуле:

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

6. Данные занести в таблицу 1.

7. Вычислить абсолютную (Δ) и относительную (ε) погрешности измерений по формулам:

$$\Delta = |\rho_{\text{ТАБЛ.}} - \rho_{\text{ПОЛУЧ.}}| \quad \varepsilon = \frac{\Delta}{\rho_{\text{ТАБЛ.}}} \cdot 100\%$$

8. Сделать вывод по работе.

Таблица №1

$U, В$	$I, А$	$R, Ом$	$l, м$	$d, м$	$S, м^2$	$\rho, Ом \cdot м$	$\rho_{\text{табл.}}$ $Ом \cdot м$	$\Delta, Ом \cdot м$	$\varepsilon, \%$
вещество									

Контрольные вопросы

1. От каких величин и как зависит сопротивление прямолинейного металлического проводника?

2. Два медных проводника имеют одинаковую длину, но различную площадь поперечного сечения: $1,6 \text{ мм}^2$ и $0,8 \text{ мм}^2$. Какой проводник имеет меньшее сопротивление и во сколько раз?
3. Сколько метров никелинового провода площадью поперечного сечения $0,1 \text{ мм}^2$ потребуется для изготовления реостата с максимальным сопротивлением 180 Ом ? Удельное сопротивление никелина $0,42 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие №4

Экспериментальная проверка законов параллельного и последовательного соединения проводников

Цель: изучить последовательное и параллельное соединения проводников

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 07, ОК 04 ОК 09

Материальное обеспечение:

Источник электрической энергии с постоянным напряжением (не выше 25В); вольтметр школьный; амперметр школьный, набор демонстрационных резисторов с разными сопротивлениями, ключ, соединительные провода.

Задание:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом:

Теория

Последовательное соединение в электротехнике — один из основных способов соединения элементов электрической цепи. При последовательном соединении все элементы связаны друг с другом так, что включающий их участок цепи не имеет (рис.1) ни одного узла.

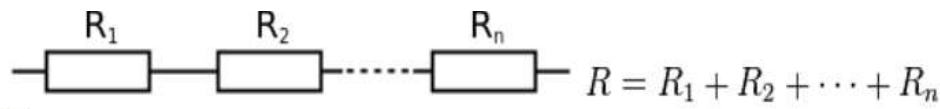
. При последовательном соединении проводников сила тока во всех проводниках одинакова. При последовательном соединении проводников сила тока в любых частях цепи одна и та же:

$$I = I_1 = I_2.$$

Полное напряжение в цепи при последовательном соединении, или напряжение на полюсах источника тока, равно сумме напряжений на отдельных участках цепи:

$$U = U_1 + U_2.$$

Рис.1.



2. Сняв показания напряжений и сил тока на каждом из участков цепи, необходимо сверить соответствующие измеренные и вычисленные физические величины, а по результатам такой сверки – сделать вывод о проделанной работе

1. Последовательное соединение проводников.

1. Собрать цепь по схеме (рис. 1):

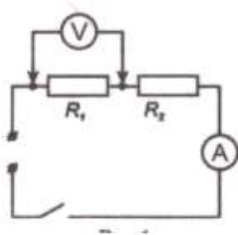


рис. 1

- Измерить напряжение, силу тока на первом резисторе.
- Изменить схему установки и измерить напряжение на втором резисторе. Схему нарисовать в тетрадь.
- Вычислить сумму напряжений $U_1 + U_2$.
- Изменить схему установки и измерить общее напряжение на двух сопротивлениях U_{12} .
- Проверить, выполняется ли равенство: $U_{12} = U_1 + U_2$.
- Проверить справедливость равенств

$$R_{12} = R_1 + R_2 \text{ и } \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Контрольные вопросы:

- Какое соединение сопротивлений называется последовательным? Чему равны сопротивление, сила тока, напряжение в цепи при таком соединении?
- Назовите плюсы и минусы последовательного соединений проводников?
- Приведите примеры последовательного соединения проводников.

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Лабораторное занятие №5

Изучение работы мультиметра. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника электрической энергии

Цель работы: опытным путём научиться определять ЭДС, источника и его внутреннее сопротивление.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

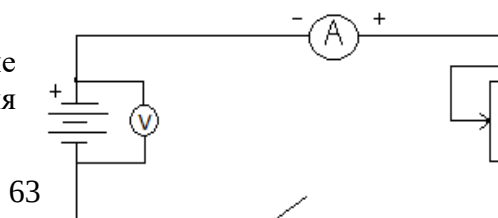
Материальное обеспечение: источник электрической энергии, амперметр, ключ, вольтметр, соединительные провода, потребитель электрической энергии.

Задание

- Используя вольтметр, определить ЭДС источника тока.
- Определить величину ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, используя показания амперметра и вольтметра.

Порядок выполнения работы

- Соберите электрическую цепь по схеме
- Определите цену деления электроизмерительных приборов.



(Рис.1)

Рис. 1

- Измерьте ЭДС источника тока. Для этого определите показания вольтметра при разомкнутом ключе.
- Измерьте величины силы тока и напряжения на внешней $R = \frac{U}{I}$ части цепи, замыкая ключ. Рассчитайте сопротивление по формуле:
- Изменяя положения движка реостата, повторите измерения (п.3) ещё дважды.
- Вычислите величину внутреннего сопротивления по формуле: $r = \frac{\varepsilon - IR}{I}$
- Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 1.
- Сделать вывод по работе.

Форма предоставления результата

№ п\п	ε , В	U, В	I, А	R, Ом	R, Ом	R, Ом	ε_{cp} , В	$\delta = \frac{\varepsilon - \varepsilon_{cp}}{\varepsilon} \cdot 100\%$
1								
2								
3								

Контрольные вопросы

- Почему показания вольтметра при разомкнутом и замкнутом ключе различны?
- Для измерения ЭДС источника тока и его внутреннего сопротивления студент собрал схему, изображённую выше. При этом вольтметр показал 5 вольт, а амперметр – 1 Ампер. После размыкания ключа вольтметр показал 6 Вольт. Чему равны ЭДС источника тока и его внутреннее сопротивление?
- ЭДС источника тока 3 В, а внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Сопротивление внешней части цепи 10 Ом. Найдите силу тока в цепи.
- Сила тока в цепи равна 0,4 А., внутреннее сопротивление источника тока 0,5 Ом, внешнее-4,5 Ом. Какова ЭДС источника?

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

Тема 4.2 Постоянный электрический ток

Определение номинальных сопротивлений резисторов методом маркировки

Цель: определить номинальное сопротивление резисторов методом маркировки; определить допустимое значение силы тока для данных резисторов при известном номинале мощности.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 09

Материальное обеспечение: набор резисторов разных сопротивлений, универсальная таблица знаков маркировки.

Теория.

Ввиду малых размеров резисторов, на корпусе компонента вместо цифро буквенного обозначения наносятся полосы того или иного цвета. Это и есть цветовая маркировка. Чаще всего, она представляет из себя 4 или 5 полос (хотя их может быть и 6) определенных цветов, и каждая из этих полос несет определенный смысл.

Первые две полосы абсолютно всегда обозначают первые две цифры номинального сопротивления резистора. Если всего полосок 3 или 4, то третья полоса будет означать множитель, на который необходимо умножить число, полученное из первых двух полос. Когда на резисторе 4 полосы, то четвертая будет указывать на точность резистора.

В случае, когда полос 5, первые три полосы означают три цифры номинала (сопротивления) резистора, четвертая - множитель, пятая - точность.

При определении режима работы резистора следует учитывать **максимально допустимое для него значение силы тока**, которое определяется значением его сопротивления и мощностью.

Если размеры резистора не позволяют разместить цветные полосы несимметрично, т. е. ближе к одному из торцов резистора, то первая полоса выполняется более широкой.

Цвета знаков маркировки номинального сопротивления в Омах и допусков в % приведены в таблице:

Цвет знака	Первая цифра	Вторая цифра	Множитель	Допуск в %
Серебристый	--	--	10^{-2}	10
Золотистый	--	--	10^{-1}	5
Черный	--	0	1	--

Коричневый	1	1	10	1
Красный	2	2	10^2	2
Оранжевый	3	3	10^3	--
Желтый	4	4	10^4	--
Зеленый	5	5	10^5	0,5
Голубой	6	6	10^6	0,25
Фиолетовый	7	7	10^7	0,1
Серый	8	8	10^8	0,05
Белый	9	9	10^9	-

!

1. Разложить на рабочем столе комплект резисторов.
2. Внимательно прочитать указание к работе.
3. Оформить маркировку резистора в тетради по образцу

7	8	10^2	5%
фи ол ето	сер ый	кр ас н	зо ло ти

7, 8 к Ом или 7800 Ом 5%

4. Заполнить таблицу, оформить расчеты силы тока по формуле.

Резистор	Номинальное сопротивление R	Мощность резистора (Вт)	Сила тока (А)
1)		0, 25	
2)		0, 25	

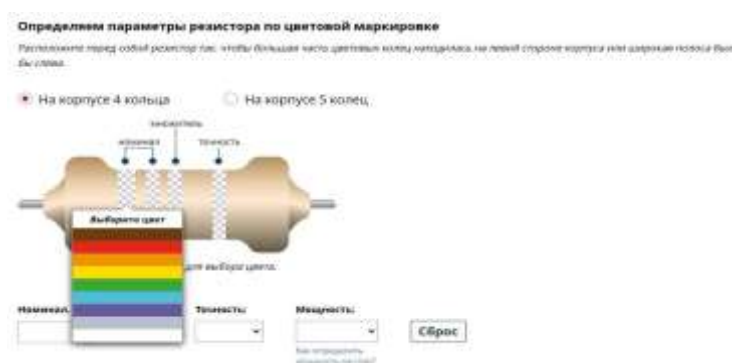
3)		0, 25	
4)		0, 25	
5)		0, 25	
6)		0, 25	
7)		0, 25	
8)		0, 25	

5. Сделать вывод по работе.

6. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

- От чего зависит сопротивление проводника? Что показывает сопротивление проводника?
- Запишите способы определения сопротивления с помощью измерительных приборов (не менее 3 способов).
- В чем преимущество и удобство использования методов маркировки?
- Где применяются резисторы в электронике и автоматике?
- Какие параметры цепи можно регулировать в цепи, используя резисторы разных сопротивлений
- **Дополнительное задание:** воспользуйтесь онлайн- калькулятором определения сопротивления резистора и проверьте результат с определенным ранее (по таблице маркировки)



Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ.

Тема 4.3 Электрический ток в различных средах

Лабораторное занятие №7

Зависимость сопротивления от температуры образцов металла и полупроводника

Цель: измерять сопротивление проводника омметром; установить зависимость сопротивления металла и полупроводника от температуры.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 07, ОК 04 ОК 09

Материальное обеспечение: мультиметр, приборы для изучения зависимости сопротивления металла и полупроводника от температуры, термометр, электрическая плитка, штатив с принадлежностями, колба с водой.

Задание

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.

Теоретический материал:

Если пропустить электрический ток через стальную спираль, а затем ее нагреть, то амперметр покажет уменьшение силы тока. Это означает, что с изменением температуры сопротивление металла меняется.

Все металлы – кристаллические тела, в узлах кристаллической решетки которых располагается положительно заряженные ионы. Между колеблющимися ионами двигаются свободные электроны. Величина электрического сопротивления металла зависит от числа столкновений колеблющихся ионов и свободных электронов. При увеличении температуры металла увеличивается амплитуда колебаний ионов. Это приводит к увеличению столкновений, а значит и к увеличению сопротивления металла.

В полупроводнике при увеличении температуры увеличивается число свободных носителей заряда, появившихся при разрыве ковалентных связей. Это приводит к увеличению силы тока в полупроводнике и к уменьшению сопротивления проводника.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовьте к работе омметр:

а) вставьте штырьки проводников в гнезда, обозначенные «Ω» и «общ СОМ.»;

б) поставьте переключатель на цифру «10»;

в) соедините свободные штырьки проводников и ручкой «уст. 0» поставьте стрелки на «0».

2. На электрическую плитку поместите колбу с водой. Во избежание падения колбы поместите в кольцо, закрепленное в штативе. В колбу опустите пробирку, с помещенной в ней катушкой из медного провода. Осторожно опустите в пробирку термометр.

3. Свободные штырьки омметра соедините с клеммами медной катушки.

4. Включите шнур плитки в розетку и измерьте сопротивление катушки при различных значениях температуры.

5. Внесите измерения в таблицу.

Проводник (медь)

t°, C					
$R, \text{Ом}$					

6. На основе измерений постройте график. Сделайте вывод, как сопротивление проводника зависит от температуры.

7. Поставьте переключатель омметра с цифры «10» на цифру «100» и поставьте стрелку омметра на «0» (См. пункт 1-в).
8. Замените в колбе пробирку с металлом на пробирку с полупроводником (термистором). Опустите в пробирку термометр. К клеммам термистора подсоедините омметр.
9. Измерьте сопротивление полупроводника при различных значениях температуры.
10. Внесите измерения в таблицу.

Полупроводник

$t^{\circ}\text{C}$					
R, Ом					

11. Постройте график $R(t)$.
12. Сделайте вывод, как сопротивление полупроводника зависит от температуры

Контрольные вопросы:

1. Электрический ток в металлах – это упорядоченное движение
2. С точки зрения электронной теории электрическое сопротивление обусловлено соударениями
3. С повышением температуры сопротивление металла ...

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Тема 4.1 Механические колебания и волны

Лабораторное занятие №8

Проверка законов колебательного движения математического маятника

Цель: установить математическую зависимость периода нитяного маятника от длины нити маятника.

Выполнение работы способствует формированию:

ОК 01, ОК 02, ОК 05, ОК 07, ОК 04 ОК 09

Материальное обеспечение:

электронный секундомер, измерительная лента, шарик с отверстием, нить, штатив с муфтой и кольцом.

Теория.

Математическим маятником называется материальная точка, подвешенная на невесомой и нерастяжимой нити. Моделью может служить тяжелый шарик, размеры которого весьма малы по сравнению с длиной нити, на которой он подвешен (не сравнимы с расстоянием от центра тяжести до точки подвеса).

Ученые Галилей, Ньютон, Бессель и др. установили следующие законы колебания математического маятника:

1. Период колебания математического маятника не зависит от массы маятника и от амплитуды, если угол размаха не превышает 10 градусов.

2. Период колебания математического маятника прямо пропорционален квадратному корню из длины маятника и обратно пропорционален квадратному корню из ускорения свободного падения.

На основании этих законов можно написать формулу для периода колебаний математического маятника:

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

Используя модель и законы колебаний математического маятника, можно пронаблюдать свободные колебания, а также с их помощью определить ускорение свободного падения для своей местности и сравнить со справочным значением g .

Ускорение свободного падения может быть вычислено по формуле

$$g = 4\pi^2 \frac{ln^2}{t^2}$$

1. Закрепить нить маятника в держателе штатива.
2. Измерить длину маятника (длина маятника считается от точки подвеса до центра тяжести шарика).
3. Отклонить шарик на угол не более 10° и отпустить.
4. Определить время, за которое маятник совершил 20 колебаний.
5. Вычислить период колебания маятника, используя формулу $N \cdot T$.
6. Повторить опыт еще три раза, уменьшая (или увеличивая) длину нити маятника.
7. Результаты занести в таблицу.

Таблица №1

№	Длина нити маятника l , м	Число полных колебаний N	Время колебаний t , с	Период колебаний T , с
1		20		

8. Сделать вывод о зависимости периода нитяного маятника от длины его нити.

Контрольные вопросы.

1. Что называют периодом колебаний маятника?
2. Что называют частотой колебаний маятника? Какова единица частоты колебаний?
3. От каких величин и как зависит период колебаний математического маятника?
4. От каких величин и как зависит период колебаний пружинного маятника?
5. Изобразите математический маятник в крайней правой точке и покажите на чертеже силы, действующие на шарик в данной точке траектории. Нарисуйте равнодействующую сил.
6. Как меняется величина и направление равнодействующей сил в течение периода?

Форма представления результата:

Работа должна быть выполнена в тетради для лабораторных работ

Тема 5.2 Электромагнитные колебания и волны

Лабораторное занятие №9

«Устройство трансформатора, генератора»

Цель работы: изучить устройство и принцип работы трансформатора. генератора.

Выполнение работы способствует формированию:

ПР62, ПР66, ПР68; ПР610, ПР610, МР3, МР5, МР15, МР23, ЛР26, , МР28, МР31, МР32, МР33, МР34, МР37, МР44, МР47, МР48, МР54, МР55, МР 56, МР 43, ЛР34, ЛР32,

Материальное обеспечение: трансформатор лабораторный, лампа накаливания, ключ замыкания тока, комплект проводов соединительных.

Задание

1. Изучить строение, назначение и принцип действия трансформатора
2. Изучить строение, назначение и принцип действия генератора.

Порядок выполнения работы

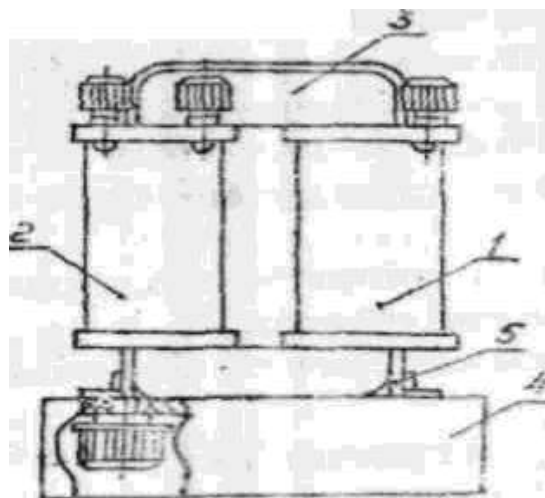
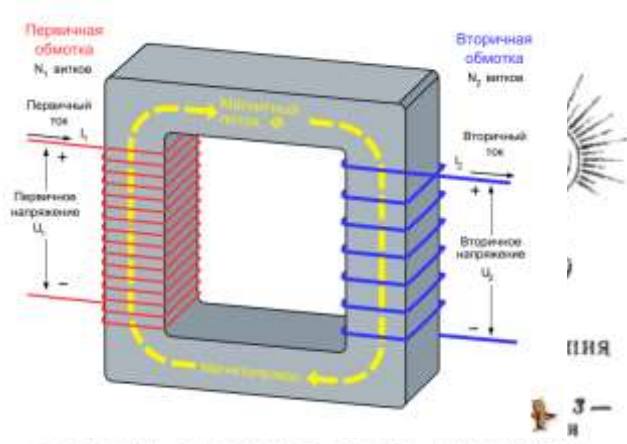
1. Изучение устройства трансформатора

Трансформатор преобразует переменный ток одного напряжения при неизменной частоте. Он состоит из замкнутого сердечника, изготовленного из специальной листовой трансформаторной стали, на котором располагаются две катушки (их называют обмотками) с разным числом витков из медной проволоки.

Одна из обмоток, называется первичной, подключается к источнику переменного напряжения. Устройства, потребляющие электроэнергию, подключаются к вторичной обмотке, их может быть несколько.

При выполнении работы следует изучить устройство трансформатора, включить его в сеть переменного тока (36 В). В режиме холостого хода измерить напряжение на обмотках и вычислить коэффициент трансформации, а при работе трансформатора «под нагрузкой» установить связь токами и напряжением в обмотках.

Трансформатор состоит из двух катушек



и
сердечни
ка.
Сердечн
ик
состоит
из двух
половин,
которые
вставляю
т в
катушку
и с

помощью скобы закрепляют на основании.

1, 2 – катушки, 3 - магнитопровод; 4 – основания; 5 –обойма.

1. Рассмотрите устройство трансформатора. Определите первичную обметку (клеммы с надписью: 36 или 42 В) и две вторичных клеммы 2,2 В и 4,4 В)
2. Начертите электрическую схему трансформатора.
3. Разберите трансформатор. Для этого поверните его основанием вверх и открутите две гайки крапления скобы. Выньте сердечник и рассмотрите его устройство.
4. Соберите трансформатор. Для этого вставьте сердечник со скобой в катушки. Установите трансформатор на основание и закрепите его гайками.

2. Изучение устройства генератора.

Генератор постоянного тока (рис. 1) состоит из двух частей: неподвижной и вращающейся. Неподвижная часть (статор) является остовом машины и одновременно служит для создания магнитного потока. Во вращающейся части, называемой якорем (ротором), индуцируется электродвижущая сила - ЭДС.

Конструкция генератора постоянного тока (см. рис.2).

Неподвижная часть состоит из станины (1), главных полюсов (2) с обмоткой возбуждения (3) и дополнительных полюсов (4), уменьшаемых искрение под щетками.

Якорь имеет сердечник (5), набираемый из тонких стальных листов, обмотку якоря (6), заложенную в пазы сердечника и коллектор (7). На поверхность коллектора наложены угольно-графитовые щетки (8), обеспечивающие скользящий контакт с обмоткой вращающегося якоря. Коллектор имеет форму цилиндра и выполняется из изолированных медных пластин - ламелей - к которым подсоединены секции якорной обмотки. Вращаясь вместе с обмоткой, коллектор выполняет роль механического выпрямителя.

Обмотка возбуждения создает главный магнитный поток Φ полюсов. В генераторах с независимым возбуждением она питается от постороннего источника постоянного тока (выпрямителя, аккумулятора и т.п.). С генератором с параллельным возбуждением обмотка главных полюсов подключена к главным щеткам, т.е. параллельно цепи якоря. В связи с этим для возникновения магнитного потока и ЭДС необходим хотя бы слабый остаточный магнитный поток. Благодаря наличию остаточного магнетизма возникает процесс самовозбуждения генератора.

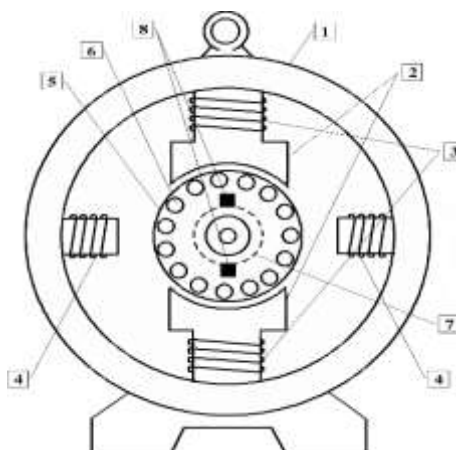
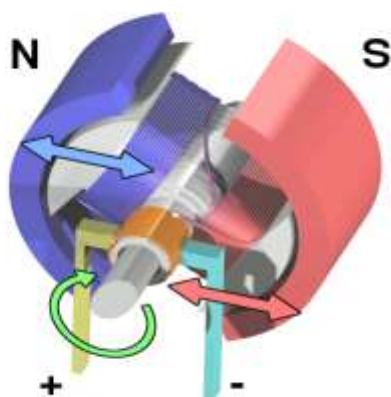


Рис. 1.

Рис. 2.

Изучение устройства трансформатора:

Строение трансформатора начертить, составные части указать, формулы записать, на контрольные вопросы ответить.

Изучение устройства генератора.

Строение генератора начертить, составные части указать, формулы записать, на контрольные вопросы ответить.

Контрольные вопросы

1 вариант

1. Что называют индукционными генераторами?
2. Какой трансформатор называют повышающим, а какой понижающим?
3. Что такое холостой ход трансформатора?
4. Почему сердечник трансформатора изготавливают из стали, а не из меди?
5. В первичной обмотке трансформатора, включенной в сеть с напряжением 380В. Содержится 1320 витков. Определить напряжение на вторичной обмотке, если она содержит 300 витков. Вид трансформатора указать, ответ пояснить.

2 вариант

1. Назовите основные части генератора переменного тока.
2. Доказать, что у повышающего трансформатора $K > 1$.
3. Изменяет ли трансформатор частоту преобразуемого переменного тока?
4. Почему сердечник трансформатора собирают из отдельных пластин?
5. Если на первичную обмотку трансформатора подаётся напряжение 220В, то на вторичной обмотке при холостом ходе получается напряжение 130В. Число витков первичной обмотки равно 400. Определить число витков во вторичной обмотке. Вид трансформатора указать, ответ пояснить.

3 вариант

1. Какова роль индуктора и якоря в устройстве генератора переменного тока?
2. Что такое понижающий трансформатор?
3. Почему сердечник трансформатора делают не сплошным. А из множества пластин, изолированных друг от друга?
4. Почему мощность, потребляемая от вторичной обмотки, меньше мощности, подводимой к первичной обмотке?
5. Сколько витков должна иметь вторичная обмотка трансформатора для понижения напряжения с 12000 до 120В, если первичная обмотка содержит 4000 витков? Вид трансформатора указать, ответ пояснить.

Форма предоставления результата

Выполненные задачи в тетради для лабораторных работ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется: правильно выполнены все задания в соответствии с требованиями, правильно выполнены дополнительные задания, своевременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «хорошо» выставляется: правильно выполнены все задания в основной части, дополнительные задания выполнены не в полном объеме, предоставлен отчет о выполнении работы, либо в случае несвоевременного предоставления отчета или с наличием несущественных ошибок в выполнении задания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется: выполнены не все, но более 50% заданий работы, дополнительные задания не выполнены, несвоеременно предоставлен отчет о выполнении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется: выполнено менее 50% работы, не выполнены дополнительные задания, отчет о выполнении работы не предоставлен.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Оценка **«отлично»** ставится, если студент:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицу, вычисления и сделал выводы;
- в) правильно выполнил анализ погрешностей;
- г) соблюдал требования безопасности труда;
- д) ответил на контрольные вопросы (устно или письменно).

Оценка **«хорошо»** ставится в том случае, если выполнены требования к оценке «отлично», но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- б) допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета;
- в) ответил на контрольные вопросы (устно или письменно).

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

- а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью;
- б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, таблицах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения;
- в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей;
- г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы;
- д) частично ответил на контрольные вопросы (устно или письменно).

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;
- б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно;
- в) не ответил на контрольные вопросы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Кузнецов, С. И. Физика. Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны [электронный ресурс]: учебное пособие / С. И. Кузнецов. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 231 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=424601>
2. Физика. Теория и практика [электронный ресурс]: учебное пособие / под ред. проф. С. О. Крамарова. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 380 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=522108>
3. Пинский, А. А. Физика [электронный ресурс]: учебник / А. А. Пинский, Г. Ю. Граковский ; под общ. ред. Ю. И. Дика, Н. С. Пурышевой. – 4-е изд., испр. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2017. – 560 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=559355>

Дополнительная литература

4. Кузнецов, С. И. Курс лекций по физике. Электростатика. Постоянный ток. Электромагнетизм. Колебания и волны [электронный ресурс]: учебное пособие / Кузнецов С. И., Семкина Л. И., Рогозин К. И. – Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2016. – 290 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=675264>
5. Кузнецов, С. И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики [электронный ресурс]: учеб. пос. / С. И. Кузнецов, А. М. Лидер – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Вузов. учеб.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 212 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=438135>

Интернет-ресурсы

1. www.fcior.edu.ru (Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов).
2. www.dic.academic.ru (Академик. Словари и энциклопедии).
3. www.booksgid.com (Books Gid. Электронная библиотека).
4. www.globalteka.ru (Глобалтека. Глобальная библиотека научных ресурсов).
5. www.window.Edu.ru (Единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. www.stbooks.ru (Лучшая учебная литература).
7. www.school.edu.ru (Российский образовательный портал. Доступность, качество, эффективность).
8. www.ru/book (Электронная библиотечная система).
9. www.alleng.ru/edu/phys.htm (Образовательные ресурсы Интернета Физика).
10. www.school-collection.edu.ru (Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов).
11. www.n-t.ru/nl/fz (Нобелевские лауреаты по физике).
12. www.nuclphys.sinp.msu.ru (Ядерная физика в Интернете).
12. www.college.ru/fizika (Подготовка к ЕГЭ).