

Домашние задания по физике (четвертый триместр)

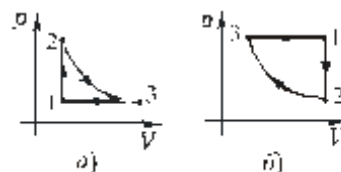
2016-2017 учебный год

Домашнее задание №1 (4 трим.)

1. Оцените массу m_0 и размер a молекулы этилового спирта (C_2H_5OH , плотность $\rho = 790 \text{ кг/м}^3$).
2. Под каким давлением находится в баллоне водород, если емкость баллона $V = 10 \text{ л}$, а суммарная кинетическая энергия поступательного движения молекул водорода $W_k = 7,5 \text{ кДж}$?
3. Найдите отношение средних квадратичных скоростей молекул гелия и азота при одинаковых температурах.
4. За время $\tau = 10$ суток испарилось $m = 100 \text{ г}$ воды. Сколько в среднем вылетало молекул воды с поверхности за 1 секунду?
5. В сосуде объемом $V = 1 \text{ дм}^3$ содержится некоторый газ при температуре $T = 290 \text{ К}$. На сколько понизится давление газа в сосуде, если вследствие утечки газа из него выйдет $\Delta N = 10^{21}$ молекул? Температура газа неизменная.

Домашнее задание №2 (4 трим.)

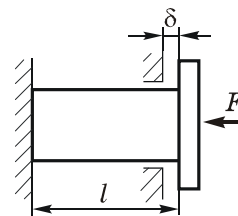
1. В координатных осях $V-p$ (рис. а, б) даны графики изменения состояния газа в циклическом процессе 1-2-3. Кривая 2-3 – изотерма. Постройте график процесса в координатных осях $V-T$ и $p-T$.



2. На какой глубине H пузырьки воздуха имеют диаметр вдвое меньший, чем у поверхности воды? Атмосферное давление на уровне воды – нормальное. Считать, что температура воды не изменяется с глубиной.
3. Полую тонкостенную металлическую сферу массой $m = 0,1 \text{ кг}$ и диаметром $d = 0,1 \text{ м}$, имеющую отверстие в нижней части, медленно погружают в воду. На какой глубине H сфера начнет тонуть? Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, атмосферное давление $p_0 = 10^5 \text{ Па}$. В начальный момент сфера находилась над поверхностью воды. Считать, что температура воды не изменяется с глубиной.
4. Температура воздуха в помещении объемом 50 м^3 при давлении $0,98 \cdot 10^5 \text{ Па}$ была равна 288 К . После подогрева воздуха калорифером его температура поднялась до 293 К . Найдите массу M_v воздуха, вытесненного из комнаты за время нагрева. Молярная масса воздуха $\mu = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.
5. Сосуд объемом $2V$ разделен пополам тонкой полупроницаемой перегородкой. В левую половину ввели газ массой m_1 и газ массой m_2 . В правой половине – вакуум. Через перегородку может диффундировать только первый газ. Температура T остается постоянной. Молярная масса газов равна μ_1 и μ_2 соответственно. Какие давления $p_л$ и $p_п$ установятся в обеих половинах сосуда?

Домашнее задание №3 (4 трим.)

1. К концу алюминиевого стержня длиной $l=1$ м и площадью сечения $S=1$ см² приложена сила $F=10^4$ Н (см. рис.). С какой силой F_0 стальная пластина, прикрепленная к концу стержня, будет давить на жесткие уступы A и B , если зазор между пластиной и уступами $\delta=1$ мм? Модуль упругости алюминия принять равным $E=0,7 \cdot 10^{11}$ Па.



2. Стальной стержень (модуль упругости $E=2 \cdot 10^{11}$ Па) поперечным сечением площадью $S=25$ см² установили без зазора между двумя жесткими стенками и нагрели на $\Delta t=100$ К. Определите силу F , с которой стержень действует на стенки. Коэффициент линейного расширения материала стержня $\beta=10^{-5}$ К⁻¹.

3. Посредине лежащего на боку заполненного газом запаянного цилиндрического сосуда длиной $L=1$ м находится тонкий поршень массой $m=1$ кг и площадью $S=10$ см². Если сосуд поставить на основание, то поршень перемещается на расстояние $l=10$ см. Каково было начальное давление p газа в сосуде? Трение между стенками сосуда и поршнем отсутствует. Процесс считать изотермическим.

4. Свинцовая пуля пробивает деревянную стенку, причем скорость в момент удара о стенку была $v=400$ м/с, а в момент вылета $v_1=100$ м/с. Какая часть пули α расплавилась, считая, что на нагревание пули идет $\eta=0,6$ потерянной механической энергии? Температура пули в момент удара $t_1=50$ °С. Теплоемкость свинца $c=125,7$ Дж/(кг·К), температура плавления $t_{п}=327$ °С, удельная теплота плавления свинца $\lambda=26,4 \cdot 10^3$ Дж/кг.

5. Определите среднюю молярную массу смеси, состоящей из $\alpha_1=75\%$ азота и $\alpha_2=25\%$ кислорода по массе. Молярная масса азота $M_1=28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, кислорода

Домашнее задание №4 (4 трим.)

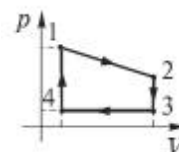
1. В калориметр, содержащий 0,4 кг воды, при температуре 20 °С поместили 0,6 кг льда при температуре -10 °С. Какая температура t установится в калориметре? Какова будет масса воды $m_в$ и льда $m_л$? Удельная теплоемкость воды 4,2 кДж/(кг·К), льда - 2,1 кДж/(кг·К). Удельная теплота плавления льда $\lambda=340$ кДж/кг.

2. Идеальный одноатомный газ, масса которого m и молярная масса μ , расширяется изобарно при некотором давлении. Начальная температура газа T_1 , конечная T_2 . Определите работу A , совершаемую газом.

3. Масса m идеального газа, находящегося при температуре T , охлаждается изохорно так, что давление падает в n раз. Затем газ расширяется при постоянном давлении. В конечном состоянии его температура равна первоначальной. Молярная масса газа μ . Определите совершаемую газом работу.

4. Температура некоторой массы m идеального газа с молярной массой μ меняется по закону $T=\beta p^2$. Найдите работу A , совершаемую газом при увеличении объема от V_1 до V_2 . Поглощается или выделяется теплота в таком процессе?

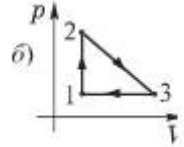
5. Параметры ν молей идеального одноатомного газа изменяются в циклических процессах, изображенных на рис. $a-d$ в координатах $V-p$. Определите работу A , совершаемую газом в этих процессах. a) (1-2), (3-х) - изохоры, (2-3), (х-1) - изобары; b) (1-2) - изохора, (3-1) - изобара; (2-3) - прямая; $в$) (4-1), (2-3) - изохоры, (3-4) - изобара, (1-2) - прямая; $г$) (2-х),



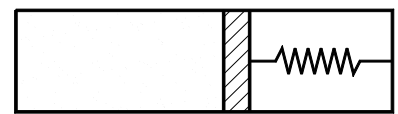
(4-1) – изобары, (1-2), (x-4) – прямые; *б*) (1-2) – изохора, (3-1) – изобара, (2-3) – адиабата; *в*) (1-2) – изохора, (3-1) – изобара, (2-3) – адиабата. Температуры в точках, указанных на рисунках цифрами, считать известными.

Домашнее задание №5 (4 трим.)

1. ν молей идеального одноатомного газа изменяются в циклических процессах, изображенных на рис. *а-д* в координатах $V-p$. Определите работу A , совершаемую газом в этих процессах. *а*) (1-2), (3-x) – изохоры, (2-3), (x-1) – изобары; *б*) (1-2) – изохора, (3-1) – изобара; (2-3) – прямая; *в*) (4-1), (2-3) – изохоры, (3-4) – изобара, (1-2) – прямая; *г*) (2-x), (4-1) – изобары, (1-2), (x-4) – прямые; *д*) (1-2) – изохора, (3-1) – изобара, (2-3) – адиабата; *е*) (1-2) – изохора, (3-1) – изобара, (2-3) – адиабата. Температуры в точках, указанных на рисунках цифрами, считать известными.



2. В расположенном горизонтально цилиндре слева от закрепленного поршня находится $\nu = 1$ моль идеального газа. В правой части цилиндра вакуум. Пружина вначале не деформирована (рис. 2.8.18). Цилиндр теплоизолирован. Когда поршень освободили, объем, занимаемый газом, увеличился вдвое. Во сколько раз изменятся температура T и давление p газа? Теплоемкостями цилиндра, поршня и пружины пренебречь. Молекула газа обладает i степенями свободы.

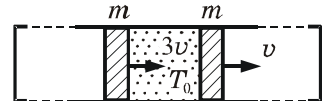


3. Некоторое количество идеального одноатомного газа сжимают адиабатно до тех пор, пока давление газа p_1 не превысит начальное p_0 в $n = 10$ раз. Затем газ расширяется изотермически до тех пор, пока его объем не достигнет первоначального значения.

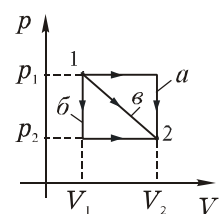
Определите отношение $\frac{p_2}{p_0}$ конечного и начального давлений

газа.

4. В длинной закрытой трубке между двумя поршнями массой m каждый находится ν моль идеального одноатомного газа, масса которого много меньше массы поршней. В остальном пространстве трубки – вакуум. В начальный момент правый поршень имеет скорость v , а левый – $3v$ (см. рис.). Найдите максимальную температуру T газа, если стенки трубки и поршни теплонепроницаемы. Температура газа в начальный момент равна T_0 . Трением пренебречь.



5 Определите количество теплоты Q , подведенное к идеальному одноатомному газу при этом процессе изменение внутренней энергии и совершенная при этом работав процессе a (см. рис.). Давления и объемы в начальном и конечном состояниях считать известными.



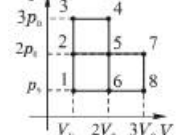
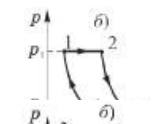
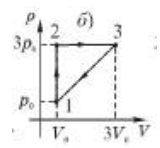
Домашнее задание №6 (4 трим.)

1. Идеальный газ, используемый в качестве рабочего тела в цикле Карно, совершает при изотермическом расширении работу A . Какое количество теплоты Q отдаст при изотермическом сжатии, если КПД цикла η ?

2. Тепловая машина имеет КПД $\eta = 40\%$. Каким станет КПД машины, если количество теплоты, потребляемое за цикл, увеличится на 20% , а количество теплоты, отдаваемое холодильнику, уменьшится на 10% ?

3. С ν молями идеального одноатомного газа осуществляется цикл, показанный на рис. *б* в координатах $V-p$. (1-2) – изохора, (2-3) – изобара; (3-1) – прямая. Определите КПД цикла.

4. С идеальным одноатомным газом осуществляется цикл, состоящий: *б*) двух изобар (1-2), (3-4) и двух адиабат (2-3), (4-1). При адиабатном

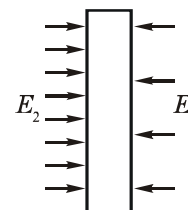


расширении в случае \bar{b} в n раз падает давление. Определите КПД циклов. Уравнение адиабаты можно представить в виде $pV^\gamma = \text{const}$, где $\gamma = \text{const}$ – показатель адиабаты.

5. Определите отношение КПД циклов, совершаемых с идеальным одноатомным газом (рис. б) (1-2-3-4-5-6-1) и (1-2-5-7-8-6-1).

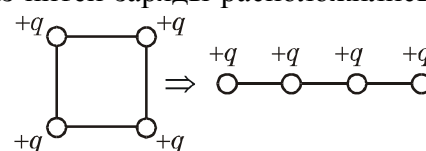
Домашнее задание №7 (4 трим.)

1. Два маленьких проводящих шарика одинакового радиуса и массы подвешены в воздухе на длинных нитях так, что их поверхности соприкасаются. После того как шарикам был сообщен заряд $2q$, шарики разошлись на угол 2α . Найдите массу m шариков, если длина нити l .
2. В вершинах квадрата со стороной a находятся одинаковые одноименные заряды, равные q . Какой заряд необходимо поместить в центре квадрата, чтобы система находилась в равновесии?
3. В вершинах квадрата со стороной a находятся заряды: $q_1 = q$, $q_2 = -q$, $q_3 = -2q$, $q_4 = 2q$. Найдите напряженность электрического поля E в точке, совпадающей с центром квадрата.
4. Две плоские вертикальные пластины площадью S каждая находятся на расстоянии d , малом по сравнению с их размерами. Определите модуль силы F взаимодействия между пластинами, если заряды пластин $-2q$, $-q$.
5. Электрическое поле образовано внешним однородным электрическим полем и электрическим полем заряженной металлической пластины, которое вблизи пластины тоже можно считать однородным (см. рис.). Напряженность результирующего электрического поля справа от пластины $E_1 = 3 \cdot 10^4$ В/м, а слева – $E_2 = 5 \cdot 10^4$ В/м. Определите заряд q пластины, если сила, действующая на пластину со стороны внешнего электрического поля, $F = 0,7$ Н.



Домашнее задание №8 (4 трим.)

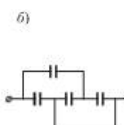
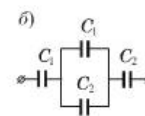
1. В трех вершинах равностороннего треугольника со стороной a находятся заряды $q_1 = q$, $q_2 = -2q$, $q_3 = -2q$. Найдите потенциал поля ϕ в точке, находящейся в центре вписанной в треугольник окружности.
2. В одну большую каплю сливают n одинаковых капелек ртути, заряженных до потенциала λ . Каков будет потенциал Φ этой капли? Считать, что капли имеют сферическую форму.
3. В плоский конденсатор длиной $L = 5$ см влетает электрон под углом $\alpha = 15^\circ$ к пластинам. Энергия электрона $W = 2,4 \cdot 10^{-16}$ Дж. Расстояние между пластинами $d = 1$ см. Определите напряжение на пластинах конденсатора U , при котором электрон при выходе из пластин будет двигаться параллельно им.
4. Четыре положительных точечных заряда Q расположены в вершинах жестко закрепленной квадратной рамки со стороной a . Частица массой m , имеющая положительный заряд q , движется вдоль оси, перпендикулярной плоскости рамки и проходящей через центр квадрата O . Какую минимальную скорость на большом расстоянии от рамки должна иметь частица, чтобы пролететь эту рамку?
5. Четыре одноименных заряда q , связанных между собой нитями, расположены в вершинах квадрата со стороной a . После разрыва одной из нитей заряды расположились



вдоль одной прямой (см. рис.). Какую работу при этом совершили силы поля?

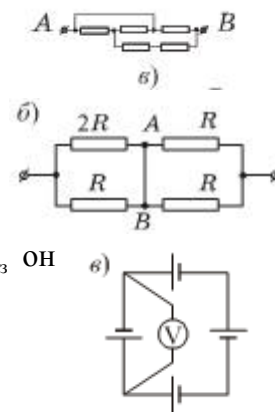
Домашнее задание №9 (4 трим.)

1. Определите емкость C батареи конденсаторов (см. рис.б).
2. Воздушный конденсатор емкостью C и расстоянием между обкладками d зарядили до напряжения U_0 и отключили от источника. Каким будет напряжение U на конденсаторе, если а) заполнить пространство между обкладками диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ ; б) вставить между обкладками параллельно пластинам пластинку из этого диэлектрика толщиной a ; в) вставить между обкладками металлическую пластинку толщиной a ?
3. Определите емкость C_0 батареи конденсаторов, если емкости всех конденсаторов одинаковы и равны C (см. рис. б).
4. Два плоских конденсатора емкостью C_1 и C_2 , обладающих зарядами q_1 и q_2 ($q_1 > q_2$), включают в замкнутую цепь так, что положительно заряженная пластина одного конденсатора соединяется с отрицательно заряженной пластиной другого. Определите заряд каждого конденсатора q'_1 и q'_2 в этом случае.
5. Конденсатор емкостью C_1 , заряженный до напряжения U_1 , и конденсатор емкостью C_2 , заряженный до напряжения U_2 , соединяют разноименно заряженными обкладками. Какая энергия W выделится при этом в окружающую среду?



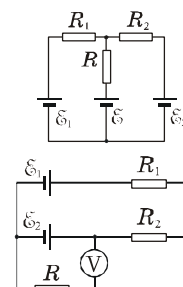
Домашнее задание №10 (4 трим.)

1. Вычислите общее сопротивление участка цепи между точками A и B (см. рис. в). Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.
2. Определите силу тока I через перемычку AB в случаях б (см. рис.), если напряжение, подведенное к клеммам, $-U$.
3. Гальванический элемент дает на внешнее сопротивление $R_1 = 2$ Ом силу тока $I_1 = 0,25$ А. Если же внешнее сопротивление будет $R_2 = 7$ Ом, то элемент дает силу тока $I_2 = 0,1$ А. Какую силу тока $I_{кз}$ он дает, если его замкнуть накоротко?
4. Определите показания идеального вольтметра для случае в) соединения одинаковых источников с ЭДС E и внутренним сопротивлением r .
5. Аккумулятор с внутренним сопротивлением $r = 0,08$ Ом при силе тока $I_1 = 4$ А отдает во внешнюю цепь мощность $P_1 = 8$ Вт. Какую мощность P_2 отдает он во внешнюю цепь при силе тока $I_2 = 6$ А?



Домашнее задание №11 (4 трим.)

1. При каком значении E сила тока через сопротивление R будет равна нулю (см. рис.)? Внутренним сопротивлением источников пренебречь.
2. Чему равно показание вольтметра в схеме? Вольтметр считать идеальным, т.е. имеющим очень большое сопротивление. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.
3. По медному проводу сечением $S = 1$ мм² протекает ток силой $I = 10$ мА. Найдите среднюю скорость v упорядоченного движения



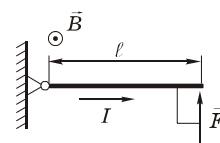
электронов вдоль проводника. Молярная масса меди $\mu = 63,6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, плотность $\rho = 8,9 \cdot 10^3$ кг/м³. На каждый атом меди приходится один электрон проводимости.

4. Никелирование пластины с поверхностью $S = 100$ см² продолжается $t = 4$ ч при силе тока $I = 0,4$ А. Молярная масса никеля $M = 58 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, его валентность $n = 2$, плотность $\rho = 8,9 \cdot 10^3$ кг/м³. Определите толщину H слоя никеля, который покроет за это время пластину.

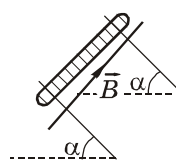
5. Атом неона ионизируется при столкновении с электроном, если энергия последнего равна $W_{и} = 21,6$ эВ (энергия ионизации). Средняя длина свободного пробега электрона в неоновой лампе между двумя последовательными соударениями $\lambda = 1$ мм. Расстояние между плоскими электродами лампы $d = 1$ см. Определите напряжение U ; при котором зажигается неоновая лампа (будет происходить процесс ионизации). Считать, что при ударе электрон полностью передает энергию атому неона, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – элементарный заряд, m – масса электрона.

Домашнее задание №12 (4 трим.)

1. ° В однородное вертикальное магнитное поле с индукцией B помещен проводящий стержень длиной ℓ , установленный горизонтально с помощью шарнирной опоры на левом конце (см. рис.). Опора позволяет стержню свободно поворачиваться в горизонтальной плоскости. Какую силу F нужно приложить перпендикулярно к стержню на его правом конце для обеспечения равновесия, если по стержню протекает ток I ?



2. Стержень расположен перпендикулярно рельсам, расстояние между которыми $l = 50$ см. Рельсы составляют с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$ (см. рис.). Какой должна быть индукция магнитного поля, перпендикулярного плоскости рельсов, чтобы стержень начал двигаться вниз, если по нему пропустить ток силой $I = 40$ А? Коэффициент трения стержня о рельсы $\mu = 0,6$, масса стержня $m = 1$ кг.



3. . В однородное горизонтальное магнитное поле с индукцией B помещен плоский квадратный виток со стороной a . В начальный момент времени виток лежит на горизонтальной поверхности. Какой силы ток I нужно пропустить через виток, чтобы он начал подниматься? Масса витка m .

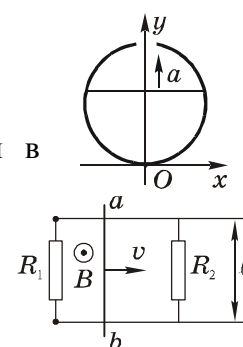
4. В область поперечного однородного магнитного поля с индукцией $B = 0,1$ Тл и размером $h = 0,1$ м по нормали влетает α -частица. Найдите скорость v частицы, если после прохождения магнитного поля она отклонится на угол $\varphi = 30^\circ$ от первоначального направления. Для α -частицы отношение заряда к массе (удельный заряд) $q/m = 0,5 \cdot 10^8$ Кл/кг.

5. В область пространства, где созданы однородные электрическое и магнитное поля так, что вектор индукции магнитного поля \vec{B} и вектор напряженности электрического поля \vec{E} параллельны друг другу, влетает со скоростью \vec{v}_0 , перпендикулярной силовым линиям, частица массой m и зарядом q . С каким ускорением a будет двигаться частица?

Домашнее задание №13 (4 трим.)

1. Определить направление индукционного тока (рис.)

2. По двум параллельным горизонтальным рельсам, помещенным в однородное вертикальное поле с индукцией \vec{B} , без нарушения контакта



со скоростью v движется перемычка ab длиной ℓ (см. рис.). Рельсы соединены резисторами с сопротивлениями R_1 и R_2 . Сопротивлением рельсов и перемычки можно пренебречь. Определите величину токов I_1 , I_2 через резисторы и ток I через перемычку.

3. Плоский замкнутый металлический контур площадью $S_0 = 10 \text{ см}^2$ деформируется в однородном магнитном поле, индукция которого $B = 10^{-2} \text{ Тл}$. Площадь контура за время $\tau = 2 \text{ с}$ равномерно уменьшается до $S_k = 2 \text{ см}^2$ (плоскость контура при этом остается перпендикулярной магнитному полю). Определите силу тока I , протекающего по контуру в течение времени τ , если сопротивление контура $R = 1 \text{ Ом}$.

4. Через соленоид, индуктивность которого $L = 0,4 \text{ мГн}$ и площадь поперечного сечения $S = 10 \text{ см}^2$, проходит ток силой $I = 0,5 \text{ А}$. Какова индукция магнитного поля B внутри соленоида, если он содержит $N = 100$ витков? если он содержит $N = 100$ витков?

5. В цепи, показанной на рисунке, ключ K первоначально замкнут. Когда токи в цепях достигают установившихся значений, ключ размыкают. Определите количество теплоты Q_1 и Q_2 , которое выделится на резисторах R_1 и R_2 после размыкания ключа. Параметры цепей: E , L , C , R_1 , R_2 и r считать известными.

