

*Областное государственное автономное образовательное учреждение
среднего профессионального образования
«Белгородский политехнический колледж»*



Ставропольцева Т.П.

Сборник задач по физике

(учебное пособие)

Пояснительная записка

Данное учебное пособие по физике способствует умению применять теоретические знания при решении физических задач. В пособии даны общие методические рекомендации по решению и оформлению задач по физике, приведены примеры задач с подробными решениями и анализом полученных результатов. Краткое изложение основных теоретических понятий, законов и формул перед каждой темой позволяют оказать максимальную помощь студентам при решении задач. Учебное пособие может быть использовано на уроках решения задач по физике. Предназначено для студентов 1 курса всех специальностей и профессий.

Содержание

№	Тема	Стр.
1	Кинематика	
2	Динамика	
3	Законы сохранения	
4	Тепловые явления	
5	Взаимные превращения жидкости и газов	
6	Твёрдые тела	
7	Основы термодинамики	
8	Электростатика	
9	Законы постоянного тока	
10	Электрический ток в различных средах	
11	Магнитное поле	
12	Электромагнитная индукция	
13	Механические колебания	
14	Электромагнитные колебания	
15	Производство, передача и использование электрической энергии	
16	Электромагнитные волны	
17	Излучения и спектры	
18	Световые кванты	

Рекомендации по выполнению

При выполнении самостоятельной работы необходимо соблюдать следующие правила:

- прочитать внимательно задачу, выписать заданные физические величины в «дано», при этом все числовые значения перевести в систему СИ.
- для пояснения задачи там, где это нужно, сделать чертёж.
- выписать те основные законы и формулы, на которых базируется решение данной задачи.
- задачу решать сначала в общем виде, при получении расчётной формулы приводить её вывод.
- вычисления следует проводить с помощью подстановки заданных числовых величин в расчётную формулу.
- проверить единицы полученных величин по расчётной формуле.
- при вычислениях по возможности использовать микрокалькулятор.
- константы физических величин и другие справочные данные выбирать из таблиц.

Тема 1. Кинематика

Основные законы и формулы

Равномерное прямолинейное движение. Координаты x тела (материальной точки) в любой момент времени t определяется уравнением

$$x = x_0 + v_x t,$$

где x_0 – начальная координата;

v_x – проекция скорости на ось Ox .

Равноускоренное прямолинейное движение. Координата x тела в любой момент времени t определяется уравнением

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a_x t^2}{2},$$

где x_0 – начальная координата;

v_x – проекция скорости на ось Ox

a_x – проекция ускорения.

Проекция скорости на ось Ox , $v_x = v_{0x} + a_x t$.

Равномерное движение по окружности. Линейная скорость

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu,$$

где R – радиус окружности;

T – период вращения;

ν – частота вращения.

Угловая скорость

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu.$$

Центростремительное (нормальное) ускорение

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R.$$

Образец решения задач

Ударом клюшки хоккейной шайбе сообщили скорость $v_0 = 20$ м/с. Через время $t_1 = 2$ с скорость шайбы, движущейся прямолинейно, стала равна 16 м/с. Найдите ускорение шайбы, считая его постоянным.

Дано:

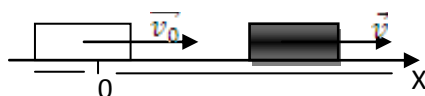
$$t_1 = 2 \text{ с}$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$V = 16 \text{ м/с}$$

$a = ?$

Решение: сделаем рисунок.



Выберем оси координат так, чтобы движение шайбы происходило

вдоль какой-либо координатной оси Ох. За продолжительное направление оси Ох примем направление вектора начальной скорости (рис.) Так как шайба движется с постоянным ускорением, то проекцию ускорения на ось Ох найдём из формулы $v_x = v_{0x} + a_x t$. учитывая, что при выбранном положительном направлении оси Ох $v_{0x} = v_0$, а при $t_1 = c, v_x = v$, получаем $v = v_0 + a_x t_1$. Отсюда $a_x = \frac{v - v_0}{t_1} = \frac{16 \text{ м/с} - 20 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} = -2 \text{ м/с}^2$. Знак "минус" означает, что вектор ускорения направлен в сторону, противоположную положительному направлению оси Ох. Модуль же ускорения равен $a = |a_x| = |-2 \text{ м/с}^2| = 2 \text{ м/с}^2$.
 Ответ: 2 м/с^2 .

Задачи

- 1.1. Автобус начинает движение с нулевой начальной скоростью и движется прямолинейно с постоянным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Какой путь пройдёт автобус к тому моменту времени, когда его скорость достигнет 10 м/с ? ответ дать в СИ. (100м).
- 1.2. Вал вращается с частотой 10 Гц . Определить в СИ линейную скорость точек на его поверхности, если радиус вала равен $0,5 \text{ м}$. ($31,4 \text{ м/с}$).
- 1.3. С балкона высотой 15 м бросили вертикально вверх мяч с начальной скоростью 10 м/с . Найти в СИ время, через которое мяч упадёт на Землю. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . (3с).
- 1.4. Эскалатор движется горизонтально со скоростью $0,8 \text{ м/с}$. Найти в СИ расстояние, на которое переместится пассажир за 40 с относительно Земли, если он сам идёт в направлении движения эскалатора со скоростью $0,2 \text{ м/с}$ относительно него. (40м).
- 1.5. Катер, переплывая через реку, движется перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/с в системе отсчёта, связанной с водой. На сколько метров катер за время переправы будет снесён течением, если ширина реки 800 м , а скорость течения 3 м/с ? (600м).
- 1.6. Автомобиль начинает движение с постоянным ускорением 2 м/с^2 . Определить в СИ путь, который прошёл автомобиль до того момента, когда его скорость стала равной 20 м/с . (100м).
- 1.7. Автомобиль, двигавшийся прямолинейно со скоростью 20 м/с , начал тормозить с ускорением 4 м/с^2 . Какой путь прошёл автомобиль до остановки? Ответ дать в СИ. (50м).
- 1.8. На пути 120 м скорость спортсмена возросла от 7 м/с до 9 м/с . Определить в СИ время движения спортсмена. (15с).

1.9. Тело, двигаясь равноускоренно и имея начальную скорость 2 м/с, прошло за пятую секунду путь 6,5 м. определить в СИ путь, пройденный телом за 10 с.

1.

1.10. Половину пути автомобиль прошёл со скоростью 36 км/ч, а вторую половину – со скоростью 54 км/ч. Найти в км/ч среднюю скорость движения автомобиля. (43,2 км/ч).

Тема 2. Динамика

Основные законы и формулы

Второй закон Ньютона: $\vec{F} = m\vec{a}$,

где $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ – векторная сумма всех сил, действующих на тело,
 m – масса тела; \vec{a} – ускорение.

Закон всемирного тяготения: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$,

где F – сила взаимного притяжения материальных точек;

G – гравитационная постоянная

m_1, m_2 – массы точек;

r – расстояние между точками.

Сила тяжести $\vec{F} = m\vec{g}$,

где m – масса тела;

\vec{g} – ускорение свободного падения.

Сила трения скольжения $F_{тр} = \mu N$,

где μ – коэффициент трения;

N – сила нормальной реакции опоры.

Закон Гука: сила упругости

$$\vec{F}_y = -k\Delta\vec{l}, F = \frac{ES}{l_0} |\Delta l|,$$

где k – коэффициент упругости (жёсткость);

Δl – вектор удлинения (сжатия);

F – модуль приложенной силы;

l_0 – начальная длина тела;

S – площадь его поперечного сечения;

E – модуль упругости (модуль Юнга).

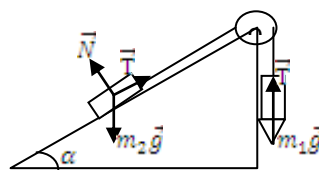
Образец решения задач

Два тела с массами $m_1 = 10 \text{ г}$ и $m_2 = 15 \text{ г}$ связаны нитью, перекинутой через блок, установленный на наклонной плоскости (рис.). плоскость образуется с

горизонтом угол $\alpha=30^\circ$. Найдите ускорение, с которым будут двигаться эти тела. Трением пренебречь.

Дано:	СИ:
$m_1 = 10\text{з}$	$10 \times 10^{-3}\text{ кг}$
$m_2 = 15\text{з}$	$15 \times 10^{-3}\text{ кг}$
$\alpha = 30^\circ$	
а-?	

Решение:



Если предположить, что перетягивает груз массой m_2 (рис.), то уравнение движения грузов

запишутся в виде $m_2 a = m_2 g \sin \alpha - T$, $m_1 a = T - m_1 g$. исключая силу натяжения T , найдём проекцию ускорения на направление движения:

$$a_x = m_2 g \sin \alpha - \frac{m_1 g}{(m_2 + m_1)} = -0,98 \text{ м/с}^2.$$

Знак “минус” означает, что движение в действительности происходит в направлении, обратном тому, которое мы предположили.

Ответ: $-0,98 \text{ м/с}^2$.

Задачи

2.1. Тело массой 10кг свободно падает с высоты 10м с нулевой начальной скоростью. Найти в СИ силу кинетическую энергию тела в тот момент падения, когда его потенциальная энергия равна 500Дж. (480Дж).

2.2. Под действием постоянной силы вагонетка массой 500кг перемещена по горизонтальному пути на расстоянии 100м. при этом совершена работа 1000Дж. С каким ускорением двигалась вагонетка? Трением пренебречь. Ответ дать в СИ. (0,02м/с).

2.3. Человек массой 60кг, бегущий со скоростью 5м/с, догоняет тележку массой 20кг, движущуюся со скоростью 1м/с, и вскакивает на неё. С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком после этого? Ответ дать в СИ. (4м/с).

2.4. Ящик можно сдвинуть с места, если к нему приложить силу не менее, чем 60Н. определить в СИ силу, с которой ящик давит на пол, если коэффициент трения между ящиком и полом равен 0,3. (200Дж).

2.5. Ввепх по склону, составляющему 30° с горизонтом, поднимается с постоянной скоростью мотоцикл массой 100кг. Определить в СИ силу тяги, развиваемую мотором мотоцикла. Силу трения не учитывать. (490кН).

2.6. Камень массой 3кг падает с высоты 5м на Землю. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти в СИ кинетическую энергию камня в момент времени, когда до поверхности Земли остаётся 2м. (88,2Дж).

2.7. Из ружья массой 5кг вылетает пуля массой 0,005кг со скоростью 600м/с. Найти в СИ скорость отдачи ружья. (0,6Дж).

2.8. Тележка массой 20 кг движется со скоростью 1,5 м/с. Мальчик массой 40 кг, бегущий со скоростью 3 м/с навстречу тележке, прыгает на неё. Найти в СИ модуль скорости, с которой будет двигаться тележка после прыжка мальчика на неё. (1,5 м/с).

2.9. Двигатель самолёта при скорости 900 км/ч развивает мощность 30 МВт. Определить в кН силу тяги двигателя самолёта. (120 кН).

2.10. При торможении самолёта массой 540 т его скорость уменьшается в течение 1 мин от 72 км/ч до 18 км/ч. Найти в кН силу торможения. (135 кН).

Тема 3. Законы сохранения Основные законы и формулы

Импульс силы $\vec{F}t = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$,

где \vec{F} - сила;

t – время её действия;

$m\vec{v}_2, m\vec{v}_1$ – начальный и конечный импульс тела.

Закон сохранения импульса: векторная сумма импульсов всех тел замкнутой системы остаётся постоянной, т.е.

$$m\vec{v}_2 + m\vec{v}_1 + \dots + m_n\vec{v}_n = \text{const}$$

Работа постоянной силы \vec{F}

$$A = FS \cos \alpha,$$

где S – модуль перемещения;

α - угол между векторами \vec{F} и \vec{s} .

Кинетическая энергия тела массой m, движущегося со скоростью v,

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

Теорема об изменении кинетической энергии: $E_{k2} - E_{k1} = A$,

где A – работа равнодействующей всех сил, приложенных к телу.

Потенциальная энергия:

1) тела массой m, поднятого на высоту h относительно нулевого уровня,

$$E_p = mgh;$$

2) упруго деформированного тела (сжатой или растянутой пружины)

$$E_p = \frac{k(\Delta l)^2}{2}$$

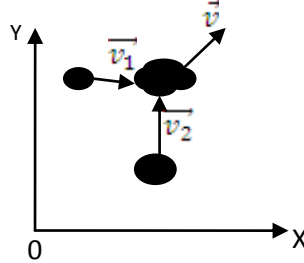
Закон сохранения энергии в механике: $E_k + E_p = \text{const}$, если система замкнута и её тела взаимодействуют между собой силами упругости и силами тяготения.

Образец решения задач

Два шара с массами $m_1 = 0,5\text{кг}$ и $m_2 = 0,2\text{кг}$ движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 1\text{м/с}$ и $v_2 = 4\text{м/с}$. Найдите их скорость \vec{v} после центрального абсолютно неупругого удара.

Дано:
$m_1 = 0,5\text{кг}$
$m_2 = 0,2\text{кг}$
$v_2 = 4\text{м/с}$
$v_1 = 1\text{м/с}$
\vec{v} -?

Решение:



Ось Ox направим вдоль линии, проходящей через центры движущихся шаров по направлению скорости \vec{v}_1 . Так как вдоль оси Ox силы не действуют (трения нет), то сумма проекций импульсов на эту ось сохраняется: $m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = (m_1 + m_2) v_x$. Здесь учтено, что после неупругого удара шары движутся с одной и той же скоростью. Так как $v_{1x} = v_1$, а $v_{2x} = -v_2$, то $v_x = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = -0,4\text{м/с}$. После удара шары будут двигаться в отрицательном направлении оси Ox со скоростью $0,4\text{ м/с}$.

Ответ: $-0,4\text{ м/с}$

Задачи

3.1. Лифт массой 300кг поднимается на 30м , а затем возвращается назад. Какую работу совершает действующая на лифт сила тяжести при движении вверх? При движении вниз? На всём пути? (-90кДж ; 90кДж ; ноль).

3.2. Автомобиль массой $3,5\text{т}$ проехал по горизонтальной дороге 10ки . Какую работу совершила сила сопротивления движению, если она равна $0,06$ веса автомобиля? (-21МДж).

3.3. Какова мощность двигателя, совершающего за 1мин работу 60кДж ? (1кВт).

3.4. Тело брошено с поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью 30м/с . На какую высоту оно поднимается? (45м).

3.5. Камень брошен вертикально вверх со скоростью $v_0 = 10\text{м/с}$. На какой высоте h кинетическая энергия камня равна его потенциальной энергии? ($h = \frac{v_0^2}{4g} = 2,5\text{м}$).

3.6. Тело массой 400г свободно падает с высоты 2м . Найти кинетическую энергию тела в момент удара о землю. (8Дж).

3.7. Сила тяги сверхзвукового самолёта при скорости полёта 2340км/ч равна 220кН . Найти мощность двигателей самолёта в этом режиме полёта. (143МВт).

3.8. Импульс тела равен $8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, а кинетическая энергия 16 Дж . Найти массу и скорость тела. (2 кг ; 4 м/с).

Тема 4. Основы молекулярно-кинетической теории

Основные законы и формулы

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа:

$$p = \frac{1}{3} m_0 n (v^2),$$

где p – давление газа; m_0 – масса молекулы; n – концентрация молекул; (v^2) – средний квадрат скорости молекул.

Зависимость давления газа от концентрации его молекул и температуры:

$$p = nkT,$$

где k – постоянная Больцмана; T – термодинамическая температура:

$T = t + 273$; t – температура по шкале Цельсия.

Средняя квадратичная скорость молекул идеального газа:

$$(v_{\text{кв}}) = \sqrt{(v^2)} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул одноатомного газа $(E) = \frac{3}{2} kT$.

Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева - Клапейрона):

$$pV = \frac{m}{M} RT,$$

где p – давление; V – объём; m – масса газа, M – его молярная масса; R – универсальная газовая постоянная; T – термодинамическая (абсолютная) температура газа.

Образец решения задач

Основы молекулярно-кинетической теории

Определите молярную массу воды.

Решение:

Относительная атомная масса водорода равна $1,00797$, а кислорода $15,9994$.

Химическая формула воды – H_2O .

Следовательно, относительная молекулярная масса воды равна:

$$M_r = 2 \times 1,00797 + 15,9994 = 18,01534 = 18.$$

Молярная масса воды $M = 10^{-3} \times 18 \text{ кг/моль} = 0,018 \text{ кг/моль}$.

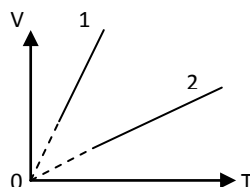
Газовые законы

Баллон вместимостью $V_1 = 0,02 \text{ м}^3$, содержащий воздух под давлением $p_1 = 4 \times 10^5 \text{ Па}$, соединяют с баллоном вместимостью $V_2 = 0,06 \text{ м}^3$, из которого воздух выкачан. Найдите давление p , установившееся в сосудах. Температура постоянна.

Дано:	Решение:
$V_1 = 0,02 \text{ м}^3,$	Воздух из первого баллона займёт весь представленный ему объём $V_1 + V_2$. По закону Бойля-Мариотта
$p_1 = 4 \times 10^5 \text{ Па}$	$\frac{p}{p_1} = \frac{V_1}{V_1 + V_2}.$
$V_2 = 0,06 \text{ м}^3$	Отсюда искомое давление равно:
p-?	$p = \frac{p_1 V_1}{V_1 + V_2} = 10^5 \text{ Па}.$
	Ответ: 10^5 Па

Задачи

- 4.1. Выразите в кельвинах значения температуры: 27°C , -23°C , 370°C . (300К, 250К, 643К).
- 4.2. Газ находится в закрытом баллоне при температуре 294К и давлении 800кПа. При какой температуре давление газа станет равным 1,1МПа? (404К).
- 4.3. Объём газа в результате изобарного процесса уменьшился на 10л, а температура понизилась в 1,2раза. Определите начальный объём газа. (60л).
- 4.4. Когда летнее солнце нагрело баллон с газом на 15К, давление в баллоне увеличилось от 20 до 21атм. Какой была начальная температура баллона? (300К).
- 4.5. На рисунке изображены две изобары для одной и той же массы газа. Сравните давления p_1 и p_2 .



- 4.6. В паровом котле объёмом 2 м^3 находился водяной пар при температуре 200°C и давлении 1МПа. Какова масса этого пара? (9,2кг).
- 4.7. Найдите среднюю кинетическую поступательного движения молекул при температуре 27°C . ($6,2 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$).
- 4.8. Определите температуру газа, если средняя кинетическая энергия хаотического движения его молекул равна $5,6 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$. (270К).

Тема 5. Взаимные превращения жидкости и газа

Основные законы и формулы

Относительная влажность воздуха

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \times 100\%$$

где p – парциальное давление водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, p_0 – давление насыщенного водяного пара при той же температуре.

Задачи

- 5.1. В чём состоит различие в тепловом движении молекул газов, жидкостей и твёрдых тел?
- 5.2. Олово легко расплавить. Почему же нельзя выдувать из него изделия, как это делают из стекла?
- 5.3. Вы наблюдаете из окна толпу людей на площади, пришедших на праздничное гулянье. На площади тесно. Если мысленно заменить каждого человека молекулой, то какое состояние вещества это напомнит?
- 5.4. Почему крошечные капли тумана имеют сферическую форму, а форма крупных капель дождя несколько отличается от сферической?
- 5.5. Космонавт в состоянии невесомости открывает две стеклянные пробирки: одну с керосином, другую со ртутью. Как поведут себя жидкости?
- 5.6. Почему полотенца не шьют из шёлка?

Тема 6. Твёрдые тела

Основные законы и формулы

Закон Гука: сила упругости

$$\vec{F}_y = -k\Delta\vec{l}, F = \frac{ES}{l_0}|\Delta l|,$$

где k – коэффициент упругости (жёсткость);

Δl – вектор удлинения (сжатия);

F – модуль приложенной силы;

l_0 – начальная длина тела;

S – площадь его поперечного сечения;

E – модуль упругости (модуль Юнга).

Задачи

- 6.1. Балка длиной 5 м с площадью поперечного сечения 100см^2 под действием сил по 10 кН, приложенных к её концам, сжалась на 1 см. найти относительное сжатие и механическое напряжение. (0,002; 1 МПа).
- 6.2. К концам стальной проволоки длиной 3 м и сечением 1мм^2 приложены растягивающие силы по 210 Н каждая. Найти абсолютное и относительное удлинения. (3 мм; 10^{-3}).

6.3. Какие силы надо приложить к концам стальной проволоки длиной 4 м и сечением $0,5\text{мм}^2$ для удлинения её на 2 мм? (52,5 Н).

6.4. Из скольких стальных проволок диаметром 2 мм должен состоять трос, рассчитанный на подъём груза массой 2 т? (более 13).

6.5. К закреплённой одним концом проволоке диаметром 2 мм подвешен груз массой 10 кг. Найти механическое напряжение в проволоке. (32 МПа).

Тема 7. Основы термодинамики

Основные законы и формулы

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа:

$$U = \frac{3m}{2M}RT$$

Работа, совершаемая газом при изобарном расширении:

$$A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$$

Количество теплоты, необходимое для нагревания тела массой m , от температуры T_1 до температуры T_2 ,

$$Q = cm(T_2 - T_1),$$

где c – удельная теплоёмкость вещества.

Количество теплоты, необходимое для плавления тела массой m , $Q_{\text{пл}} = \lambda m$,

где λ – удельная теплота плавления.

Первый закон термодинамики:

$$Q = \Delta U + A,$$

где Q – количество теплоты, переданное системе;

ΔU – изменение внутренней энергии системы;

A – работа, совершённая системой над внешними телами.

Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}, \eta_{\text{max}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

где A – работа, совершаемая двигателем;

Q_1 – количество теплоты, полученное двигателем от нагревателя;

Q_2 – количество теплоты, отданное холодильнику;

T_1 – температура нагревателя;

T_2 – температура холодильника.

Задачи

7.1. Идеальная тепловая машина получает от нагревателя, температура которого 500 К, за один цикл 300 Дж теплоты. Определить в СИ работу, совершаемую за цикл, если температура холодильника равна 200 К. (180 Дж).

7.2. Какое количество теплоты необходимо для расплавления 1 кг олова, взятого при температуре 32°C ? Удельная теплоёмкость олова $0,23 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\times\text{К}}$, температура плавления 232°C , удельная теплота плавления $59 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$. Ответ дать в кДж. (105кДж).

7.3. Чтобы нагреть воздух в закрытой комнате объёмом 60м^3 на 5К , потребовалось 387кДж тепла. Плотность воздуха $1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Определить в СИ удельную теплоёмкость воздуха.

7.4. Горящая спиртовка за 1 мин выделяет 90кДж тепла. Сколько минут нужно нагревать на ней 2кг воды от 10°C до кипения, если на нагревание идёт 40% выделяемого спиртовкой тепла? Удельная теплоёмкость воды $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\times\text{К}}$.

7.5. В процессе изобарического расширения идеального газа на $0,5\text{м}^3$ при давлении 200Па его внутренняя энергия изменилась на 150Дж . Определить в СИ количество теплоты, полученное газом.

7.6. Внутренняя энергия 40 молей одноатомного идеального газа равна $498,6\text{кДж}$. Определить в СИ температуру газа.

7.7. Какую работы совершил газ при адиабатном расширении, если в этом процессе его температура понизилась на 15К , а внутренняя энергия уменьшилась на 322Дж ? Ответ дать в СИ.

7.8. Тепловоз в течении 1ч производит работу 8ГДж . За это время он расходует 800кг дизельного топлива, удельная теплота сгорания которого $4 \times 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. Определить в % К.П.Д. двигателя тепловоза.

Тема 8. Электростатика

Основные законы и формулы

Закон Кулона: $F = \frac{|q_1||q_2|}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$,

где F – модуль силы взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов q_1 и q_2 ; ϵ_0 – электрическая постоянная; ϵ – диэлектрическая проницаемость среды; r – расстояние между зарядами.

Напряжённость электростатического поля в данной точке

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0},$$

где \vec{F} – сила, с которой поле действует на положительный точечный заряд q_0 , помещённый в эту точку.

Напряжённость электрического поля точечного заряда q на расстоянии r от него

$$E = \frac{|q|}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$$

Потенциал электростатического поля в данной точке

$$\varphi = \frac{W_p}{q},$$

где W_p – потенциальная энергия заряда q , помещённого в эту точку.

Работа, совершаемая электростатическим полем при перемещении заряда q из точки с потенциалом φ_1 в точку с потенциалом φ_2 , $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$.

Связь между напряжённостью однородного электростатического поля и разностью потенциалов:

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d},$$

где $\varphi_1 - \varphi_2$ - разность потенциалов между точками, находящимися одна от другой на расстоянии d вдоль линии напряжённости поля.

Ёмкость плоского конденсатора, площадь каждой пластины которого s , а расстояние между ними d :

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 s}{d},$$

где ϵ - диэлектрическая проницаемость диэлектрика, заполняющего пространство между пластинами.

Энергия электрического поля заряженного конденсатора ёмкостью C

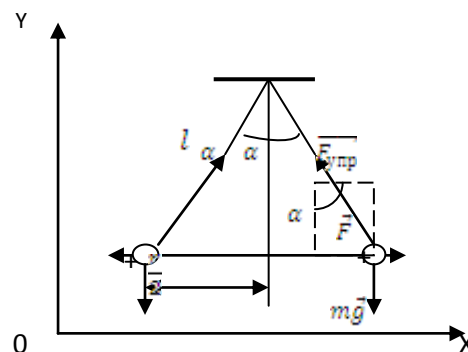
$$W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}.$$

Образец решения задач

Два одинаковых шарика подвешены на нитях длиной $l = 2,0$ м к одной точке. Когда шарикам сообщили одинаковые заряды по $q = 2 \times 10^{-8}$ Кл, они разошлись на расстояние $r = 16$ см. определите натяжение каждой нити.

Дано:	СИ:
$l = 2,0$ м	16×10^{-2} м
$r = 16$ см	
$q = 2 \times 10^{-8}$ Кл	
$F_{упр} - ?$	

Решение:



На каждый шарик действует три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила упругости нити $\vec{F}_{упр}$ и кулоновская сила \vec{F} . Шарик неподвижен, следовательно, сумма проекций сил на оси Ox и Oy равна нулю. Для суммы проекций сил на ось Ox это условие имеет вид $F - F_{упр} \sin \alpha + mg \cos 90^\circ = 0$. Так как $\sin \alpha = \frac{r}{2l}$ и $F = k \frac{q^2}{r^2}$, то $F_{упр} = \frac{F}{\sin \alpha} = \frac{F \times 2l}{r} = k \frac{q^2 \times 2l}{r^3} = 3,5 \times 10^{-3} \text{ Н}$. Нить натянута с силой, приближенно равной $3,5 \times 10^{-3} \text{ Н}$.

Ответ: $3,5 \times 10^{-3} \text{ Н}$.

Конденсаторы

Конденсатор имеет электроёмкость $C=5$ пФ. Какой заряд находится на каждой из его обкладок, если разность потенциалов между ними $U=1000$ В?

Дано:	СИ:	Решение:
$C=5$ пФ $U=1000$ В	5×10^{-12} ф	Согласно формуле электроёмкость конденсатора $C = \frac{q}{U}$. Отсюда заряд обкладки равен $q=CU$:
$q=?$		$q = 5 \times 10^{-12} \times 1000 \text{ Кл} = 5 \times 10^{-9} \text{ Кл}$.

Ответ: $5 \times 10^{-9} \text{ Кл}$.

Задачи

8.1. Два заряда по 10 пКл каждый находится в вакууме и взаимодействуют друг с другом с силой 1 нН. На каком расстоянии друг от друга находятся эти заряды?

Ответ дать в см.

8.2. Два точечных положительных одинаковых заряда, находясь на расстоянии 2 мм друг от друга в вакууме, взаимодействуют с силой $0,9$ Н. найти в нКл величину каждого заряда.

8.3. Два одинаковых точечных заряда величиной по 3 нКл каждый, находясь в вакууме, взаимодействуют с силой $0,9$ Н. найти в мм расстояние между зарядами.

8.4. Электрон перемещается в однородном электрическом поле вдоль силовой линии на расстояние 20 см. напряжённость поля равна $25 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. определить в эВ работу поля перемещению электрона.

8.5. Энергия плоского воздушного конденсатора равна 4 мкДж, а ёмкость 200 пФ. Найти в СИ разность потенциалов между обкладками конденсатора.

8.6. Два конденсатора соединены параллельно. Ёмкость первого 1000 пФ, второго – 5000 пФ. Найти в мКл заряд первого конденсатора, если заряд второго 10 мКл.

8.7. Два маленьких заряженных шарика притягиваются с силой 3 мН. Какой станет сила притяжения, если каждый из шариков потеряет половину своего заряда?

8.8. Во сколько раз сила кулоновского отталкивания между электронами в электронном пучке больше, чем сила гравитационного притяжения между ними?

8.9. Могут ли притягиваться одноименно заряженные тела?

Тема 9. Законы постоянного тока

Основные законы и формулы

Сила постоянного электрического тока $I = \frac{q}{t}$, где q – заряд, переносимый через поперечное сечение проводника за время t .

Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$, где I – сила тока; U – напряжение; R – сопротивление.

Сопротивление проводника длиной l с постоянной площадью поперечного сечения S

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

где ρ – удельное сопротивление.

Общее сопротивление при последовательном соединении проводников

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

Общее сопротивление при параллельном соединении проводников находится по формуле

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

Работа постоянного электрического тока на участке цепи

$$A = IUt = I^2 R = \frac{U^2}{R} = \frac{qU}{t}.$$

где I – сила тока; U – напряжение; t – время прохождения тока;

R – сопротивление участка; q – заряд, прошедший по проводнику.

Мощность постоянного тока

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

Закон Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 Rt,$$

где Q – количество теплоты, выделяемое проводником сопротивлением R с током силой I ; t – время прохождения тока.

Образец решения задач

Закон Ома

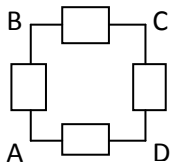
Сила тока в цепи, содержащей реостат, $I=3,2$ А напряжение между клеммами реостата $U=14,4$ В. Каково сопротивление R той части реостата, в которой существует ток?

Дано:	Решение:
$I=3,2$ А	Согласно закону Ома $I = \frac{U}{R}$, отсюда $R = \frac{U}{I} = 4,5$ Ом.
$U=14,4$ В	Ответ: 4,5 Ом
$R=?$	Задачи

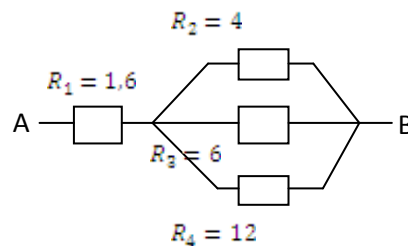
9.1. Имеются три сопротивления по 20 Ом каждое. Какие сопротивления можно из них получить? Составить все возможные схемы и вычислить общие сопротивления.

9.2. Определить падение напряжения в линии электропередачи длиной 500 м при токе 15 А. проводка выполнена алюминиевым проводом сечением 14 мм^2 .

9.3. Четыре одинаковых сопротивления по 10 Ом каждое соединены, как показано на рисунке. Каким будет общее сопротивление, если ток подвести к точкам А и С? К точкам А и D?



9.4. Определить общее сопротивление четырёх проводников, если напряжение между точками А и В равно 18 В. Чему равны токи в отдельных проводниках?



9.5. К генератору с ЭДС 120 В и внутренним сопротивлением 3 Ом присоединён нагревательный прибор с сопротивлением 21 Ом. Определить силу тока в цепи и падение напряжения внутри генератора.

9.6. К источнику тока с ЭДС 1,5 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключено сопротивление. Определите величину этого сопротивления и падения напряжения на нём, если ток в цепи 0,6 А.

Тема 10. Электрический ток в различных средах Основные законы и формулы

Закон Фарадея для электролиза:

$$m = kq = kIt, \text{ или } m = \frac{1}{F} \frac{M}{n} It,$$

где m – масса вещества, выделившегося на электролизе;

k – электрохимический эквивалент вещества;

I – сила тока;

t – время прохождения тока;

F – постоянная Фарадея; $F = N_A e = 9,65 \times 10^4$ Кл/Моль;

N_A – постоянная Авогадро;

e – элементарный заряд;

M – молярная масса вещества;

n – валентность.

Задачи

10.1. При пропускании через электролит тока силой 1,5А за 5мин на катоде выделилось 137мг некоторого вещества. Какое это вещество? (двухвалентный никель).

10.2. При какой силе тока протекал электролиз водного раствора сульфата меди, если за 50мин на катоде выделилось 6г меди? (6А).

10.3. При электролизе раствора серной кислоты за 50мин выделилось 3,3л водорода при нормальных условиях. Определить мощность, расходуемую на нагревание электролита. Сопротивление раствора равно 0,40Ом. (35Вт).

10.4. Почему полярные сияния сопровождаются магнитными бурями (непрерывными колебаниями стрелки компаса)?

10.5. Как называется состояние вещества в электрической дуге, в газоразрядных трубках, в верхних слоях атмосферы?

10.6. Как влияют примеси на электрическое сопротивление проводников и изоляторов?

10.7. Как изменяется электрическое сопротивление чистых полупроводников при изменении температуры? Наблюдается ли у них явление сверхпроводимости?

10.8. Каким способом в полупроводниках создают преимущественно электронную проводимость? Дырочную проводимость? 2. При добавлении каких из указанных примесей – фосфора, мышьяка, сурьмы, галлия, бора, индия – германиевый полупроводник приобретает преимущественно электронную проводимость? Дырочную проводимость?

Тема 11. Магнитное поле Основные законы и формулы

Закон Ампера:

$$F = IBlsin\alpha,$$

где F – сила, действующая на проводник длиной l с током силой I , помещённый в магнитное поле с индукцией B ; α - угол между направлением тока и вектором магнитной индукции.

Сила Лоренца

$$F_L = |q|vBsin\alpha,$$

где F_L – сила, действующая на заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле; q – заряд частицы; v – её скорость; B – магнитная индукция; α - угол между векторами скорости частицы и магнитной индукции.

Магнитный поток через поверхность площадью S

$$\Phi = BScos\alpha,$$

где B – модуль вектора магнитной индукции; α - угол между вектором \vec{B} и нормалью \vec{n} к поверхности.

Образец решения задач

Между полюсами магнита подвешен горизонтально на двух невесомых нитях прямой проводник длиной $l=0,2$ м и массой $m=10$ г. Индукция однородного магнитного поля перпендикулярна проводнику и направлена вертикально: $B=49$ мТл. На какой угол α от вертикали отклонятся нити, поддерживающие проводник, если по нему пропустить ток $I=2$ А?

Дано:	СИ:	Решение:
$B=49$ мТл $m=10$ г $l=0,2$ м $I=2$ А <hr/> $\alpha=?$	10×10^{-3} кг 49×10^{-3} Тл	На проводник действуют следующие силы: силы упругости двух нитей $\vec{F}_{уп}$, сила тяжести $m\vec{g}$ и сила \vec{F} со стороны магнитного поля. Модуль этой силы равен $F=BlI$. При равновесии проводника суммы проекций сил (с учётом их знаков) равны нулю: $mg - F_{уп} \cos \alpha = 0, F - F_{уп} \sin \alpha = 0$. Отсюда

$$tg \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{BlI}{mg} = 0,2. \text{ Следовательно, угол } \alpha = 11,3^\circ.$$

Ответ: $11,3^\circ$

Задачи

11.1.Притягиваются или отталкиваются провода троллейбусной линии, когда по ним проходит электрический ток?

11.2.Можно ли применять электромагнитные подъёмные краны для перемещения отливок из алюминия? Из стали? Из цинка?

11.3. Чтобы магнит не растерял своих свойств, его нельзя сильно трясти, бить по нему молотком и сильно нагревать. Почему?

11.4. Где на Земле совершенно нельзя доверять компасу?

11.5. Определите наибольшее и наименьшее значение силы, действующей на проводник длиной 0,6 м, сила тока в котором 10 А, при различных положениях проводника в однородном магнитном поле с индукцией 1,5 Тл.

11.6. Электрон влетает в однородное магнитное поле под прямым углом к линиям магнитной индукции. Магнитная индукция поля равна 50 мТл, скорость электрона 20000 км/с. Найдите радиус окружности, по которой будет двигаться электрон, и период его обращения.

11.7. Электрон влетает в однородное магнитное поле со скоростью 10000 км/с и движется по окружности радиусом 2 см. Какова магнитная индукция поля?

Тема 12. Электромагнитная индукция

Основные законы и формулы

Закон электромагнитной индукции:

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

где \mathcal{E}_i - ЭДС индукции; $\Delta\Phi$ - изменения магнитного потока за время Δt .

ЭДС самоиндукции

$$\mathcal{E}_3 = -L \frac{\Delta I}{\Delta t},$$

где L – индуктивность проводника; ΔI - изменение силы тока за время Δt .

Энергия магнитного поля

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

где L – индуктивность проводника; I – сила тока в нём.

Задачи

12.1. В однородном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл движется проводник длиной 0,2 м со скоростью 200 м/с так, что пересекает линии магнитной индукции под углом 30° . определить в СИ э.д.с. индукции, возникшую в проводнике.

12.2. За время 0,1 с магнитный поток, пронизывающий замкнутый контур, равномерно уменьшился до 1,5 В. При этом в контуре возникла э.д.с. индукции, равна 15 В. Определить в СИ первоначальную величину магнитного потока.

12.3. В однородном магнитном поле на замкнутый проводящий контур с током 2 А действует момент сил 0,03 Н•м. площадь контура 50 см^2 , нормаль к контуру перпендикулярна линиям индукции. Определить в СИ модуль вектора магнитной индукции.

12.4. Самолёт летит горизонтально со скоростью 630 км/ч. Определить в СИ размах крыльев самолёта, если на концах крыльев возникает э.д.с. индукции 0,084 В. Вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли равна 0,05 мТл.

12.5. Энергия магнитного поля катушки с током равна 5 Дж. Создаваемый этим полем магнитный поток, пронизывающий поперечное сечение катушки, равен 0,8 Вб. Определить в СИ силу тока в катушке.

Тема 13. Механические колебания

Основные законы и формулы

Механические колебания и волны. Гармонические колебания тела, описываемые уравнением $x = x_m \cos(\varphi t + \varphi_0)$, где x – координата тела (смещение его от положения равновесия) в момент времени t ; x_m – амплитуда колебаний (модуль наибольшего смещения от положения равновесия); φ – угловая (циклическая) частота; $\varphi t + \varphi_0$ – фаза колебания в момент времени t ; φ_0 – начальная фаза.

Частота колебаний $\nu = \frac{1}{T}$, где T – период колебаний.

Угловая (циклическая) частота колебаний $\varphi = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$, где ν – частота; T – период.

Полная механическая энергия гармонически колеблющейся точки массой m

$$E = E_k + E_p = \frac{m\omega^2 x^2 m}{2}.$$

Период колебаний математического маятника

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

где l – длина маятника; g – ускорение свободного падения.

Период колебаний пружинного маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}},$$

где m – масса груза, прикреплённого к пружине; k – жёсткость (коэффициент упругости) пружины.

Образец решения задач

Сколько колебаний совершает математический маятник длиной $l=4,9$ м за время $t=5$ мин?

Дано: _____ | СИ: _____

$l=4,9$ м	300с	Решение: Период колебаний определяется по формуле
$t=5$ мин		
$n=?$		$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

Искомое число колебаний находится так:

$$n = \frac{t}{T} = \frac{t}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}} = 68.$$

Ответ: 68

Задачи

13.1. Колеблющаяся от ветра ветка каждые две секунды ударяет в оконное стекло. Найдите период и частоту колебаний ветки.

13.2. Определите период колебаний математического маятника длиной 1м.

13.3. Каков период колебаний пружинного маятника массой 400г, если жёсткость пружины $40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$?

13.4. Частота колебаний струны равна 1,2кГц. Сколько колебаний совершает точка струны за 0,5мин? Какой путь проходит за это время точка струны, амплитуда колебаний которой 2мм?

13.5. Чтобы запустить стоявшие стенные часы, можно толкнуть маятник или отвести его в сторону и отпустить. В каком из этих случаев маятнику сообщают потенциальную энергию? Кинетическую?

13.6. Каким образом с помощью математического маятника можно определить ускорение свободного падения в данном месте Земли?

Тема 14. Электромагнитные колебания

Основные законы и формулы

Период электромагнитных колебаний. Переменный ток.

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

где T – период свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью C и катушки с индуктивностью L .

Индуктивное сопротивление катушки с индуктивностью L $X_L = \omega L$, где ω - угловая (циклическая) частота переменного тока.

Ёмкостное сопротивление конденсатора ёмкостью C

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

Действующие значения силы переменного тока, напряжения и ЭДС:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}; U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}; E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

где I_m, U_m, E_m – амплитудные значения.

Образец решения задач

В цепь переменного тока с частотой $\nu = 500 \text{ Гц}$ включена катушка индуктивностью $L=10 \text{ мГн}$. Какой ёмкости конденсатор надо включить в эту цепь, чтобы наступил резонанс?

Дано:	СИ:	Решение:
$\nu = 500 \text{ Гц}$	$10 \times 10^{-3} \text{ Гн}$	Электрическая цепь, о которой говорится в условии задачи, представляет собой колебательный контур. Резонанс в этой цепи наступит, когда частота переменного тока будет равна собственной
$L=10 \text{ мГн}$		
$C=?$		

Но $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, поэтому и $\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Отсюда $C = \frac{1}{2\pi^2 L \nu^2} = 10^{-5} \text{ Ф} = 10 \text{ мкФ}$.

Ответ: 10мкФ

Задачи

14.1.Циклическая частота свободных электрических колебаний в колебательном контуре равна 2000рад/с, ёмкость конденсатора 2мкФ. Найти в СИ индуктивность катушки.

14.2.В электромагнитном колебательном контуре с индуктивностью 16мГн максимальное значение переменного тока составляет 25А. Определить в СИ энергию, запасённую в контуре.

14.3.В открытом электромагнитном контуре электрические колебания происходят с частотой 150кГц. Определить в СИ длину электромагнитной волны, излучаемый этим контуром.

14.4.Определить в мкФ период электрических колебаний в контуре, излучающем электромагнитные волны длиной 450м.

14.5.Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 0,01Гн, и электроёмкости 100мкФ. Определить в СИ сопротивление контура, если круговая частота колебаний равна 1000рад/с.

Тема 15. Производство, передача и использование электроэнергии

Основные законы и формулы

Коэффициент трансформации

$$k = \frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2},$$

где n_1, n_2 – число витков первичной и вторичной обмоток трансформатора; U_1, U_2 – напряжения на первичной и вторичной обмотках.

Задачи

15.1. Трансформатор в рабочем режиме повышает напряжение в 20 раз. Во сколько раз сила тока во вторичной обмотке отличается от силы тока в первичной? Потери энергии в трансформаторе не учитывать.

15.2. В первичной обмотке трансформатора 200 витков, а во вторичной – 25 витков. Повышает или понижает напряжение этот трансформатор? Во сколько раз?

15.3. Трансформатор повышает напряжение от 36 до 220 В. Сколько витков во вторичной обмотке трансформатора, если первичная обмотка содержит 720 витков?

15.4. Сила тока в первичной обмотке трансформатора, понижающего напряжения в 5,5 раз, равна 5 А. Найдите силу тока и напряжение во вторичной обмотке, если первичная подключена к сети переменного напряжения 220 В. Потери энергии в трансформаторе не учитывать.

15.5. Каковы основные этапы передачи энергии на большие расстояния?

15.6. На каком этапе при передаче электроэнергии используют повышающие трансформаторы?

15.7. На каком этапе при передаче электроэнергии используют понижающие трансформаторы?

Тема 16. Электромагнитные волны

Основные законы и формулы

Закон преломления света:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{12} = \frac{n_1}{n_2}$$

где α - угол падения; β - угол преломления; n_{12} – относительный показатель преломления второй среды относительно первой; n_1, n_2 – абсолютные показатели преломления этих сред: $n_1 = \frac{c}{v_1}$; $n_2 = \frac{c}{v_2}$, c – скорость света в вакууме; v_1, v_2 - скорости света в первой и второй средах.

Предельный угол полного отражения определяется из соотношения $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$

Формула тонкой линзы: $\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$, где F – фокусное расстояние линзы; d – расстояние от предмета до линзы; f – расстояние от линзы до изображения.

Если фокус, предмет или изображение являются действительными, то перед соответствующим членом этой формулы ставится плюс мнимым – минус.

Оптическая сила линзы $D = \frac{1}{F}$.

Линейное увеличение линзы

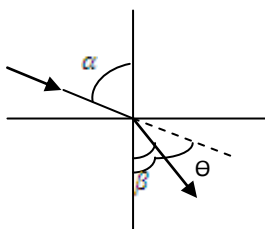
$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

где H , h – линейные размеры соответственно изображения и предмета.

Образец решения задач

Дано:
$\alpha = 75^\circ$
$\theta = ?$

Решение:



Из рисунка видно, что $\theta = \alpha - \beta$. Согласно закону преломления $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$, где n - показатель преломления воды. Отсюда $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = 0,727$. Из таблицы синусов находим $\beta = 46^\circ 33'$. Следовательно, $\theta = 75^\circ - 46^\circ 33' = 28^\circ 27'$.

Ответ: 28град 27 мин.

Линзы

Изображение предмета имеет высоту $H=2$ см. какое фокусное расстояние F должна иметь линза, расположенная от экрана на расстоянии $f=4$ м, чтобы изображение указанного предмета на экране имело высоту $h = 1$ м?

Дано:	СИ:
$H=2$ см	2×10^{-2} м
$f=4$ м	
$h = 1$ м	
$F=?$	

Решение:

Из формулы линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ находим фокусное расстояние $F = \frac{df}{d+f}$. Увеличение линзы выражается так: $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$. Отсюда $d = \frac{hf}{H}$. Поэтому $F = \frac{hf}{H+h} = 8 \times 10^{-2}$ м.

Ответ: 8×10^{-2} м

Задачи

16.1. При какой частоте колебаний радиопередатчик излучает электромагнитные волны длиной 49м? к каким волнам (длинным, средним или коротким) относятся эти волны?

16.2. Радиостанция работает на частоте 100МГц. На какую длину волны должен быть настроен радиоприёмник?

16.3. Кто раньше услышит голос оперного певца: зритель в первом ряду на расстоянии 8,5м от певца или радиослушатель, сидящий у радиоприёмника на расстоянии 750км от театра?

16.4. Электромагнитные волны распространяются в некоторой однородной среде со скоростью 200000 км/с. Какова длина волны с частотой 1 МГц?

16.5. Длину волны, на которую настроен радиоприёмник, уменьшили в 9 раз, изменив ёмкость входного колебательного контура. Во сколько раз её изменили?

16.6. Ёмкость входного контура радиоприёмника равна пФ. Какова длина волны радиостанции, на которую настроен этот радиоприёмник, если индуктивность входного колебательного контура 1,28 мкГн?

Тема 17. Излучения и спектры Основные законы и формулы

Импульс релятивистской частицы

$$\vec{P} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

где m – масса частицы; \vec{v} – скорость частицы; c – скорость света в вакууме.

Полная энергия релятивистской частицы

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Энергия покоя частицы

$$E_0 = mc^2.$$

Кинетическая энергия релятивистской частицы

$$E_k = E - E_0$$

Закон взаимосвязи массы и энергии: всякое изменение массы тела сопровождается изменением энергии покоя

$$\Delta E_0 = c^2 \Delta m.$$

Задачи

17.1. Какие из разряженных газов дают линейчатые спектры испускания и поглощения: метан, неон, углекислый газ, гелий, радон, водяной пар, пары ртути, сернистый газ?

17.2. Какое вещество даёт линейчатые спектры испускания и поглощения:

- 1) Твёрдый кислород
- 2) Жидкий кислород
- 3) Разряжённый атомарный кислород

4) Озон O₃

5) Кислород O₂?

17.3. Какой спектр – непрерывный или линейчатый – можно наблюдать с помощью спектроскопа от следующих источников: спирали электрической плитки, раскалённого куска металла, газовой горелки?

17.4. При пропускании тока через пары ртути энергия атома ртути после столкновения с электроном увеличивается на 4,9эВ. Какова длина волны излучения, которое испускает атомы ртути после этого?

Тема 18. Световые кванты Основные законы и формулы

Энергия фотона

$$E = h\nu,$$

где h – энергия Планка;

ν - частота света.

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + \frac{m_e v^2}{2}$$

где $h\nu$ - энергия фотона;

A – работа выхода электрона;

$\frac{m_e v^2}{2}$ - максимальная кинетическая энергия вылетающего электрона.

Правило квантования по теории Бора:

$$m_e u_n r_n = n \frac{h}{2\pi}$$

где m_e – масса электрона;

u_n - его скорость на n -й орбите

r_n - радиус n -й орбиты: $n=1,2,3,\dots$;

h - постоянная Планка.

Энергия фотона по теории Бора: $h\nu_{mn} = E_m - E_n$

где h - постоянная Планка;

ν - частота колебаний, соответствующая испускаемому (или поглощаемому) кванту излучения;

m, n – номера стационарных состояний;

E_m, E_n – энергия атома в стационарных состояниях.

Закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 \times 2^{-\frac{t}{T}},$$

где N – число не распавшихся атомов в момент времени t ; N_0 – начальное число радиоактивных атомов в момент времени, с которого начинается наблюдение ($t=0$); T – период полураспада (время, в течении которого распадается половина исходного числа атомов).

Задачи

18.1. Выразите в Дж и в эВ энергию фотона ультрафиолетового излучения частотой $6 \cdot 10^{15}$ Гц.

18.2. У какого цвета – красного или зелёного – энергия фотона больше?

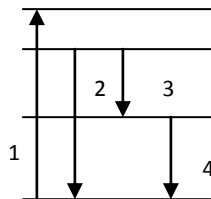
18.3. Сравните энергии фотонов видимого света, инфракрасного, ультрафиолетового и рентгеновского излучений?

18.4. Какова работа выхода электрона из металла, если под действием фотонов с энергией 4 эВ с поверхности металла вылетают фотоэлектроны с максимальной кинетической энергией 1,8 эВ?

18.5. Найдите энергию фотона видимого света с длиной волны 500 нм. Выразите ответ в Дж и эВ.

18.6. Работа выхода электронов из натрия равна $3,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Возникает ли фотоэффект при облучении натрия видимым излучением? Инфракрасным?

18.7. При пропускании тока через пары ртути энергия атома. Стрелки обозначены переходы между уровнями. При каком переходе происходит поглощение излучения? Испускается излучение с максимальной длиной волны? Испускается излучения с максимальной частотой?



Литература

Основная

1. Мякишев Г.Я./Физика: учебник для 10 классов общеобразовательных учреждений. -М.: Просвещение 2012г.
2. Мякишев Г.Я./Физика: учебник для 11 классов общеобразовательных учреждений. -М.: Просвещение 2012г.
3. Рымкевич А.П./Физика. Задачник 10-11классов: пособие для общеобразовательных учреждений .-М.: Дрофа, 2012г.

Дополнительная

1. Жданов Л.С., Жданов Г.Л. Физика /учебник для средних специальных учебных заведений .-М., Высшая школа, 1990г.
2. Дмитриева В.Ф.ю Физика./Учебное пособие для средних специальных учебных заведений.- М., Высшая школа,2002г.
3. Сборник задач и вопросов по физике. Учебное пособие для средних специальных заведений ./Под.ред. Р.А. Гладковой .-М., Высшая школа 2002г.
4. Енохович А.С../ Справочник по физике и технике.-М., Высшая школа ,1986.