

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Худин Александр Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 16.11.2024 11:59:59

Уникальный программный ключ:

08303ad8de1c60b987361de7085acb509ac3da143f415362ffaf0ee37e73fa19

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курский государственный университет»

Колледж коммерции, технологий и сервиса

Методические рекомендации по выполнению практической работы

по дисциплине «Физика»

специальности 49.02.01 Физическая культура



Разработчик: Зиборова С.Ю.,
преподаватель колледжа коммерции,
технологий и сервиса ФГБОУ ВО
«Курский государственный
университет»

Курск 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения
2. Методические рекомендации по оформлению практической работы
3. Критерии оценки практической работы
4. Задания для практической работы
5. Список рекомендуемых источников

1.ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В основе общеобразовательной дисциплины «Физика» лежит установка на формирование у обучаемых системы базовых понятий физики и представлений о современной физической картине мира, а также выработка умений применять физические знания как в профессиональной деятельности, так и для решения жизненных задач.

Физика имеет очень большое и всевозрастающее число междисциплинарных связей, причем на уровне как понятийного аппарата, так и инструментария.

Общеобразовательная дисциплина «Физика» создает универсальную базу для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, закладывая фундамент для последующего обучения студентов.

Методические рекомендации по выполнению практических работ составлены с учётом Обязательного минимума содержания основных образовательных программ и Требований к уровню подготовки выпускников средней школы (приказ Минобробразования России от 05.03.2004 № 1089 «Об утверждении федерального компонента Государственных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования»), в соответствии с требованиями ФГОС в части требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников образовательных учреждений среднего профессионального образования.

Целями выполнения практических работ являются:

- более глубокое овладение знаниями;
- приобретение обучающимися практического опыта по систематизации полученных знаний;
- формирование умений осуществлять поиск, обобщать, анализировать необходимую информацию;
- формирование умений самостоятельной работы;
- контроль результатов обучения

Практические работы разработаны в соответствии с рабочей программой. В зависимости от содержания они могут выполняться индивидуально или фронтально.

Практические работы выполняются студентом самостоятельно на занятиях с применением полученных теоретических знаний, алгоритмов, а также с использованием необходимых пояснений, полученных от преподавателя при выполнении практической работы.

При оценке практических работ учитывается характеристика основных видов деятельности обучающихся по каждой теме. Отметка обучающемуся выставляется после выполнения и оформления и защиты работы.

2. ОФОРМЛЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Оформляются практические работы в рабочих тетрадях. Практические работы нумеруются в соответствии с тематическим планированием. В тетради указывается на полях дата выполнения практической работы и её цель.

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Работа оценивается отметкой «5», если:

работа выполнена полностью;

в логических рассуждениях и обосновании решения выполнены основные виды деятельности, сформулированные в цели практической работы;

в решении нет ошибок (возможны некоторые неточности, которые не являются следствием незнания или непонимания учебного материала).

Отметка «4» ставится в следующих случаях:

работа выполнена полностью;

обоснования шагов решения недостаточны с точки зрения основных видов деятельности;

допущены одна ошибка, или есть два – три недочёта в выкладках, рисунках, чертежах или графиках (если эти виды работ не являлись специальным объектом проверки).

Отметка «3» ставится, если:

выполнена половина работы;

в логических рассуждениях и обосновании решения выполнены основные виды деятельности, сформулированные в цели практической работы;

в решении нет ошибок (возможны некоторые неточности, которые не являются следствием незнания или непонимания учебного материала).

Отметка «2» ставится, если:

выполнено менее половины работы.

Отметки за практическую работу выставляются в журнал тем днём, когда проводилась практическая работа.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1. **Практическая работа №1 по теме «Кинематика»**
2. **Практическая работа №2 по теме «Динамика»**
3. **Практическая работа №3 по теме «Законы сохранения в механике»**
4. **Практическая работа №4 по теме «Колебания и волны»**
5. **Практическая работа №5 по теме «Основы молекулярной физики»**
6. **Практическая работа №6 по теме «Основы термодинамики»**
7. **Практическая работа №7 по теме «Закон Кулона. Напряженность»**
8. **Практическая работа №8 по теме «Последовательное и параллельное соединение потребителей электрического тока»**
9. **Практическая работа №9 по теме «Конденсаторы»**
10. **Практическая работа №10 по теме «Законы Ома»**
11. **Практическая работа №11 по теме «Постоянный ток»**
12. **Практическая работа №12 по теме «Сила Ампера, сила Лоренца»**
13. **Практическая работа №13 по теме «Электромагнетизм»**
14. **Практическая работа №14 по теме «Определение параметров электромагнитных колебаний»**
15. **Практическая работа №15 по теме «Электромагнитные колебания и волны»**
16. **Практическая работа №16 по теме «Оптика»**
17. **Практическая работа №17 по теме «Физика атомного ядра»**

Практическая работа № 1

по теме «Кинематика»

Цель: закрепить знания по теме «Кинематика», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, вывод физической величины из формулы.

Теория:

Кинематика — раздел механики, изучающий математическое описание (средствами геометрии, алгебры, математического анализа...) движения идеализированных тел (материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальная жидкость), без рассмотрения причин движения (массы, сил и т. д.). Исходные понятия кинематики — пространство и время. Например, если тело движется по окружности, то кинематика предсказывает необходимость существования центростремительного ускорения без уточнения того, какую природу имеет сила, его порождающая. Причинами возникновения механического движения занимается другой раздел механики — динамика. Главной задачей кинематики является математическое (уравнениями, графиками, таблицами и т. п.) определение положения и характеристик движения точек или тел во времени. Любое движение рассматривается в определённой системе отсчёта. Также кинематика занимается изучением составных движений (движений в двух взаимно перемещающихся системах отсчёта).

УСКОРЕНИЕ. РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

Равноускоренным называется движение, при котором скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.

Ускорением тела называют отношение изменения скорости тела ко времени, за которое это изменение произошло.

Ускорение характеризует быстроту изменения скорости.

$$\vec{a} = \frac{\vec{V} - \vec{V}_0}{t} \quad (1)$$

$$[a] = \frac{м/с}{с} = \frac{м}{с^2}$$

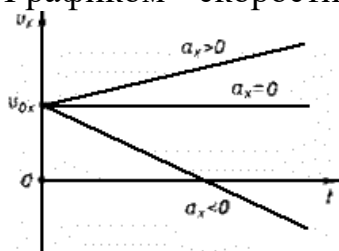
Ускорение - векторная величина. Оно показывает, как изменяется мгновенная скорость тела за единицу времени.

Зная начальную скорость тела и его ускорение, из формулы (1) можно найти скорость в любой момент времени: $\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t$ (2)

Для этого уравнение нужно записать в проекциях на выбранную ось:

$$V_x = V_{0x} + a_x t$$

Графиком скорости при равноускоренном движении является прямая



ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И ПУТЬ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ РАВНОУСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ

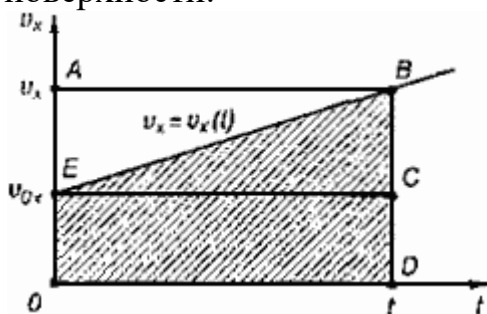
Предположим, что тело совершило перемещение за время t , двигаясь с ускорением. Если скорость изменяется от $\vec{v}_0$ до $\vec{v}$ и учитывая, что,

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t, \text{ получим}$$

$$\vec{s} = \frac{\vec{v}_0 + \vec{v}_0 + \vec{a}t}{2} t = \frac{2\vec{v}_0 t + \vec{a}t^2}{2},$$

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}.$$

Используя график скорости, можно определить пройденный телом за известное время путь - он численно равен площади заштрихованной поверхности.



СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

Движение тел в безвоздушном пространстве под действием силы тяжести называют *свободным падением*.

Свободное падение - это равноускоренное движение. Ускорение свободного падения в данном месте Земли постоянно для всех тел и не зависит от массы падающего тела: $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

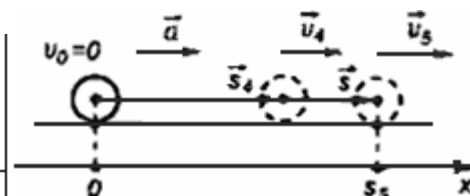
Для решения различных задач из раздела "Кинематика" необходимы два уравнения:

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$$

и

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

Задача №1: Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за пятую секунду прошло путь 18 м. Чему равно ускорение и какой путь прошло тело за 5 с?

$$\begin{aligned}
 V_0 &= 0, \\
 t_4 &= 4 \text{ с}, \\
 t_5 &= 5 \text{ с}, \\
 s &= 18 \text{ м}, \\
 a &= ? \quad s_5 = ?
 \end{aligned}$$


$$x = x_0 + V_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \Rightarrow x - x_0 = \frac{at^2}{2}$$

За пятую секунду тело прошло путь $s = s_5 - s_4$ и s_5 и s_4 - расстояния, пройденные телом соответственно за 4 и 5 с.

$$s = \frac{at_5^2}{2} - \frac{at_4^2}{2} = \frac{a}{2}(t_5^2 - t_4^2) \Rightarrow a = \frac{2s}{t_5^2 - t_4^2}.$$

$$a = \frac{2 \cdot 18 \text{ м}}{25 \text{ с}^2 - 16 \text{ с}^2} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$s_5 = \frac{4 \text{ м/с}^2 \cdot 25 \text{ с}^2}{2} = 50 \text{ м}$$

Ответ: тело, двигаясь с ускорением 4 м/с^2 , за 5 с прошло 50 м.

Задача №2: С подводной лодки, погружающейся равномерно, выпускаются звуковые импульсы длительностью $t_1 = 30,1 \text{ с}$. Длительность импульса, принятого на лодке после его отражения от дна, равна $t_2 = 29,9 \text{ с}$. Определите скорость погружения лодки v . Скорость звука в воде $c = 1500 \text{ м/с}$.

Решение.

Звуковой импульс не является материальной частицей, однако уравнения движения звукового импульса такие же, как и у материальной точки, поэтому можно применять законы кинематики материальной точки.

За время t_1 лодка переместится на расстояние vt_1 , поэтому расстояние в воде между началом импульса и его концом равно

$$L = ct_1 - vt_1.$$

Такая длина сигнала сохранится и после отражения от дна. Прием импульса закончится в тот момент, когда лодка встретится с задним концом импульса. Поскольку скорость их сближения равна $c + v$, то продолжительность приема равна

$$t_2 = L/(c + v)$$

Решая эти уравнения совместно, получим

$$v = \frac{q_1 R_2 - q_2 R_1}{R_1 + R_2} = 5 \text{ м/с}. \text{ Ответ: } 5 \text{ м/с}$$

Задания:

1. Движение тел задано уравнениями: $x_1 = 3t$, $x_2 = 130 - 10t$. Когда и где они встретятся?
2. Координата тела меняется с течением времени согласно формуле $x = 10 - 4t$. Чему равна координата тела через 5 с после начала движения?
3. При равноускоренном прямолинейном движении скорость катера увеличилась за 10 с от 2 м/с до 8 м/с. Чему равен путь, пройденный катером за это время?
4. Вертолёт и самолёт летят навстречу друг другу: первый – со скоростью v , второй – со скоростью $3v$. Какова скорость вертолёта относительно самолёта?
5. Может ли человек на эскалаторе находиться в покое относительно Земли если эскалатор поднимается со скоростью 1 м/с?
6. Ускорение шайбы, соскальзывающей с гладкой наклонной плоскости, равно $1,2 \text{ м/с}^2$. На этом спуске её скорость увеличилась на 9 м/с. Определите полное время спуска шайбы с наклонной плоскости.
7. Камень брошен с некоторой высоты вертикально вниз с начальной скоростью 1 м/с. Какова скорость камня через 0,6 с после бросания?
8. Мотоциклист, двигаясь по хорошей дороге с постоянной скоростью 108 км/ч, проехал $\frac{4}{7}$ всего пути. Оставшуюся часть пути по плохой дороге он проехал со скоростью 15 м/с. Какова средняя скорость мотоциклиста на всём пути?
9. Автомобиль двигался по окружности. Половину длины окружности он проехал со скоростью 60 км/ч, а вторую – ехал со скоростью 40 км/ч. Чему равна средняя скорость автомобиля?
10. Шар, двигаясь из состояния покоя равноускоренно, за первую секунду прошёл путь 10 см. Какой путь (в сантиметрах) он пройдёт за 3 с от начала движения?
11. С балкона дома на высоте 5 м вверх подбросили мяч со скоростью 4 м/с. Какой будет скорость мяча через 0,4 с?
12. Автомобиль, трогаясь с места, движется с ускорением 3 м/с^2 . Какова будет скорость автомобиля через 5 с?
13. Колесо равномерно вращается с угловой скоростью 4π рад/с. За какое время сделает колесо 100 оборотов?

Практическая работа № 2

по теме «Динамика»

Цель: закрепить знания по теме «Динамика», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывод из формулы.

Теория:

Динамика исследует причины движения тел. Известно, что любое тело изменяет свою скорость в результате взаимодействия с другими телами. Сила есть характеристика взаимодействия. Обычно сила обозначается буквой $\vec{F}$. Если на тело действует несколько сил, то они складываются как векторы. Сумма всех сил действующих на тело, называется равнодействующей $\vec{R}$

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$

Масса есть характеристика инертности. Обычно масса обозначается буквой m . Масса — суть скаляр, сила — суть вектор. В основе динамики лежат три закона Ньютона. Первый закон Ньютона утверждает, что существуют такие системы отсчета, в которых, если на тело не действуют никакие внешние силы, оно движется равномерно и прямолинейно. Такие системы отсчета называют инерциальными. Вторым законом Ньютона утверждает, что, если на тело массой m действует сила $\vec{F}$, то ускорение тела $\vec{a}$

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

будет равно

Третий закон Ньютона утверждает, что, если на тело А со стороны тела В действует сила $\vec{F}_{BA}$, то на тело В со стороны тела А действует сила $\vec{F}_{AB}$,

причем $\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$. **Виды сил:**

1. *Сила упругости.* Эта сила возникает при деформации тела. Свойство силы упругости $\vec{F}$ таково, что при небольших деформациях Δx , $\vec{F}$ пропорционально Δx и направлена против деформации. Коэффициент пропорциональности k носит название коэффициента жесткости. Таким

образом, $\vec{F} = -k \Delta \vec{x}$

2. *Гравитационная сила.* Известно, что все тела притягиваются друг к другу с силой F пропорциональной массе каждого тела m_1 и m_2 и обратно

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

пропорциональной квадрату расстояния R между телами.

$$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2.$$

где R_0 — радиус Земли, M — масса Земли. Ускорение свободного падения g не зависит от массы притягиваемого тела, поэтому все тела падают с одинаковым ускорением. На поверхности Земли, где H равно нулю, $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$.

3. *Вес тела.* Весом тела P называют силу, которая давит на опору или растягивает подвес. Эта сила вообще приложена не к телу, а к опоре или подвесу; на тело же действует нормальная реакция опоры или сила натяжения нити. Вес тела может быть равен силе тяжести, а может быть и не равен. Например, если тело лежит на горизонтальной плоскости, то вес тела равен силе тяжести, а если на наклонной, то нет.

4. *Сила трения.* Силой трения $F_{\text{тр}}$ называют силу, которая препятствует

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр max}} = \mu N.$$

движению, т.е. направлена против скорости, и равна

Задача: На тело массой 2160 кг, лежащее на горизонтальной дороге, действует сила, под действием которой тело за 30 секунд пройдет расстояние 500 метров. Найти величину этой силы.

Дано:	Решение:
$m=2160\text{кг}$	$F=ma$
$t=30\text{с}$	$S = \frac{at^2}{2} ; a = \frac{2S}{t^2}$
$S=500\text{м}$	$F = \frac{2mS}{t^2}$
$F=?$	$F = \frac{2 \cdot 2160\text{кг} \cdot 500\text{м}}{900\text{с}^2} = 2400\text{Н}$

Ответ: 2400 Н

Задания:

1. После удара теннисной ракеткой мячик массой 5 г получил ускорение 12 м/с^2 . Какова сила удара?
2. Брусок массой 5 кг равномерно скользит по поверхности стола под действием силы 15 Н. Определите коэффициент трения между бруском и столом.
3. Две силы по 200 Н каждая направлены под углом 120° друг к другу. Найдите равнодействующую силу.
4. С каким ускорением будет двигаться тело массой 1 кг под действием двух взаимно перпендикулярных сил 3Н и 4 Н?
5. С каким ускорением будет двигаться тело массой 20 кг, на которое действуют три равные силы по 40 Н каждая, лежащие в одной плоскости и направлены под углом 120° друг к другу?

6. Под действием некоторой силы первое тело приобретает ускорение a . Под действием вдвое большей силы второе тело приобретает ускорение в 2 раза меньше, чем первое. Как относится масса первого тела к массе второго?
7. Если пружина изменила свою длину на 6 см под действием груза массой 4 кг, то как бы она растянулась под действием груза массой 6 кг?
8. Сила 10 Н сообщает телу ускорение $0,4 \text{ м/с}^2$. Какая сила сообщит этому же телу ускорение 2 м/с^2 ?
9. Мальчик массой 50 кг, скатившись на санках с горы, проехал по горизонтальной дороге до остановки 20 м за 10 с. Найдите силу трения.
10. Чему равен модуль равнодействующей сил, приложенных к телу массой 2 кг, если зависимость его координат от времени имеет вид $x(t)=4t^2+5t-2$ и $y(t)=3t^2+4t+14$?
11. Тело массой 5,6 кг лежит на наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Коэффициент трения скольжения 0,7. Чему равна сила трения, действующая на тело?
12. Две силы 6 Н и 8 Н приложены к телу. Угол между векторами этих сил равен 90° . Определите модуль равнодействующей этих сил.
13. Тело массой 6 кг начинает двигаться из состояния покоя под действием постоянной силы. За первую секунду тело перемещается на 5 м. Определите величину этой силы.

Практическая работа №3 по теме «Законы сохранения в механике»

Цель: Закрепить знания по теме «Законы сохранения в механике», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

Теория:

Сила и импульс:

$$\vec{F} \Delta t = m \vec{v}_2 - m \vec{v}_1 = \Delta(m \vec{v}).$$

Закон сохранения импульса:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'.$$

Механическая работа:

$$A = Fs \cos \alpha$$

Мощность:

$$N = \frac{A}{t}.$$

Кинетическая энергия:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Теорема о кинетической энергии:

$$A = E_{k2} - E_{k1}.$$

Потенциальная энергия:

$$E_p = mgh, \quad E_p = -G \frac{Mm}{r}, \quad E_p = \frac{kx^2}{2}.$$

Закон сохранения энергии в механических процессах:

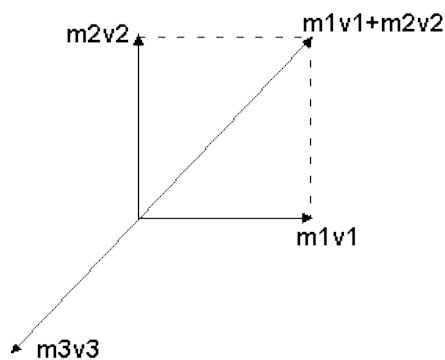
$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}.$$

Задача: Взрыв изнутри раскалывает кусок скалы на три части. Два куска летят под прямым углом друг к другу. Масса первого обломка 100 килограмм, его скорость - 12 м/с, масса второго - 250 килограмм, его скорость 8 м/с. Третий обломок отлетел со скоростью 10 м/с. Какова его масса?

Решение

Наша механическая система состоит из трех тел. Поскольку изменение импульса системы может происходить только под действием внешних сил, запишем:

$Dm_1v_1 + Dm_2v_2 + Dm_3v_3 = (F_1 + F_2 + F_3)Dt$. В этой задаче внешней силой является сила тяжести. Но, поскольку время разрыва очень мало, то импульс внешней силы посчитаем равным нулю. Таким образом, можно считать нашу систему замкнутой и применить к ней закон сохранения импульса. До разрыва тела, составляющие механическую систему, покоились, значит, суммарный импульс системы был равен нулю. По закону сохранения импульса имеем: $m_1v_1 + m_2v_2 + m_3v_3 = 0$. Для определения направления движения третьего куска выясним, как направлен его импульс (см. рисунок). Учитывая, что закон сохранения импульса имеет векторный характер, импульсы тел следует складывать как вектора.



$$m_1 v_1 = 1200 \text{ кг} \cdot \text{м/сек.},$$

$$m_2 v_2 = 2000 \text{ кг} \cdot \text{м/сек.},$$

$$m_3 v_3 = (1,44 \cdot 10^6 + 4 \cdot 10^6)^{0.5} = 2332,38 \text{ кг} \cdot \text{м/сек.}, \text{ откуда } \underline{m_3 = 233,238 \text{ кг.}}$$

Ответ: 233,238 кг

Задания:

1. Два шара с одинаковыми массами m двигались навстречу друг другу с одинаковыми скоростями v . После неупругого соударения оба шара остановились. Чему равно изменение суммы импульсов двух шаров после столкновения?
2. Два шара с одинаковыми массами m движутся перпендикулярно друг другу одинаковыми скоростями v . Чему равен их суммарный импульс после неупругого удара?
3. Два шара с одинаковыми массами **3 кг** движутся во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями 3 м/с и 4 м/с. Чему равна величина полного импульса этой системы?
4. На тело массой 2 кг, движущегося со скоростью 1 м/с, начала действовать постоянная сила. Каким должен быть импульс этой силы, чтобы скорость тела возросла до 6 м/с?
5. Мальчик везёт санки с постоянной скоростью. Сила трения санок о снег равна 30 Н. Мальчик совершил работу, равную 30 Дж. Определите пройденный путь.
6. При открывании двери пружину жёсткостью 50 кН/м растягивают на 10 см. Какую работу совершает пружина, открывая дверь?
7. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с. Догоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0.2 м/с. Найдите скорость вагонов после их взаимодействия, если удар неупругий.
8. Пуля массой 10 г попадает в деревянный брусок, лежащий на гладкой поверхности, и застревает в нём. Скорость бруска после этого становится

равной 8 м/с. Масса бруска в 49 раз больше массы пули. Определите скорость пули до попадания в брусок.

9. Спортсмен поднимает гирию массой 16 кг на высоту 2 м, затрачивая на это 0,8 с. Какую мощность при этом развивает спортсмен?

10. Тело массой 100 г движется по окружности со скоростью 0,4 м/с. Определите модуль изменения импульса за половину периода.

Практическая работа №4 по теме «Колебания и волны»

Цель: Закрепить знания по теме «Колебания и волны», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

Теория:

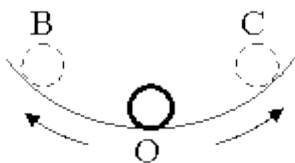
Колебания, рассматриваемые в разделе «Механика», называются механическими, при которых рассматриваются изменения положений, скоростей, ускорений и энергий каких-либо тел или их частей.

Силу, под действием которой происходит колебательный процесс, называют возвращающей силой.

Виды колебаний		
свободные	вынужденные	автоколебания
Колебания, происходящие под воздействием только одной возвращающей силы (первоначально сообщённой энергии).	Колебания, происходящие под воздействием внешней периодически изменяющейся силы (вынуждающей силы).	Колебания, происходящие при периодическом поступлении энергии от источника внутри колебательной системы.

Простейшим видом периодических колебаний являются гармонические колебания, происходящие по закону синуса или косинуса.

Гармоническая колебательная система (система тел, совершающих колебания) обычно имеет одно положение, в котором может пребывать сколь угодно долго – положение равновесия O .



Отклонения от положения равновесия называют смещением, и обозначается X , а наибольшее смещение (точки В или С) называется амплитудой колебания и обозначается A .

Периодические колебания совершаются циклично. Движение в течение одного цикла (когда тело, пройдя все промежуточные положения, возвращается в исходное) называется полным колебанием (О-С-О-В-О). Время одного полного колебания называется периодом колебания (обозначается T). Если тело за время t совершает n полных колебаний то

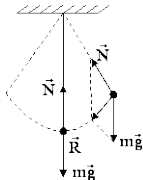
$T = \frac{t}{n}$, а $\frac{1}{T} = \frac{n}{t} = \nu$ и называется частотой колебаний. Число колебаний за 2π единиц времени называется циклической (круговой) частотой и обозначается ω : $\omega = 2\pi\nu$.

Математическая запись гармонического колебания:

$$X = A \cos(\omega t + \varphi_0) = A \cos \varphi$$

$$X = A \sin(\omega t + \varphi_0) = A \sin \varphi$$

где $\varphi = \omega t + \varphi_0$ – фаза колебания (физическая величина, определяющая положение колебательной системы в данный момент времени), φ_0 – начальная фаза колебания.



Простейшими колебательными системами являются:

а) математический маятник – материальная точка, подвешенная на невесомой нерастяжимой нити и совершающая колебания под действием силы тяжести.

Период колебания определяется уравнением:

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

Период T зависит лишь от длины маятника и местоположения (удалённости от центра Земли или другого небесного тела), которое определяется величиной

ускорения свободного падения $\left(g = \gamma \frac{M}{r^2} \right)$;

б) пружинный маятник – материальная точка, закреплённая на абсолютно упругой пружине.

Период колебания определяется уравнением: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$.

Задача:

Какова масса груза, колеблющегося на пружине жесткостью 0,5 кН/м, если при амплитуде колебаний 6 см он имеет максимальную скорость 3 м/с?

Дано:

$$k = 0,5 \text{ кН/м} = 500 \text{ Н/м},$$

$$x = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м},$$

$$v = 3 \text{ м/с}.$$

Найти: m

Решение.

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2}; m = k \frac{x^2}{v^2} = k \left(\frac{x}{v} \right)^2 = ;$$

$$= 500 \text{ Н/м} \cdot \left(\frac{0,06 \text{ м}}{3 \text{ м/с}} \right)^2 = 0,2 \text{ кг}.$$

Ответ: $m = 0,2 \text{ кг}$.

Задания:

1. Найти массу груза, который на пружине жёсткостью 250Н/м делает 20 колебаний за 16 с.
2. Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 600Н/м, совершает гармонически колебания. Какой должна быть жёсткость пружины, чтобы частота колебаний уменьшилась в 2 раза?
3. Пружинный маятник массой 0,16 кг совершает гармонические колебания. Какой должна стать масса этого маятника, чтобы период колебаний увеличился в 2 раза?
4. Как изменится период колебаний математического маятника, если длину нити увеличить в 4 раза, а массу груза уменьшить в 4 раза?

5. Девушка-горянка несёт на коромысле вёдра с водой, период собственных колебаний которых 1,6 с. При какой скорости движения девушки вода начнёт особенно сильно выплёскиваться из вёдер, если длина её шага 60 см?
6. Рыболов заметил, что за 10 с поплавков совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн 1,2 м. Какова скорость распространения волны?
7. По поверхности жидкости распространяется волна со скоростью 2,4 м/с при частоте 2 Гц. Какова разность фаз для точек, лежащих на одном луче и отстоящих друг от друга на 90 см?
8. Амплитуда колебаний математического маятника $A=10$ см. Наибольшая скорость маятника 0,5 м/с. Определите длину такого маятника, если ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 .
9. Если длину математического маятника уменьшить в 4 раза, то как изменится частота его малых колебаний?
10. Маятник при свободных колебаниях отклонился в крайнее положение 15 раз в минуту. Какова частота колебаний?
11. При свободных колебаниях пружинного маятника максимальное значение его потенциальной энергии 10 Дж, максимальное значение его кинетической энергии 10 Дж. Какова полная механическая энергия груза и пружины?
12. Маятник длиной 1 м совершил 60 колебаний за 2 минуты. Найти ускорение свободного падения для данной местности.

Практическая работа №5 по теме «Основы молекулярной физики»

Цель: закрепить знания по теме «Основы молекулярной физики», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

Теория:

В основе молекулярно-кинетической теории лежат три основных положения:

1. Все вещества – жидкие, твердые и газообразные – образованы из мельчайших частиц – молекул
2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.

Масса одной молекулы m_0 выражается формулой
$$m_0 = \frac{M}{N_A}$$

Количеством вещества ν называется отношение числа молекул N к числу Авогадро N_A : $\nu = \frac{N}{N_A}$.

Концентрацией молекул n называется отношение числа молекул N в объеме V к этому объему V :

$$n = \frac{N}{V} \quad p = \frac{1}{3} m_0 n \langle v^2 \rangle$$

Давление p можно выразить следующей формулой
Это уравнение носит название основного уравнения молекулярно-кинетической теории (МКТ) газов. Это уравнение можно переписать в виде

Средняя кинетическая энергия $\langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT$, где k — постоянная Больцмана.
уравнение Менделеева-Клапейрона

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad R = kN_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \times \text{К}}$$

где — универсальная газовая постоянная.

Задача:

Какой объем занимают 100 моль ртути?

Дано: $\mu = 0,2 \text{ кг/моль}$, $\rho = 13600 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 100 \text{ моль}$. Найти: V
Решение.

$$m = \rho V = \mu \nu; \quad V = \frac{\mu \nu}{\rho} = \frac{0,2 \text{ кг/моль} \cdot 100 \text{ моль}}{13600 \text{ кг/м}^3} \approx 0,0015 \text{ м}^3.$$

Ответ: $V \approx 0,0015 \text{ м}^3$.

Задания:

1. Определите массу молекулы воды.
2. В баллоне находится 600 г водорода. Какое количество вещества это составляет?
3. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа увеличилась в 4 раза. Как при этом изменилось давление газа на стенки сосуда?
4. Как отличаются при одинаковой температуре среднеквадратичная скорость молекул кислорода и среднеквадратичная скорость молекул водорода?
5. Сравните массы аргона и азота, находящиеся в сосудах, если сосуды содержат равные количества веществ.
6. В сосуде А находится 14 г молекулярного азота, в сосуде В — 4 г гелия. В каком сосуде находится большее количество вещества?
7. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа в закрытом сосуде увеличилась в 4 раза. Как меняется при этом температура газа?

8. Объём 12 моль азота в сосуде при температуре 300К и давлении 10^5 Па равен V_1 . Чему равен объём 1 моля азота при таком же давлении газа и вдвое большей температуре?
9. Определите массу воздуха в классной комнате размерами 5х12х3 м при температуре 25°C . Принять плотность воздуха равной $1,29 \text{ кг/м}^3$.
10. Если положить овощи в солёную воду, то через некоторое время они становятся солёными. Какое явление объясняет этот факт?

Практическая работа №6 **по теме «Основы термодинамики»**

Цель: закрепить знания по теме «Основы термодинамики», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её вывода из формулы.

Теория:

Внутренняя энергия идеального одноатомного газа прямо пропорциональна его абсолютной температуре. Работа внешней силы, изменяющей объём газа на ΔV , равна $A = -p\Delta V$. Работа самого газа $A^1 = -A = p\Delta V$, где p - давление газа. Первый закон термодинамики: изменение внутренней энергии системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе: $\Delta U = A + Q$

Внутренняя энергия системы тел изменяется при совершении работы и при передаче количества теплоты. В каждом состоянии система обладает определённой внутренней энергией.

Виды изопроцессов: 1. Изотермический - внутренняя энергия не меняется; 2. Изохорный – объём газа не меняется и поэтому работа газа равна нулю; 3. изобарный-передаваемое газу количество теплоты идёт на изменение его внутренней энергии и на совершение работы при постоянном давлении; 4. Адиабатный – при адиабатном процессе количество теплоты равно нулю.

Задача:

При увеличении давления в 1,5 раза объём газа уменьшился на 30 мл. Найти первоначальный объём.

Дано:

$$P_2 = 1,5P_1,$$

$$\Delta V = 30 \text{ мл.}$$

Найти: V .

Решение.

$$P_1 V = P_2 (V - \Delta V);$$

$$P_1 V = 1,5 P_1 (V - \Delta V); V = 1,5 V - 1,5 \Delta V;$$

$$0,5 V = 1,5 \Delta V; V = 3 \Delta V = 3 \cdot 30 \text{ мл} = 90 \text{ мл}.$$

Ответ: $V = 90 \text{ мл}$.

Задания:

1. Какова внутренняя энергия 10 моль одноатомного газа при температуре 27°C ?
2. На сколько изменится внутренняя энергия гелия массой 200 г при увеличении температуры на 20°C ?
3. Сравнить внутренние энергии аргона и гелия при одинаковой температуре. Массы газов одинаковы.
4. Как изменяется внутренняя энергия одноатомного газа при изобарном нагревании? при изохорном охлаждении? при изотермическом сжатии?
5. Какова внутренняя энергия гелия, заполняющего аэростат объёмом 60 м^3 при давлении 100 кПа?
6. При уменьшении объёма одноатомного газа в 3,6 раза его давление увеличилось на 20%. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия?
7. Какую работу совершил воздух массой 200 г при его изобарном нагревании на 20К? Какое количество теплоты ему при этом сообщили?
8. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль. На 500К ему сообщили количество теплоты 9.4МДж. Определить работу газа и приращение его внутренней энергии.
9. Объём кислорода массой 160 г, температура которого 27°C , при изобарном нагревании увеличился вдвое. Найти работу газа при расширении. Количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода, изменение внутренней энергии.
10. Для получения газированной воды через воду пропускают сжатый углекислый газ. Почему температура воды при этом понижается?
11. Сколько дров надо сжечь в печи с КПД 40%, чтобы получить из 200 кг снега, взятого при температуре -10°C , воду при 20°C ?
12. Какая часть количества теплоты, сообщённого одноатомному газу в изобарном процессе, идёт на увеличение внутренней энергии и какая часть на совершение работы?

Практическая работа №7 по теме «Закон Кулона. Напряжённость»

Цель: закрепить знания по теме «Закон Кулона. Напряжённость», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы.

Теория:

При покое зарядов их взаимодействие называют электростатическим (электрическим). При движении зарядов их взаимодействие будет отличаться от электростатического. Дополнительное взаимодействие зарядов, обусловленное их движением, называется магнитным. В общем случае при движении зарядов их взаимодействие является электромагнитным. Сила взаимодействия двух точечных электрических зарядов прямо пропорциональна величине зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. $F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$, где q_1 - величина первого заряда (Кл), q_2 - величина второго заряда (Кл), r - расстояние между зарядами (м), k - коэффициент пропорциональности ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$).

Условия для выполнения закона Кулона:

1. Должны быть точечные заряды
2. Заряженные тела должны быть неподвижными.

Напряженность электрического поля равна отношению силы, с

которой поле действует на точечный заряд к этому заряду.
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}.$$

Задача.

С какой силой взаимодействуют два заряда 2 по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?

Дано:

$$\begin{aligned} q_1 &= q_2 = \\ &= 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл}; \\ r &= 3 \text{ см} = \\ &= 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}. \end{aligned}$$

Найти F .

Решение:

$$\begin{aligned} F &= k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} = \\ &= 10^{-3} \text{ Н} = 1 \text{ мН}. \end{aligned}$$

Ответ: $F = 1 \text{ мН}$.

Задания:

1. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?

2. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мкКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?
3. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?
4. Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой 0,23 мН. Найти число избыточных электронов на каждом шарике.
5. Во сколько раз сила электрического отталкивания между двумя электронами больше силы их гравитационного притяжения друг к другу?
6. Заряды 90 и 10 нКл расположены на расстоянии 4 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы силы, действующие на него со стороны других зарядов, были равны по модулю и противоположны по направлению?
7. В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила 0,4мкН. Найти напряжённость поля в этой точке.
8. Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещённый в точку, в которой напряжённость электрического поля равна 2 кВ/м?
9. С каким ускорением движется электрон в поле напряжённостью 10кВ/м?
10. Найти напряжённость поля заряда 36 нКл в точках, удалённых от заряда на 9 и 18 см.
11. В вершинах равностороннего треугольника со стороной a находятся заряды $+q$, $+q$ и $-q$. Найти напряжённость поля E в центре треугольника.

Практическая работа № 8

по теме «Последовательное и параллельное соединение потребителей электрического тока»

Цель работы: закрепить умение применять законы параллельного и последовательного соединения проводников при решении задач.

Основные законы и формулы

Электрический ток – это упорядоченное движение заряженных частиц. За направление тока принимают направление движения положительно заряженных частиц.

Сила постоянного электрического тока:

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

где q – заряд, переносимый через поперечное сечение проводника за время t .

Закон Ома для участка цепи, не содержащего ЭДС:

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

где I – сила тока, U –напряжение на этом участке; R –сопротивление.

Электрическое сопротивление проводника длиной l с постоянной площадью поперечного сечения S

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

где ρ – удельное сопротивление проводника.

Последовательным называется такое соединение резисторов, когда конец одного проводника соединяется с началом другого и т.д. При последовательном соединении сила тока на любом участке электрической цепи одинакова

$$I = I_1 = I_2$$

Напряжение при последовательном соединении равно сумме напряжений на отдельных участках цепи

$$U = U_1 + U_2$$

Общее сопротивление при последовательном соединении проводников

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n,$$

где $R_1, R_2, \dots, R_n$ - сопротивления отдельных проводников.

Если $R_1 = R_2 = \dots = R_n$, то $R = n \cdot R_1$

Параллельным называется такое соединение резисторов, когда одни концы всех резисторов соединены в один узел, другие концы – в другой узел. Узлом называется точка разветвлённой цепи, в которой сходятся более двух проводников.

При параллельном соединении

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

Общее сопротивление при параллельном соединении проводников удовлетворяет соотношению

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Если $R_1 = R_2 = \dots = R_n$, то $R = R_1 / n$.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Что называют электрическим током? Что принимают за направление электрического тока?
2. Что такое сила тока? Назовите единицу измерения силы тока.
3. От чего зависит электрическое сопротивление проводника?
4. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
5. Какое соединение называется последовательным? параллельным?
6. Как найти общее сопротивление двух резисторов, соединённых последовательно? параллельно?

Методические указания

При решении задач рекомендуется:

- 1) начертить схему и указать на ней все элементы цепи: источники тока, резисторы и др., установить предварительно, о какой цепи говорится в условии задачи: замкнутой или о каком-либо участке цепи;
- 2) установить, какие элементы цепи включены последовательно, какие параллельно;
- 3) на каждом участке цепи определить направления токов и записать для каждой точки разветвления (если они есть), уравнения токов и уравнения, связывающие напряжения на участках цепи;
- 4) используя закон Ома, установить связь между токами, напряжениями;
- 5) решить полученную систему уравнений относительно искомой величины.

Примеры решения задач

Задача 1. Два проводника сопротивлением $R_1=2$ Ом, $R_2=3$ Ом соединены последовательно. Сила тока в цепи 1 А. Определить сопротивление цепи, напряжение на каждом проводнике и полное напряжение всего участка цепи.

Дано:

Решение:

$R_1=2$ Ом Сила тока во всех последовательно соединенных проводниках одна и

$R_2=3$ Ом та же и равна силе тока в цепи, т.е.: $I_1=I_2=I=1$ А.

$I=1$ А Общее сопротивление цепи: $R=R_1+R_2$, $R=2$ Ом+3 Ом=5 Ом.

Найти: Напряжение на каждом из проводников найдем по закону Ома:

$R - ?$ $U_1=IR_1$; $U_1=1$ А · 2 Ом=2 В;

$U_1 - ?$ $U_2=IR_2$; $U_2=1$ А · 3 Ом=3 В.

$U_2 - ?$ Полное напряжение в цепи:

$U - ?$ $U=U_1+U_2$, или $U=IR$

$U=2$ В+3 В=5 В, или $U=1$ А · 5 Ом=5 В.

Ответ: $R=5$ Ом, $U_1=2$ В, $U_2=3$ В, $U=5$ В.

Задача 2. В осветительную сеть комнаты включены две электрические лампы, сопротивления которых 200 и 300 Ом. Напряжение в сети 120 В. Определить силу тока в каждой лампе, силу тока в подводящих проводах (т.е. силу тока до разветвления), общее сопротивление участка, состоящего из двух ламп.

Дано:

Решение:

$R_1=200$ Ом Напряжение на каждой лампе равно напряжению в сети, так
 $R_2=300$ Ом как лампы соединены параллельно, т.е. $U_1=U_2=120$ В. Силу тока в
 $U=120$ В В каждой лампе определяем, пользуясь законом Ома: $I = \frac{U}{R}$.
 Найти: $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{120 \text{ В}}{200 \text{ Ом}} = 0,6 \text{ А}$
 $I_1 - ?$ $I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{120 \text{ В}}{300 \text{ Ом}} = 0,4 \text{ А}$
 $I_2 - ?$ Сила тока в подводящих проводах равна сумме сил тока в лампах:
 $R - ?$ $I=I_1+I_2, I=0.6 \text{ А}+0.4 \text{ А}=1 \text{ А}.$

Общее сопротивление участка цепи, состоящего из двух параллельно

соединенных ламп, находим по закону Ома:

$$R=U/I, R=120 \text{ В}/1 \text{ А}=120 \text{ Ом}.$$

Ответ: $I_1=0.6 \text{ А}, I_2=0.4 \text{ А}, I=1 \text{ А}, R=120 \text{ Ом}.$

Задание 2. Решите количественные задачи:

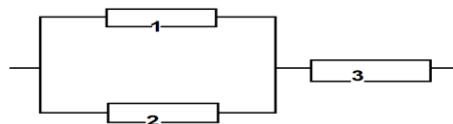
Задача 1. Три резистора сопротивлениями R_1, R_2, R_3 соединены последовательно так, что общее сопротивление данного участка цепи составляет R , а значения напряжения на резисторах и силы тока в них равны U_1, U_2, U_3 и I_1, I_2, I_3 соответственно. Определите значения величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_1, \text{кОм}$	2	4	6	?	3	5	7	?	11	12
$R_2, \text{кОм}$	?	6	8	10	?	7	9	11	?	15
$R_3, \text{кОм}$	6	?	10	12	7	?	11	12	15	?
$R, \text{кОм}$	10	18	?	30	15	21	?	32	38	47
$U_1, \text{В}$	?	?	?	?	12	?	?	?	?	?
$U_2, \text{В}$	?	?	16	?	?	?	?	?	24	?
$U_3, \text{В}$	3	?	?	?	?	?	10,5	?	?	?
$I_1, \text{мА}$	?	?	?	3	?	?	?	?	?	3
$I_2, \text{мА}$	?	1	?	?	?	?	?	1	?	?
$I_3, \text{мА}$	?	?	?	?	?	5	?	?	?	?

Задача 2. Три резистора сопротивлениями R_1, R_2, R_3 соединены параллельно так, что общее сопротивление данного участка цепи составляет R , а значения напряжения на резисторах и силы тока в них равны U_1, U_2, U_3 и I_1, I_2, I_3 соответственно. Определите значения величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_1, \text{кОм}$	4	8	2	?	6	8	20	?	6	6
$R_2, \text{кОм}$	6	6	?	20	10	10	?	4	4	4
$R_3, \text{кОм}$	6	?	6	10	4	?	10	6	8	?
$R, \text{кОм}$	?	1,85	1	4	?	2,55	2,86	1,71	?	1,09
$U_1, \text{В}$	?	?	?	?	?	16	?	?	?	?
$U_2, \text{В}$	?	?	?	10	?	?	?	?	?	24
$U_3, \text{В}$	?	6	?	?	?	?	?	12	?	?
$I_1, \text{мА}$	?	?	1	?	?	?	?	?	0,4	?
$I_2, \text{мА}$	?	?	?	?	1,2	?	?	?	?	?
$I_3, \text{мА}$	2	?	?	?	?	?	1,5	?	?	?

Задача 3. В данной схеме R_1 , R_2 и R_3 – сопротивления соответствующих резисторов, а I_1 , I_2 и I_3 ; U_1 , U_2 и U_3 – силы токов и напряжения на соответствующих участках. Определите значения величин, обозначенных «?».



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_1, \text{Ом}$	?	1	?	2	?	1	?	2	?	?
$R_2, \text{Ом}$	?	2	?	2	?	2	?	3	?	4
$R_3, \text{Ом}$	6	?	1	?	?	3	?	1	2	?
$I_1, \text{А}$	?	?	1	?	1	?	1	?	1	?
$I_2, \text{А}$	0,1	?	?	?	?	?	2	?	?	1
$I_3, \text{А}$	?	?	5	?	2	?	?	?	?	?
$U_1, \text{В}$	?	?	?	?	5	?	?	2	4	?
$U_2, \text{В}$	?	?	2	?	?	?	1	?	?	?
$U_3, \text{В}$	3	2	?	?	?	?	1	?	?	?
$R_{\text{общ}}, \text{Ом}$	?	?	?	3	?	?	?	?	?	2
$I_{\text{общ}}, \text{А}$	?	1,3	?	1	?	3	?	?	3	?
$U_{\text{общ}}, \text{В}$	6	?	?	?	7	?	?	?	?	6

Практическая работа №9 по теме «Конденсаторы»

Цель: закрепить знания по теме «Конденсаторы», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы.

Теория:

ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ

- характеризует способность двух проводников накапливать электрический заряд.
- не зависит от q и U .
- зависит от геометрических размеров проводников, их формы, взаимного расположения, электрических свойств среды между проводниками.

$$C = \frac{q}{U} = \text{const}$$
$$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$

Единицы измерения в СИ: (Ф - фарад)

КОНДЕНСАТОРЫ

- электротехническое устройство, накапливающее заряд (два проводника, разделенных слоем диэлектрика).

Обозначение на электрических схемах:



Емкость плоского конденсатора

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

Включение конденсаторов в электрическую цепь параллельное и последовательное

Тогда общая емкость (C):

при параллельном включении

$$C = C_1 + C_2.$$

при последовательном включении

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

ЭНЕРГИЯ ЗАРЯЖЕННОГО КОНДЕНСАТОРА

Конденсатор - это система заряженных тел и обладает энергией. Энергия любого конденсатора:

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

Энергия конденсатора равна работе, которую совершит электрическое поле при сближении пластин конденсатора вплотную, или равна работе по разделению положительных и отрицательных зарядов, необходимой при зарядке конденсатора.

Задача:

Площадь каждой пластины плоского конденсатора 401 см². Заряд пластин 1,42 мкКл. Найти напряженность поля между пластинами.

Дано:

$$S = 401 \text{ см}^2 = 4,01 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2,$$

$$q = 1,42 \text{ мкКл} = 1,42 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

Найти E.

Решение.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}; \quad \sigma = \frac{q}{S};$$

$$E = \frac{q}{S\epsilon_0} = \frac{1,42 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{4,01 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}} =$$

$$= 4 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 4000 \text{ кВ/м}.$$

Ответ: E = 4000 кВ/м.

Задания:

1. Площадь каждой пластины плоского конденсатора 401 см². Заряд пластин 1,42 мкКл. Найти напряжённость поля между пластинами.

2. Наибольшая ёмкость школьного конденсатора 58 мкФ. Какой заряд он накопит при его подключении к полюсам источника постоянного напряжения 50 В?

3. На конденсаторе написано: 100 пФ; 300В. Можно ли использовать этот конденсатор для накопления заряда 50 нКл?

4. Во сколько раз изменится ёмкость конденсатора при уменьшении рабочей площади пластин в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 3 раза?

5. Найти ёмкость плоского конденсатора, состоящего из двух круглых пластин диаметром 20 см, разделённых парафиновой прослойкой 1 мм.

6. Площадь каждой пластины плоского конденсатора равна 520 см². На каком расстоянии друг от друга надо расположить пластины в воздухе, чтобы ёмкость конденсатора была равна 46 мкФ?

7. Плоский конденсатор состоит из двух пластин площадью 50см^2 каждая. Между пластинами находится слой стекла. Какой наибольший заряд можно накопить на этом конденсаторе, если при напряжённости поля 10МВ/м в стекле происходит пробой конденсатора?

8. В импульсивной фотовспышке лампа питается от конденсатора ёмкостью 800 мкФ , заряженного до напряжения 300 В . Найти энергию вспышки и среднюю мощность, если продолжительность разрядки $2,4\text{мс}$.

9. Конденсатору ёмкостью 10 мкФ сообщили заряд 4 мкКл . Какова энергия заряженного конденсатора?

10. Площадь каждой из пластин плоского конденсатора 200 см^2 , а расстояние между ними 1 см . Какова энергия поля, если напряжённость поля 500 кВ/м ?

Практическое занятие №10 по теме «Законы Ома»

Цель: закрепить знания по теме «Законы Ома», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы.

Теория:

Закон Ома читается так: *сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению.*

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

здесь I – сила тока в участке цепи, U – напряжение на этом участке, R – сопротивление участка.

закон Ома для полной цепи - *сила тока прямо пропорциональна сумме ЭДС цепи, и обратно пропорциональна сумме сопротивлений источника и цепи*, где E – ЭДС, R – сопротивление цепи, r – внутреннее сопротивление источника.

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

Задача:

Рассчитать силу тока, проходящую по медному проводу длиной 100м , площадью поперечного сечения $0,5\text{мм}^2$, если к концам провода приложено напряжение $6,8\text{В}$.

Дано:

$$I=100\text{м}$$

$$S=0,5\text{мм}^2$$

$$U=6,8\text{В}$$

$$I=?$$

Решение:

$$I = \frac{U}{R} \quad R = \rho \frac{l}{S}$$

$$R = \frac{0,017 \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}} 100\text{м}}{0,5\text{мм}^2} = 3,4 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{6,8\text{В}}{3,4 \text{ Ом}} = 2\text{А}$$

Ответ: Сила тока равна 2А.

Задания:

1. Обмотка реостата сопротивлением 84 Ом выполнена из никелиновой проволоки с площадью поперечного сечения 1 мм^2 . Какова длина проволоки?
2. Определите плотность тока, протекающего по константановому проводнику длиной 5 м, при напряжении 12 В.
3. Медный провод длиной 5 км имеет сопротивление 12 Ом. Определите массу меди, необходимой для его изготовления.
4. Какова напряжённость поля в алюминиевом проводнике сечением $1,4 \text{ мм}^2$ при силе тока 1 А?
5. Кабель состоит из двух стальных жил площадью поперечного сечения $0,6 \text{ мм}^2$ каждая и четырёх медных жил площадью поперечного сечения $0,85 \text{ мм}^2$ каждая. Каково падение напряжения на каждом километре кабеля при силе тока 0,1 А?
6. Какие сопротивления можно получить, имея три резистора по 6 кОм?
7. К источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключён реостат, сопротивление которого 5 Ом. Найти силу тока в цепи и напряжение на зажимах источника тока.
8. В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключённом к элементу с ЭДС 1,1 В, сила тока равна 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?
9. Найти внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока, если при силе тока 30 А мощность во внешней цепи равна 180 Вт, а при силе тока 10 А эта мощность равна 100 Вт.
10. При питании лампочки от элемента 1,5 В сила тока в цепи равна 0,2 А. Найти работу сторонних сил в элементе за 1 мин.

Практическая работа №11 по теме «Постоянный ток»

Цель: Закрепить знания по теме «Постоянный ток», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы.

Теория:

Электрический ток-это упорядоченное движение заряженных частиц. Сила тока равна отношению заряда, переносимое через поперечное сечение проводника за интервал времени, к этому интервалу времени. Если сила тока со временем не меняется, то ток называется постоянным. Для возникновения и существования электрического тока в веществе. Необходимо во-первых, наличие свободных заряженных частиц; во-вторых, необходима сила, действующая на них в определённом направлении. На заряженные частицы действует электрическое поле с силой $F=qE$. Сопротивление проводника $R=\rho l/S$. Единица сопротивления – Ом. Закон Ома для участка цепи: $I=U/R$. При упорядоченном движении заряженных частиц электрическое поле совершает работу, её принято называть работой тока. Работа тока $A=IU\Delta t$. Мощность тока равна отношению работы тока за время к этому интервалу времени. $P=A/\Delta t=IU=U^2/R$.

Задача:

В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключенном к элементу с ЭДС 1,1 В, сила тока равна 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

Дано: $R=2$ Ом, $\varepsilon=1,1$ В, $I=0,5$ А Найти I_3 .

Решение.

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}; r = \frac{\varepsilon - IR}{I}; I_3 = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{\varepsilon I}{\varepsilon - IR} = \frac{1,1 \text{ В} \cdot 0,5 \text{ А}}{1,1 \text{ В} - 0,5 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом}} = 5,5 \text{ А}.$$

Ответ: $I_3 = 5,5$ А.

Задания:

1. Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой лампочки равно 360 Ом, второй 240 Ом. Какая из лампочек потребляет большую мощность и во сколько раз?
2. При ремонте электрической плитки спираль была укорочена на 0,1 первоначальной длины. Во сколько раз изменилась мощность плитки?
3. Электродвигатель подъёмного крана работает под напряжением 380 В, при этом сила тока в его обмотке равна 20 А. Каков КПД установки, если груз массой 1 т кран поднимает на высоту 19 м за 50 с?

4. Троллейбус массой 11 т движется равномерно со скоростью 36 км/ч. Найти силу тока в обмотке двигателя, если напряжение равно 550 В и КПД 80%. Коэффициент сопротивления движению равен 0,02.
5. Почему электронагревательные приборы делают из материала с большим удельным сопротивлением?
6. Электромотор питается от сети с напряжением 220 В. Сопротивление обмотки мотора 2 Ом. Сила потребляемого тока 10 А. Найти потребляемую мощность и КПД мотора.
7. Конденсатор ёмкостью 100 мкФ заряжается от напряжения 500 В за 0,5 с. Каково среднее значение силы зарядного тока?
8. Элемент с внутренним сопротивлением 4 Ом и ЭДС 12 В замкнут проводником с сопротивлением 8 Ом. Какое количество теплоты будет выделяться во внешней части цепи за 1 с?
9. Найти сопротивление каркаса куба, составленного из проволок с одинаковыми сопротивлениями.
10. По медному проводнику с поперечным сечением 1 мм² течёт ток с силой 10 А. Определите среднюю скорость упорядоченного движения (скорость дрейфа) электронов в проводнике.

Практическая работа №12

по теме «Сила Ампера, сила Лоренца»

Цель: закрепить знания по теме «Сила Ампера, сила Лоренца», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы.

Теория:

Сила Ампера – это сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера: сила Ампера равна произведению вектора магнитной индукции на силу тока, длину участка проводника и на синус угла между магнитной индукцией и участком проводника. $F = IB \sin \alpha$. Единица силы Ампера – Н, магнитной индукции – Тл, длины проводника – м, силы тока – А. Направление силы Ампера определяются правилом левой руки: если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная к проводнику составляющая вектора магнитной индукции входила ладонь. А четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы, действующей на отрезок проводника.

Силу, действующую на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля, называют силой Лоренца. Сила Лоренца: $F = qvB \sin \alpha$. Сила Лоренца измеряется в Н.

Задача.

С какой силой действует магнитное поле индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

Дано:

$$B = 10 \text{ мТл} = 0,01 \text{ Тл},$$

$$I = 50 \text{ А}, L = 0,1 \text{ м},$$

$$\alpha = 90^\circ.$$

Найти F .

Решение.

$$F = BIL \sin \alpha = 0,01 \text{ Тл} \cdot 50 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ м}$$

$$\sin 90^\circ = 0,05 \text{ Н}.$$

Ответ: $F = 0,05 \text{ Н}$

Задания:

1. Какая сила действует на проводник длиной 0,1 м в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 2 Тл, если ток в проводнике 5 А, а угол между направлением тока и линиями индукции 30° ?
2. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 1,4 мТл в вакууме со скоростью 500 км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите силу, действующую на электрон, радиус окружности, по которой он движется.
3. Определите величину силы Лоренца, действующей на протон с индукцией 80 мТл, со скоростью протона 200 км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции.
4. 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 индукции магнитного поля.
5. С какой силой действует магнитное поле индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции магнитного поля и ток взаимно перпендикулярны.
6. Протон в магнитном поле индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найти скорость протона.
7. Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией 4 мТл. Найти период обращения электрона.

8. Определите силу тока, если магнитная индукция равна 50 мТл, сила Ампера 40 мН, длина проводника 8 см.
9. Определите силу Ампера, действующей с индукцией с индукцией 0,1 Тл с силой тока 20 А, если длина проводника 14 см.
10. В однородном магнитном поле с индукцией 0,8 Тл на проводник током 30 А, длина активной части которого 10 см, действует сила 1,5 Н. Под каким углом к вектору магнитной индукции размещён проводник?

Практическая работа №13 по теме «Электромагнетизм»

Цель: закрепить знания по теме «Электромагнетизм», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы.

Теория:

Закон электромагнитной индукции: ЭДС индукции в замкнутом контуре равна по модулю скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром: $E_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Знак «минус» показывает, что ЭДС индукции и скорость изменения магнитного потока имеют разные знаки. Правило Ленца: возникающий в замкнутом контуре индукционный ток своим магнитным полем противодействует тому изменению магнитного потока, которым он был вызван. ЭДС индукции в движущихся проводниках: $E_i = vBl\sin\alpha$. Эта формула справедлива для любого проводника длиной l , движущегося со скоростью v в однородном магнитном поле. Магнитный поток: $\Phi = LI$, L - индуктивность контура или коэффициент самоиндукции. Магнитный поток измеряется в Вб, индуктивность – Гн, сила тока – А. Энергия магнитного поля равна той работе, которую должен совершить источник, чтобы создать данный ток.: $W = \frac{L \cdot I^2}{2}$. Величину X_c , обратную произведению циклической частоты на электрическую ёмкость конденсатора, называют ёмкостным сопротивлением. $X_c = 1/\omega C$. Индуктивное сопротивление $X_L = \omega L$ называют индуктивным сопротивлением. Период свободных электрических колебаний контура $T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$

Задача:

За 5 мс магнитный поток, пронизывающий контур, убывает с 9 до 4 мВб. Найти ЭДС индукции в контуре.

Дано:

$$\Delta t = 5 \text{ мс} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с},$$

$$\Phi_1 = 9 \text{ мВб} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ Вб},$$

$$\Phi_2 = 4 \text{ мВб} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}.$$

Найти ε .

Решение.

$$\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = \frac{9 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} - 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ с}} =$$

$$= 1 \text{ В}.$$

Ответ: $\varepsilon = 1 \text{ В}$.

Задания:

1. За 5 мс магнитный поток, пронизывающий контур, убывает с 9 до 4 мВб. Найти ЭДС индукции контура.
2. Найти скорость изменения магнитного потока в соленоиде из 2000 витков при возбуждении в нём ЭДС индукции 120 В.
3. Сколько витков должна содержать катушка с площадью поперечного сечения 50 см^2 , чтобы при изменении магнитной индукции от 0,2 до 0,3 Тл в течение 4 мс в ней возбуждалась ЭДС 10 В?
4. Найти ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 0,25 м, перемещающемся в однородном магнитном поле индукцией 8 мТл со скоростью 5 м/с под углом 30° к вектору магнитной индукции.
5. Каково сопротивление конденсатора ёмкостью 4 мкФ в цепях с частотой переменного тока 50 Гц и 400 Гц?
6. Каково индуктивное сопротивление катушки с индуктивностью 0,2 Гн при частоте 50 Гц и 400 Гц?
7. Конденсатор включён в цепь переменного тока стандартной частоты. Напряжение в сети 220 В. Сила тока в цепи этого конденсатора 2,5 А. Какова ёмкость конденсатора?
8. На какое напряжение надо рассчитывать изоляторы линии электропередачи, если действующее напряжение 430 кВ?
9. В цепь переменного тока частотой 400 Гц включена катушка индуктивностью 0,1 Гн. Конденсатор какой ёмкости надо включить в эту цепь, чтобы осуществился резонанс?
10. Какую электроёмкость должен иметь конденсатор для того, чтобы состоящий из этого конденсатора и катушки индуктивностью 10 мГн колебательный контур радиоприёмника был настроен на волну 1000 м?

Практическая работа № 14

на тему «Определение параметров электромагнитных колебаний»

Цель работы: закрепить умение решать задачи на вычисление индуктивного, емкостного сопротивлений, действующего значения силы тока и его амплитудного значения.

Основные понятия и формулы

Электромагнитные колебания – это периодические изменения со временем электрических и магнитных величин (заряда, силы тока, напряжения, напряжённости, магнитной индукции и др.) в электрической цепи.

Период свободных электромагнитных колебаний в контуре

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \text{ - формула Томсона,}$$

где $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ - циклическая частота свободных электромагнитных колебаний.

Если в CL - контур последовательно с L, C и R включить источник переменного напряжения, то в цепи возникнут вынужденные электрические колебания. Такие колебания принято называть переменным электрическим током. Источником переменного тока является генератор переменного тока, в основе работы которого лежит явление электромагнитной индукции.

Если проволочную рамку площадью S поместить в однородное магнитное поле индукции B и начать вращать рамку вокруг её оси, то за счет явления электромагнитной индукции в рамке возникает ЭДС, а если к концам рамки подключить резистор, то через рамку и резистор потечет ток; и ток, и ЭДС будут переменными.

$$\Phi = BS \cos \alpha; \alpha = \omega t \quad \Phi = BS \cos \omega t$$

$$\varepsilon = -(\Phi)' = B \cdot S \omega \cos \omega t$$

В цепь переменного тока можно включать три вида нагрузки — конденсатор, резистор и катушку индуктивности. Резистор оказывает переменному току такое же сопротивление, как и постоянному. Сопротивление резистора не зависит от частоты. Ток, текущий через резистор, меняется синфазно с напряжением резистора.

$$I = I_0 \cos \omega t; U_R = I_0 R \cos \omega t = U_0 R \cos \omega t$$

Конденсатор оказывает переменному току сопротивление, которое можно посчитать по формуле:

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

Ток, текущий через конденсатор, по фазе опережает на напряжение на $\pi/2$ или на четверть периода, а напряжение отстает от тока на такой же фазовый угол.

$$I = I_0 \cos \omega t; U_c = I_0 / \omega C \cos (\omega t - \pi/2)$$

Катушка индуктивности оказывает переменному току сопротивление, которое можно посчитать по формуле

$$X_L = \omega L$$

Ток, текущий через катушку индуктивности, по фазе отстаёт от напряжения на $\pi/2$ или на четверть периода. Напряжение опережает ток на такой же фазовый угол,

$$I = I_0 \cos \omega t; U = I_0 \omega \cdot L \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}).$$

Меняя соотношения между индуктивностью, емкостью и частотой, можно менять амплитуду силы тока в цепи:

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$$

Наибольшего значения сила тока достигает тогда, когда $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, тогда $I_0 = \frac{U_0}{R}$. В этом случае говорят, что в цепи наступает резонанс напряжений.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Какие колебания называют электромагнитными?
2. Что называют переменным электрическим током?
3. Из каких элементов состоит колебательный контур?
4. От чего зависит период электромагнитных колебаний?
5. Чему равно ёмкостное сопротивление?
6. Чему равно индуктивное сопротивление?

Методические указания

Решение задач об электромагнитных колебаниях в колебательном контуре связано с нахождением периода (или собственной частоты) колебаний контура с использованием формулы Томсона. При решении некоторых задач используются законы сохранения и превращения энергии в колебательном контуре.

- 1) Записать заданное уравнение и уравнение гармонических колебаний в общем виде;
- 2) сопоставив эти уравнения, определить величины, характеризующие колебания (амплитуду, частоту, период, фазу) и другие величины в соответствии с условием задачи;
- 3) в некоторых задачах, наоборот, по известным величинам, характеризующим колебательную систему, следует записать уравнение гармонических колебаний.

При решении задач по теме «Переменный ток» следует помнить, что это вынужденные электрические колебания, необходимо учитывать отличие действующего значения силы тока (напряжения) от амплитудного.

Примеры решения задач

Задача 1. Заряд на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени t в соответствии с уравнением $q = 50 \cos 100\pi t$. Найти период и частоту колебаний в контуре, циклическую частоту, амплитуду колебаний заряда и амплитуду колебаний силы тока. Записать уравнение $i = i(t)$, выражающее зависимость силы тока от времени.

Дано:	Решение:
$q = 50 \cos 100\pi t$	Запишем уравнение изменения заряда с течением времени и сравним его с данным уравнением:
Найти:	$q = q_m \cos \omega t, \quad q = 50 \cos 100\pi t.$
T-?	Из уравнения видно, что множитель перед косинусом является
ν -?	амплитудой заряда $q_m = 50$ Кл; циклическая частота $\omega = 100\pi$ рад/с
ω -?	По определению циклической частоты $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$, отсюда $T = \frac{2\pi}{\omega}$; частота колебаний $\nu = \frac{1}{T}$ или $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$. Следовательно, $T = \frac{2\pi}{100\pi} = 0,02$ с; $\nu = \frac{1}{0,02} = 50$ Гц. Зависимость силы тока от времени имеет вид: $i = q' = -q_m\omega \cdot \sin \omega t$ или $i = -50 \cdot 100\pi \cdot \sin 100\pi t = -5000\pi \cdot \sin 100\pi t$ Тогда амплитуда силы тока $I_m = 5000\pi$ А.

Ответ: $q_m = 50$ Кл; $T = 0,02$ с; $\nu = 50$ Гц; $\omega = 100\pi$ рад/с;
 $I_m = 5000\pi$ А; $i = -5000\pi \cdot \sin 100\pi t$.

Задача 2. Индуктивность и ёмкость колебательного контура соответственно равны 70 Гн и 70 мкФ. Определить период колебаний в контуре.

Дано: СИ: Решение:
 $L=70 \text{ Гн}$
 $C=70 \text{ мкФ}$ $70 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ $T=2\pi\sqrt{LC}$
 Найти: Частоту колебаний найдём по формуле $\nu = \frac{1}{T}$
 $T=?$ $T = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{70 \cdot 70 \cdot 10^{-6}} \approx 0,44 \text{ с.}$
 $\nu=?$ $\nu = \frac{1}{0,44} \approx 2,3 \text{ Гц.}$
 Ответ: $T \approx 0,44 \text{ с; } \nu \approx 2,3 \text{ Гц.}$

Задача 3. Каково индуктивное сопротивление проводника с индуктивностью $0,05 \text{ Гн}$ в цепи переменного тока с частотой 50 Гц ?

Дано: Решение:
 $L=0,05 \text{ Гн}$ По определению индуктивное сопротивление $X_L = \omega L$,
 где
 $\nu=50 \text{ Гц}$ $\omega=2\pi\nu$, тогда $X_L=2\pi\nu L$
 Найти: $X_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,05 \approx 15,7 \text{ Ом}$
 $X_L=?$
 Ответ: $X_L \approx 15,7 \text{ Ом.}$

Задача 4. Конденсатор включён в цепь переменного тока стандартной частоты. Напряжение в сети 220 В . Сила тока в цепи этого конденсатора $2,5 \text{ А}$. Какова ёмкость конденсатора?

Дано: Решение:
 $U=220 \text{ В}$ Стандартная частота переменного тока 50 Гц .
 $I=2,5 \text{ А}$ Воспользуемся законом Ома для участка цепи и определим сопротивление конденсатора в цепи переменного тока: $X_C = \frac{U}{I}$.
 $\nu=50 \text{ Гц}$
 Найти: По определению сопротивление конденсатора $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi\nu C}$.
 Отсюда
 $C=?$ $C = \frac{1}{2\pi\nu X_C}$.
 C учёт ёмкостного сопротивления $C = \frac{I}{2\pi\nu U}$.
 $C = \frac{2,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 220} = 36 \cdot 10^{-6} = 36 \text{ мкФ.}$
 Ответ: $C=36 \text{ мкФ.}$

Задание 2. Решите количественные задачи.

Задача 1. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L и конденсатора емкостью C . Период колебаний в контуре равен T , частота колебаний ν . Максимальные значения силы тока в цепи, напряжения и заряда на конденсаторе равны соответственно I_m , U_m и q_m . Максимальные значения энергии электрического и магнитного поля равны W_{Em} и W_{Bm} . Определите значения величины, обозначенной «?».

Вариант	L , мГн	C , мкФ	T , с	ν , Гц	I_m , А	U_m , В	q_m , Кл	W_{Em} , Дж	W_{Bm} , Дж
1	?	5	$9 \cdot 10^{-4}$	?	?	200	?	?	?
2	2	?	?	?	?	?	0,02	20	?
3	9	40	?	?	5	?	?	?	?
4	?	?	?	?	0,1	150	?	?	0,06
5	?	?	?	?	2	300	$6 \cdot 10^{-4}$	?	?
6	?	1	?	2202	?	?	0,011	?	?
7	30	?	$2,2 \cdot 10^{-3}$	?	?	?	?	0,5	?
8	2	?	?	?	?	100	?	?	0,075
9	10	?	?	920	4	?	?	?	?
10	?	2	?	2518	1	?	?	?	?

Задача 2. Уравнение зависимости заряда на обкладках конденсатора колебательного контура от времени имеет вид: $q = q_m \cos(\omega_0 t)$; где q - заряд в момент времени t , q_m - максимальный заряд, ω_0 - циклическая частота колебаний. Максимальная сила тока в цепи I_m , период колебаний T . Зависимость силы тока в контуре от времени описывается уравнением $I(t)$. Определите значения величин, обозначенных «?».

Вариант	q_m , Кл	q , Кл	ω_0 , Гц	t , с	I_m , А	T , с	$I(t)$
1	1,4	-0,7	?	5	?	?	?
2	10	?	?	10	?	20	?
3	?	20	?	10	?	5	?
4	?	10	0,628	?	6,28	?	?
5	?	-15	?	2	?	4	?
6	12	0	?	5	?	?	?

7	10	?	62,8	1	?	?	?
8	5	2,5	?	?	21	?	?
9	4	?	6,28	0,5	?	?	?
10	?	?	3,14	0,5	31,4	?	?

Задача 3. На резистор сопротивлением R подано переменное напряжение, изменяющееся с течением времени по закону $U=U(t)$. Определите действующие значения напряжения и силы тока, а также значение мгновенной мощности в момент времени t .

Вариант	R , кОм	$U=U(t)$, В	t , мс
1	0,2	$U(t)=380\sin 200\pi t$	2,5
2	0,4	$U(t)=220\sin 100\pi t$	5
3	2	$U(t)=110\sin 40\pi t$	12,5
4	0,5	$U(t)=150\sin 50\pi t$	10
5	1,5	$U(t)=300\sin 200\pi t$	2,5
6	0,8	$U(t)=80\sin 100\pi t$	5
7	1,2	$U(t)=360\sin 40\pi t$	12,5
8	1,6	$U(t)=320\sin 50\pi t$	10
9	0,3	$U(t)=210\sin 200\pi t$	2,5
10	0,6	$U(t)=180\sin 100\pi t$	5

Задача 4. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L , частота переменного тока в цепи ω . Активное сопротивление в цепи R , индуктивное X_L , ёмкостное X_C , полное Z . Максимальное значение силы тока I_m , напряжения U_m , резонансная частота ω_p . Определите значения величин, обозначенных «?».

Вариант	C , мкФ	L , мГн	ω , Гц	X_L , Ом	X_C , Ом	R , Ом	Z , Ом	I_m , А	U_m , В	ω_p , Гц
1	5	10	50	?	?	2	?	1	?	?
2	2	?	10	?	?	1	?	0,5	?	200
3	?	?	100	5	2	?	5	?	200	?
4	?	?	300	7	1	?	?	0,2	5	?
5	6	?	?	12	?	12	13	0,5	?	?
6	?	2	?	?	0,1	1	?	?	100	40

7	4	4	?	0,8	?	?	10	1	?	?
8	2	?	?	6,9	7	?	5	?	220	?
9	?	1	50	?	?	0,2	?	0,1	?	100
10	2	3	100	?	?	?	?	0,5	2,5	?

Практическая работа № 15 по теме «Электромагнитные колебания и волны»

Цель работы: закрепить умение применять формулы Томсона и длины волны при решении задач.

Основные понятия и формулы

Совокупность неразрывно связанных друг с другом изменяющихся электрического и магнитного полей представляет собой электромагнитное поле.

Распространяющиеся в пространстве периодически изменяющееся электромагнитное поле и представляет собой электромагнитную волну.

Скорость распространения электромагнитного поля в вакууме равна скорости света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

Период электромагнитной волны (частота) равен периоду (частоте) колебаний источника электромагнитных волн. Для электромагнитных волн справедливо соотношение

$$\lambda = \nu T; \quad \lambda = \frac{\nu}{\nu}.$$

$\omega = 2\pi\nu$ - циклическая частота.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Что представляет собой электромагнитное поле?
2. Что такое электромагнитная волна?
3. Чему равна длина электромагнитной волны?
4. Чему равна скорость распространения электромагнитной волны?

Примеры решения задач

Задача 1. Определите частоту и длину волны радиопередатчика, если период его электрических колебаний равен 10^{-6} с.

Дано: Решение:

$T = 10^{-6}$ с Частота колебаний и период связаны соотношением: $\nu = \frac{1}{T}$

$c = 3 \cdot 10^8$ м/с Длина волны радиопередатчика равна: $\lambda = \frac{c}{\nu}$ или $\lambda = c \cdot T$.

Найти: Вычислим:

$$\nu - ? \quad \nu = \frac{1}{10^{-6}} = 10^6 \text{ Гц} = 1 \text{ МГц.}$$

$$\lambda - ? \quad \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{10^6} = 300 \text{ м.}$$

Ответ: $\nu = 1 \text{ МГц}$, $\lambda = 300 \text{ м}$.

Задача 2. Определить электроёмкость конденсатора, включенного в колебательный контур, индуктивность которого 1,5 мГн, если он излучает электромагнитные волны длиной 500 м.

Дано: СИ: Решение:

$L = 1,5 \text{ мГн}$ $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$ По определению длины волны $\lambda = c \cdot T$, где $T = 2\pi\sqrt{LC}$

$\lambda = 500 \text{ м}$ Отсюда $\lambda = c \cdot 2\pi\sqrt{LC}$.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ Возведём обе части выражения в квадрат и выразим ёмкость в

Найти: квадрат: $\lambda^2 = c^2 \cdot 4\pi^2 \cdot LC \rightarrow C = \frac{\lambda^2}{c^2 \cdot 4\pi^2 L}$

$$C - ? \quad C = \frac{500^2}{(3 \cdot 10^8)^2 \cdot 4 \cdot 3,14^2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}} = 140 \cdot 10^{-12} = 140 \text{ пФ.}$$

Ответ: $C = 140 \text{ пФ}$

Задача 3. Сила тока в открытом колебательном контуре изменяется в зависимости от времени по закону: $i = 0,1 \cos 6 \cdot 10^5 \pi t$. Найти длину излучаемой волны.

Дано: Решение:

$i = 0,1 \cos 6 \cdot 10^5 \pi t$ Длина волны $\lambda = \frac{c}{\nu}$ или $\lambda = c \cdot T$.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ Запишем закон изменения силы тока и сравним его с данным

Найти: уравнением: $i = I_m \cdot \cos 2\pi \nu t$ и $i = 0,1 \cos 6 \cdot 10^5 \pi t$

$\lambda - ?$ Отсюда циклическая частота $\omega = 6 \cdot 10^5 \pi \text{ рад/с}$.

Частота колебаний $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$, следовательно

$$\nu = \frac{6 \cdot 10^5 \pi}{2\pi} = 3 \cdot 10^5 \text{ Гц.}$$

$$\text{Длина волны } \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^5} = 10^3 \text{ м} = 3 \text{ км.}$$

Ответ: $\nu = 3 \cdot 10^5 \text{ Гц}$, $\lambda = 3 \text{ км}$.

Задание 2. Решите количественные задачи.

Задача 1. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электрические колебания с амплитудой силы тока I_m , заряда q_m , напряжения

на конденсаторе U_m . В рассматриваемый момент времени сила тока в контуре I , заряд конденсатора q , напряжение на конденсаторе U . Рассчитайте значения величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C , мкФ	60	50	?	100	30	40	?	40	60	50
L , Гн	?	0,5	1,5	?	1	1,5	2	?	0,5	1
I_m , А	0,82	?	?	0,5	?	?	1,3	0,52	1,6	?
q_m , мКл	?	?	?	5	?	3,2	?	4	?	2,5
U_m , В	150	?	?	?	90	?	?	?	?	?
I , А	?	1,9	0,67	?	0,23	0,4	0,84	?	?	?
q , мКл	4,2	?	3,2	?	?	?	?	2,8	6	?
U , В	?	60	40	15	?	?	150	?	?	40

Задача 2. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . Частота колебаний ν , период T , длина излучаемой волны λ . Определите значения величины, обозначенной «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L , мГн	?	20	40	?	5	?	49	?	81	?
C , пФ	50	?	9	36	?	2,5	?	64	?	40
ν , МГц	?	0,26	?	?	?	?	0,23	?	0,44	?
T , мкс	3,14	?	?	?	?	0,628	?	5	?	?
λ , м	?	?	?	1130,4	376,8	?	?	?	?	1507

Задача 3. Для настройки детекторного радиоприёмника на определённую волну, как правило, изменяют ёмкость конденсатора в колебательном контуре, поворачивая пластины конденсатора относительно друг друга. При приёме радиоволны длиной волны λ ёмкость конденсатора в контуре составляет C , индуктивность катушки L . Определите значение величины, обозначенной «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
λ , м	40	?	70	200	?	90	60	?	150	100
C , пФ	?	200	150	?	50	250	?	300	400	?
L , мкГн	15	30	?	25	20	?	20	15	?	30

Задача 4. Радиосигнал, пущенный на расстояние S_1 вернулся через время t_1 , а радиосигнал пущенный на расстояние S_2 вернулся через время t_2 . Определите значение величины, обозначенной «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

t ₁ , мс	3	?	2,5	?	1	?	?	30	?	4
S ₁ , км	?	30	?	20	?	300	200	?	15	?
t ₂ , мс	?	5	0,5	?	?	3,5	?	?	0,3	1,5
S ₂ , км	70	?	?	30	100	?	10	30	?	?

Практическая работа №16 по теме «Оптика»

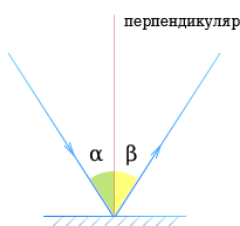
Цель: закрепить знания по теме «Оптика», сформировать умения и навыки нахождения физической величины, её выражение из формулы.

Теория:

Законы отражения света:

1. Угол падения α равен углу отражения β .

Углы падения и отражения измеряются между направлением луча и перпендикуляром к поверхности. 2. Падающий луч, отраженный луч и перпендикуляр лежат в одной плоскости.



Законы преломления света.

Основной закон тонкой линзы принимает вид: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, где d — расстояние от источника света до линзы, f — расстояние от линзы до изображения, F — фокусное расстояние линзы. Такой вид формулы линзы принадлежит Рене Декарту.

Увеличение линзы (Γ) показывает во сколько раз величина изображения предмета (H) превышает размеры (h) самого предмета и равно отношению расстояния (f) от линзы до изображения к расстоянию (d) от предмета до линзы.

$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ Оптическая сила системы линз (D) равна сумме оптической силы каждой линзы ($D_1, D_2, D_3, \dots$), входящей в систему $D = D_1 + D_2 + D_3 + \dots$ СИ: дптр.

В интерференционной картине: 1) усиление света происходит в случае, когда величина отставания (Δd) преломленной волны от отраженной волны составляет целое число (k) длин

волн (λ): $\Delta d = k \times \lambda$ ($k=0, 1, 2, \dots$); 2) ослабление света наблюдается в случае, когда величина отставания (Δd) преломленной волны от отраженной волны составляет половину длины волны ($\lambda/2$) или нечетное число (k) полуволн:

$$\Delta d = \left(2 \times k + 1\right) \times \frac{\lambda}{2} \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

СИ: m При прохождении монохроматического света с длиной волны λ через дифракционную решетку с периодом решетки d максимальное усиление волн в направлении, определяемом углом ϕ , происходит при условии: $d \times \sin \phi = k \times \lambda$ ($k=0, 1, 2, \dots$)

Задача

Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получится изображение и каким оно будет?

Дано:

$$D=10 \text{ дптр}$$

$$D=1/d+1/f,$$

$$1/f=D-1/d$$

$$d=12,5 \text{ см}=0,125 \text{ м}$$

$$1/f=10-1/0,125=10-8=2$$

$$f=?$$

$$f=1/2=0,5 \text{ м} \quad \text{Ответ: } 0,5 \text{ м}$$

Задания:

1. Угол падения луча света на поверхность подсолнечного масла 60° , а угол преломления 36° . Найти показатель преломления масла.
2. На какой угол отклонится луч света от первоначального направления, упав под углом 45° на поверхность стекла? На поверхность алмаза?
3. Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получится изображение и каким оно будет?
4. Выразить линейное увеличение Γ в зависимости от фокусного расстояния линзы F и расстояния предмета от линзы d .
5. Определить оптическую силу рассеивающей линзы, если известно, что предмет, помещённый перед ней на расстоянии 40 см, даёт мнимое изображение, уменьшенное в 4 раза.
6. Расстояние от предмета до экрана 90 см. Где надо поместить между ними линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить на экране отчётливое изображение предмета?

7. Дифракционная решётка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решётку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен 8° .
8. Определить угол отклонения лучей зелёного света (длина волны 0,55 мкм) в спектре первого порядка, полученном с помощью дифракционной решётки, период которой равен 0,02 мм.
9. Сколько времени идёт свет от Солнца до Земли?
10. Вода освещена красным светом, для которого длина волны в воздухе 0,7 мкм. Какой будет длина волны в воде?

Практическая работа №17 по теме: «Физика атомного ядра»

Цель работы: закрепить знания по разделу «Физика атома и атомного ядра».

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Ядро атома состоит из нуклонов: протонов (p) и нейтронов (n).

Любой элемент таблицы Менделеева можно представить: A_ZX

Z – это:

- порядковый номер элемента в таблице Менделеева;
- число протонов в ядре (заряд ядра атома равен произведению элементарного электрического заряда e на его порядковый номер Z: $q = eZ$;
- число электронов в атоме (атом в целом электрически нейтрален).

A – это:

- массовое число (в таблице Менделеева);
- общее число нуклонов в ядре: $A = Z + N$, где N -- число нейтронов в ядре.

Ядерные реакции - превращения одних атомных ядер в другие при взаимодействии их с элементарными частицами или друг с другом.

Радиоактивность - способность атомных ядер некоторых элементов спонтанно распадаться, превращаясь в ядра другого элемента.

Дефект массы ядра: $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_{\text{я}}$.

Энергия связи атомного ядра: $\Delta E_{\text{св}} = \Delta mc^2$.

Правило смещения при α -распаде: ${}^A_ZX \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{A-4}_{Z-2}Y$

Правило смещения при β -распаде: ${}^A_ZX \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^A_{Z+1}Y$.

Закон радиоактивного распада: $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$ или $N = N_0 e^{-\lambda t}$,

где $\lambda = 2,71828..$

Период полураспада T - время, в течение которого распадается половина наличного числа радиоактивных атомов.

Практические задания

Вариант 1	Вариант 2
Каков состав ядер алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$, германия ${}_{32}^{73}\text{Ge}$, циркония ${}_{40}^{93}\text{Zr}$, талия ${}_{81}^{209}\text{Tl}$, тория ${}_{90}^{232}\text{Th}$, эйнштейния ${}_{99}^{254}\text{Es}$.	Каков состав ядер меди ${}_{29}^{64}\text{Cu}$, мышьяка ${}_{33}^{75}\text{As}$, молибдена ${}_{42}^{96}\text{Mo}$, ртути ${}_{80}^{201}\text{Hg}$, урана ${}_{92}^{235}\text{U}$, нобелия ${}_{102}^{255}\text{No}$.
Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 суток. Найдите период полураспада.	Во сколько раз изменится активность радиоактивного элемента с периодом полураспада 8 суток через 16 суток?
При бомбардировке ядер изотопа бора ${}_{5}^{10}\text{B}$ нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается α – частица. Напишите уравнение этой реакции.	При расщеплении бериллия ${}_{4}^9\text{Be}$ образовывается две α – частицы и нейтрон. Напишите уравнение этой реакции.
Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях: ${}_{3}^6\text{Li} + {}_{1}^1\text{H} \rightarrow ? + {}_{2}^3\text{He}$, ${}_{26}^{56}\text{Fe} + ? \rightarrow {}_{25}^{56}\text{Mn} + {}_{1}^1\text{H}$, ${}_{3}^7\text{Li} + {}_{1}^2\text{H} \rightarrow {}_{4}^8\text{Be} + ?$, $? + {}_{1}^2\text{H} \rightarrow {}_{25}^{54}\text{Mn} + {}_{2}^4\text{He}$.	Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях: ${}_{3}^7\text{Li} + {}_{2}^4\text{He} \rightarrow {}_{5}^{10}\text{B} + ?$, ${}_{1}^2\text{H} + ? \rightarrow {}_{2}^1\text{He} + {}_{0}^1\text{n}$, ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{2}^4\text{He} \rightarrow ? + {}_{1}^1\text{H}$, $? + {}_{0}^1\text{n} \rightarrow {}_{25}^{54}\text{Mn} + {}_{1}^3\text{H}$.

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет - ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Айзензон, А. Е. Физика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. Е. Айзензон. — М.: Юрайт, 2020. — 335 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00795-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449185>.
2. Давыдков, В. В. Физика: механика, электричество и магнетизм: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Давыдков. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2020. — 169 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05014-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454400>.
3. Калашников, Н. П. Физика в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. П. Калашников, С. Е. Муравьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2020. — 254 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09159-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449060>.
4. Калашников, Н. П. Физика в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. П. Калашников, С. Е. Муравьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2020. — 244 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09161-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449061>.

Дополнительные источники:

1. Горлач, В. В. Физика. Задачи, тесты. Методы решения: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Горлач. — М.: Юрайт, 2020. — 301 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08112-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449119>.
2. Горлач, В. В. Физика: квантовая физика. Лабораторный практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Горлач. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2020. — 114 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10138-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449116>.
3. Горлач, В. В. Физика: механика. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Горлач. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2020. — 171 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07608-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449118>.

4. Мусин, Ю. Р. Физика: колебания, оптика, квантовая физика: учебное пособие для среднего профессионального образования / Ю. Р. Мусин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2020. — 329 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-03540-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449189>.

5. Складоро, Е. А. Физика. Механика: учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Складоро, С. И. Кузнецов, Е. С. Кулюкина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2020. — 251 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06863-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455348>.

6. Физика: колебания и волны. Лабораторный практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Горлач, Н. А. Иванов, М. В. Пластинина, А. С. Рубан; под редакцией В. В. Горлача. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2020. — 126 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10140-9. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449114>.

7. Журналы: Вестник МГТУ им Н.Э. Баумана. Серия Естественные науки

8. Журналы: Вестник ВГУ Серия: Физика. Математика

Интернет- ресурсы

1. [www. fcior. edu. ru](http://www.fcior.edu.ru) (Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов).

2. [wwwwww. dic. academic. ru](http://wwwwww.dic.academic.ru) (Академик. Словари и энциклопедии).

3. [www. booksgid. com](http://www.booksgid.com) (Books Gid. Электронная библиотека).

4. [www. globalteka. ru](http://www.globalteka.ru) (Глобалтека. Глобальная библиотека научных ресурсов).

5. [www. window. edu. ru](http://www.window.edu.ru) (Единое окно доступа к образовательным ресурсам).

6. [www. st-books. ru](http://www.st-books.ru) (Лучшая учебная литература).

7. [www. school. edu. ru](http://www.school.edu.ru) (Российский образовательный портал. Доступность, качество, эффективность).

8. [www. ru/book](http://www.ru/book) (Электронная библиотечная система).

9. [www. alleng. ru/edu/phys. htm](http://www.alleng.ru/edu/phys.htm) (Образовательные ресурсы Интернета — Физика).

10. [www. school-collection. edu. ru](http://www.school-collection.edu.ru) (Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов).

11. [https://fiz.1september. ru](https://fiz.1september.ru) (учебно-методическая газета «Физика»).

12. [www. n-t. ru/nl/fz](http://www.n-t.ru/nl/fz) (Нобелевские лауреаты по физике).

13. [www. nuclphys. sinp. msu. ru](http://www.nuclphys.sinp.msu.ru) (Ядерная физика в Интернете).

14. [www. college. ru/fizika](http://www.college.ru/fizika) (Подготовка к ЕГЭ).

15. [www. kvant. mcsme. ru](http://www.kvant.mcsme.ru) (научно-популярный физико-математический журнал «Квант»).

16. [www. yos. ru/natural-sciences/html](http://www.yos.ru/natural-sciences/html) (естественно-научный журнал для молодежи «Путь в науку»).
17. <http://www.knigafund.ru/books/171858> Задачи по физике
18. <http://www.knigafund.ru/books/171896> Вопросы – ответы. Задачи – решения. Ч. 5, 6. Электричество и магнетизм