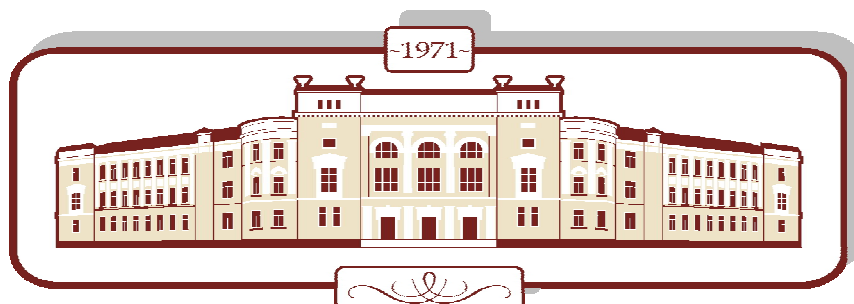


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

Третьяков П.Ю., Самсонова Н.П.



ФИЗИКА (ЧАСТЬ 1)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

по дисциплине «Физика»
для студентов, обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство», 280700.62
«Техносферная безопасность», 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника»,
120700.62 «Землеустройство и кадастры» заочной формы обучения

Тюмень, 2014

УДК-53
Т-66

Третьяков, П.Ю. Методические указания и контрольные задания по курсу «Физика» студентов, обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство», 280700.62 «Техносферная безопасность», 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника», 120700.62 «Землеустройство и кадастры» заочной формы / П.Ю.Третьяков, Н.П. Самсонова. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2014. – 43 с.

Методические указания разработаны на основании рабочих программ ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ» дисциплины «Физика» для студентов, обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство», 280700.62 «Техносферная безопасность», 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника», 120700.62 «Землеустройство и кадастры» заочной формы обучения.

Методические указания содержат контрольные задания, сводку необходимых формул, общие требования к решению и оформлению задач (контрольных работ).

Рецензент: Величко Т.И.

Тираж 100 экз.

© ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет»

© Третьяков П.Ю., Самсонова Н.П.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет»

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1 Цель и задачи освоения дисциплины..... | 4 |
| 2 Требования к результатам освоения дисциплины..... | 4 |
| 3 Общие методические указания к выполнению контрольных работ..... | 5 |
| 4 Физические основы механики..... | 6 |
| 4.1 Основные формулы..... | 6 |
| 4.2 Задачи по разделу «Физические основы механики»..... | 10 |
| 5 Молекулярная физика..... | 16 |
| 5.1 Основные формулы..... | 16 |
| 5.2 Задачи по разделу «Молекулярная физика» | 20 |
| 6 Электростатика. Постоянный ток..... | 25 |
| 6.1 Основные формулы..... | 25 |
| 6.2 Задачи по разделу «Электростатика. Постоянный ток»..... | 30 |
| Библиографический список..... | 37 |
| Приложение А Табличные значения..... | 38 |

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для глубокого усвоения курса физики важно не только знание теории, но и умение активно применять изученное на практике, самостоятельно работая над решением задач. Целью освоения дисциплины является: формирование навыков грамотного решения задач, развитие логического мышления, воспитание общей математической культуры.

Задачи дисциплины *научить*:

- устанавливать какие закономерности лежат в основе задачи;
- находить решение задачи в буквенном виде из формул, выражающих эти закономерности;
- переводить единицы измерения величин в систему СИ;
- оценивать достоверность полученного результата.

2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Настоящее методическое указание нацелено на приобретение студентами следующих компетенций:

ПК-1 – использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ПК-2 – способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

ПК-5 – владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Иметь представление: *об основных физических понятиях, законах и теориях, об общих особенностях квантовой механики и классической физики.*

Знать: *основные понятия, законы и модели механики, электричества, молекулярной физики и термодинамики.*

Уметь *решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы математического анализа, использовать физические законы при анализе и решении проблем.*

3 ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

К выполнению контрольных работ по каждому разделу физики студент заочного обучения приступает только после изучения материала, соответствующего данному разделу программы. При выполнении контрольных работ студенту необходимо руководствоваться следующим:

1. Контрольные работы выполняются чернилами в обычной школьной тетради, на обложке указывается название дисциплины, номер работы, фамилия и инициалы студента, учебный шифр, направление обучения, профиль (специальность).

2. Условия задач в контрольной работе переписываются полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради оставляются поля.

3. В конце контрольной работы указывается, каким учебником или учебным пособием студент пользовался при изучении физики (название учебника, автор, год издания). Это делается для того, чтобы рецензент в случае необходимости мог указать, что следует студенту изучить для завершения контрольной работы.

4. Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, решения которых оказались неверными. Повторная работа представляется вместе с не зачтенной работой.

5. В контрольной работе студент должен решить задачи того варианта, номер которого совпадает с последней цифрой его шифра. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются по таблицам вариантов (<http://www.tgasu.ru/node/990> или на кафедре физики а.815).

6. Зачтенные контрольные работы предъявляются экзаменатору. Студент должен быть готов во время экзамена дать пояснения по существу решения задач, входящих в контрольные работы.

4 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ

4.1 Основные формулы

- Кинематическое уравнение движения материальной точки (центра масс твердого тела) вдоль оси X :

$$X=f(t),$$

где $f(t)$ -некоторая функция времени.

- Средняя путевая скорость:

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

где ΔS - путь, м;

Δt – время, с.

- Мгновенная скорость:

$$v = \frac{dS}{dt}$$

- Проекция скорости на ось X :

$$v_x = \frac{dx}{dt}$$

- Проекция ускорения на ось X :

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

- Нормальное ускорение:

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

где v – скорость движения, м/с;

R – радиус кривизны траектории, м.

- Тангенциальное ускорение:

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

- Кинематическое уравнение движения материальной точки по окружности:

$$\varphi = f(t), \quad r = R = const$$

- Угловая скорость:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

- Угловое ускорение:

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$$

- Связь между линейными и угловыми величинами, характеризующими движение точки по окружности:

$$v = \omega R, \quad a_{\tau} = \varepsilon R, \quad a_n = \omega^2 R$$

где v -линейная скорость, м/с;

a_{τ} и a_n - тангенциальное и нормальное ускорения, м/с²;

ω - угловая скорость, рад/с;

ε - угловое ускорение, рад/с²;

R - радиус окружности, м.

- Полное ускорение:

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_{\tau}^2} \quad \text{или} \quad a = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$$

- Угол между полным a и нормальным a_n ускорениями:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a_n}{a}\right)$$

- Импульс материальной точки массой m , движущейся со скоростью v :

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

- Второй закон Ньютона:

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

где F -сила, действующая на тело, Н.

- Силы, рассматриваемые в механике:

а) сила упругости

$$F = k\Delta l$$

где k - коэффициент упругости (в случае пружины – жесткость), Н/м;

x - абсолютная деформация, м.

б) сила тяжести:

$$P = mg$$

в) сила гравитационного взаимодействия:

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

где G - гравитационная постоянная, м³/(кг·с²);

m_1 и m_2 –массы взаимодействующих тел, кг;

r - расстояние между телами (тела рассматриваются как материальные точки), м.

г) сила трения (скольжения):

$$F = fN$$

где f - коэффициент трения;

N - сила нормального давления, Н.

- При сохранении импульса:

$$\sum_{i=1}^n \vec{p}_i = const$$

или для двух тел($n=2$):

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

где v_1 и v_2 – скорости тел в момент времени, принятый за начальный, м/с;

u_1 и u_2 -скорости тех же тел в момент времени, принятый за конечный, м/с.

- Кинетическая энергия тела, движущегося поступательно:

$$T = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$$

где p – импульс тела, (кг·м)/с.

- Потенциальная энергия:

а) упругодеформированной пружины:

$$\Pi = \frac{1}{2} k\Delta l^2$$

б) гравитационного взаимодействия:

$$\Pi = -G \frac{m_1 m_2}{r}$$

где G - гравитационная постоянная;

m_1 и m_2 -массы взаимодействующих тел;

r - расстояние между ними (тела рассматриваются как материальные точки);

в) тела, находящегося в однородном поле силы тяжести:

$$\Pi = mgh$$

где g - ускорение свободного падения, м/с²;

h - высота тела над уровнем, принятым за нулевой (формула справедлива при условии $h \ll R$, где R - радиус Земли), м.

- При сохранении механической энергии:

$$E = T + \Pi = const$$

- Работа A , постоянной силы F , действующей под углом α к перемещению:

$$A = FS \cos \alpha$$

- Основное уравнение динамики вращательного движения относительно неподвижной оси z :

$$M_z = I_z \varepsilon$$

где M_z - результирующий момент внешних сил, действующих на тело, относительно оси z , Н·м;

ε - угловое ускорение, рад/с²;

I_z - момент инерции тела относительно оси вращения, кг·м².

- Моменты инерции некоторых тел массой m относительно оси z , проходящей через центр масс:

а) стержня длиной l относительно оси, перпендикулярной стержню,

$$I_z = \frac{1}{12} ml^2$$

б) обруча (тонкостенного цилиндра) относительно оси, перпендикулярной плоскости обруча (совпадающей с осью цилиндра),

$$I_z = mR^2$$

где R - радиус обруча (цилиндра), м;

в) диска радиусом R относительно оси, перпендикулярной плоскости диска,

$$I_z = \frac{1}{2} mR^2$$

- Момент импульса тела L_z , вращающегося относительно неподвижной оси z :

$$L_z = I_z \omega$$

где I_z – момент инерции тела, относительно неподвижной оси z , $\text{кг}\cdot\text{м}^2$.

- При сохранении момента импульса системы тел, вращающихся вокруг неподвижной оси:

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

I_1 и ω_1 , I_2 и ω_2 – моменты инерции системы тел и угловые скорости вращения в моменты времени, принятые за начальный и конечный.

- Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси z :

$$T = \frac{1}{2} I_z \omega^2$$

- Кинематическое уравнение гармонических колебаний материальной точки:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

где x - смещение, м;

A - амплитуда колебаний, м;

ω - круговая или циклическая частота, с^{-1} ;

φ - начальная фаза, рад.

- Циклическая частота

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$$

где ν – частота колебаний, Гц;

T – период, с.

- Скорость и ускорение материальной точки, совершающей гармонические колебания:

$$v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi)$$

$$a = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$$

- Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты:

а) амплитуда результирующего колебания

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

б) начальная фаза результирующего колебания

$$\varphi = \arctg \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

- Траектория точки, участвующей в двух взаимно перпендикулярных колебаниях:

а) $y = \left(\frac{A_2}{A_1}\right) x$ (если разность фаз равна нулю);

б) $y = -\left(\frac{A_2}{A_1}\right) x$ (если разность фаз равна $\pm \pi$);

в) $\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_1^2} = 1$ (если разность фаз равна $\pm \pi/2$).

- Уравнение плоской бегущей волны:

$$y = A \cos \left[\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) + \varphi_0 \right] = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$$

где y - смещение точки среды с координатой x в момент t , м;
 v - скорость распространения колебаний в среде, м/с.

- Связь разности фаз $\Delta\varphi$ с расстоянием Δx между точками среды, отсчитанным в направлении распространения колебаний:

$$\Delta\varphi = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right) \Delta x$$

где λ - длина волны, м.

4.2 Задачи по разделу «Физические основы механики»

101. Движение материальной точки описывается уравнениями $y=1+2t$, м; $x=2+t$, м. Найти уравнение траектории. Построить траекторию на плоскости XOY . Указать положение точки при $t=0$, направление и скорость движения.

102. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью $v_1=10$ м/с, а вторую половину пути со скоростью $v_2=15$ м/с. Найти среднюю скорость на всем пути.

103. Координата материальной точки задается уравнением $x=7-4t+t^2$, м. Найти координату x точки в момент времени, когда скорость будет равна 0.

104. Две автомашины движутся по дорогам, угол между которыми $\alpha=60^\circ$. Скорость автомашин $v_1=54$ км/ч и $v_2=72$ км/ч. С какой скоростью v удаляются машины одна от другой?

105. Зависимость пройденного телом пути S от времени t дается уравнением $S = A - Bt + Ct^2$, где $A=3$ м/с, $B=2$ м/с² и $C=1$ м/с³. Найти среднюю скорость $\langle v \rangle$ и среднее ускорение $\langle a \rangle$ тела за первую секунду движения.

106. Зависимость пройденного пути S от времени t дается уравнением $S = At - Bt^2 + Ct^3$, где $A = 2$ м/с, $B = 3$ м/с² и $C = 4$ м/с³. Найти: 1) зависимость скорости v и ускорения a от времени t , 2) расстояние S , пройденное телом, скорость v и ускорение a тела через 2 с после начала движения.

107. Материальная точка движется прямолинейно с начальной скоростью $v_0=10$ м/с и постоянным ускорением $a=-5$ м/с². Определить, во сколько раз путь, пройденный материальной точкой, будет превышать модуль ее перемещения спустя $t=4$ с после начала отсчета времени.

108. Уравнения движения двух материальных точек имеют вид $x_1 = A_1t + B_1t^2 + C_1t^3$ и $x_2 = A_2t + B_2t^2 + C_2t^3$, где $B_1=4$ м/с², $C_1=-3$ м/с³, $B_2=-2$ м/с², $C_2=1$ м/с³. Определить момент времени t , для которого ускорения этих точек будут равны.

109. Зависимость пройденного пути S от времени t дается уравнением $S = At + Bt^2 + Ct^3$, где $A = 2$ м/с, $B = 3$ м/с² и $C = 4$ м/с³. Найти: 1) зависимость скорости v и ускорения a от времени t , 2) расстояние S , пройденное телом, скорость v и ускорение a тела через 3 с после начала движения.

110. Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону $\vec{r} = 4t^2\vec{i} + 3t\vec{j} + 2\vec{k}$. Определить зависимость от времени скорости $\vec{v} = \vec{v}(t)$, ускорения $\vec{a} = \vec{a}(t)$, модуль скорости в момент времени $t=2$ с.

111. Точка движется по окружности радиусом $R=30$ см с постоянным угловым ускорением ε . Определить тангенциальное ускорение точки a_τ , если известно, что за время $t=4$ с она совершила три оборота и в конце третьего оборота её нормальное ускорение $a_n=2,7$ м/с².

112. Якорь электродвигателя, имеющий частоту вращения $n=50$ с⁻¹ после выключения тока, сделав $N=628$ оборотов, остановился. Определить угловое ускорение ε якоря.

113. Колесо вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon=3$ рад/с². Определить радиус колеса R , если через $t=1$ с после начала движения полное ускорение колеса $a=7,8$ м/с².

114. Найти радиус вращающегося колеса R , если известно, что линейная скорость v_1 точки, лежащей на ободе, в 2,5 раза больше линейной скорости v_2 точки, лежащей на 5 см ближе к оси колеса.

115. Диск радиусом $R=10$ см вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота диска от времени задается уравнением $\varphi=A+Bt+Ct^2+Dt^3$ ($B=1$ рад/с, $C=1$ рад/с², $D=1$ рад/с³). Определить для точек на ободе диска к концу второй секунды после начала движения тангенциальное ускорение a_τ , нормальное ускорение a_n , полное ускорение a .

116. Автомобиль движется по закруглению шоссе, имеющему радиус кривизны $R=100$ м. Закон движения автомобиля выражается уравнением $S=100+10t-0,5t^2$. Найти скорость автомобиля v , его тангенциальное a_τ и полное ускорения a в конце пятой секунды.

117. Материальная точка движется по окружности, радиус которой $R=20$ м. Зависимость пути, пройденного точкой от времени выражается уравнением $S=t^3+4t^2-t+8$. Определить пройденный путь S , угловую скорость ω и угловое ускорение точки ε через $t=3$ с от начала движения.

118. Материальная точка движется по окружности радиуса $R=1$ м согласно уравнению $S=8-0,2t^3$. Найти скорость v , тангенциальное a_τ , нормальное a_n и полное ускорения a в момент времени $t=3$ с.

119. Тело вращается равноускоренно с начальной угловой скоростью $\omega=5$ рад/с и угловым ускорением $\varepsilon=1$ рад/с. Сколько оборотов N сделает тело за $t=10$ с?

120. Точка движется по окружности радиусом $R=2$ см. Зависимость пути от времени задается уравнением $x=Ct^3$, где $C=0,1$ см/с³. Найти нормальное a_n и тангенциальное a_τ ускорения точки в момент, когда линейная скорость точки равна $v=0,3$ м/с.

121. Под действием какой силы F при прямолинейном движении тела изменение его координаты со временем происходит по закону $x=10+5t-10t^2$, м? Масса тела $m=2$ кг.

122. Найти закон движения $x=x(t)$ тела массой $m=1$ кг под действием

постоянной силы $F=10 \text{ Н}$, если в момент $t=0$ тело покоилось в начале координат ($x=0$).

123. Найти закон движения $x=x(t)$ тела массой $m=1 \text{ кг}$ под действием постоянной силы $F=2 \text{ Н}$, если в момент $t=0$ имеем $x_0=1 \text{ м}$ и $v_0=2 \text{ м/с}$.

124. С какой силой надо действовать на тело массой $m=1 \text{ кг}$, чтобы за $t=1 \text{ с}$ увеличить его скорость в два раза при начальной скорости а) $v_0=1 \text{ м/с}$; б) $v_0=100 \text{ м/с}$?

125. В неподвижном лифте на пружине висит гиря массой $m=1 \text{ кг}$. Пружина растянулась на $\Delta l_1=2 \text{ см}$. Найти, на сколько растянется пружина Δl_2 , если а) лифт поднимается с ускорением $a=2 \text{ м/с}^2$, б) опускается с тем же ускорением.

126. На тело массой $m=2 \text{ кг}$ действуют две силы: $F_1=3 \text{ Н}$ и $F_2=4 \text{ Н}$. Найти ускорение тела a , если: а) силы действуют в одну сторону, б) в противоположные стороны, в) под углом 90° друг к другу.

127. Стальная проволока некоторого диаметра выдерживает силу натяжения $F=4,4 \text{ кН}$. С каким наибольшим ускорением a можно поднимать груз массой $m=400 \text{ кг}$, подвешенный на этой проволоке, чтобы она не разорвалась.

128. Автомобиль массой $m=1020 \text{ кг}$, двигаясь равнозамедленно, останавливается через $t=5 \text{ с}$, пройдя путь $S=25 \text{ м}$. Найти начальную скорость автомобиля v_0 и силу торможения F .

129. Струя воды сечением $S=6 \text{ см}^2$ ударяется о стенку под углом $\alpha=60^\circ$ к нормали и упруго отскакивает от нее без потери скорости. Найти силу, действующую на стенку F , если известно, что скорость течения воды в струе $v=12 \text{ м/с}$.

130. На автомобиль массой $m=1 \text{ Т}$ во время движения действует сила трения $F_{тр}$, равная 10% действующей на него силы тяжести mg . Какова должна быть сила тяги, развиваемая мотором автомобиля, чтобы автомобиль двигался с ускорением $a=2 \text{ м/с}^2$?

131. Конькобежец массой $m_1=60 \text{ кг}$, стоя на коньках на льду бросает камень массой $m_2=2 \text{ кг}$ под углом 60° к горизонту со скоростью $v_2=10 \text{ м/с}$. На какое расстояние откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения коньков о лед $f=0,02$?

132. Летчик массой $m=70 \text{ кг}$ описывает в самолете, летящем со скоростью $v=360 \text{ км/ч}$, вертикальную петлю Нестерова радиусом $R=400 \text{ м}$. Определить силу F , прижимающую летчика к сиденью в верхней и нижней точках этой петли.

133. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha=45^\circ$. Зависимость пройденного телом пути S от времени t дается уравнением $S=Ct^2$, где $C=1,73 \text{ м/с}^2$. Найти коэффициент трения тела f о плоскость.

134. С покоящимся шаром массой $m=2 \text{ кг}$ сталкивается такой же шар, движущийся со скоростью $v=1 \text{ м/с}$. Вычислить работу A , совершаемую

вследствие деформации при прямом центральном неупругом ударе.

135. Масса снаряда $m_1=10$ кг, масса ствола орудия $m_2=500$ кг. При выстреле снаряд получает кинетическую энергию $T_1=2,5 \cdot 10^6$ Дж. Какую кинетическую энергию T_2 получит ствол орудия вследствие отдачи?

136. Стальной шарик массой $m=50$ г упал с высоты $h_1=1$ м на большую плиту, передав ей импульс силы, равной $Ft=0,20$ Н·с. Определить количество теплоты Q , выделившегося при ударе, и высоту h_2 , на которую поднимется шарик.

137. По небольшому куску мягкого железа, лежащему на наковальне массой $m_1=300$ кг, ударяет молот массой $m_2=8$ кг. Определить КПД η удара, если удар неупругий. Полезной считать энергию, затраченную на деформацию куска железа.

138. На вагонетку массой $m_1=50$ кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью $v_1=0,2$ м/с, насыпали сверху $m_2=200$ кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки v_2 ?

139. Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым. Модуль импульса первого тела $p_1=4$ (кг·м)/с, а второго тела $p_2=3$ (кг·м)/с. Чему равен модуль импульса p системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?

140. Лебедка поднимает с постоянным ускорением груз массой $m=200$ кг на высоту $h=20$ м за $t=30$ с. Какова мощность N двигателя лебедки?

141. Два шарика, массы которых соответственно $m_1=200$ г и $m_2=600$ г, висят, соприкасаясь, на одинаковых вертикальных нитях длиной $l=80$ см. Первый шар отклонили на угол $\alpha=90^\circ$ и отпустили. На какую высоту h поднимутся шарики после удара, если этот удар абсолютно неупругий?

142. От удара копра массой $m_1=1450$ кг, падающего свободно с высоты $h_1=5$ м, свая массой $m_2=150$ кг погружается в грунт на $h_2=10$ см. Определить силу сопротивления грунта F , считая ее постоянной, а удар – абсолютно неупругим. Изменением потенциальной энергии сваи пренебречь.

143. В воде с глубины $h=5$ м поднимают до поверхности камень объемом $V=0,6$ м³. Плотность камня $\rho=2500$ кг/м³. Найти работу A по подъему камня.

144. Пуля массой $m=15$ г, летящая горизонтально, попадает в баллистический маятник длиной $l=1$ м и массой $M=1,5$ кг и застревает в нем. Маятник в результате этого отклонился на угол $\varphi=30^\circ$. Определить скорость пули.

145. Стальная проволока некоторого радиуса выдерживает напряжение до $2,94$ кН. На такой проволоке подвешен груз массой $m=10$ кг. На какой наибольший угол α можно отклонить проволоку, чтобы она не разорвалась при прохождении грузом положения равновесия?

146. Во сколько раз кинетическая энергия спутника Земли, движущегося по круговой траектории T , меньше его гравитационной потенциальной энергии Π ?

147. Определите работу A , которую необходимо совершить, чтобы тело массой $m=100$ кг, находящееся на Земле, смогло превратиться в спутник

Солнца?

148. Найти работу A , которую надо совершить, чтобы сжать пружину на $\Delta l = 20$ см, если известно, что сила F пропорциональна сжатию Δl и жесткость пружины $k = 3$ кН/м.

149. Налетев на пружинный буфер, вагон массой $m = 16$ т, двигавшийся со скоростью $v = 0,6$ м/с, остановился, сжав пружины на $\Delta l = 8$ см. Найти общую жесткость пружин k буфера.

150. Определить работу A растяжения двух соединенных последовательно пружин с жесткостями $k_1 = 400$ Н/м и $k_2 = 250$ Н/м, если первая пружина при этом растянулась на $\Delta l_1 = 2$ см.

151. Сплошной цилиндр массой $m = 0,1$ кг катится без скольжения с постоянной скоростью $v = 4$ м/с. Определить кинетическую энергию цилиндра T и время t до его остановки, если на него действует сила трения $F_{тр} = 0,1$ Н.

152. Сплошной шар скатывается по наклонной плоскости, длина которой $l = 1$ м и угол наклона $\alpha = 30^\circ$. Определить скорость шара v в конце наклонной плоскости. Трение шара о плоскость не учитывать.

153. Полый цилиндр массой $m = 1$ кг катится по горизонтальной поверхности со скоростью $v = 10$ м/с. Определить силу F , которую необходимо приложить к цилиндру, чтобы остановить его на пути $S = 2$ м.

154. Маховик, имеющий форму диска массой $m = 10$ кг и радиусом $R = 0,1$ м, был раскручен до частоты $n = 120$ мин⁻¹. Под действием силы трения диск остановился через $t = 10$ с. Найти момент силы трения $M_{тр}$, считая ее постоянной.

155. Обруч и диск скатываются с наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Чему равны их ускорения a в конце спуска? Силой трения пренебречь.

156. Горизонтальная платформа массой $m = 25$ кг и радиусом $R = 0,8$ м вращается с частотой $n_1 = 18$ мин⁻¹. В центре стоит человек и держит в расставленных руках гири. Считая платформу диском определить частоту вращения платформы, если человек, отпустив руки, уменьшит свой момент инерции от $J_1 = 3,5$ кг·м² до $J_2 = 1$ кг·м².

157. Кинетическая энергия вала T , вращающегося с частотой $n = 5$ об/с равна 60 Дж. Найти момент импульса вала L .

158. По ободу шкива, насаженного на общую ось с маховым колесом, намотана нить, к концу которой подвешен груз массой $m = 1$ кг. На какое расстояние h должен опуститься груз, чтобы колесо со шкивом получило частоту вращения $n = 60$ об/мин? Момент инерции колеса со шкивом $J = 0,42$ кг·м², радиус шкива $R = 10$ см.

159. Маховик вращается с частотой $n = 10$ об/с. Его кинетическая энергия $T = 7,85$ кДж. За какое время t момент сил $M = 50$ Н·м, приложенный к маховику, увеличит угловую скорость маховика вдвое?

160. Две гири с массами $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 1$ кг соединены нитью, перекинутой через блок массой $m = 1$ кг. Найти ускорение a , с которым движутся гири и силы натяжения T_1 и T_2 нитей, к которым подвешены

гири. Блок считать однородным диском. Трением пренебречь.

161. Гармонические колебания величины X описываются уравнением $X=0,02\cos(6\pi t+\pi/3)$, см. Определить амплитуду колебаний A , циклическую частоту ω , линейную частоту колебаний ν , период колебаний T .

162. Материальная точка совершает гармонические колебания с амплитудой $A=4$ см и периодом $T=2$ с. Написать уравнение движение точки, если её движение начинается из положения $x_0=2$ см.

163. Точка совершает гармонические колебания с амплитудой $A=10$ см и периодом $T=5$ с. Определить для точки максимальную скорость v_{max} и максимальное ускорение a_{max} .

164. Тело массой $m=10$ г совершает гармоническое колебание по закону $x=0,1\cos(4\pi t+\pi/3)$, м. Определить максимальные значения возвращающей силы F и кинетической энергии T .

165. Амплитуда затухающих колебаний маятника за $t=2$ мин уменьшилась в два раза. Определить коэффициент затухания δ .

166. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x=A_1\sin\omega_1 t$ и $y=A_2\cos\omega_2 t$, где $A_1=8$ см, $A_2=4$ см, $\omega_1=\omega_2=2$ рад/с. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.

167. Определить период T простых гармонических колебаний диска радиусом $R=40$ см около горизонтальной оси, проходящей через образующую диска.

168. К пружине подвешен груз массой $m=10$ кг. Зная, что пружина под влиянием силы $F=9,8$ Н растягивается на $\Delta l=1,5$ см, найти период T вертикальных колебаний груза.

169. Если увеличить массу груза, подвешенного к спиральной пружине, на 600 г, то период колебаний груза возрастает в 2 раза. Определить массу первоначально подвешенного груза m .

170. Две точки лежат на луче и находятся от источника колебаний на расстоянии $x_1=4$ м и $x_2=7$ м. Период колебаний $T=20$ мс и скорость распространения волны $\nu=300$ м/с. Определить разность фаз $\Delta\varphi$ колебаний этих точек.

171. Вода течет в горизонтально расположенной трубе переменного сечения. Скорость течения в широкой части трубы $\nu_1=20$ см/с. Определить скорость ν_2 течения воды в узкой части трубы, диаметр d_2 которой в 1,5 раза меньше диаметра d_1 широкой части.

172. К поршню цилиндра, расположенного горизонтально, приложена сила $F=15$ Н. Определить скорость ν истечения воды из наконечника спринцовки, если площадь поршня $S=12$ см².

173. Давление ветра на стену $p=200$ Па. Ветер дует перпендикулярно к стене. Определить скорость ν ветра. Плотность воздуха $\rho=1,29$ кг/м³.

174. Струя воды диаметра $d=2$ см, движущаяся со скоростью $\nu=10$ м/с, ударяется о неподвижную плоскость, поставленную перпендикулярно к струе.

Найти силу F давления струи на плоскость, считая, что после удара о плоскость скорость частиц воды равна нулю.

175. У нижнего отверстия вертикальной трубы с уменьшающимся вверх сечением скорость потока воды $v_1=1$ м/с и давление в потоке $p_1=2$ атм, а у верхнего отверстия скорость потока $v_2=2$ м/с и $p_2=0,5$ атм. Какова высота трубы h ?

176. Найти скорость v течения углекислого газа по трубке, если известно, что за время $t=30$ мин через поперечное сечение протекает масса газа $m=0,51$ кг. Плотность газа $\rho=7,5$ кг/м³. Диаметр трубы $d=2$ см.

177. Какое давление p создает компрессор в краскопульте, если струя жидкой краски вылетает из него со скоростью $v=25$ м/с? Плотность краски $\rho=0,8 \cdot 10^3$ кг/м³.

178. Пренебрегая вязкостью жидкости, определить скорость истечения жидкости из малого отверстия в стене сосуда, если высота h уровня жидкости над отверстием составляет $1,5$ м.

179. Определить на какую высоту h поднимается вода в вертикальной трубе диаметром $d=3$ см, впаянной в горизонтальную трубу диаметром $d_1=9$ см. Скорость газа $v_1=25$ см/с.

180. В сосуд заливается вода со скоростью $V_t=0,5$ л/с. Пренебрегая вязкостью воды, определить диаметр отверстия d в сосуде, при котором вода поддерживалась бы в нем на постоянном уровне $h=20$ см.

5 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

5.1 Основные формулы

- Количество вещества однородного газа (в молях)

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$$

где N - число молекул газа;

N_A - постоянная Авогадро, моль⁻¹;

m - масса газа, кг;

M - молярная масса, кг/моль.

Если система представляет смесь нескольких газов, то количество вещества системы

$$\nu = \nu_1 + \nu_2 + \dots + \nu_n = \frac{N_1}{N_a} + \frac{N_2}{N_a} + \dots + \frac{N_n}{N_a}$$

Или

$$\nu = \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \dots + \frac{m_n}{M_n}$$

- Уравнение Менделеева - Клапейрона (уравнение состояния идеального газа):

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

где m - масса газа;

M - молярная масса газа, кг/моль;

R - молярная газовая постоянная, Дж/(моль·К);

ν – количество вещества, моль;

T - термодинамическая температура, К.

- Опытные газовые законы, являющиеся частными случаями уравнения Менделеева - Клапейрона для изопроцессов:

а) закон Бойля-Мариотта (изотермический процесс - $T=const, m=const$):

$$pV = const$$

или для двух состояний газа:

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

б) закон Гей-Люссака (изобарный процесс - $p=const, m=const$):

$$\frac{V}{T} = const$$

или для двух состояний:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

в) Закон Шарля (изохорный процесс - $V=const, m=const$):

$$\frac{p}{T} = const$$

или для двух состояний:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

г) объединенный газовый закон ($m = const$):

$$\frac{pV}{T} = const \quad \text{или} \quad \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

где p_1, V_1, T_1 -давление, объем и температура газа в начальном состоянии; p_2, V_2, T_2 - те же величины в конечном состоянии.

- Закон Дальтона, определяющий давление смеси газов:

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

где p_i - парциальные давления компонентов смеси, Па;

n - число компонентов смеси.

Парциальным давлением называется давление газа, которое производил бы этот газ, если бы только он один находился в сосуде, занятом смесью.

- Молярная масса смеси газов:

$$M = \frac{(m_1 + m_2 + \dots + m_n)}{(\nu_1 + \nu_2 + \dots + \nu_n)}$$

где m_i -масса i -го компонента смеси;

$\nu_i = \frac{m_i}{M_i}$ - количество вещества i -го компонента смеси;

n -число компонентов смеси.

- Массовая доля ω_i i -го компонента смеси газа (в долях единицы или процентах):

$$\omega_i = \frac{m_i}{m}$$

где m - масса смеси.

- Концентрация молекул:

$$n = \frac{N}{V} = \frac{N_A \rho}{M}$$

где N - число молекул, содержащихся в данной системе;

ρ – плотность вещества, кг/м³;

V - объем системы, м³.

Формула справедлива не только для газов, но и для любого агрегатного состояния вещества.

- Основное уравнение кинетической теории газов:

$$p = \frac{2}{3} n \langle E_n \rangle$$

где $\langle E_n \rangle$ - средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы, Дж.

- Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы:

$$\langle E_n \rangle = \frac{3}{2} kT$$

где k - постоянная Больцмана, Дж/К.

- Средняя полная кинетическая энергия молекулы:

$$\langle E \rangle = \frac{i}{2} kT$$

где i -число степеней свободы молекулы.

- Зависимость давления газа от концентрации молекул и температуры:

$$p = nkT$$

- Скорости молекул:

$$\langle v_{\text{кв}} \rangle = \sqrt{\frac{3kT}{m_1}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \text{ (средняя квадратичная)}$$

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_1}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \text{ (средняя арифметическая)}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2kT}{m_1}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}} \text{ (наиболее вероятная)}$$

где m_1 -масса одной молекулы;

M – молярная масса молекулы.

- Относительная скорость молекулы:

$$u = \frac{v}{v_B}$$

где v - скорость данной молекулы, м/с.

- Удельные теплоемкости газа при постоянном объеме (c_V) и при постоянном давлении (c_p):

$$c_V = \frac{i R}{2 M}; \quad c_p = \frac{i+2 R}{2 M}$$

- Связь между удельной c и молярной C теплоемкостями:

$$c = \frac{C}{M}; \quad C = cM$$

- Уравнение Майера:

$$C_p - C_V = R$$

- Внутренняя энергия идеального газа:

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

- Первое начало термодинамики:

$$Q = \Delta U + A$$

где Q -теплота, сообщенная системе (газу), Дж;

ΔU -изменение внутренней энергии системы, Дж;

A - работа, совершенная системой против внешних сил, Дж.

- Работа расширения газа:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV \text{ (в общем случае);}$$

$$A = p(V_2 - V_1) \text{ (при изобарном процессе)}$$

$$A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1} \text{ (при изотермическом процессе)}$$

$$A = -\Delta U = -\frac{m}{M} C_V \Delta T \text{ или } A = \frac{RT_1 m}{\gamma-1 M} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \right] \text{ (при адиабатном процессе)}$$

$\gamma = \frac{c_p}{c_V}$ - показатель адиабаты

- Уравнения Пуассона, связывающие параметры идеального газа при адиабатном процессе:

$$pV^\gamma = const, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}, \quad \frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}.$$

- Термический к. п. д. цикла:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

где Q_1 - теплота, полученная рабочим телом от теплоотдатчика, Дж;

Q_2 -теплота, переданная рабочим телом теплоприемнику, Дж.

- Термический к. п. д. цикла Карно:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

где T_1 и T_2 - термодинамические температуры теплоотдатчика и теплоприемника, К.

- Коэффициент поверхностного натяжения:

$$\alpha = \frac{F}{l} \text{ или } \alpha = \frac{\Delta E}{\Delta S}$$

где F – сила поверхностного натяжения, действующая на контур l , ограничивающий поверхность жидкости;

ΔE – изменение свободной энергии поверхностной пленки жидкости, связанное с изменением площади ΔS поверхности этой пленки.

- Формула Лапласа, выражающая давление p , создаваемое сферической поверхностью жидкости:

$$p = \frac{2\alpha}{R}$$

где R – радиус сферической поверхности, м.

- Высота подъема жидкости в капиллярной трубке:

$$h = \frac{2\alpha \cos \theta}{\rho g R}$$

где θ – краевой угол ($\theta = 0$ при полном смачивании стенок трубки жидкостью; $\theta = \pi$ при полном несмачивании);

R – радиус канала трубки, м;

ρ – плотность жидкости;

g – ускорение свободного падения.

- Высота подъема жидкости между двумя близкими и параллельными друг другу плоскостями:

$$h = \frac{2\alpha \cos \theta}{\rho g d}$$

где d – расстояние между плоскостями, м.

5.2. Задачи по разделу «Молекулярная физика»

201. Определить массу молекулы m_0 аммиака NH_3 .
202. Сколько молекул N содержится в $m=2$ г кислорода?
203. Определить количество вещества ν и число N молекул водорода массой $m=0,2$ кг.
204. Вода при температуре $t=4$ °C занимает объем $V=0,3$ см³. Определить число N молекул воды.
205. Определить массу десяти молекул газа CO .
206. Определить концентрацию n молекул кислорода, при нормальных условиях.
207. Определить количество вещества ν азота, заполняющего сосуд объемом $V=2$ л, если концентрация молекул газа в сосуде $n=2 \cdot 10^{18}$ м⁻³.
208. Определить объём баллона, содержащего кислород массой $m=10$ г. Концентрация молекул газа $n=6,3 \cdot 10^{24}$ м⁻³.
209. Определить массу двух молекул газа CO_2 .
210. Определить массу m киломоля и массу одной молекулы m_0 окиси

азота (NO).

211. Определить давление смеси p , состоящей из водорода массой $m_1=10$ г и гелия массой $m_2=20$ г при температуре $t=-7$ °C. Смесь газов находится в баллоне объемом $V=50$ л.

212. Для сварки израсходован кислород массой $m=3,2$ кг. Каков должен быть минимальный объем сосуда (в литрах) с кислородом, если стенки сосуда рассчитаны на давление $p=15,2$ МПа. Температура газа в сосуде $t=17$ °C.

213. Определить температуру водорода T , имеющего плотность $\rho=6$ кг/м³ при давлении $p=12,1$ МПа?

214. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна $15 \cdot 10^{-21}$ Дж. Концентрация молекул равна $9 \cdot 10^{19}$ см⁻³. Определить давление газа.

215. В баллоне емкостью 50 л находится сжатый водород при температуре 27 °C. После того как часть воздуха выпустили, давление понизилось на $1 \cdot 10^5$ Па. Определить массу выпущенного водорода. Процесс считать изотермическим.

216. В сосуде, имеющем форму шара, радиус которого 0,1 м находится 56 г азота. До какой температуры можно нагреть сосуд, если его стенки выдерживают давление $5 \cdot 10^5$ Па?

217. При температуре 300 К и давлении $1,2 \cdot 10^5$ Па плотность смеси водорода и азота 1 кг/м³. Определить молярную массу смеси.

218. В баллоне емкостью 0,8 м³ находится 2 кг водорода и 2,9 кг азота. Определить давление смеси, если температура окружающей среды 27 °C.

219. Во сколько раз плотность воздуха ρ_1 , заполняющего помещение зимой ($t_1=7$ °C), больше его плотности ρ_2 летом ($t_2=37$ °C). Давление газа считать постоянным.

220. При температуре 27 °C и давлении 10^6 Па плотность смеси кислорода и азота 15 г/дм³. Определить молярную массу смеси.

221. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в 0,2 г водорода при температуре 27 °C.

222. Давление идеального газа 10 мПа, концентрация молекул $8 \cdot 10^{10}$ см⁻³. Определить среднюю кинетическую энергию поступательного движения одной молекулы и температуру газа.

223. Определить среднее значение полной кинетической энергии одной молекулы аргона и водяного пара при температуре 500 К.

224. Определить внутреннюю энергию U водорода, а также среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon \rangle$ молекулы этого газа при температуре $T=300$ К, если количество вещества ν этого газа равно 0,5 моль.

225. Определить суммарную кинетическую энергию E_n поступательного движения всех молекул газа, находящегося в сосуде вместимостью $V=3$ л под давлением 540 кПа.

226. Молярная внутренняя энергия U некоторого двухатомного газа равна 6,02 кДж/моль. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{вр} \rangle$ вращательного движения одной молекулы этого газа. Газ считать идеальным.

227. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ молекулы газа, заключенного в сосуд вместимостью 2 л под давлением $p=200$ кПа. Масса газа $m=0,3$ г.

228. Определить изменение внутренней энергии водяного пара ΔU массой $m=100$ г при повышении его температуры на $\Delta T=20$ К при постоянном объеме.

229. Определить внутреннюю энергию водяного пара массой $m=180$ г, принимая его за идеальный газ при температуре 27°C , а также кинетическую энергию вращательного движения при той же температуре.

230. Определить среднюю арифметическую скорость $\langle v \rangle$ молекул газа, если известно, что их средняя квадратичная скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 1$ км/с.

231. Определить молярную массу μ двухатомного газа и его удельные теплоемкости, если известно, что разность $c_p - c_v$ удельных теплоемкостей этого газа равна 260 Дж/(кг·К).

232. Найти удельные теплоемкости и молярные теплоемкости углекислого газа.

233. Определить показатель адиабаты γ идеального газа, который при температуре $T=350$ К и давлении $p=0,4$ МПа занимает объем $V=300$ л и имеет теплоемкость $C_v=857$ Дж/К.

234. В сосуде вместимостью $V=6$ л находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить молярную теплоемкость C_v этого газа при постоянном объеме.

235. Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости $c_v=10,4$ кДж/(кг·К) и $c_p=14,6$ кДж/(кг·К).

236. Найти удельные c_v и c_p и молярные C_v и C_p теплоемкости азота и гелия.

237. Вычислить удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса $\mu=4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль и отношение теплоемкостей $\frac{c_p}{c_v} = 1,67$.

238. Трехатомный газ под давлением $p=240$ кПа и температуре $t=20^\circ\text{C}$ занимает объем $V=10$ л. Определить молярную теплоемкость C_p этого газа при постоянном давлении.

239. Определить во сколько раз показатель адиабаты для гелия больше, чем для углекислого газа.

240. Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объем $V=5$ л. Вычислить теплоемкость этого газа при постоянном объеме.

241. Определить коэффициент диффузии D гелия при давлении $1 \cdot 10^6$ Па и температуре 27°C .

242. Коэффициент внутреннего трения кислорода при нормальных условиях $1,9 \cdot 10^{-4}$ кг/(м·с). Определить коэффициент теплопроводности кислорода.

243. Коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях $9,1 \cdot 10^{-5}$ м²/с. Определить коэффициент теплопроводности водорода.

244. Найти коэффициент внутреннего трения η азота при нормальных условиях, если коэффициент диффузии для него при этих условиях $D=1,42 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$.

245. Какое количество теплоты теряется в течении часа через окно за счет теплопроводности воздуха, заключенного между рамами, если температура в помещении $20 \text{ }^\circ\text{C}$, а снаружи $-20 \text{ }^\circ\text{C}$? Площадь рамы 2 м^2 , расстояние между рамами $0,3 \text{ м}$. Диаметр молекул воздуха принять равным $0,3 \text{ нм}$, температуру воздуха между рамами считать равной средне арифметическому температуру наружного и внутреннего воздуха.

246. Найти коэффициент диффузии D водорода при нормальных условиях, если средняя длина свободного пробега $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$.

247. Найти массу m азота, прошедшего вследствие диффузии через площадку $S=0,01 \text{ м}^2$ за время $t=10 \text{ с}$, если градиент плотности в направлении, перпендикулярном площадке, $\Delta\rho/\Delta x = 1,26 \text{ кг/м}^4$. Температура азота $t=27 \text{ }^\circ\text{C}$. Средняя длина свободного пробега молекул азота $\lambda = 10 \text{ мкм}$.

248. Найти эффективный диаметр σ молекулы кислорода, если при температуре $t=0 \text{ }^\circ\text{C}$ вязкость кислорода $\eta = 18,8 \text{ мкПа} \cdot \text{с}$.

249. Найти теплопроводность χ водорода, вязкость которого $\eta=8,6 \text{ мкПа} \cdot \text{с}$.

250. Найти теплопроводность χ воздуха при нормальных условиях.

251. Определить, какое количество теплоты необходимо сообщить кислороду массой 320 г , чтобы нагреть его на $100 \text{ }^\circ\text{C}$? а) при постоянном объёме; б) при постоянном давлении.

252. Во сколько раз увеличится объём 2 молей кислорода при изотермическом расширении при температуре $T=300 \text{ К}$, если при этом газу сообщили 4 кДж теплоты?

253. Какое количество теплоты нужно сообщить 2 молям воздуха, чтобы он совершил работу в 1000 Дж : а) при изотермическом процессе; б) изобарном процессе?

254. Найти работу и изменение внутренней энергии при адиабатном расширении 28 г азота, если его объём увеличился в 2 раза. Начальная температура азота $27 \text{ }^\circ\text{C}$.

255. Определить работу, которую совершит азот, если при постоянном давлении сообщить количество теплоты $Q=21 \text{ кДж}$? Найти также изменение ΔU внутренней энергии газа.

256. При каком процессе выгоднее производить расширение воздуха: изобарическом или изотермическом, если объём увеличивается в 5 раз. Начальная температура газа в обоих случаях одинаковая.

257. Определить количество теплоты Q , которое надо сообщить кислороду объёмом $V=50 \text{ л}$ при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на $\Delta P=0,5 \text{ МПа}$.

258. При изотермическом расширении азота при температуре $T=280 \text{ К}$ его объём увеличился в 2 раза. Определить: 1) совершенную при расширении

газа работу A ; 2) изменение внутренней энергии ΔU ; 3) количество теплоты Q , полученное газом. Масса азота $m=0,2$ кг.

259. Объем водорода при изотермическом расширении при температуре $T=300$ К увеличился в $n=3$ раза. Определить работу A , совершенную газом, и теплоту Q , полученную при этом. Масса m водорода равна 200 г.

260. Во сколько раз увеличится объем водорода содержащий количество вещества $\nu = 0,4$ моль при изотермическом расширении, если при этом газ получит количество теплоты $Q=800$ Дж? Температура водорода $T=300$ К.

261. Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприёмника $T_2=290$ К и теплоотдатчика $T_1=400$ К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия цикла, если температура теплоотдатчика возрастёт до $T'_1 = 600$ К?

262. Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от теплоотдатчика теплоту $Q=4,38$ кДж и совершил работу $A=2,4$ кДж. Определить температуру теплоотдатчика, если температура теплоприёмника $T_2=273$ К.

263. Найти изменение энтропии при нагревании 2 кг воды от 0 до 100 °С и последующем превращении её в пар при той же температуре.

264. Определить изменение энтропии 14 г азота при изобарном нагревании его от 27 °С до 127 °С.

265. Определить работу A_2 изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, КПД которого $\eta=0,4$, если работа изотермического расширения равна $A_1=8$ Дж.

266. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику теплоту $Q=14$ кДж. Определить температуру T_1 теплоотдатчика, если при температуре теплоприемника $T_2=280$ К работа цикла $A=6$ кДж.

267. Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту $Q=84$ кДж. Определить работу A газа, если температура теплоотдатчика T_1 в 3 раза выше температуры теплоприемника T_2 .

268. В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика теплоту $Q=500$ кДж и совершил работу $A=100$ Дж. Температура теплоотдатчика $T_1=400$ К. Определить температуру теплоприемника T_2 .

269. Как изменится энтропия двух молей углекислого газа при изотермическом расширении, если объем газа увеличился в $n=4$ раза?

270. Смешано $m_1=5$ кг воды при температуре $T_1=280$ К с $m_2=8$ кг воды при температуре $T_2=350$ К. Найти температуру смеси и изменение энтропии ΔS , происходящее при смешивании.

271. Найти массу m воды, вошедшей в стеклянную трубку с диаметром канала $d=0,8$ мм, опущенную в воду на малую глубину. Считать смачивание полным.

272. Какую работу A надо совершить при выдувании мыльного пузыря, чтобы увеличить его объем от $V_1=8$ см³ до $V_2=16$ см³. Процесс считать изотермическим (коэффициент поверхностного натяжения мыльной пены

$$\sigma = 40 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}.$$

273. Какая энергия выделится при слиянии двух капель ртути диаметром $d_1=0,8$ мм и $d_2=1,2$ мм в одну каплю (коэффициент поверхностного натяжения ртути $\sigma = 500 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$).

274. Пространство между двумя стеклянными параллельными пластинками с площадью поверхности $S=100 \text{ см}^2$ каждая, расположенными на расстоянии $l=20$ мкм друг от друга, заполнено водой. Определить силу, прижимающую пластинки друг к другу. Считать мениск вогнутым с диаметром d , равным расстоянию между пластинками.

275. Глицерин подняли по капиллярной трубке диаметром канала $d=1$ мм на высоту $h=2$ мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения σ глицерина. Считать смачивание полным (плотность глицерина $1,26 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).

276. На сколько давление p воздуха внутри мыльного пузыря больше нормального атмосферного давления p_0 , если диаметр пузыря $d=5$ мм? (коэффициент поверхностного натяжения мыльной пленки $\sigma = 40 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$).

277. Спирт по каплям вытекает из сосуда через вертикальную трубку внутренним диаметром $d=2$ мм. Капли отрываются через время $\Delta\tau = 1$ с одна после другой. Через какое время τ вытечет масса $m=10$ г спирта? Диаметр шейки капли в момент отрыва считать равным внутреннему диаметру трубки. (Коэффициент поверхностного натяжения мыльной пленки $\sigma = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$).

278. Капилляр, внутренний радиус которого $0,5$ мм, опущен в жидкость. Определить массу жидкости, поднявшейся в капилляре, если ее поверхностное натяжение $\sigma = 60 \text{ мН/м}$.

279. Воздушный пузырь диаметром $d=0,02$ мм находится на глубине $h=25$ см под поверхностью воды. Атмосферное давление нормальное. Определить давление воздуха в этом пузырьке. Поверхностное натяжение воды $\sigma = 73 \text{ мН/м}$, а ее плотность $\rho=10^3 \text{ кг/м}^3$.

280. При определении силы поверхностного натяжения капельным методом число капель глицерина, вытекающего из капилляра, составляет $n=50$. Общая масса глицерина $m=1$ г, а диаметр шейки капли в момент отрыва $d=1$ мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения σ глицерина.

6 ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

6.1 Основные формулы

- Закон Кулона:

$$F = \frac{|Q_1||Q_2|}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$$

где F -сила взаимодействия точечных зарядов, Н;

Q_1 и Q_2 - точечные заряды, Кл;
 r - расстояние между зарядами, м;
 ϵ - диэлектрическая проницаемость среды;
 ϵ_0 - электрическая постоянная, Ф/м.

- Напряженность электрического поля и потенциал:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}, \quad \varphi = \frac{W}{q}$$

где W - потенциальная энергия точечного положительного заряда q , находящегося в данной точке поля (при условии, что потенциальная энергия заряда, удаленного в бесконечность, равна нулю).

- Сила, действующая на точечный заряд, находящийся в электрическом поле, и потенциальная энергия этого заряда:

$$\vec{F} = q\vec{E}, \quad W = q\varphi$$

- Напряженность и потенциал поля, создаваемого системой точечных зарядов (принцип суперпозиции электрических полей):

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i, \quad \varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i$$

где E_i , φ_i - напряженность и потенциал в данной точке поля, создаваемого i -м зарядом:

- Напряженность и потенциал поля, создаваемого точечным зарядом:

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}, \quad \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$$

где r - расстояние от заряда Q до точки, в которой определяются напряженность и потенциал.

- Напряженность и потенциал поля, создаваемого проводящей заряженной сферой радиусом R на расстоянии r от центра сферы:

$$\text{а) } E = 0, \quad \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \text{ (при } r < R),$$

$$\text{б) } E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R^2}, \quad \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R} \text{ (при } r = R),$$

$$\text{в) } E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}, \quad \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r} \text{ (при } r > R),$$

где Q - заряд сферы.

- Линейная плотность заряда:

$$\tau = \frac{Q}{l}$$

где l - длина проводника, м.

- Поверхностная плотность заряда:

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

где S - площадь поверхности, м².

- Напряженность и потенциал поля, создаваемого распределенными зарядами. Если заряд равномерно распределен вдоль линии с линейной плотностью τ , то

на линии выделяется малый участок длиной dl с зарядом $dQ = \tau dl$. Такой заряд можно рассматривать как точечный и применять формулы:

$$dE = \frac{\tau dl}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}, \quad d\varphi = \frac{\tau dl}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$$

где r - радиус вектор, направленный от выделенного элемента dl к точке, в которой вычисляется напряженность.

Используя принцип суперпозиции электрических полей, находим интегрированием напряженность E и потенциал φ поля, создаваемого распределенным зарядом:

$$\vec{E} = \frac{\tau}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \int \frac{dl \vec{r}}{r^2}, \quad \varphi = \frac{\tau}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \int \frac{dl}{r}$$

Интегрирование ведется вдоль всей длины l заряженной линии.

- Напряженность поля, создаваемого бесконечной прямой равномерно заряженной линией или бесконечно длинным цилиндром:

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r}$$

где r - расстояние от нити или оси цилиндра до точки, напряженность поля в которой вычисляется.

- Напряженность поля, создаваемого бесконечной равномерно заряженной плоскостью:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$$

- Связь потенциала с напряженностью:

а) $\vec{E} = -grad\varphi$, или $\vec{E} = -\left(\vec{i}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \vec{j}\frac{\partial\varphi}{\partial y} + \vec{k}\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)$ (в общем случае);

б) $E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}$ (в случае однородного поля);

в) $E = -\frac{d\varphi}{dr}$ (в случае поля, обладающего центральной или осевой симметрией).

- Электрический момент диполя:

$$\vec{p} = |Q|\vec{l}$$

где Q - заряд;

l - плечо диполя (векторная величина, направленная от отрицательного заряда к положительному и численно равная расстоянию между зарядами), м.

- Работа сил поля по перемещению заряда Q из точки поля с потенциалом φ_1 в точку с потенциалом φ_2 :

$$A_{1,2} = Q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

- Электроемкость:

$$C = \frac{Q}{\varphi} \text{ или } C = \frac{Q}{U}$$

где φ - потенциал проводника (при условии, что в бесконечности потенциал проводника принимается равным нулю), В;

U - разность потенциалов пластин конденсатора, В.

- Электроемкость уединенной проводящей сферы радиусом R :

$$C = 4\pi\epsilon\epsilon_0R$$

- Электроемкость плоского конденсатора:

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0S}{d}$$

где S - площадь пластины (одной) конденсатора, м^2 ;

d - расстояние между пластинами, м .

- Электроемкость батареи конденсаторов:

а) при последовательном соединении:

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{C_i}$$

б) при параллельном соединении:

$$C = \sum_{i=1}^N C_i$$

где N - число конденсаторов в батарее.

- Энергия заряженного конденсатора:

$$W = \frac{QU}{2}, W = \frac{CU^2}{2}, W = \frac{Q^2}{2C}$$

- Сила тока

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

где Q - заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за время t .

- Плотность тока:

$$J = \frac{I}{S}$$

где S - площадь поперечного сечения проводника.

- Связь плотности тока со средней скоростью $\langle v \rangle$ направленного движения заряженных частиц:

$$J = en \langle v \rangle$$

где e - заряд частицы;

n - концентрация заряженных частиц.

- Закон Ома:

$$\text{а) } I = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{R} = \frac{U}{R} \text{ (для участка цепи, не содержащего э.д.с.)}$$

где $\varphi_1 - \varphi_2 = U$ - разность потенциалов (напряжение) на концах участка цепи; R - сопротивление участка;

$$\text{б) } I = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) \pm \epsilon}{R} \text{ (для участка цепи, содержащего э.д.с.)}$$

где ϵ - э.д.с. источника тока, В;

R - полное сопротивление участка (сумма внешних и внутренних сопротивлений), Ом;

$$в) I = \frac{\varepsilon}{(R+R_i)} \text{ (для замкнутой (полной) цепи),}$$

где R - внешнее сопротивление цепи;

R_i - внутреннее сопротивление цепи.

- Законы Кирхгофа:

$$а) \sum I_i = 0 \text{ (первый закон);}$$

$$б) \sum I_i R_i = \sum \varepsilon_i \text{ (второй закон),}$$

где $\sum I_i$ - алгебраическая сумма сил токов, сходящихся в узле;

$\sum I_i R_i$ - алгебраическая сумма произведений сил токов на сопротивления участков;

$\sum \varepsilon_i$ - алгебраическая сумма э.д.с.

- Сопротивление R и проводимость G проводника:

$$R = \rho \frac{l}{S}; G = \gamma \frac{l}{S}$$

где ρ – удельное сопротивление, Ом·м;

γ – удельная проводимость, м/Ом;

l - длина проводника, м;

S - площадь поперечного сечения проводника.

- Сопротивление системы проводников:

$$а) R = \sum R_i \text{ (при последовательном соединении)}$$

$$б) \frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i} \text{ (при параллельном соединении),}$$

где R_i - сопротивление i -го проводника.

- Работа тока:

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

Первая формула справедлива для любого участка цепи, на концах которого поддерживается напряжение U , последние две - для участка, не содержащего э.д.с.

- Мощность тока:

$$P = IU, P = I^2 R, P = \frac{U^2}{R}$$

- Закон Джоуля - Ленца:

$$Q = I^2 R t$$

- Закон Ома в дифференциальной форме:

$$\vec{j} = \gamma \vec{E}$$

где γ – удельная проводимость,

E - напряженность электрического поля, В/м;

j - плотность тока.

- Связь удельной проводимости с подвижностью b заряженных частиц (ионов):

$$\gamma = Qn(b_+ + b_-)$$

где Q - заряд иона;

n - концентрация ионов; b_+ и b_- - подвижности положительных и

отрицательных ионов.

6.2 Задачи по разделу «Электростатика. Постоянный ток»

301. Двум шарикам одного размера и равной массы $m=30$ мг сообщили по равному одноименному заряду. Какой заряд q был сообщен каждому шарiku, если сила взаимного отталкивания зарядов уравнивает силу взаимного притяжения шариков по закону Ньютона? Шарики рассматривать как материальные точки.

302. Три одинаковых заряда $q_1=q_2=q_3=1$ нКл расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд Q нужно поместить в центре треугольника, чтобы его притяжение уравнивало силы взаимного отталкивания зарядов?

303. Сила взаимодействия между двумя точечными зарядами $q_1=2$ нКл и $q_2=1$ нКл расположенными в воде ($\epsilon=81$) равна $0,5$ мН. На каком расстоянии находятся заряды?

304. С какой силой взаимодействуют два точечных заряда $q_1=2$ нКл и $q_2=1$ нКл расположенными в воде ($\epsilon=81$) на расстоянии $r=10$ см.

305. Два разноименных точечных заряда притягиваются в вакууме на расстоянии $r=10$ см с такой же силой, как в керосине ($\epsilon=2$). Определить на каком расстоянии располагаются заряды в керосине.

306. На шелковой нити в воздухе висит шарик $m=10$ мг. Шарiku сообщен заряд $q=2$ нКл. На каком расстоянии от него следует поместить снизу заряд $q_2=-$

q_1 , чтобы сила натяжения нити увеличилась в 2 раза?

307. Точечные заряды $q_1=20$ мкКл и $q_2=-10$ мкКл находятся на расстоянии $d=4$ см друг от друга. Определить силу F , действующую на заряд $q=1$ мкКл отстоящий на $r_1=3$ см от первого и на $r_2=5$ см от второго заряда.

308. Точечные заряды $q_1=20$ мкКл и $q_2=-10$ мкКл находятся на расстоянии $d=5$ см друг от друга. Определить силу F , действующую на заряд $q=1$ мкКл отстоящий на $r_1=3$ см от первого и на $r_2=4$ см от второго заряда.

309. Два положительных точечных заряда q и $9q$ закреплены на расстоянии $d=100$ см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды, следует поместить третий заряд так, чтобы он находился в равновесии. Указать, какой знак должен иметь этот заряд для того, чтобы равновесие было устойчивым, если перемещения зарядов возможны только вдоль прямой, проходящей через закрепленные заряды.

310. Два одинаково заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шарики погружают в масло. Какова плотность масла ρ , если угол расхождения нитей при погружении в масло, остается неизменным? Плотность материала шариков $\rho_0=1,5 \cdot 10^3$ кг/м³, диэлектрическая проницаемость масла $\epsilon=2,2$.

311. Пространство между двумя параллельными бесконечными

плоскостями с поверхностной плотностью зарядов $\sigma_1 = +5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2$ и $\sigma_2 = -9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$ заполнено стеклом ($\epsilon = 7$). Определить напряженность поля между плоскостями и вне плоскостей.

312. На некотором расстоянии от бесконечной равномерно заряженной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 0,1 \text{ нКл/см}^2$ расположена круглая пластинка. Плоскость пластинки составляет с линиями напряженности угол 30° . Определить поток Φ_E вектора напряженности через эту пластинку, если ее радиус равен 15 см .

313. Поверхностная плотность заряда бесконечной равномерно заряженной плоскости равна 30 нКл/м^2 . Определить поток вектора напряженности через поверхность сферы диаметром 15 см , пересекаемой этой плоскостью пополам.

314. На металлической сфере радиусом 15 см находится заряд $q = 2 \text{ нКл}$. Определить напряженность E электростатического поля 1) на расстоянии $r_1 = 10 \text{ см}$ от центра сферы; 2) на поверхности сферы; 3) на расстоянии $r_1 = 20 \text{ см}$ от центра сферы. Построить график зависимости $E(r)$.

315. Поле создано двумя равномерно заряженными концентрическими сферами радиусами $R_1 = 5 \text{ см}$ и $R_2 = 8 \text{ см}$. Заряды сфер соответственно равны $q_1 = 2 \text{ нКл}$ и $q_2 = 1 \text{ нКл}$. Определить напряженность электростатического поля в точках, лежащих от центра сфер на расстояниях: $r_1 = 3 \text{ см}$; $r_2 = 6 \text{ см}$; $r_3 = 10 \text{ см}$; Построить график зависимости $E(r)$.

316. Шар радиусом $R = 10 \text{ см}$ заряжен равномерно с объемной плотностью $\rho = 10 \text{ нКл/м}^3$. Определить напряженность электростатического поля: 1) на расстоянии $r_1 = 5 \text{ см}$ от центра шара; 2) на расстоянии $r_2 = 15 \text{ см}$ от центра шара. Построить график зависимости $E(r)$.

317. Длинный прямой провод, расположенный в вакууме, несет заряд, равномерно распределенный по всей длине провода с линейной плотностью $\tau = 2 \text{ нКл/м}$. Определить напряженность E электростатического поля на расстоянии $r = 1 \text{ м}$ от провода.

318. Внутренний цилиндрический проводник длинного прямолинейного коаксиального провода радиусом $R_1 = 1,5 \text{ мм}$ заряжен с линейной плотностью $\tau_1 = 0,2 \text{ нКл/м}$. Внешний цилиндрический проводник этого провода радиусом $R_2 = 3 \text{ мм}$ заряжен с линейной плотностью $\tau_2 = -0,15 \text{ нКл/м}$. Пространство между проводниками заполнено резиной ($\epsilon = 3$). Определить напряженность электростатического поля в точках, лежащих от оси провода на расстояниях: $r_1 = 1 \text{ мм}$; $r_2 = 2 \text{ мм}$; $r_3 = 5 \text{ мм}$;

319. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями 2σ и σ . Найти выражение $E(x)$ напряженности электростатического поля между плоскостями и вне их. Построить график зависимости $E(x)$.

320. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1 = -4\sigma$ и $\sigma_2 = +2\sigma$, где $\sigma = 40 \text{ нКл/м}^2$. Вычислить напряженности электростатического поля между плоскостями и вне их. Построить график зависимости $E(x)$.

321. В вершинах квадрата со стороной $0,1$ м расположены равные одноименные заряды. Потенциал создаваемого ими поля в центре квадрата равен 500 В. Определить заряд.

322. На расстоянии 8 см друг от друга в воздухе находятся два заряда по 1 нКл. Определить напряженность и потенциал поля в точке, находящейся на расстоянии 5 см от зарядов.

323. В поле бесконечной равномерно заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда 10 мкКл/м² перемещается заряд из точки, находящейся на расстоянии $0,1$ м от плоскости, в точку на расстоянии $0,5$ м от нее. Определить заряд, если при этом совершается работа 1 мДж.

324. Заряд 1 нКл притянулся к бесконечной плоскости, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $0,2$ мкКл/м². На каком расстоянии от плоскости находился заряд, если работа сил поля по его перемещению равна 1 мкДж?

325. Полый шар несет на себе равномерно распределенный заряд. Определить радиус шара, если потенциал в центре шара равен $\varphi_1=200$ В, а в точке, лежащей от его центра на расстоянии $R=50$ см, $\varphi_2=40$ В.

326. Электрическое поле создается бесконечной плоскостью, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $\sigma=1$ нКл/м². Определить разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстояниях $x_1=20$ см и $x_2=50$ см от плоскости.

327. Два точечных заряда $q_1=6$ нКл и $q_2=3$ нКл находятся на расстоянии $d=6$ см друг от друга. Какую работу необходимо совершить внешним силам, чтобы уменьшить расстояние между зарядами вдвое?

328. Две параллельные заряженные плоскости, поверхностные плотности заряда которых $\sigma_1=2$ мкКл/м² и $\sigma_2=-0,8$ мкКл/м², находятся на расстоянии $d=0,6$ см друг от друга. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

329. Диполь с электрическим моментом $p=100$ нКл·м свободно установился в свободном электрическом поле напряженностью $E=200$ кВ/м. Определить работу внешних сил, которую необходимо совершить для поворота диполя на угол $\alpha=180^\circ$.

330. Четыре одинаковых капли ртути, заряженных до потенциала $\varphi=10$ В, сливаются в одну. Каков потенциал образовавшейся капли?

331. Пылинка массой $m=200$ мкг, несущая на себе заряд $q=40$ нКл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов $U=200$ В пылинка имела скорость $v=10$ м/с. Определить скорость v_0 пылинки до того, как она влетела в поле.

332. Электрон, обладающий кинетической энергией 10 эВ, влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов $U=8$ В?

333. Электрон с энергией 400 эВ из бесконечности движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной

сферы радиусом $R=10$ см. Определить минимальное расстояние σ , на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если заряд ее $q=-10$ нКл.

334. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость $v=10^5$ м/с. Расстояние между пластинами $d=8$ мм. Найти разность потенциалов U между пластинами и поверхностную плотность заряда σ на пластинах.

335. Плоский конденсатор с расстоянием между пластинами $d=0,5$ см заряжен до разности потенциалов $U=300$ В. Определить объемную плотность энергии w поля конденсатора, если диэлектрик-слюда ($\epsilon=7$).

336. Со скоростью $2 \cdot 10^7$ м/с электрон влетает в пространство между обкладками плоского конденсатора в середине зазора в направлении, параллельном обкладкам. При какой минимальной разности потенциалов на обкладках электрон не вылетает из конденсатора, если длина конденсатора $l=10$ см, а расстояние между его обкладками 1 см?

337. Электрон движется вдоль силовой линии однородного электрического поля. В некоторой точке поля с потенциалом $\varphi_1=100$ В электрон имеет скорость $v_1=6$ Мм/с. Определить потенциал φ_2 точки поля, дойдя до которой электрон потерял половину своей скорости.

338. Заряд 1 нКл находится на расстоянии $0,2$ м от бесконечно длинной равномерно заряженной нити. Под действием поля нити заряд перемещается на $0,1$ м. Определить линейную плотность заряда нити, если работа сил поля равна $0,1$ мкДж.

339. Заряд -1 нКл переместился в поле заряда $+1,5$ нКл из точки с потенциалом 100 В в точку с потенциалом 600 В. Определить работу сил поля и расстояние между этими точками.

340. Плоский конденсатор с площадью пластин $S=100$ см² и расстоянием между ними $d=2$ мм заряжен до разности потенциалов $U=400$ В. Найти энергию поля конденсатора, если диэлектрик между пластинами – воздух.

341. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора $U=90$ В. Площадь каждой пластины $S=60$ см², ее заряд $q=1$ нКл. На каком расстоянии друг от друга находятся пластины?

342. Определить отношение энергий двух одинаковых конденсаторов, соединённых последовательно и параллельно, если к ним приложено одно и то же напряжение?

343. Конденсатор с парафиновым диэлектриком ($\epsilon=2$) заряжен до разности потенциалов 150 В. Напряженность поля $6 \cdot 10^6$ В/м, площадь пластин 6 см². Определить емкость конденсатора и поверхностную плотность заряда на обкладках.

344. Вычислить емкость батареи состоящей из трех конденсаторов емкостью 1 мкФ каждый при всех возможных случаях их соединения.

345. Заряд из двух последовательно соединенных конденсаторов емкостью 18 нФ и 20 нФ равен $0,9$ нКл. Определить напряжение на батарее конденсаторов и на каждом из них.

346. Конденсатор емкостью 6 мкФ последовательно соединен с

конденсатором неизвестной емкости и они подключены к источнику постоянного напряжения 12 В . Определить емкость второго конденсатора и напряжение на каждом конденсаторе, если заряд батареи 24 мкКл .

347. Конденсаторы емкостью $C_1=5\text{ мкФ}$ и $C_2=10\text{ мкФ}$ заряжены до напряжений $U=60\text{ В}$ и $U_2=100\text{ В}$ соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими одноименные заряды.

348. Площадь пластин плоского слюдяного ($\varepsilon=6$) конденсатора $1,1\text{ см}^2$, зазор между ними 3 мм . При разрядке конденсатора выделилась энергия 1 мкДж . До какой разности потенциалов был заряжен конденсатор?

349. Емкость батареи конденсаторов, образованной двумя последовательно соединенными конденсаторами $C=100\text{ нФ}$, а $q=20\text{ нКл}$. Определить емкость второго конденсатора, а также разность потенциалов на обкладках каждого конденсатора, если $C_1=200\text{ пФ}$.

350. Площадь пластин плоского конденсатора $1,1\text{ см}^2$, зазор между ними 3 мм . При разрядке конденсатора выделилась энергия 1 мкДж . До какой разности потенциалов был заряжен конденсатор?

351. Плотность тока в никелиновом проводнике длиной 25 м равна 1 мА/м^2 . Определить разность потенциалов на концах проводника

352. Определить плотность тока, текущего по проводнику длиной 5 м , если на концах его поддерживается разность потенциалов 2 В . Удельное сопротивление материала $\rho=2\text{ мкОм}\cdot\text{м}$.

353. Напряжение на концах проводника сопротивлением 5 Ом за $0,5\text{ с}$ равномерно возрастает от 0 до 20 В . Какой заряд проходит через проводник за это время?

354. Три сопротивления $r_1=12\text{ Ом}$, $r_2=4\text{ Ом}$, $r_3=10\text{ Ом}$ соединены параллельно. Общий ток в цепи $0,3\text{ А}$. Найти силу тока, идущего через сопротивление r_1 .

355. Три сопротивления $r_1=12\text{ Ом}$, $r_2=4\text{ Ом}$, $r_3=10\text{ Ом}$ соединены параллельно. Общий ток в цепи $0,3\text{ А}$. Найти силу тока, идущего через сопротивление r_2 .

356. Три сопротивления $r_1=12\text{ Ом}$, $r_2=4\text{ Ом}$, $r_3=10\text{ Ом}$ соединены параллельно. Общий ток в цепи $0,3\text{ А}$. Найти силу тока, идущего через сопротивление r_3 .

357. Напряжение на шинах электростанции $U=6,6\text{ кВ}$. Потребитель находится на расстоянии $l=10\text{ км}$. Какого сечения нужно взять медный провод для устройства двухпроводной линии передачи, если сила тока в линии $I=20\text{ А}$ и потери напряжения в проводах не должны превышать 3% ?

358. Катушка и амперметр соединены последовательно и присоединены к источнику тока. К зажимам катушки присоединен вольтметр сопротивлением $r_v=1\text{ кОм}$. Показания амперметра $I=0,5\text{ А}$, вольтметра $U=100\text{ В}$. Определить сопротивление катушки r_k .

359. Зашунтованный амперметр измеряет токи силой до $I=10\text{ А}$. Какую наибольшую силу тока может измерить этот амперметр без шунта, если

сопротивление амперметра $r_a=0,02 \text{ Ом}$ и сопротивление шунта $r_{ш}=5 \text{ мОм}$?

360. Амперметр с сопротивлением $r_a=0,2 \text{ Ом}$ рассчитан на измерения силы тока до $I=1 \text{ А}$. Каково должно быть сопротивление шунта, чтобы этим прибором можно было измерять ток силой до 10 А ?

361. Два источника ЭДС $E_1=1,6 \text{ В}$ и $E_2=2 \text{ В}$ с внутренними сопротивлениями $r_1=0,3 \text{ Ом}$ и $r_2=0,2 \text{ Ом}$, соединенные последовательно, дают во внешнюю цепь ток силой $I=0,4 \text{ А}$. Определить сопротивление внешней цепи.

362. Два элемента с одинаковыми ЭДС $\varepsilon_1=1,6 \text{ В}$ и внутренними сопротивлениями $r_1=0,2 \text{ Ом}$ и $r_2=0,8 \text{ Ом}$ соединены параллельно и включены во внешнюю цепь сопротивлением $R=0,64 \text{ Ом}$. Найти силу тока в цепи.

363. Определить электродвижущую силу (ЭДС) аккумуляторной батареи, ток короткого замыкания которой 10 А , если при подключении к ней резистора сопротивлением 2 Ом , сила тока в цепи равна 1 А .

364. Два одинаковых источника тока соединены в одном случае последовательно, в другом - параллельно и замкнуты на внешнее сопротивление 1 Ом . При каком внутреннем сопротивлении источника силы тока во внешней цепи будут в обоих случаях одинаковы?

365. При внешнем сопротивлении $R_1=8 \text{ Ом}$ сила тока в цепи $I_1=0,8 \text{ А}$, при сопротивлении $R_2=15 \text{ Ом}$ сила тока $I_2=0,5 \text{ А}$. Определить силу тока $I_{кз}$ короткого замыкания.

366. Внутреннее сопротивление батареи аккумуляторов $r_1=3 \text{ Ом}$. Сколько процентов от точного значения ЭДС составляет ошибка, если, измеряя разность потенциалов на зажимах батареи вольтметром с сопротивлением $R=200 \text{ Ом}$ принять ее равной ЭДС?

367. К элементу с ЭДС $\varepsilon=1,5 \text{ В}$ присоединили катушку с сопротивлением $R=0,1 \text{ Ом}$. Амперметр показал силу тока, равную $I_1=0,5 \text{ А}$. Когда к элементу присоединили последовательно еще один элемент с такой же ЭДС, то сила тока в той же катушке оказалась $I_2=0,4 \text{ А}$. Определить внутреннее сопротивление первого и второго элементов.

368. Источник тока ЭДС $\varepsilon=1,5 \text{ В}$ дает во внешнюю цепь ток силой $I=1 \text{ А}$. Внутреннее сопротивление источника тока $r=0,2 \text{ Ом}$. Определить коэффициент полезного действия источника тока.

369. Внутреннее сопротивление аккумулятора 1 Ом . При силе тока 2 А его КПД $\eta=0,8$. Определить электродвижущую силу аккумулятора.

370. Электродвижущая сила аккумулятора автомобиля 12 В . При силе тока 3 А его КПД равен $0,8$. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора.

371. За время $t=29 \text{ с}$ при равномерно возрастающей силе тока от нуля до некоторого максимума в проводнике сопротивлением $R=5 \text{ Ом}$ выделилось количество теплоты $Q=4 \text{ кДж}$. Определить скорость нарастания силы тока, если сопротивление проводника $R=5 \text{ Ом}$.

372. Сила тока в проводнике сопротивлением $R=10 \text{ Ом}$ за время $t=50 \text{ с}$ равномерно нарастает от $I_1=5 \text{ А}$ до $I_2=10 \text{ А}$. Определить количество теплоты Q ,

выделившееся за это время в проводнике.

373. К батарее, ЭДС которой $E=2\text{ В}$ и внутреннее сопротивление $r=0,5\text{ Ом}$, присоединен проводник. Определить при каком сопротивлении проводника мощность, выделяемая в нем, максимальна? Чему равна эта мощность?

374. К зажимам батареи аккумуляторов присоединен нагреватель. ЭДС батареи $E=24\text{ В}$, внутреннее сопротивление $r=1\text{ Ом}$. Нагреватель, включенный в цепь, потребляет мощность $N=80\text{ Вт}$. Найти силу тока в цепи и КПД нагревателя.

375. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, вода закипает через $t_1=6\text{ мин}$, если только вторая, то через $t_2=12\text{ мин}$. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить: последовательно? параллельно?

376. При силе тока $I_1=3\text{ А}$ во внешней цепи батареи выделяется мощность $N_1=18\text{ Вт}$, а при силе тока $I_2=1\text{ А}$ соответственно $N_2=10\text{ Вт}$. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

377. Две электрические лампочки с сопротивлениями $R_1=360\text{ Ом}$ и $R_2=240\text{ Ом}$ включены в цепь параллельно. Какая из лампочек потребляет большую мощность и во сколько раз?

378. Какую мощность N потребляет нагреватель электрического чайника, если объем $V=1\text{ л}$ воды закипает через время $\tau=5\text{ мин}$? Начальная температура воды $t_0=13,5\text{ }^\circ\text{C}$.

379. На плитке мощностью $N=0,5\text{ кВт}$ стоит чайник, в который налит 1 литр воды при температуре $t_0=16\text{ }^\circ\text{C}$. Вода в чайнике закипела через $\tau=20\text{ мин}$ после включения плитки. Какое количество теплоты Q потеряло при этом на нагревание самого чайника, на излучение и т.д.?

380. Сила тока в проводнике сопротивлением $R=20\text{ Ом}$ нарастает по линейному закону от $J_0=0$ до $J_{\text{мак}}=6\text{ А}$ за 2 секунды. Определить теплоту Q_1 выделившуюся за первую и Q_2 - за вторую секунду, а также найти отношение этих теплот Q_2/Q_1 .

Библиографический список

Основная литература:

1. Трофимова, Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. - М: Академия, 2007. - 560 с.

Дополнительная литература:

1. Физика в таблицах и формулах: учебное пособие. 4-е изд., испр.- М: Академия, 2010.- 448с.
2. Савельев И.В. Курс физики. 3 т.: - СПб: Лань.- Т.2.: 2007.- 480 с.
3. Трофимова, Т.И. Краткий курс физики / Т.И. Трофимова. - М: Высшая школа, 2006.- 352с.

Приложение А

Табличные значения

1. Фундаментальные физические константы

| Физическая постоянная | Обозначение | Значение |
|---|--------------|--|
| Нормальное ускорение свободного падения | g | $9,81 \text{ м/с}^2$ |
| Гравитационная постоянная | G | $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ |
| Постоянная Авогадро | N_A | $6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ |
| Молярная газовая постоянная | R | $8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ |
| Постоянная Больцмана | k | $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$ |
| Элементарный заряд | e | $1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ |
| Скорость света в вакууме | c | $3,00 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ |
| Постоянная Стефана-Больцмана | σ | $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ |
| Постоянная закона смещения Вина | b | $2,90 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$ |
| Постоянная Планка | h | $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ |
| | \hbar | $1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ |
| Постоянная Ридберга | R | $1,10 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ |
| Радиус Бора | a_0 | $0,529 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ |
| Комптоновская длина волны электрона | λ_K | $2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$ |
| Магнетон Бора | μ_B | $0,927 \cdot 10^{-23} \text{ А} \cdot \text{м}^2$ |
| Энергия ионизации атома водорода | E_i | $2,18 \cdot 10^{-18} \text{ Дж} (13,6 \text{ эВ})$ |
| Атомная единица массы | 1 а. е. м. | $1,660 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ |
| Электрическая постоянная | ϵ_0 | $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ |
| Магнитная постоянная | μ_0 | $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ |

2. Некоторые астрономические величины

| Наименование | Значение | Наименование | Значение |
|---------------|---------------------------------|---|--------------------------------|
| Радиус Земли | $6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$ | Расстояние от центра Земли до центра Солнца | $1,49 \cdot 10^{11} \text{ м}$ |
| Масса Земли | $5,98 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ | | |
| Радиус Солнца | $6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$ | Расстояние от центра Земли до центра Луны | $3,84 \cdot 10^8 \text{ м}$ |
| Масса Солнца | $1,98 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ | | |
| Радиус Луны | $1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$ | | |
| Масса Луны | $7,33 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ | | |

3. Плотность твердых тел

| Твердое тело | Плотность кг/м ³ | Твердое тело | Плотность кг/м ³ | Твердое тело | Плотность кг/м ³ |
|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|
| Алюминий | $2,70 \cdot 10^3$ | Железо | $7,88 \cdot 10^3$ | Свинец | $11,3 \cdot 10^3$ |
| Барий | $3,50 \cdot 10^3$ | Литий | $0,53 \cdot 10^3$ | Серебро | $10,5 \cdot 10^3$ |
| Ванадий | $6,02 \cdot 10^3$ | Медь | $8,93 \cdot 10^3$ | Цезий | $1,90 \cdot 10^3$ |
| Висмут | $9,80 \cdot 10^3$ | Никель | $8,90 \cdot 10^3$ | Цинк | $7,15 \cdot 10^3$ |

4. Плотность жидкостей

| Жидкость | Плотность, кг/м ³ | Жидкость | Плотность, кг/м ³ |
|----------------|------------------------------|--------------|------------------------------|
| Вода (при 4°C) | $1,00 \cdot 10^3$ | Серовуглерод | $1,26 \cdot 10^3$ |
| Глицерин | $1,26 \cdot 10^3$ | Спирт | $0,80 \cdot 10^3$ |
| Ртуть | $13,6 \cdot 10^3$ | | |

5. Плотность газов (при нормальных условиях)

| Газ | Плотность, кг/м ³ | Газ | Плотность, кг/м ³ |
|---------|------------------------------|----------|------------------------------|
| Водород | 0,09 | Гелий | 0,18 |
| Воздух | 1,29 | Кислород | 1,43 |

6. Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей

| Жидкость | Коэффициент, мН/м | Жидкость | Коэффициент, мН/м |
|--------------|-------------------|----------|-------------------|
| Вода | 72 | Ртуть | 500 |
| Мыльная вода | 40 | Спирт | 22 |

7. Эффективный диаметр молекулы

| Газ | Диаметр, м | Газ | Диаметр, м |
|---------|----------------------|----------|----------------------|
| Азот | $3,0 \cdot 10^{-10}$ | Гелий | $1,9 \cdot 10^{-10}$ |
| Водород | $2,3 \cdot 10^{-10}$ | Кислород | $2,7 \cdot 10^{-10}$ |

8. Диэлектрическая проницаемость

| Вещество | Проницаемость | Вещество | Проницаемость |
|------------------------|---------------|----------|---------------|
| Вода | 81 | Парафин | 2,0 |
| Масло трансформаторное | 2,2 | Стекло | 7,0 |

9. Удельное сопротивление металлов

| Металл | Удельное сопротивление, Ом·м | Металл | Удельное сопротивление, Ом·м |
|--------|------------------------------|---------|------------------------------|
| Железо | $9,8 \cdot 10^{-8}$ | Нихром | $1,1 \cdot 10^{-6}$ |
| Медь | $1,7 \cdot 10^{-8}$ | Серебро | $1,6 \cdot 10^{-8}$ |

10. Энергия ионизации

| Вещество | E_i , Дж | E_i , эВ |
|----------|-----------------------|------------|
| Водород | $2,18 \cdot 10^{-18}$ | 13,6 |
| Гелий | $3,94 \cdot 10^{-18}$ | 24,6 |
| Литий | $1,21 \cdot 10^{-17}$ | 75,6 |
| Ртуть | $1,66 \cdot 10^{-18}$ | 10,4 |

11. Подвижность ионов в газах, $\text{м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$

| Газ | Положительные ионы | Отрицательные ионы |
|---------|----------------------|----------------------|
| Азот | $1,27 \cdot 10^{-4}$ | $1,81 \cdot 10^{-4}$ |
| Водород | $5,4 \cdot 10^{-4}$ | $7,4 \cdot 10^{-4}$ |
| Воздух | $1,4 \cdot 10^{-4}$ | $1,9 \cdot 10^{-4}$ |

12. Показатель преломления

| Вещество | Показатель | Вещество | Показатель |
|----------|------------|----------|------------|
| Алмаз | 2,42 | Глицерин | 1,47 |
| Вода | 1,33 | Стекло | 1,50 |

13. Работа выхода электронов

| Металл | A , Дж | A , эВ |
|---------|----------------------|----------|
| Калий | $3,5 \cdot 10^{-19}$ | 2,2 |
| Литий | $3,7 \cdot 10^{-19}$ | 2,3 |
| Платина | $10 \cdot 10^{-19}$ | 6,3 |
| Рубидий | $3,4 \cdot 10^{-19}$ | 2,1 |
| Серебро | $7,5 \cdot 10^{-19}$ | 4,7 |
| Цезий | $3,2 \cdot 10^{-19}$ | 2,0 |
| Цинк | $6,4 \cdot 10^{-19}$ | 4,0 |

14. Относительные атомные массы (округленные значения) A_r и порядковые номера Z некоторых элементов

| Элемент | Символ | A | Z | Элемент | Символ | A | Z |
|----------|--------|-----|-----|----------|--------|-----|-----|
| Азот | N | 14 | 7 | Марганец | Mn | 55 | 25 |
| Алюминий | Al | 27 | 13 | Медь | Cu | 64 | 29 |
| Аргон | Ar | 40 | 18 | Молибден | Mo | 96 | 42 |
| Барий | Ba | 137 | 56 | Натрий | Na | 23 | 11 |
| Ванадий | V | 60 | 23 | Неон | Ne | 20 | 10 |
| Водород | H | 1 | 1 | Никель | Ni | 59 | 28 |
| Вольфрам | W | 184 | 74 | Олово | Sn | 119 | 50 |
| Гелий | He | 4 | 2 | Платина | Pt | 195 | 78 |
| Железо | Fe | 56 | 26 | Ртуть | Hg | 201 | 80 |

| | | | | | | | |
|----------|----|-----|----|---------|----|-----|----|
| Золото | Au | 197 | 79 | Сера | S | 32 | 16 |
| Калий | K | 39 | 19 | Серебро | Ag | 108 | 47 |
| Кальций | Ca | 40 | 20 | Уран | U | 238 | 92 |
| Кислород | O | 16 | 8 | Углерод | C | 12 | 6 |
| Магний | Mg | 24 | 12 | Хлор | Cl | 35 | 17 |

15. Масса атомов легких изотопов

| Изотоп | Символ | Масса, а.е.м. | Изотоп | Символ | Масса, а.е.м. |
|----------|------------|------------------|----------|--------------|------------------|
| Нейтрон | 1_0n | 1,00867 | Бор | ${}^{10}_5B$ | 10,01294 |
| Водород | 1_1H | 1,00783 | Углерод | ${}^{11}_5B$ | 11,00930 |
| | 2_1H | 2,01410 | | ${}^{12}_6C$ | 12,00000 |
| Гелий | 3_1H | 3,01605 | | ${}^{13}_6C$ | 13,00335 |
| | 3_2He | 3,01603 | | ${}^{14}_6C$ | 14,00324 |
| | 4_2He | 4,00260 | Азот | ${}^{14}_7N$ | 14,00307 |
| Литий | 6_3Li | 6,01513 | Кислород | ${}^{16}_8O$ | 15,99491 |
| | 7_3Li | 7,01601 | | ${}^{17}_8O$ | 16,99913 |
| Бериллий | 7_4Be | 7,01693 | | | |
| | 9_4Be | 9,01219 | | | |

16. Периоды полураспада радиоактивных изотопов

| Изотоп | Символ | Период полураспада | Изотоп | Символ | Период полураспада |
|---------|-------------------|-----------------------|----------|-------------------|-----------------------|
| Актиний | ${}^{225}_{89}Ac$ | 10сут | Йод | ${}^{131}_{53}I$ | 8сут |
| Кобальт | ${}^{60}_{27}Co$ | 5,3года | Стронций | ${}^{90}_{38}Sr$ | 27лет |
| Магний | ${}^{27}_{12}Mg$ | 10мин | Фосфор | ${}^{32}_{15}P$ | 14,3сут |
| Радий | ${}^{226}_{86}Ra$ | 1620лет | Церий | ${}^{144}_{58}Ce$ | 285сут |
| Радон | ${}^{222}_{86}Rn$ | 3,8сут | | | |

17. Масса и энергия покоя некоторых частиц

| Частица | m_0 | | E_0 | |
|-------------------|------------------------|---------|-----------------------|-------|
| | кг | а.е.м. | Дж | МэВ |
| Электрон | $9,11 \cdot 10^{-31}$ | 0,00055 | $8,16 \cdot 10^{-14}$ | 0,511 |
| Протон | $1,672 \cdot 10^{-27}$ | 1,00728 | $1,50 \cdot 10^{-10}$ | 938 |
| Нейтрон | $1,675 \cdot 10^{-27}$ | 1,00867 | $1,51 \cdot 10^{-10}$ | 939 |
| Дейтрон | $3,35 \cdot 10^{-27}$ | 2,01355 | $3,00 \cdot 10^{-10}$ | 1876 |
| α -частица | $6,64 \cdot 10^{-27}$ | 4,00149 | $5,96 \cdot 10^{-10}$ | 3733 |
| Нейтральный | $2,41 \cdot 10^{-28}$ | 0,14498 | $2,16 \cdot 10^{-11}$ | 135 |

| | | | | |
|---------|--|--|--|--|
| π-мезон | | | | |
|---------|--|--|--|--|

18. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

| Приставка | | Множитель | Приставка | | Множитель |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|------------|
| наименование | обозначение | | наименование | обозначение | |
| экса | Э | 10^{18} | деци | д | 10^{-1} |
| пэта | П | 10^{15} | санτι | с | 10^{-2} |
| тера | Т | 10^{12} | милли | м | 10^{-3} |
| гига | Г | 10^9 | микро | мк | 10^{-6} |
| мега | М | 10^6 | нано | н | 10^{-9} |
| кило | к | 10^3 | пико | п | 10^{-12} |
| гекто | г | 10^2 | фемто | ф | 10^{-15} |
| дека | да | 10^1 | атто | а | 10^{-18} |

19. внесистемные единицы, допущенные к применению в учебном процессе по физике (в соответствии со стандартом СЭВ 1052—78)

| Величина | Единица | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|---|
| | наименование | обозначение | соотношение с единицей |
| Время* | минута | мин | 60с |
| | час | ч | 3600с |
| | сутки | сут | 86400с |
| Плоский угол | градус | ...° | $(\pi/180)\text{рад}=1,74 \cdot 10^{-2}\text{рад}$ |
| | минута | ...' | $(\pi/10800)\text{рад}=2,91 \cdot 10^{-4}\text{рад}$ |
| | секунда | ...'' | $(\pi/648000)\text{рад}=4,85 \cdot 10^{-6}\text{рад}$ |
| Объем, вместимость | литр | л | 10^{-3}м^3 |
| Энергия | электрон-вольт | эВ | $1,60 \cdot 10^{-19}\text{Дж}$ |
| Масса | тонна | т | 1000кг |
| | атомная единица массы | а.е.м. | $1,66 \cdot 10^{-27}\text{кг}$ |
| | диоптрия | дптр | 1м^{-1} |
| Относительная величина | процент | % | 10^{-2} |
| | промилле | ‰ | 10^{-3} |
| | миллионная | млн ⁻¹ | 10^{-6} |
| Логарифмическая величина | бел | Б | — |
| | децибел | дВ | — |

* Допускается применение других единиц времени, получивших широкое распространение, например неделя, месяц, год и др.

20. Греческий алфавит

| <i>Обозначения букв</i> | <i>Названия букв</i> | <i>Обозначения букв</i> | <i>Названия букв</i> |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Α,α | альфа | Ν,ν | ню |
| Β,β | бета | Ξ,ξ | кси |
| Γ,γ | гамма | Ο,ο | омикрон |
| Δ,δ | дэльта | Π,π | пи |
| Ε,ε | эпсилон | Ρ,ρ | ро |
| Ζ,ζ | дзета | Σ,σ | сигма |
| Η,η | эта | Τ,τ | тау |
| Θ,θ | тэта | Υ,υ | ипсилон |
| Ι,ι | иота | Φ,φ | фи |
| Κ,κ | каппа | Χ,χ | хи |
| Λ,λ | ламбда | Ψ,ψ | пси |
| Μ,μ | ми | Ω,ω | омега |