

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»
Факультет среднего профессионального образования

Кравцов П.И., Кравцова Л.П., Лапыко Т.П.

ПРОВЕРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

для практических занятий и самостоятельной работы
студентам, обучающимся по агротехническим специальностям
факультета среднего профессионального образования

Брянская область

2018

УДК 53 (076)

ББК 22.3

К 78

Кравцов, П. И. Проверочные работы по физике для практических занятий и самостоятельной работы студентам, обучающихся по агротехническим специальностям факультета среднего профессионального образования / П. И. Кравцов, Л. П. Кравцова, Т. П. Лапыко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 38 с.

Проверочные работы по физике разработаны в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов по агротехническим специальностям среднего профессионального образования.

В методической разработке кратко рассматриваются теоретические основы курса физики, разбор актуальных задач, даются варианты самостоятельных работ, позволяющие закрепить теоретические знания.

Рецензент: д.т.н., профессор кафедры математики, физики и информатики В.А. Погоньшев.

Методические указания по дисциплине «Физика» обсуждены на заседании и рекомендованы к изданию решением Цикловой методической комиссии общеобразовательных, гуманитарных и социально-экономических, математических и общих естественнонаучных дисциплин, протокол № 5 от 19 апреля 2018 г.

© Брянский ГАУ, 2018

© Кравцов П.И., 2018

© Кравцова Л.П., 2018

©Лапыко Т.П., 2018

Оглавление

Предисловие	4
Глава 1 Механика. Кинематика	7
Глава 2 Механика. Динамика	10
Глава 3 Законы сохранения в механике.....	13
Глава 4 Молекулярная физика.....	15
Глава 5 Термодинамика.....	17
Глава 6 Электростатика.....	19
Глава 7 Постоянный электрический ток.....	22
Глава 8 Переменный электрический ток.....	25
Глава 9 Электромагнитная индукция. Магнитное поле тока.....	27
Глава 10 Колебания и волны.....	28
Глава 11 Оптика.....	31
Глава 12 Квантовая физика.....	33
Рекомендуемая литература.....	37

Предисловие

Дисциплина «Физика» является учебным предметом по выбору из обязательной предметной области «Естественные науки» ФГОС среднего общего образования.

Целями изучения дисциплины «Физика» является:

- обеспечение сформированности знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира;
- - обеспечение сформированности знаний о наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии;
- - обеспечение сформированности знаний о методах научного познания природы.

Задачами изучения дисциплины «Физика» является:

- описывать и объяснять физические явления и свойства тел: движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект;
- отличать гипотезы от научных теорий;
- делать выводы на основе экспериментальных данных;
- приводить примеры, показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- приводить примеры практического использования физических знаний: законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;
- воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях.
- применять полученные знания для решения физических задач^{*};
- определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле^{*};
- измерять ряд физических величин, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей^{*};
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:

- для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи;
- оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды;
- рационального природопользования и защиты окружающей среды;

Личностные требования к результатам освоения дисциплины:

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

Метапредметные требования к результатам освоения дисциплины:

- использование различных видов познавательной деятельности для решения физических задач, применение основных методов познания (наблюдения, описания, измерения, эксперимента) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- использование основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- умение использовать различные источники для получения физической информации, оценивать ее достоверность;
- умение анализировать и представлять информацию в различных видах;
- умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации;

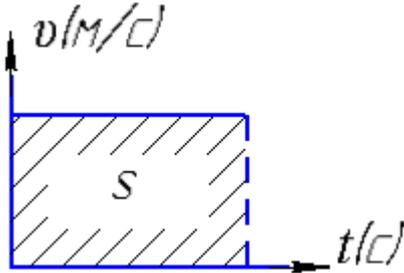
Предметные требования к результатам освоения дисциплины:

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

Глава 1. Механика. Кинематика

Основные формулы и графики движения.

1) $S = x - x_0$. $S = v \cdot t$. $v(t) = const$ – равномерное движение.

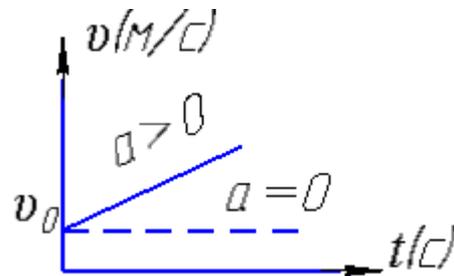


2) $S = x - x_0$.

$v(t) = v_0 \pm at$ – ускоренное движение.

$$v^2 - v_0^2 = 2aS.$$

$$a = \frac{v - v_0}{t}.$$



3) Свободное падение тела по вертикали.

$$v = g \cdot t; \quad v_0 = 0. \quad h = \frac{gt^2}{2}. \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

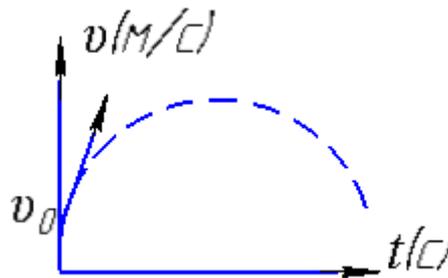
$$4) v_0 \neq 0. \quad h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}. \quad v = v_0 - gt. \quad t_{\text{подъема}} = \frac{v_0}{g}.$$

5) Движение тела под углом к горизонту.

$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \text{ - дальность полета.}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \text{ - высота подъема.}$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \text{ - время полета.}$$



6) Средняя скорость движения:

$$S = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3}.$$

Примеры решения задач:

1.1. Велосипедист проехал первую треть пути по шоссе с дорожной скоростью 10 м/с, затем половину пути по проселочной дороге со скоростью 6 м/с и оставшуюся часть пути – по лесной тропинке со скоростью 2 м/с. Чему равна средняя путевая скорость велосипедиста?

Дано:

$$v_1 = 10 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 6 \text{ м/с}$$

$$v_3 = 2 \text{ м/с}$$

Найти: $\langle v \rangle$ – ?

Решение: По определению средняя путевая скорость движения (средняя скорость прохождения пути) равна $\langle v \rangle = \frac{S}{t}$, где S – весь пройденный путь, t – время движения.

В нашем случае $t = t_1 + t_2 + t_3$, $s_1 = \frac{S}{3}$; $t_1 = \frac{S}{3v_1}$; $s_2 = \frac{S}{2}$; $t_2 = \frac{S}{2v_2}$;

$$s_3 = (S - s_1 - s_2), t_3 = \frac{S}{6v_3}, \dots$$

$$\text{Поэтому } \langle v \rangle = \frac{S}{\frac{S}{3v_1} + \frac{S}{2v_2} + \frac{S}{6v_3}} = \frac{6v_1v_2v_3}{2v_2v_3 + 3v_1v_3 + v_1v_2}.$$

Подставив числовые значения, находим $\langle v \rangle = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Ответ: $\langle v \rangle = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

1.2. Тело, имея начальную скорость 4 м/с, прошло за шестую секунду движения путь 2,9 м. Найти ускорение тела.

Дано:

$$v_0 = 4 \text{ м/с.}$$

$$t_6 = 6 \text{ с.}$$

$$\Delta S = \frac{2,9 \text{ м}}{\text{с}}$$

Найти: a – ?

Решение: Путь, пройденный телом за шестую секунду движения,

$$\Delta S = s_6 - s_5 = \left(v_0 t_6 + \frac{at_6^2}{2} \right) - \left(v_0 t_5 + \frac{at_5^2}{2} \right), \text{ откуда}$$

$$a = \frac{2(v_0 \cdot 1c - \Delta s)}{(t_5^2 - t_6^2)}, a = -0,2 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = -0,2 \text{ м/с}^2$. Тело двигалось замедленно с ускорением, направленным противоположно скорости.

1.3. С высоты 1000 м падает тело без начальной скорости. Одновременно с высоты 1100 м падает другое тело с некоторой начальной скоростью. Оба тела достигают Земли в один и тот же момент времени. Найти начальную скорость второго тела. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано:

$$h=1000 \text{ м.}$$

$$H=1100 \text{ м.}$$

$$t_1 = t_2$$

Найти: $v_{02} = ?$

Решение: Обозначим время падения обоих тел буквой t . Тогда $h = \frac{gt^2}{2}$,

$H = v_{02}t + gt^2/2$. Подставляя во второе уравнение из первого

$$\frac{gt^2}{2} = h \text{ и } t = \sqrt{2h/g}, \text{ получим } H = v_{02}\sqrt{2h/g} + h, \text{ или}$$

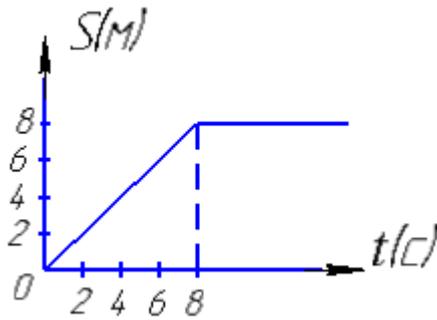
$$v_{02} = \frac{H-h}{\sqrt{2h/g}} = \frac{H-h}{2h} \sqrt{2gh}, v_{02} = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Ответ: $v_{02} = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Самостоятельная работа №1

Вариант 1

1. Поезд движется со скоростью 15 м/с. До остановки он проходит путь 500 м. Определить ускорение поезда при торможении.
2. Свободно падающее тело прошло последние $s=30$ м за время $t=0,5$ с. Найти высоту падения.
3. Определить характер движения тела по графику.



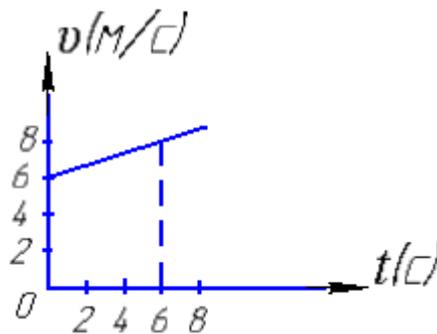
Вариант 2

1. Тело за время $t=5$ с увеличило скорость с $v_1 = 10$ м/с до $v_2 = 20$ м/с.

Определить путь, пройденный телом за это время.

2. Какой путь пройдет свободно падающее тело за третью секунду движения.

3. Определить характер движения тела по графику, Найти ускорение тела и путь пройденный за 6 с.



Глава 2. Механика. Динамика

1. $v = const$. $a = 0$. $\Sigma F_i = 0$. I закон Ньютона.

2. $\vec{a} = \frac{F}{m}$ II закон Ньютона.

3. $\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$ III закон Ньютона.

4. $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$ закон всемирного тяготения.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}.$$

5. $v = \sqrt{g_0 \cdot R}$ первая космическая скорость.

6. $v_1 = R \sqrt{g_0 \cdot (R + h)}$. $g_0 \approx 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $R=6400$ км. h - высота полета над поверхностью Земли.

7. $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$ центростремительное ускорение.

Примеры решения задач:

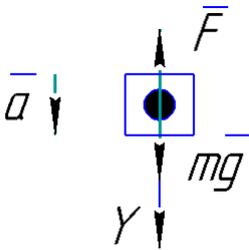
2.1 Тело массой 3 кг падает в воздухе с ускорением 8 м/с^2 . Найти силу сопротивления воздуха.

Дано: $m=3 \text{ кг}$

$a=8 \text{ м/с}^2$

Найти: $F=?$

Решение: На падающее в воздухе тело действуют : $m \cdot \vec{g}$ –сила тяжести и \vec{F} –сила сопротивления воздуха (см. рис.).



Поскольку движение равноускоренное, то вектор ускорения направлен в сторону движения. Запишем для тела второй закон Ньютона в векторной форме:

$$m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}.$$

Проверим ось Y в направлении движения тела и, спроецировав на ось силы, запишем уравнение движения в скалярной форме $mg - F = ma$, откуда $F = mg - ma = m(g - a)$. $F=5.4 \text{ Н}$.

Ответ: $F=5.4 \text{ Н}$.

2.2 Какую силу надо приложить для подъема вагонетки массой 600 кг по эстакаде с углом наклона 20° , если коэффициент сопротивления движению равен 0,05?

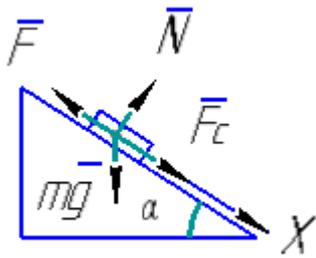
Дано:

$m=600 \text{ кг}$. $\alpha=20^\circ$. $\mu=0.05$

Найти: $F=?$

Решение: Движение вагонетки

прямолинейное равномерное. Уравнение движения (см. рис.)



$m\vec{g} + \vec{F}_c + \vec{N} + \vec{F} = 0$. В проекции на ось X(вдоль наклонной плоскости) уравнение движения имеет вид:

$$-mgsin \alpha - F_c + F = 0. \text{ Откуда}$$

$$F = mgsin \alpha + F_c, F_c = \mu N = \mu mg \cos \alpha;$$

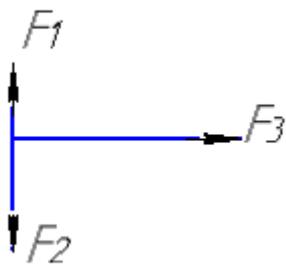
$$F = mgsin \alpha + \mu mg \cos \alpha = mg(sin \alpha + \mu \cos \alpha). F=2.3 \text{ кН.}$$

Ответ: F=2.3 кН.

Самостоятельная работа №2

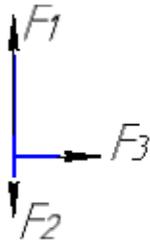
Вариант 1

1. Под действием силы $F=120 \text{ Н}$ тело прошло путь из состояния покоя 30 м за 10 с . Определить массу тела.
2. Вычислить модуль первой космической скорости у поверхности Луны: $R=1760 \text{ км}$, $M=7,4 \cdot 10^{22} \text{ кг}$.
3. Найти результирующую силу $F_1=2 \text{ Н}$. $F_2=5 \text{ Н}$. $F_3=10 \text{ Н}$.



Вариант 2

1. С горки длиной 50 м и высотой 10 м на веревке спускают санки $m=60 \text{ кг}$. Сила трения равна 10% веса санок. Найти силу натяжения веревки.
2. На какой высоте над поверхностью Земли ускорение свободного падения в 100 раз меньше чем у поверхности?
3. Найти результирующую силу: $F_1=5 \text{ Н}$. $F_2=2 \text{ Н}$. $F_3=4 \text{ Н}$.



Глава 3. Законы сохранения в механике

1. $\vec{P} = m\vec{v}$ импульс тела.
2. $\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}'_1 + \vec{P}'_2$ закон сохранения импульса.
3. $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$ - упругое взаимодействие тел.
4. $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}$ неупругое взаимодействие тел.
5. $W_n = mgh$ потенциальная энергия тела поднятого над поверхностью Земли.
6. $W_n = \frac{k\Delta x^2}{2}$ потенциальная энергия упруго деформированного тела.
7. $W_k = \frac{mv^2}{2}$ кинетическая энергия тела.
8. $W_k + W_n = \text{const}$ закон сохранения механической энергии.
9. $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3} \cdot 100\%$ коэффициент полезного действия механизма.
10. $A = F \cdot S \cdot \cos\alpha$ механическая работа.
11. $N = \frac{A}{t}$ механическая мощность.

Примеры решения задач:

3.1 Вагон массой 10 т с автоматической сцепкой, движущейся со скоростью 12 м/с, догоняет такой же вагон массой 20 т, движущейся со скоростью 6 м/с, и сцепляется с ним. Двигаясь дальше вместе, оба вагона сталкиваются со стоящим на рельсах третьим вагоном массой 7,5 т. Найти скорость движения вагонов на разных участках пути. Трением пренебречь.

Дано: $m_1=10$ т, $v_1=12$ м/с, $m_2=20$ т, $v_2=6$ м/с, $m_3=7,5$ т, $v_3=0$ м/с

Найти: $v_4, v_5=?$

Решение: На основании закона сохранения импульса имеем

$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v_4 = (m_1 + m_2 + m_3)v_5$, где v_4 – общая скорость движения двух вагонов, v_5 – трех вагонов.

Решая уравнение $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v_4$, находим

$$v_4 = \frac{(m_1 v_1 + m_2 v_2)}{(m_1 + m_2)}. v_4 = 8 \text{ м/с.}$$

Из уравнения $(m_1 + m_2)v_4 = (m_1 + m_2 + m_3)v_5$. находим

$$v_5 = (m_1 + m_2)v_4 / (m_1 + m_2 + m_3). v_5 = 6,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Ответ: $v_4 = 8 \text{ м/с. } v_5 = 6,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

3.2 Тело брошено вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия тела будет равна потенциальной энергии? Отсчет потенциальной энергии тела в поле тяготения производится от точки бросания. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано: $v_0 = 10 \text{ м/с. } T = U. g = 10 \text{ м/с}^2.$

Найти: $h = ?$

Решение: По условию задачи сопротивлением воздуха можно пренебречь, следовательно, полная механическая энергия тела в процессе движения останется постоянной и равной начальной кинетической энергии тела в момент отрыва от поверхности Земли:

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh$. где $\frac{mv^2}{2}$ – кинетическая энергия на высоте h , mgh – потенциальная энергия тела на высоте h . По условию задачи кинетическая и потенциальная энергия на искомой высоте h равны, т.е. $\frac{mv_0^2}{2} = mgh$.

Подставляя выражения получаем $\frac{mv_0^2}{2} = 2mgh, h = \frac{v_0^2}{4g} = 2.5 \text{ м.}$

Ответ: $h = 2.5 \text{ м.}$

Самостоятельная работа №3

Вариант 1

1. Два шара $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 8 \text{ кг}$ движутся со скоростями $v_1 = 6 \text{ м/с}$ и $v_2 = 4 \text{ м/с}$. С какой скоростью будут двигаться шары после неупругого удара.
2. Какую работу надо совершить, чтобы скатать в валик штору массой 1 кг и длиной 2 м .
3. При сжатии пружины на 1 см совершена работа $0,4 \text{ Дж}$. Определить коэффициент жесткости пружины.

Вариант 2

1. Граната, летящая со скоростью $v=10$ м/с разорвалась на 2 осколка. Масса большего в 2 раза больше массы меньшего. Скорость меньшего осколка равна 300 м/с. Найти скорость большего осколка.

2. На какую высоту надо поднять тело массой 1,6 кг, чтобы его потенциальная энергия увеличилась на 240 Дж.

3. Какую мощность развивает двигатель самолета $m=10$ т, если при разбеге $l=1$ км он достигает скорости 360 км/ч. Коэффициент трения равен 0,01.

Глава 4. Молекулярная физика

1. Число молекул $N = \frac{m}{M} N_A$. $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ шт./моль. $M = M_r \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

2. Средняя квадратичная скорость $\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$. $R=8.31$ Дж/кг · моль.

3. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа $\bar{E} = \frac{3}{2} kT$.

$$k=1.38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/к.}$$

4. $P = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2$ – основное уравнение идеального газа.

5. $P = nkT$ – давление идеального газа.

6. $PV = \frac{m}{M} RT$ – уравнение Менделеева-Клапейрона.

7. $\frac{PV}{T} = const$ – уравнение Клапейрона.

8. $PV = const$. $T = const$. $P_1 V_1 = P_2 V_2$ – изометрический процесс.

9. $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$. $P=const$. – изобарный процесс.

10. $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$. $V=const$. – изохорный процесс.

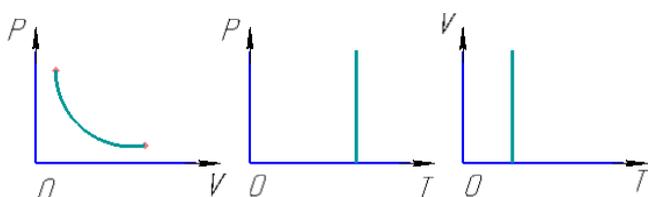
11. $T = t_c^0 + 273$.

12. $P = P_1 + P_2 + P_3$ – закон Дальтона для смеси газов.

Примеры решения задач:

4.1 Начертить график изотермического процесса в координатах p, V ; p, T ; V, T .

Решение: (см. рис.)



4.2 Два баллона наполнили газом (емкость их соответственно $2 \cdot 10^{-2}$ и $3 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$) и соединили. Каково будет общее давление в системе, если давление в первом сосуде было 10^6 Па , а во втором $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Считать, что температура в баллонах одинаковая до и после соединения.

Решение: Давление смеси газов равно сумме парциальных давлений:

$$P = P' + P''.$$

Найдем, какое давление оказывает газ из каждого баллона после соединения сосудов. Так как $T = \text{const}$, $m = \text{const}$. Получим:

$$P_1 V_1 = P'(V_1 + V_2). \quad P_2 V_2 = P''(V_1 + V_2).$$

$$\text{Следовательно, } P = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^6 + 3 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^{-2} + 3 \cdot 10^{-2}} = 0.64 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Ответ: $P = 0.64 \cdot 10^6 \text{ Па}$

Самостоятельная работа №4

Вариант 1

1. Какой объем занимает $18,06 \cdot 10^{23}$ молекул газа при нормальных условиях?
2. Дымовые газы, образовавшиеся в топке парового котла, охлаждаются с 1450 до 1500 К. Во сколько уменьшится их объем?
3. Начертить в осях V , T графики, выражающие законы Гей – Люссака, Шарля и Бойля-Мариотта.

Вариант 2

1. Найти массу молекулы кислорода.
2. Какой объем занимает 2,8 кг азота при давлении 10^6 Па и температуре 250 К?
3. Воздушные шары по мере подъема увеличиваются в объеме. Почему?

Глава 5. Термодинамика

1. $Q = c m \Delta T$ - количество теплоты при нагревании.
2. $Q = \lambda m$ - количество теплоты при плавлении.
3. $Q = q m$ - количество теплоты при сгорании.

4. $Q = rm$ - количество теплоты при испарении и парообразовании.
5. $Q = A + \Delta U$ –первый закон термодинамики.
6. $A = P(V_2 - V_1) = P\Delta V$ -работа совершаемая газом.
7. $\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R\Delta T$ -изменение внутренней энергии совершаемое газом.
8. $\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \cdot 100\%$, $\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} \cdot 100\%$

Q_H -количество теплоты полученное от нагревателя,

Q_X -количество теплоты отданное холодильнику,

T_H -температура нагревателя,

T_X -температура холодильника,

η -КПД идеальной тепловой машины.

Примеры решения задач:

5.1 Температура в комнате объемом 70 м^3 была 280 К . После того как протопили печь, температура поднялась до 296 К . Найти работу воздуха при расширении, если давление постоянно и равно 100 кПа .

Дано:

$$V_1 = 70 \text{ м}^3$$

$$T_1 = 280 \text{ К}$$

$$T_2 = 296 \text{ К}$$

$$P = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$$

Найти: $A = ?$

Решение: Работа воздуха при расширении и постоянном давлении определяется по формуле $A = P(V_2 - V_1)$. где V_2 можно найти на основе закона Гей-Люссака: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$; $V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$; $A = P \left(\frac{V_1 T_2}{T_1} - V_1 \right) = P \left(\frac{V_1 T_2 - V_1 T_1}{T_1} \right) = \frac{PV_1}{T_1} (T_2 - T_1)$.

$$A = 4 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 400 \text{ кДж.}$$

Ответ: $A = 400 \text{ кДж}$.

5.2 Свинцовая дробинка, летящая со скоростью 100 м/с , пробивает доску и вылетает из нее со скоростью 60 м/с . Насколько нагреется дробинка, если

считать, что на увеличение ее внутренней энергии идет 0,4 потерянной кинетической энергии? Удельная теплоемкость свинца $c=125$ Дж/(кг·К).

Дано:

$$v_1 = 100 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 60 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 0,4$$

$$c=125 \text{ Дж/(кг·К)}.$$

Найти: $\Delta t = ?$

Решение: Уменьшение кинетической энергии пули, пробившей доску,

$\Delta W_k = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2}$. На нагревание пули требуется затратить количество теплоты, равное $Q = cm\Delta T$. Имеет место равенство $cm\Delta T = \alpha\Delta W_k$.

$$\text{Отсюда находим } \Delta T = \frac{\alpha\Delta W_k}{cm} = \frac{\alpha(v_1^2 - v_2^2)}{2c}. \Delta T = 10^0 \text{ C}.$$

Ответ: $\Delta T = 10^0 \text{ C}$.

Самостоятельная работа №5

Вариант 1

1. Одноатомный идеальный газ находится в закрытом сосуде с объемом 5 л. Какое количество теплоты нужно сообщить газу, чтобы повысить его давление на 20 к Па?

2. Сколько воды можно нагреть от 273 К до точки кипения при нормальном давлении, если сообщить ей 3150 Дж теплоты? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К). Ответ записать в граммах.

3. Определить работу расширения газа, первоначально занимавшего объем 10 л, при изобарном нагревании от 17⁰С до 104⁰С. Давление газа равно 100 кПа.

4. В идеальной тепловой машине рабочим веществом является пар с начальной температурой 710 К, температура отработанного пара равна 350 К. Определить среднюю полезную мощность машины, если от нагревателя поступает 142 Дж теплоты в минуту.

Вариант 2

1. Какая работа произведена над 2 молями идеального одноатомного газа, если его температура увеличилась на 20 К. Процесс считать адиабатическим.

2. Определить высоту, на которой потенциальная энергия груза массой 1000 кг равна количеству теплоты, выделившийся при остывании воды массой 0,2 кг на 50 К. Удельная теплоемкость воды 420 Дж/(кг·К).

3. После опускания в воду, Дж/(кг·К).имеющую температуру 10⁰С, тела, нагретого до 100⁰С, через некоторое время установилась температура 40⁰С. Какой станет температура воды, если, не вынимая первого тела, в нее опустить еще одно такое же тело при температуре 100⁰С? Ответ записать в градусах Цельсия.

4. Газ, совершающий цикл Карно, получает от нагревателя 84 кДж теплоты. Определить в килоджоулях работу газа в цикле, если температура нагревателя в три раза больше температуры холодильника.

Глава 6. Электростатика.

1. $F = \frac{k|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon R^2}$ -закон Кулона. $k=9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кл}^2$. ϵ -диэлектрическая проницаемость среды.

2. $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ – напряженность поля.

$\vec{E} = \frac{kq}{\epsilon R^2}$ – напряженность поля точечного заряда.

3. $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ – напряженность поля нескольких зарядов.

4. $\varphi = \frac{kq}{r}$ – потенциал поля точечного заряда.

5. $c = \frac{q}{\varphi}$ – емкость.

6. $c = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ – емкость плоского конденсатора.

7. $W = \frac{cu^2}{2}$. $W = \frac{q^2}{2c}$ – энергия конденсатора.

Примеры решения задач:

6.1 Два равных точечных заряда взаимодействуют в вакууме с силой 10 Н на расстоянии $6 \cdot 10^{-2}$ м. Найти их.

Решение: Сила взаимодействия между двумя точечными зарядами определяется по закону Кулона:

$$F = \frac{k|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon R^2}, q_1 = q_2 = q .$$

Найдем по формуле величину искомого заряда:

$$q_{1,2} = \pm r \sqrt{\frac{F\varepsilon}{k}} = \pm 2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$$

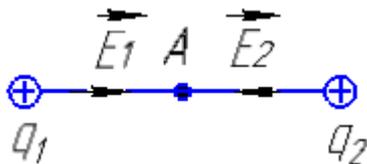
Так как в задаче не указано, как взаимодействуют заряды (притягиваются или отталкиваются), то возможны следующие ответы:

$$q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл. } q_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$$

$$q_1 = -2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл. } q_2 = -2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$$

6.2 Найти напряженность электрического поля в точке, расположенной на одинаковом расстоянии между зарядами q_1 и q_2 , для следующих случаев: оба заряда равные и положительные; отрицательные; разноименные равные.

Решение: Выполним чертеж

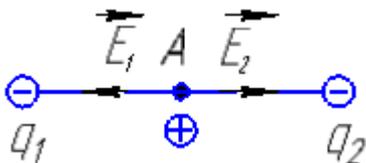


А) Напряженность в точке А равна векторной сумме напряженностей, создаваемой каждым зарядом в отдельности $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$. Но так как векторы направлены в противоположные стороны, то $E = E_1 - E_2$;

$$E_1 = \frac{kq_1}{\varepsilon r_1^2}, \quad E_2 = \frac{kq_2}{\varepsilon r_2^2}.$$

По условию $q_1 = q_2$, следовательно $E_1 = E_2$. Напряженность в точке А равна нулю.

Б) Так как оба заряда отрицательные, E_1 и E_2 изменяется (ведь условно принято, что в точку А помещается пробный положительный заряд).



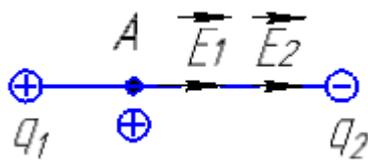
Напряженность в точке А находится аналогично первому случаю

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2, \quad E = E_1 - E_2; \quad E_1 = \frac{kq_1}{\varepsilon r_1^2}, \quad E_2 = \frac{kq_2}{\varepsilon r_2^2}.$$

По условию $r_1 = r_2 = r$. для конкретности $q_1 > q_2$, следовательно

$$E = \frac{k(q_1 - q_2)}{\epsilon r^2}.$$

В) Выполним чертеж



$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ Так как заряды разноименные, то E_1 и E_2 направлены в одном направлении $E = E_1 + E_2$, ; $E_1 = \frac{kq_1}{\epsilon r_1^2}$, $E_2 = \frac{kq_2}{\epsilon r_2^2}$, $r_1 = r_2 = r$. $q_1 = q_2 = q$.

Следовательно, $E = 2 \frac{kq}{\epsilon r^2}$.

Ответ: А) 0; Б) $E = \frac{k(q_1 - q_2)}{\epsilon r^2}$. В) $E = 2 \frac{kq}{\epsilon r^2}$.

6.3 Между горизонтальными пластинами заряженного конденсатора находится пылинка массой 10^{-7} кг и зарядом $4 \cdot 10^{-8}$ Кл. Какова напряженность поля в конденсаторе, если пылинка находится в равновесии?

Решение: На пылинку действуют две силы – тяжести и электрического поля $m\vec{g}$; $\vec{F} = q\vec{E}$. Но так как пылинка находится в равновесии, то

$$\vec{F} = m\vec{g}. \quad mg = qE.$$

$$E = \frac{mg}{q} = \frac{10^{-7} \cdot 9.8}{4 \cdot 10^{-8}} = 24.5 \text{ В/м.}$$

Ответ: 24.5 В/м.

Самостоятельная работа №6

Вариант 1

1. Два одинаковых проводящих шарика с зарядами – $1,5 \cdot 10^{-7}$ и $3,5 \cdot 10^{-7}$ Кл вследствие притяжения коснулись и вновь разошлись на $5 \cdot 10^{-2}$ м. Определить заряды шариков после касания и силу их взаимодействия в вакууме.

2. Определить напряженность в точке, удаленной от точечного заряда $1,2 \cdot 10^{-8}$ Кл на расстояние $2 \cdot 10^{-2}$ м.

3. Указать основные характеристики электрического поля.

Вариант 2

1. Два равных электрических заряда, находящихся на расстоянии $5 \cdot 10^{-2}$ м, отталкиваются с силой 8,1 Н. Найти их величину.

2. Какое количество электронов может нейтрализовать положительный заряд, равный $0,80 \cdot 10^{-11}$ Кл?

3. Почему нити прилипают к гребням чесальной машины (в текстильной промышленности), путаются и часто рвутся? Для борьбы с этим явлением в цехах искусственно создают повышенную влажность воздуха. Зачем это делают?

Глава 7. Постоянный электрический ток

1. $I = \frac{q}{t} = q_0 n v S$ - сила тока.

2. $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$ - сопротивление проводника.

3. $R = R_1 + R_2$ - последовательное соединение проводников.

4. $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ - параллельное соединение проводников.

5. $I = \frac{U}{R}$ - закон Ома для участка цепи.

6. $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ - закон Ома для полной цепи.

7. $A = U \cdot I \cdot t$ - работа источника тока.

8. $Q = I^2 R t$ - закон Джоуля-Ленца.

9. $P = \frac{A}{t} = I^2 R = \frac{U^2}{R}$ - электрическая мощность.

10. $\eta = \frac{R}{R+r} \cdot 100\%$ - КПД источника энергии.

11. $m = k I t$ - закон Фарадея.

k - электрохимический эквивалент вещества.

Примеры решения задач:

7.1 Найти сопротивление стального проводника сечением 5 мм^2 , если к нему приложено напряжение 64 В. Средняя скорость упорядоченного движения электронов в проводнике $2 \cdot 10^{-4}$ м/с, а их концентрация $4 \cdot 10^{28}$ 1/м³.

Решение: По формуле $I = q n v S$. Согласно закону Ома, $R = \frac{U}{I}$, $R = \frac{U}{q n v S}$, где $q = e$. Произведем расчет

$$R = \frac{64}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{28} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 10 \text{ Ом.}$$

Ответ: 10 Ом.

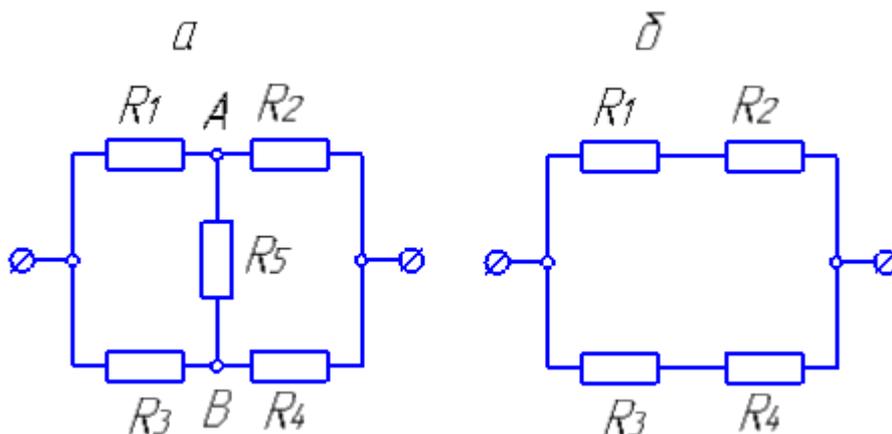
7.2 Сколько витков нитрохромовой проволоки нужно намотать на цилиндр диаметром $5 \cdot 10^{-2}$ м, чтобы изготовить реостат? Сечение проволоки $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, а реостат рассчитан на сопротивление 220 Ом.

Решение: Согласно формуле $R = \frac{\rho \cdot l}{s}$, длина проволоки $l = \frac{RS}{\rho}$. Но количество витков $n = \frac{l}{\pi d}$, отсюда

$$n = \frac{RS}{\rho \pi d} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 220}{1.1 \cdot 10^{-6} \cdot 3.14 \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = 2.55 \cdot 10^3.$$

Ответ: $2.55 \cdot 10^3$.

7.3 Определить общее сопротивление проводников, если $R_1 = R_2 = \dots = R_5 = 4$ Ом.



Решение: Так как разность потенциалов между точками А и В равна нулю, то ток через сопротивление R_5 не проходит. Поэтому данную схему можно заменить эквивалентной рис.б

$$R_0 = \frac{2R \cdot 2R}{4R} = R; R_0 = 4 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R_0 = 4$ Ом.

7.4 Батарея, замкнутая на сопротивление $R_1=1$ Ом, дает ток $I_1=2$ А. Если же ее замкнуть на сопротивление $R_2=2$ Ом, ток будет $I_2=1,5$ А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи, а также I_3 -ток короткого замыкания.

Решение: Так как ЭДС батареи постоянна, то согласно закону Ома для замкнутой цепи $\varepsilon = I_1(R_1 + r)$; $\varepsilon = I_2(R_2 + r)$;

$$I_1(R_1 + r) = I_2(R_2 + r). r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}.$$

Так как при коротком замыкании внешнее сопротивление равно нулю, то

$$I_3 = \frac{\varepsilon}{r}.$$

Отсюда $r = \frac{2 \cdot 1.5 - 2 \cdot 1}{2 - 1.5} = 2 \text{ Ом}$. $\varepsilon = 2(1 + 2)\text{В} = 6\text{В}$; $I_3 = 3 \text{ А}$.

Ответ: 2 Ом, 6В, 3А.

Самостоятельная работа №7

Вариант 1

1. В паспорте утюга написано: 660Вт; 220В. Каково сопротивление спирали утюга?
2. К аккумуляторной батарее, ЭДС которой 36 В, а сопротивление 0,5 Ом, подключены последовательно три потребителя сопротивлением по 2,5 Ом каждый. Определить силу тока в цепи.
3. Какие нагревательные приборы применяют в быту и на производстве?

Вариант 2

1. Телевизор, потребляемая мощность которого 170 Вт, работает от сети напряжением 220 В.. Какой плавкий предохранитель следует установить в телевизоре, если имеются предохранители для тока силой 0,5 и 1 А.
2. Определить внутреннее сопротивление батареи с ЭДС 12 В, если при токе силой 1,5 А внешнее сопротивление составляет 7 Ом.
3. Почему прикосновение к рельсу безопасно, хотя при движении трамвая по рельсу проходит ток?

Глава 8. Переменный электрический ток.

1. $I = I_0 \sin \omega t$ - мгновенное значение тока в цепи.
2. $U = U_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$ - мгновенное значение напряжения.
3. $I_0 = \frac{U_0}{R}$ - мгновенное значение силы тока, ток совпадает по фазе с напряжением.
4. $X_C = \frac{1}{\omega c}$ - емкостное сопротивление конденсатора.
5. $X_L = \omega L$ - индуктивное сопротивление.
6. $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega c}\right)^2}$ - полное сопротивление цепи.
7. $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ - действующая сила тока.

8. $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$ – действующее значение напряжения.
9. $P = U \cdot I \cdot \cos\varphi = \frac{U_0 \cdot I_0}{2} \cos\varphi$ – активная мощность.
10. $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$ – коэффициент мощности.
11. $k = \frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2}$ – коэффициент трансформации.
12. $\eta = \frac{U_2 \cdot I_2}{U_1 \cdot I_1}$ – КПД трансформатора.

Примеры решения задач:

8.1 В цепи переменного тока частотой 50 Гц и действующим напряжением 220 В включен дроссель с индуктивностью 0,5 Гн и активным сопротивлением 300 Ом. Определить действующее значение тока, протекающего по дросселю, падение напряжения на дросселе и на активном сопротивлении, а также значение $\cos\varphi$.

Решение: По закону Ома для цепи переменного тока

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (2\pi\nu L)^2}} = 0.6 \text{ A}$$

Сила тока при последовательном соединении одинакова на всей участках цепи. Индуктивное сопротивление $X_L = 157 \text{ Ом}$, но $U_L = IX_L$, тогда падение напряжения на дросселе $U_L = 94,2 \text{ В}$; $U_R = IR$, тогда падение напряжения на активном сопротивлении $U_R = 180 \text{ В}$. Значение сдвига фаз между током и напряжением $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{300}{338} \approx 0,89$.

8.2 В цепи переменного тока промышленной частоты с последовательно включенным активным сопротивлением и конденсатором течет ток силой 0,8 А. Найти полное сопротивление, емкость конденсатора, коэффициент мощности и мощность, если активное сопротивление 50 Ом, а действующее значение напряжения равно 200 В.

Решение: По закону Ома $I = \frac{U}{Z}$; $Z = \frac{U}{I} = \frac{200}{0.8} = 250 \text{ Ом}$.

Используем векторную диаграмму сопротивлений $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = 0.2$. Тогда мощность $P = I \cdot U \cdot \cos\varphi = 0.8 \cdot 200 \cdot 0.2 = 32 \text{ Вт}$.

8.3 Конденсатор и катушка соединены последовательно. Емкостное сопротивление 5000 Ом. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы резонанс напряжений наступил при частоте 20 кГц?

Решение: По условию резонанса индуктивное и емкостное сопротивление должны быть равны. Следовательно, $X_L = 5000$ Ом, тогда $2\pi\nu L = 5000$ Ом. Отсюда $L = \frac{5000}{6.28 \cdot 20000} = 0.039$ Гн.

Ответ: 0.039 Гн.

Самостоятельная работа №8

Вариант 1

1. В сеть промышленного переменного тока напряжением 220 В включены последовательно конденсатор емкостью 40 мкФ, катушка с индуктивностью 0,5 Гн и активным сопротивлением 5 Ом. Определить значение силы тока.

2. Напряжение первичной обмотки равно 220 В. Чему равен коэффициент трансформации, если сопротивление вторичной обмотки 1,1 Ом, а сила тока 5А? Потерями в первичной обмотке пренебречь.

Вариант 2

1. В цепь переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В включены последовательно активное сопротивление 40 Ом и катушка индуктивностью 0,2 Гн. Определить действующее и амплитудное значение силы тока, а также сдвиг фаз между силой тока и напряжением.

2. Сила тока в первичной и вторичной обмотках соответственно 15000 и 1440 А, а напряжение 11000 В. Определите КПД трансформатора.

Глава 9. Электромагнитная индукция. Магнитное поле тока

1. $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$ - магнитный поток.

2. $\Phi = L \cdot I$ - магнитный поток.

3. $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ - ЭДС индукции в замкнутом контуре.

4. $\varepsilon = B \cdot l \cdot v \cdot \sin \alpha$ - ЭДС индукции в движущемся проводнике.

5. $\varepsilon_{с.и.} = -\frac{L\Delta I}{\Delta t}$ - ЭДС самоиндукции.

6. $\vec{B} = \frac{\vec{M}_{\max}}{I \cdot S}$ - индукция магнитного поля.

7. $W = \frac{LI^2}{2}$ - энергия магнитного поля проводника с током.

8. $B = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I}{2\pi r}$ - индукция магнитного поля прямого проводника.

9. $B = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I}{2R}$ - индукция магнитного поля в центре кругового проводника.

10. $\vec{F}_A = \vec{I} \cdot \vec{B} \cdot l \cdot \sin\alpha$ – сила Ампера.

11. $\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \cdot \vec{B} \cdot \sin\alpha$ – сила Лоренца.

Примеры решения задач:

9.1 Определить величину и направление силы, действующей на проводник длиной 0,4 м при силе тока 3 А в магнитном поле, индукция которого 3,2 Тл. Угол между индукцией магнитного поля и направлением тока 45° .

Решение: Величина силы, действующей на проводник с током в магнитном поле, по закону Ампера равна

$$F = B \cdot I \cdot \Delta l \cdot \sin\alpha = 3.2 \cdot 3 \cdot 0.4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 2.7 \text{ Н.}$$

Направление силы определяем по правилу левой руки. При этом располагаем левую руку перпендикулярно к вертикальной составляющей вектора индукции магнитного поля.

Ответ: 2,7 Н.

9.2 Электрон влетает в однородное магнитное поле, индукция которого равна 0,2 Тл, перпендикулярно к линиям индукции со скоростью 60000 км/с. Определить радиус кривизны траектории электрона.

Решение: На электрон, движущийся в магнитном поле, действуют сила Лоренца: $F_L = q_0 \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha$, где $q_0 = e$.

Эта сила заставляет электрон двигаться по окружности $F = ma$, где a - центростремительное ускорение, с которым движется электрон.

$$a = \frac{v^2}{R}. \quad \frac{mv^2}{R} = e v B \sin\alpha.$$

$$R = \frac{mv}{eB \sin\alpha} = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 6 \cdot 10^7}{0.2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}} = 1.7 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Ответ: $1.7 \cdot 10^{-3}$ м.

Самостоятельная работа №9

Вариант 1

1. Проводник, активная длина которого 1,2 м, помещен в однородное магнитное поле с индукцией 0,5 Тл. Найти силу тока в проводнике, если последний образует с вектором индукции угол 60^0 , а сила, действующая на проводник, равна 2,1Н.
2. Определите индукцию магнитного поля, если протон влетает в него со скоростью 20000км/с, причем на протон поле действует с силой $1,6 \cdot 10^{-8}$ Н.
3. Как определить направление вектора индукции магнитного поля? Поясните примером.

Вариант 2

1. Проводник, активная длина которого 0,4 м, помещен в однородное магнитное поле с индукцией $8 \cdot 10^{-3}$ Тл. При прохождении по проводнику тока силой 5А он пришел в равномерное движение (перпендикулярно линиям индукции). Определить работу магнитного поля, если проводник переместился на 0,2 м.
2. Электрон со скоростью 10^4 км/с влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,9 Тл перпендикулярно линиям индукции магнитного поля и движется по окружности. Определите ее радиус.
3. Сформулируйте правило левой руки и поясните примером.

Глава 10 Колебания и волны

А. Механические колебания.

1. $X = A \sin(\omega t + \varphi_0)$ – уравнение гармонических колебаний.

A – амплитуда колебаний; φ_0 – начальная фаза колебаний.

2. $T = \frac{t}{n}$ – период колебаний.
3. $\nu = \frac{1}{T}$ – частота колебаний.
4. $\omega = 2\pi\nu$ – циклическая частота колебаний.
5. $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ – период колебаний пружинного маятника, m – масса груза, k – жесткость пружины.

6. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ – период колебаний математического маятника, l -длина; g – ускорение свободного падения.
7. $v = A\omega$ – скорость колеблющейся точки.
8. $a = A\omega^2$ – ускорение колеблющейся точки.

Б. Электрические колебания.

9. $T = 2\pi\sqrt{LC}$ – период колебания в контуре, где L – индуктивность, C – емкость.
10. $\lambda = v \cdot T$. – длина волны, v - скорость волн.
11. $\Delta\varphi = 2\pi\frac{l_2-l_1}{\lambda}$ - разность фаз колеблющихся точек, l_2 и l_1 - расстояние до колеблющихся точек.

Примеры решения задач:

10.1 Какова частота ультразвукового генератора, если посылаемый импульс содержит 300 волн и продолжается 0,003 с? Чему равна длина волны? Скорость звука 340 м/с.

Решение: Частота $\nu = \frac{n}{t}$ и $v = \lambda\nu$, тогда $\nu = \frac{300}{0,003} = 100$ кГц, длина волны

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{340}{10^5} = 34 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 3,4 \text{ м}.$$

10.2 Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 500 пФ и вариометра, индуктивность которого может меняться от 0,5 до 1,5 мГн. Определить диапазон волн, излучаемых контуром.

Решение: Скорость $c = \frac{\lambda}{T}$, длина волны $\lambda = cT$, но $T = 2\pi\sqrt{LC}$, тогда

$$\lambda_1 = 2\pi c\sqrt{L_1C} \text{ и } \lambda_2 = 2\pi c\sqrt{L_2C};$$

$$\lambda_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^9 \sqrt{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 10^{-12}} = 942 \text{ м}.$$

$$\lambda_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^9 \sqrt{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 10^{-12}} = 1632 \text{ м}.$$

Самостоятельная работа №10

Вариант 1

1. Уравнение гармонических колебаний частицы имеет вид

$X = 0,04 \sin(\pi/4t + 2)$, где X -в метрах, t - время в секундах. Определить в сантиметрах в секунду в квадрате модуль максимального ускорения частицы.

2. Определить период колебаний математического маятника длиной 1,41 м, находящегося в самолете, движущимся горизонтально с ускорением 10 м/с^2 .

3. Какую емкость должен иметь конденсатор для того, чтобы состоящий из этого конденсатора и катушки индуктивностью 10 мГн колебательный контур радиоприемника был настроен на длину волны 300 м. Ответ записать в пикофарадах.

4. Звуковая волна проходит расстояние 990 м за 3 с. Определить длину волны, если частота колебаний равна 660 Гц.

Вариант 2

1. Уравнение гармонических колебаний имеет вид $X = A \sin \omega t$. Известно, что при фазе $\pi/6$ смещение равно 2 см. Определить в сантиметрах смещение при фазе, $3\pi/4$.

2. Ракета поднимается вверх с ускорением 30 м/с^2 . Сколько полных колебаний совершит помещенный в ракету маятник длиной 1 м за время, в течении которого ракета поднимается на высоту 1500 м. Ускорение свободного падения считать постоянным.

3. Зависимость силы тока от времени в колебательном контуре описывается уравнением $i = 0,1 \sin 300\pi t$. где i – в амперах, t - в секундах. Определить индуктивность контура, если максимальная энергия электрического поля конденсатора равна 5 мДж.

4. Неоновая лампа, включенная в сеть переменного тока с частотой 50 Гц, горит когда напряжение на ее электродах не менее действующего значения. Определить в миллисекундах время, в течении которого лампа горит в каждом полупериоде.

Глава 11. Оптика

- $n = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ закон преломления света, n – относительный показатель преломления.
- $\sin \alpha_{\text{пр}} = \frac{1}{n}$ предельный угол полного внутреннего отражения.
- $h = d \sin(\alpha - \beta) / \cos \beta$ - смещение луча в плоско-параллельной пластинке.
- $\delta = \varphi(n - 1)$ – угол отклонения светового луча в трехгранной призме, φ - преломляющий угол призмы.

5. $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ - формула тонкой линзы.
6. $\frac{1}{F} = D$ - оптическая сила линзы. $[D] = 1 \frac{1}{\text{м}}$ (диоптрия)
7. $D = D_1 + D_2$ - оптическая сила системы линз.
8. $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{H}{h}$ - увеличение линзы.
9. $\Delta_{\max} = \frac{2k\lambda}{2} = k\lambda$ - условия максимума при интерференции волн.
10. $\Delta_{\min} = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$ - условия минимума при интерференции волн.
11. $d \sin \varphi = k\lambda$ - условия главных максимумов для дифракционной решетки.
 $d = a + b$ - период решетки.

Примеры решения задач:

11.1 На поверхность воды падают лучи красного цвета с длиной волны 700 нм. Определить длину волны этих лучей в воде, если показатель преломления $n=1.33$. Какого цвета лучи увидит под водой человек?

Решение: При переходе электромагнитных волн из одной среды в другую меняются их скорости и длины. В вакууме частота $\nu = \frac{c}{\lambda_1}$, при переходе в воду длина волны $\lambda_2 = \frac{v}{\nu}$, где $v = \frac{c}{n}$. или

$$\lambda_2 = \frac{c}{n\nu} = \frac{c\lambda_1}{nc} = \frac{\lambda_1}{n} = \frac{700}{1.33} \approx 530 \text{ нм}$$

Эта длина волны соответствует зеленым лучам в вакууме. Человек же будет воспринимать красный свет, так как частота колебаний не изменилась.

11.2 В некоторую точку пространства проходят когерентные лучи с разностью хода $1,2 \cdot 10^{-6}$ м, длина волны которых в вакууме 600 нм. Что происходит в этой точке вакуума?

Решение: Условием интерференционного максимума является равенство разности хода целому числу длин волн (или четному числу полуволн).

$$\text{Тогда } \frac{d}{\lambda} = \frac{1,2 \cdot 10^{-6}}{600 \cdot 10^{-9}} = \frac{12}{6} = 2$$

Следовательно, в данной точке наблюдается интерференционный максимум.

11.3 При помощи дифракционной решетки с периодом 0,02 мм получено первое дифракционное изображение на расстоянии 3,5 см от центрального и на расстоянии 1,8 м от решетки. Найти длину световой волны.

Решение: Длина световой волны определяется по формуле

$$\lambda = \frac{da}{bk} = \frac{2 \cdot 10^{-5} \cdot 3.6 \cdot 10^{-2}}{1 \cdot 1.8} = 4 \cdot 10^{-7} = 400 \text{ нм},$$

где d -период решетки; a -расстояние от щели до спектра; b -расстояние по линейке до экрана; k -порядок спектра.

Самостоятельная работа №11

Вариант 1

1. Человек идет со скоростью 1,0 м/с по направлению к уличному фонарю, находящемуся на высоте 8,5 м от поверхности Земли. В некоторый момент времени длина тени человека была 1,8 м, а через 2 с – стала 1,3 м. Определить рост человека.

2. Собирающая линза дает действительное и увеличенное в два раза изображение предмета. Определить в сантиметрах фокусное расстояние линзы, если расстояние между линзой и изображением предмета равно 24 см.

3. Период дифракционной решетки равен 4 мкм. Определить максимальный порядок спектра, если на решетку нормально падает свет с длиной волны 580 нм.

Вариант 2

1. Луч света падает на плоскопараллельную пластину с показателем преломления 1,73 под углом 30° к ее поверхности. Определить в миллиметрах толщину пластинки, если при выходе из нее луч сместился на 20 мм.

2. Луч света падает на стеклянную призму под углом 60° и выходит из нее под углом 30° . Преломляющий угол призмы равен 15° . Определить в градусах угол отклонения луча от первоначального направления.

3. Постоянная дифракционной решетки в 3,7 больше длины световой волны, нормально падающей на решетку. Определить число дифракционных максимумов, которые теоретически можно наблюдать в спектре такой решетки.

Глава 12. Квантовая физика

1. $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ – энергия фотона, где $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, ν – частота, λ – длина волны света.

2. $P = \frac{h}{\lambda}$ – импульс фотона.

3. $h\nu = A_{\text{ВЫХ}} + \frac{mv_{\text{MAX}}^2}{2}$ – уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

4. $U_3 = \frac{mv_{\text{MAX}}^2}{2e}$ – задерживающее напряжение, e – заряд электрона.

5. $\nu_{\text{кр}} = \frac{A_{\text{вых}}}{h}$ - красная граница фотоэффекта.
6. $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$ - длина волны излучения в атоме водорода,

$$R = 1.1 \cdot 10^7 \left(\frac{1}{\text{м}} \right)$$

7. $E = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$ - энергия электрона в атоме водорода, r - радиус первой орбиты.
8. $r_n = \frac{h^2 n^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$ - радиус орбиты с номером n .
9. α - распад ${}^M_Z X \rightarrow {}^{M-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \text{He}$.
10. β - распад ${}^M_Z X \rightarrow {}^M_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e$.
11. $\Delta m = ([Zm_r + (A - Z)m_r]m_{\text{я}})$ - дефект массы.
12. $E_{\text{св}} = \Delta m c^2$ - энергия связи.
13. $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$ - закон радиоактивного распада.

Примеры решения задач:

11.4 Вычислить энергию, массу и импульс фотонов $\lambda = 760 \text{ нм}$.

Решение:

$$\text{Энергия фотона } E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{760 \cdot 10^{-9}} = 2,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

$$\text{Масса фотона } m = \frac{E}{c^2} = \frac{2,6 \cdot 10^{-19}}{9 \cdot 10^{16}} \approx 0,29 \cdot 10^{-35} \text{ кг.}$$

$$\text{Импульс фотона } p = mc = 0,29 \cdot 10^{-35} \cdot 3 \cdot 10^8 \approx 0,87 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

11.5 Электроны достигают анода рентгеновской трубки, имея скорость $1,2 \cdot 10^5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Под каким напряжением работает трубка?

Решение: Кинетическая энергия электронов $E = \frac{m\vartheta^2}{2}$ равна энергии (работе) электрического поля $E = eU$, где U - приложенное напряжение.

$$\text{Из равенства } \frac{m\vartheta^2}{2} = eU. \frac{m\vartheta^2}{e2} = U = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (1,2 \cdot 10^8)^2}{2,1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 47000 \text{ В} = 47 \text{ кВ.}$$

11.6 Работа выхода электронов из поверхности цезия 1,97 эВ. Чему равны кинетическая энергия и скорость фотоэлектронов, если металл освещен светом с длиной волны 580 нм?

Решение: Из уравнения Эйнштейна кинетическая энергия $K = h\nu - A$ или

$$K = \frac{hc}{\lambda} - A = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{580 \cdot 10^{-9}} - 1,97 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 2,7 \cdot 10^{-20} \text{ Дж.}$$

Из формулы $K = \frac{m\vartheta^2}{2}$ скорость $\vartheta = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,7 \cdot 10^{-20}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \approx 2,4 \cdot 10^5 \text{ м/с.}$

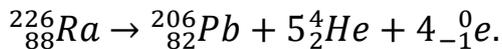
11.7 Определить задерживающее напряжение U_3 , если дана работа выхода (A) с поверхности металла и значение длины волны монохроматического света (λ), под действием которого происходит фотоэффект.

Решение: На основании закона сохранения энергии $\frac{m\vartheta^2}{2} = eU_3$. Используя уравнение Эйнштейна $h\nu = A + \frac{m\vartheta^2}{2}$, определяем выражение для задержания напряжения

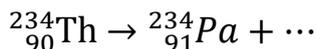
$$\frac{h\nu}{\lambda} = A + eU_3, \text{ откуда } U_3 = \frac{hc - A\lambda}{\lambda \cdot e}.$$

11.8 Изотоп радия с массовым числом 226 превращается в изотоп свинца с массовым числом 206. Сколько α - и β - распадов произошло при этом?

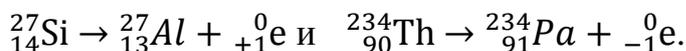
Решение: Разность массовых чисел исходного и конечного продуктов равна 20, следовательно, произошло пять α -распадов. Но при этом заряд уменьшился на 10 единиц, а должен только на шесть. При β - распаде нейтрон превращается в протон, из ядра вылетает электрон и заряд увеличивается на единицу (изменение массы незначительно). Значит, происходит еще четыре β -распада:



11.9 Дописать ядерные реакции: ${}_{14}^{27}\text{Si} \rightarrow {}_{13}^{27}\text{Al} + \dots$



Решение: Ядра реактивных изотопов, у которых нейтронов значительно больше, чем протонов, испускают позитроны. Следовательно,



11.10 Определить энергию связи ядра бериллия.

Решение: Ядро бериллия ${}^9_4\text{Be}$ состоит из четырех протонов и пяти нейтронов. Согласно закону взаимосвязи массы и энергии, $E_{\text{св}} = \Delta mc^2$. Изменение массы $\Delta m = zm_p + Nm_n - M_{\text{я}} = 4 \cdot 1,00758 + 5 \cdot 1,00878 - 9,01218 = 0,06204$ а. е. м.

Тогда энергия связи $E = 0,06204 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} (3 \cdot 10^8)^2 = 0,93246 \cdot 10^{-11}$ Дж = 58 МэВ.

11.11 Определить КПД ядерного реактора атомохода, если мощность главных двигателей 32400 кВт, а в сутки расходуется 200г урана-235. При одном делении ядра урана -235 освобождается 200 МэВ энергии.

Решение: КПД: $\eta = \frac{P_1}{P}$. Полная мощность $P = \frac{E}{t}$. Вся энергия $|E|$, образующаяся при делении ядер 0,2 кг урана-235, $\frac{N_A}{M} E_0 m$. Отношение $\frac{N_A}{M}$ показывает, сколько атомов урана-235 содержится в 1 кг. Умножая отношение на E_0 , определяем полную энергию, которая образуется при делении ядер 1кг. Полученное число умножаем на суточный расход топлива (на m). Необходимо учесть соотношение $1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.

Полная мощность $P = \frac{N_A E_0 m}{tM}$, тогда КПД

$$\eta = \frac{P_1 t M}{N_A E_0 m} = \frac{324 \cdot 10^5 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{6.02 \cdot 10^{23} \cdot 3.2 \cdot 10^{-11} \cdot 0.2} = 0.177$$

Ответ: КПД ядерного реактора составляет 17%.

Самостоятельная работа №12

Вариант 1

1. При поглощении фотона с энергией, определяемой частотой $3,8 \cdot 10^{18}$ Гц, электрон переходит с первой стационарной орбиты на вторую. Определить энергию перехода.

2. Имеется $25 \cdot 10^6$ атомов радия. Со сколькими из них произойдет радиоактивный распад за одни сутки, если период полураспада радия 1620 лет?

3. Найти число протонов и нейтронов, входящих в состав атомных ядер изотопов магния ${}^{24}_{12}\text{Mg}$, ${}^{25}_{12}\text{Mg}$, ${}^{26}_{12}\text{Mg}$.

Вариант 2

1. При переходе электронов в атомах водорода с третьего энергетического уровня на второй излучаются фотоны, которые дают красную

линию в спектре водорода ($\lambda = 0,652$ мкм). Какую энергию теряет при этом атом водорода?

2. Относительная доля радиоактивного углерода $^{14}_6\text{C}$ в старом куске дерева составляет 0,0416-ю долю его в живых растениях. Каков возраст этого куска дерева? Период полураспада изотопа $^{14}_6\text{C}$ 5570 лет.

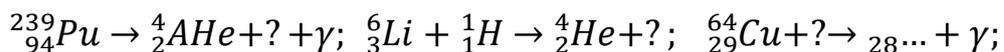
3. Где больше длина пробега α -частицы: у поверхности Земли или в верхних слоях атмосферы?

Вариант 3

1. Энергия атома ртути вследствие поглощения им кванта света увеличилась на 4,9 эВ. Определите длину волны поглощенного света.

2. Мощность атомной электростанции $5 \cdot 10^5$ кВт, а КПД 20%. Определите годовой расход урана $^{235}_{92}\text{U}$. Сравните с годовым расходом каменного угля на тепловой электростанции той же мощности при КПД 75%.

3. Допишите ядерные реакции:



Рекомендуемая литература

1. Грабовский Р.И. Курс физики. СПб.: Лань, 2012.
2. Неделько В.И., Хунджуа А.Г. Физика: учеб. пособие для вузов. М.: Академия, 2011. 464 с.
3. Сайт посвящен курсу физики общеобразовательной школы. [Электронный ресурс] сайт //fizik.bos.ru/ — Режим доступа: <http://fizik.bos.ru/>. — Загл. с экрана. (дата обращения: 29.04.2018).
4. Сайт Московского государственного педагогического университета. [Электронный ресурс] сайт мпгу.рф. — Режим доступа: <http://mpgu.su/>. — Загл. с экрана. (дата обращения: 29.04.2018).
5. Сайт Издательство «Просвещение». [Электронный ресурс] сайт prosv.ru — Режим доступа: <http://www.prosv.ru/> - Загл. с экрана. (дата обращения: 29.04.2018).

Учебное издание

Кравцов Петр Иванович,
Кравцова Людмила Петровна,
Лапыко Татьяна Петровна

ПРОВЕРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

для практических занятий и самостоятельной работы
студентам, обучающихся по агротехническим специальностям
факультета среднего профессионального образования

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 14.05.2018 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. 2,20. Тираж 25 экз. Изд. № 5983.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ