Министерство образования Оренбургской области

ГАПОУ «Сельскохозяйственный техникум »

г. Бугуруслана Оренбургской области

Методические указания

к выполнению практических работ

по дисциплине ОДБ 17 Физика

общеобразовательный цикл

основной профессиональной образовательной программы

по специальности 21.02.05 «Земельно – имущественные отношения»

Составлена преподавателем ГАПОУ «Сельскохозяйственный техникум» г. Бугуруслана Оренбургской области: Коршуновой Т.И.

Содержание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

I.ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО КИНЕМАТИКЕ НЕОБХОДИМО:

1. Рационально выбрать систему отсчета с указанием начала отсчета времени и обозначить на схематическом чертеже всю кинематическую характеристику движения (перемещение точки за рассматриваемый промежуток времени, мгновенную скорость в конце и в начале перемещения, a, и t , g)
2. Записать кинематические законы движения для каждого из движущихся тел в векторной форме.
3. Спроецировать векторные величины на оси X и Y и проверить, является ли полученная система уравнений полной.
4. Используя кинематические связи, геометрические соотношения и специальные условия, данные в задаче, составить недостающие уравнения.
5. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестных.
6. Перевести все величины в одну систему единиц и вычислить исходные величины.
7. Проанализировать результат и проверить его размерность.

При решении задач на движение материальной точки по окружности необходимо дополнительно учитывать связь между условиями

II. ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ДИНАМИКЕ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО И ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ НЕОБХОДИМО:

1. Выяснить, с какими телами взаимодействует движущиеся тело и, сделав схематический чертеж, заметить действия тел силами.
2. Записать второй закон Ньютона в векторной форме.
3. Спроецировать векторные величины на оси X и Y (выбрать начало координат в центре движущегося тела, ось X направить по ускорению, ось Y по силе реакции опоры)
4. Если полученная система уравнений не является полной, составить недостающие уравнения, исполняется третий закон, Закон Кулона.
5. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестных в общем, виде и проверить размерность.

6. Сделать числовые расчеты.

Если в задаче рассматривается движение нескольких тел, необходимо записать второй Закон для каждого из них и учесть кинематические и динамические связи между ними (например, равенство ускорений тел, жестко связано между собой, равенство сил действия и противодействия и т.д.)

III. ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НА ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА НЕОБХОДИМО:

1. Проверить систему, взаимодействий тел на замкнутость. В случае замкнутой системы сохраняется полный вектор импульса. Если система не замкнута, то: а) сохраняется проекция полного вектора импульса, на то направление по которому внешние силы не действуют или их действие скомпенсировано (обычно это горизонтальное направление) б) если за время взаимодействия внешние силы незначительно изменяют импульсы взаимодействующих тел (взрыв , удар, выстрел),то для практических расчетов можно пользоваться Законом сохранения импульса (хотя, строго говоря, он не выполняется).
2. Изобразить на чертеже векторы импульсов тел системы непосредственно перед и после взаимодействия.
3. Записать Законы сохранения импульса в векторной форме
4. Спроецировать векторные величины на оси X и Y (выбираются произвольно, но так, чтобы было удобно проецировать).
5. Решить полученную систему скалярных уравнений относительно неизвестных в общем виде.

IV.ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ВЫЧИСЛЕНИЕ РАБОТ ПОСТОЯННОЙ СИЛЫ НЕОБХОДИМО:

1. Выяснить, работу какой силы требуется определить в задаче, и записать исходную форму $A = FS \cos \alpha$
2. Сделать схематический чертеж и определить угол между силой и перемещением.
3. Если в условии задачи сила неизвестна, ее следует определять из второго Закона Ньютона (динамики)
4. Определить величину модуля перемещения из законов кинематики.
5. Подставить значение модулей силы и перемещения в формулу работ и, проверив размерность, сделать числовой расчет.

V.ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ НЕОБХОДИМО:

1. Выяснить какую мощность нужно определить среднюю ($p=A|t$) или мгновенную ($p=FU\ cos\ \alpha$)
2. Указать на чертеже силы, действующие на тело, и не кинематические характеристики движения.
3. Из второго закона определить силу.
4. Из законов кинематики определить среднюю или мгновенную скорость.
5. Подставить полученные значения F и U в формулу мощности.
6. Проверив разности, сделать числовой расчет.

В некоторых задачах необходимо дополнительно использовать формулу КПД механизма:

VI.ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НА ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ НЕОБХОДИМО:

1. Сделать схематический чертеж. Обозначить на нем кинематические характеристики начального и конечного состояния системы.
2. Проверить систему на замкнутость. Если система тел замкнута, решение проводится по закону сохранения механической энергии, т.е. $Ек_1+ En_2= Ек_2+En_2$, или $E_1=E_2$. Если система не замкнута, то изменение механической энергии системы равно работе внешних сил, т.е. $E_2\ E_1=A$ или $\Delta E = A$. В задачах на столкновение тел необходимо использовать также закон сохранения импульса.
3. Выбрать нулевой уровень потенциальной энергии (выбирается произвольно)
4. Выяснить какие внешние силы действуют на тело в произвольной точки траектории.
5. Записать формулы механической энергии в начальном и конечном положении.
6. Пользуясь: а) алгоритмом решения задач для расчета работы, определить работу внешней силы при переходе из начального состояния в конечное или; б) алгоритмом решения задач на применение закона сохранения импульса установить связь между начальными и конечными скоростями тел системы.
7. Поставить полученное значение энергий и работы в формулу работ и сделать числовой расчет. Если система замкнута, действия, описанные в пунктах 4 и 6 (а), проводить не нужно в этом случае знания энергий подставляются в формулу закона

сохранения энергии.

8. VII.ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО СТАТИКЕ НЕОБХОДИМО:

1. Изобразить на чертеже все силы, действующие на тело, находящееся в положении равновесия.
2. Записать первое условия равновесия Σ Fi=0.
3. Спроецировать векторные величины на оси X и Y (выбирается произвольно, но так, чтобы проецирование было наиболее простым).

Если для решения задачи первого условия недостаточно, записать уравнение моментов относительно любой точки тела:

4. Решить систему уравнений относительно неизвестных, проверить размерность и сделать числовой расчет.

Если ось вращения закреплена, для решения задачи достаточно второго условия; если тело не имеет оси вращения-

Первого.

Аналогично решаются задачи по статике жидкости и газов, однако в этом случае необходимо дополнительно учитывать закон Паскаля сжимаемость жидкости и выталкивающую силу, действующую на тело со стороны жидкости или газов.

VIII.Задачи на расчет колебательного движения условно можно разделить на три группы:

Задачи, решение которых основано на общих уравнениях гармонических колебаний.

Для решения задач необходимо:

1. Записать уравнение гармонических колебаний в виде $X=X_0$ sin(cot + U0)
2. Определить начальную фазу колебаний U_0, используя условия задачи, и выразить, если это необходимо, циклическую частоту колебаний U_0 через частоту V если период колебаний T, используя формулу: w=2П V; T=1/V.
3. Определить мгновенные значения скорости и ускорения, точки, совершающей гармонические колебания: U = X(t) $=X_0$Wcos $(Wt+U_0)$; a = X(t)=-XWsin$(Wt+U_0)$.
4. Если необходимо, использовать закон сохранения механической энергии mU/2 + kX/2= cost с учетом того, что k-коэффициент упругости
5. Решить полученное уравнение относительно неизвестных.
6. Сделать числовой расчет и проверить размерность искомой величины.

Задачи на расчет периода колебаний математического и пружинного маятника.

Для решения задач необходимо:

1. Выяснить, чему равно ускорение точки подвеса маятника. Если, а=0, то период малых колебаний определяется по формуле $T = 2\Pi\sqrt{l/g}$. Если точка падежа движется с ускорением а, направляемым под углом α к ускорению силы тяжести g период малых колебаний определяется по формуле $T=2\Pi\sqrt{l/g}$. Для упругого маятника $T = 2\Pi\sqrt{m/k}$.
2. Если необходимо, то записать формулы, обязывающие период колебаний с частотой или циклический частотой колебаний.
3. Решить полученные уравнения.
4. Сделать числовой расчет и проверить размерность искомой величины.

Задачи на расчет характеристик упругих волн.

Для решения задач необходимо:

Использовать уравнение плоской волны: $X=X_0\sin W(tS/U)$, где X-смещение точки упругой среды в которой распространяется упругая волна из положения равновесия в момент времени t, s-растояние от данной точки до источника колебаний.

Использовать формулы для длины волны: $\lambda =UT$; $\lambda =U/\nu$.

Использовать формулы скорости распространения упругих волн в различных средах

Методические указания к решению задач

Уравнение, устанавливающее зависимость между параметрами состояния данной массы идеального газа – его давлением **p**, объемом **V** и температурой **T**, — называется уравнением состояния идеального газа.

$pV=(m/M)RT$ – уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева - Кляпейрона).

p – давление идеального газа,

V –его объем,

m – масса газа,

M – молярная масса,

R=8,31 Дж/(Дж/мольК) – молярная газовая постоянная,

T – абсолютная температура газа.

В учебной литературе постоянная R называется универсальной газовой постоянной.

Поскольку **$m/V=\rho$**– плотность газа, то уравнение состояния идеального газа можно записать так: **$p=(m/V)(RT/M)$** или**$p= \rho (RT/M)$.** Д.И.Менделеев в 1874 г., исходя из полученного на сорок лет раньше французским физиком Б.Клапейроном объединенного газового закона: **$(p_1V_1/T_1)=(p_2V_2/T_2)$.**

Объединенный газовый закон (уравнение Клапейрона): произведение давления данной массы идеального газа на его объем, деленное на абсолютную температуру, есть величина постоянная.

Произведение концентрации n, т.е. числа молекул в единице объема, и объема одного моля газа $V_{моля}$ равно числу молекул в одном моле, т.е. числу Авогадро N_A: $N_A=nV_{моля}$.

Вместо двух постоянных: универсальной газовой постоянной R и числа Авогадро N_A – была введена постоянная k, равная отношению **R/ N_A.** Она получила название постоянной Больцмана:

$k=R/ N_A=(8{,}31\ Дж/6{,}02*10^{23}К)=1{,}38*10^{-23}(Дж/К)$

Формула, раскрывающая физический смысл абсолютной температуры: **$E_к=3/2kT$.**

Физический смысл абсолютной температуры: абсолютная температура есть мера средней кинетической энергии поступательного движения молекул.

Связь между давлением идеального газа, его концентрацией и абсолютной температурой **$p=knT$**

Давление идеального газа прямо пропорционально концентрации этого газа и его абсолютной температуре.

Уравнение состояния идеального газа удобно пользоваться в тех задачах , где речь идет о массе, весе или плотности при неизменных параметрах газа- его давлении, объеме и температуре. Кроме того без этого уравнения не обойтись, когда параметры газа изменяются и при этом изменяется также и его масса .В этом случае надо записать два уравнения Менделеева- Клайперона: для начального состояния газа:

$p_1V_1= m_1RT_1/M$

и его конечного состояния:

$p_2V_2= m_2RT_2/M$,

а затем проделать необходимые преобразования в поисках искомой величины.

Если при этом какие-либо параметры состояния газа не изменяются, то индекс у этих параметров можно не менять или вообще его не писать. Например, если в некотором процессе с идеальным газом изменяются, скажем, давление и масса газа, а объем и температура остаются прежними, то уравнение Менделеева-Клайперона применительно к первому и второму состояниям можно записать так: $\mathbf{p_1V=m_1RT/M}$и $\mathbf{p_2V=m_2RT/M}$.

Нужно помнить, что если газ находится в закрытом сосуде, то его объем не изменяется, а если газ может свободно расширяться под действием постоянной силы, то не изменяется его давление. В некоторых задачах говорится о том, что с газом происходит разные процессы, например сжатие или расширение , или изменение давления, но ни слова не сказано о температуре газа (не говорится о том, что газ нагревается или охлаждается). Значит, следует догадаться самим, что температура газа при этих процессах не изменяется. Кроме того, температуру следует считать постоянной, если в условии сказано об очень медленном процессе в данном газе.

Если масса газа в некотором процессе не изменяется, а изменяются только все параметры состояния этого газа, то вместо двух уравнений Менделеева-Клайперона можно записать одно уравнение, объединяющие эти параметры, - уравнение Клайперона, т.е объединенный газовый закон $\mathbf{p_1V_1|T_1=p_2V_2|T_2}$.
Если в некотором сосуде находится ***смесь газов***, то уравнение

Менделеева-Клайперона можно применить только к каждому газу в отдельности, равно как и все остальные газовые законы, но ни в коем случае ко всей смеси газов. Например, если дана масса смеси из n газов, то эту массу нельзя подставлять в уравнение Менделеева-Клайперона, равно как нельзя подставлять туда же и давление смеси газов равна сумме масс каждого газа в отдельности:

$$\mathbf{m=m_1+m_2+m_3+\ldots+m_n.}$$

Кроме того, здесь применим **закон Дальтона**: давление смеси газов равно сумме парциальных давлений каждого газа в отдельности (***парциальным давлением называют давление каждого газа, входящего в смесь газов***):

$$\mathbf{p=p_1 +p_2 + p_3+\ldots+p_n.}$$

Можно также использовать тот факт, что число всех молекул смеси N равно сумме чисел молекул каждого газа в отдельности:

$$\mathbf{N=N_1 +N_2 +N_3+\ldots+Nn.}$$

При этом следует помнить, что если смесь газов занимает сосуд объемом V, то это значит, что каждый газ, входящий в эту смесь, занимает объем V, так как каждый газ равномерно растекается по всему сосуду, не мешая распространяться по этому же объему V другому газу из-за очень больших расстояний между молекулами по сравнению с размерами самих молекул Кроме того, если смесь газов находится при температуре T, то это значит, что каждый газ смеси имеет эту температуру T

Примеры решения задач

Задача 1

Из-за неисправности вентиля из баллона вытекает газ.Найти массу вытекшего газа Δm, если вначале масса была m_1, а из-за утечки газа давление в баллоне уменьшилось в n раз.

Дано: m_1;$p_1/ p_2=n$;

Найти: Δm

Решение. Очевидно, что ни объем газа в баллоне, ни его температура не изменяются. Запишем уравнение Менделеева-Клайперона для начального и конечного состояний газа:

: $\mathbf{p_1V=m_1RT/M}$(1)и $\mathbf{p_2V=m_2RT/M}$(2)

Если теперь разделить уравнение (1) на уравнение (2), то неизвестные V, M и T сократятся и из полученной пропорции мы определим массу m_1, а затем и разность масс Δm:

$p_1V/p_2V=m_1RTM/Mm_2RT$,

$p_1/p_2=m_1/m_2$ или $m_1/m_2=n$, откуда $m_2=m_1/n$,

тогда $\Delta m=m_1-m_2=m_1-m_1/n$ или $\Delta m=m_1(1-1/n)$

Ответ: $\Delta m=m_1(1-1/n)$

<u>Задача2</u>

Воздух объемом V_1=100 л при температуре t^0=27 ^{0}C и давлении p=1 МПа превратится в жидкость. Какой объем V_2он займет в жидком состоянии? Плотность жидкого воздуха р=861 кг/м^3, его молярная масса в любом состоянии M=0,028 кг/моль.

СИ :

Дано: V_1=100 л = 0,1м^3

t^0=27 ^{0}C = 300K

p=1 МПа =10^6Па

р=861 кг/м^3,

M=0,028 кг/моль.

Найти: V_2

Решение. Чтобы определить объем жидкого воздуха, надо знать его массу m. Ее мы легко найдем из уравнения состояния идеального газа

$\mathbf{p_1V=m_1RT/M}$, откуда $m=pV_1M/RT$ (1)

Поскольку р=m/V, то V_2=m/р (2)

Подставив (1) в (2), получим: $V_2=pV_1M/$рRT.

Произведем вычисления:

V_2= (10^{6*}0,1*0,028)/(861*8,31*300)= 1,3*10^{-3}м^3=1,3 л.

Ответ: V_2=1,3 л

<u>Задача3</u>

Цилиндрический сосуд, расположенный горизонтально, заполнен газом при температуре t_1=27 ^{0}C и давлении p_1=0,1 МПа и разделен на равные части подвижной перегородкой. Найти давление газа в цилиндре, если в левой половине газ нагреть до температуры t_2=57^{0}C, а в правой температуру газа оставить без изменения.

Дано:t_1=27 ^{0}C

p_1=0,1 МПа

t_2=57^{0}C

Найти: p_2

Решение: Будем считать, что перегородка непроницаема для газа, тогда масса газа в объеме в обеих частях цилиндра, на которые она его делит, будет оставаться неизменной. Вследствие нагревания газа в левой части он расширится и передвинет перегородку.

При этом изменяется все его параметры: и давление, и объем, и температура. Если до нагревания давление газа как в левой, так и в правой половине цилиндра было равно p_1, объем газа в них тоже был одинаков и равен V_1, а температура в них была T_1, то после нагревания давление в левой части стало равным p_2, объем увеличился на ΔV и стал равен V_2 и температура стала равной T_2.

Тогда согласно объединенному газовому закону

$\mathbf{p_1V_1|T_1=p_2V_2|T_2}$**, где** $\mathbf{V_2=V_1+\Delta V}$**,** поэтому $\mathbf{p_1V_1|T_1=p_2(V_1+\Delta V)/T_2}$**.**

В этом уравнении целых три неизвестных величины:p_2, V_1 и ΔV.Поэтому составим еще одно уравнение , в которое войдут эти величины (заметим, что для решения уравнений с тремя неизвестными надо бы иметь три уравнения, но нам третье уравнение взять просто неоткуда, поэтому остается надеяться, что в процессе решения одно из неизвестных сократится, как уже не раз бывало). Запишем теперь уравнение. выражающее соотношение между параметрами газа, содержащегося в правой части цилиндра. По условию задачи температура в этой части цилиндра не изменилась и масса газа осталась прежней Значит, здесь можно применить закон Бойля-Мариотта(подчеркнем, что поскольку перегородка снова оказалась в равновесии, значит, давление газа p_2 в обеих частях цилиндра снова стало одинаковым):$p_1V_1=p_2V_3$.

Поскольку объем газа в левой части цилиндра увеличился на ΔV, то это означает, что в правой части он уменьшился на столько же, т.е тоже на ΔV. Тогда $V_3=V_1-\Delta V$ и $p_1V_1=p_2(V_1-\Delta V)$.

Теперь остается решить совместно уравнения (1) и (2), определив искомое давление p_2. Для этого сначала выразим из обоих уравнений ненужное нам неизвестное ΔV и приравняем выражения, которым ΔV будет равно. Так мы исключим ΔV из уравнений. Посмотрим, может быть, и ненужное для решения задачи неизвестное V_1 тоже «уйдет» в процессе преобразований. Итак, приступим. Выразим ΔV из уравнения (1):

$\mathbf{V_1+\Delta V= p_1V_1T_2/ p_2T_1,\ \Delta V= (p_1V_1T_2/ p_2T_1)-V_1= V_1(p_1T_2/ p_2T_1-1).}$

Теперь выразим ΔV из уравнения (2):

$\mathbf{V_1-\Delta V= p_1V_1/ p_2,\ \Delta V=V_1(1-p_1/p_2).}$

Приравняем правые части получившихся выражений для $\mathbf{\Delta V: V_1(p_1T_2/ p_2T_1-1)=V_1(1- p_1/p_2).}$

Как мы и ожидали, неизвестный объем V_1 сокращается и из оставшегося выражения нетрудно найти искомое давление p_2:

$\mathbf{p_1T_2/p_2T_1-1=1- p_1/p_2,\ p_1T_2/p_2T_1 + p_1/p_2=2,\ p_1/p_2(T_2/T_1+1)=2}$

$$\mathbf{p_2= p_1/2(T_2/T_1+1)}$$

Мы решили задачу в общем виде. Переведем все единицы в СИ: 0,1 МПа=$1*10^5$Па, 27^0С=300 К, 57^0С=330 К.

Подставим числа и произведем вычисления:

$p_2=10^5/2\ (330/300 +1)$Па=$1,05*10^5$Па.

Ответ: $p_2=1,05*10^5$Па.

<u>Задача4</u>

Резиновая лодка может выдержать давление надутого в нее воздуха не более p_{max}=112кПа. При этом увеличение объема лодки не должно превышать 5 %. Лодку надули до давления p_1=106кПа при температуре $t^0{}_1=10^0$С. Не лопнет ли лодка, когда температура повысится $t^0{}_2=33^0$С?

Дано: p_{max}=112кПа

$\Delta V=5\%V_1=0,05V_1$

p_1=106кПа

$t^0{}_1=10^0C$

$t^0{}_2=33^0C$

Найти: p_2.

Решение: Мы обозначали ΔV изменение объема лодки, а V_1 – ее первоначальный объем и p_2 – давление воздуха в лодке, когда температура повысится до T_2. определив это давление, мы сравним его с максимально допустимым p_{max}, и если оно окажется меньше p_{max}, то лодка выдержит, а если — нет, то лопнет. Масса воздуха в лодке не меняется, а меняется давление в ней от p_1 до искомого p_2; объем воздуха в ней тоже изменяется от V_1 при температуре T_1 до некоторого объема V_2 при температуре T_2. значит, для решения задачи воспользуемся объединенным газовым законом (уравнение Клапейрона):

$\mathbf{p_1V_1|T_1=p_2V_2|T_2}$ **(1)**

Здесь $\mathbf{V_2=V_1+\Delta V=V_1+0,05V_1=1,05V_1}$ **(2)**

Подставим (2) в (1): $\mathbf{p_1V_1|T_1= p_2*1,05V_1|T_2,\ p_1|T_1= p_2*1,05|T_2,}$ откуда $\mathbf{p_2=p_1T_2/1,05T_1.}$

Переведем все единицы в СИ:

112кПа=$1,12*10^5$Па, 106кПа=$1,06*10^5$Па,

10^0C=283K, 33^0C=306K.

Произведем вычисления:

$p_2=(1,06*10^5*306)/(1,05*283)$Па=$1,09*10^5$Па.

Мы видим, что $p_2=1,09*10^5$Па меньше p_{max}=112кПа=$1,12*10^5$, значит, лодка не лопнет.

Ответ: не лопнет.

<u>Задача 5.</u> В баллоне находится газ при температуре t°= 17°C. Во сколько раз уменьшится давление этого года, если 20% его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на Δt°=10°C?

Дано:$t^0{}_1=17^0C$

$\Delta t° = 10^0C$

Найти: -?

Решение: Введем обозначение: Δm – масса газа, покинувшего баллон, m- первоначальная масса газа, — относительное изменение массы газа в баллоне, рдавление в баллоне до выхода из него газа.

Очевидно, что объем газа в баллоне не менялся, несмотря на то, что газ его частично покинул, ведь объем газа в баллоне равен объему баллона, а изменялись давление, температура и масса газа. Запишем уравнение состояния газа применительно к началу и концу процесса выхода газа из баллона:

pV= и pV= . Нам надо найти отношение , поэтому разделим первое уравнение на второе:

. (1)

Нам известно относительно изменение массы газа:

(2)

Поскольку температура газа понизилась на

$\Delta t°=\Delta T$, то $T_2 = T_1- \Delta T$. (3)

Подставим (2)и (3) в (1), получим:

Переведем единицу температуры в СИ:
17°С= (17 + 273) К= 290 К.
Напоминаем, что к Δt°=10°С не надо прибавлять273, потому-что разность температур по шкалам Цельсия и Кельвина одинакова: Δt°= ΔT К.
Произведем вычисления: =

Ответ: = 1,3.

Задача 6. В колбе емкостью $V=100 см^3$ содержится некоторый газ при температуре t°= 27°С. Насколько понизится давление газа, если вследствие утечки из колбы выйдет $\Delta N= 10^{20}$ молекул?

Дано: $V=100 см^3$
t°=27°С
$\Delta N=10^{20}$
$к=1{,}38 \cdot 10^{-23}$
Найти: Δ_p — ?

Решение. Введем обозначения: Δ_p – изменение давления газа в колбе, к- постоянная Больцмана.

Для решения этой задачи воспользуемся формулой, устанавливающей связь давления газа р с концентрацией его молекул n и температурой газа T.

До утечки давление газа в колбе было $p_1=kn_1T$.
После утечки оно стало $p_2 = kn_2T$.
Вычтем из первого уравнения второе. Получим
$p_1-p_2= кT (n_1-n_2)$ bkb $\Delta p= kT\Delta n$. (1)
Здесь $\Delta p= p_1-p_2$ – изменение давления газа, а $\Delta n= n_1-n_2$- изменение концентрации его молекул.

Изменение концентрации молекул газа произошло из за того, что из колбы вышло Δn молекул, поэтому изменение концентрации Δn равно изменению числа молекул газа в единице его объема:
Δn= .
Подставим (2) вместо Δn в (1):

$\Delta p=nкT$

Задача в общем виде решена. Переведем все единицы в СИ: $100 см^3= 100 \cdot 10^{-6} м^3= 1\cdot 10^{-4} м^3$, 27°С= 300К.
Произведем вычисления:
$\Delta p= 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300$ Па = $4{,}14 \cdot 10^3$ Па = $4{,}14 \cdot 10^3$= 4,14 кПа.
Ответ: Δр= 4,14 кПа.

Задачи для самостоятельного решения.

Задача 1. В сосуде объемом V=5л находится смесь газов, состоящая из гелия массой m_1=1г, азота массой m_2=4г и водорода массой m_3=2г. Найти давление смеси этих газов. Температура в баллоне Т=300К.

Ответ: $p=RT/V(m_1/M_1+m_2/M_2+m_3/M_3)=6{,}9*10^5$Па.

Задача 2. Во сколько раз отличается плотность кислорода от плотности водорода при одинаковых условиях?

Ответ: в 16 раз.

Задача 3. Чему равна плотность смеси газов ρ, состоящая из кислорода массой m_1=5г, азота массой m_2=4г и гелия массой m_3=10г, при нормальных условиях?

Ответ: $\rho=(p(m_1+m_2+m_3))/\ RT(m_1/M_1+m_2/M_2+m_3/M_3)=0{,}3$кг/м^3

Задача 4. В аудитории площадью S=30 м^2 и высотой H=3м температура повысилась с $t^0{}_1=20^0$C до $t^0{}_2=28^0$C. Какая масса воздуха Δm вышла из аудитории? Атмосферное давление p нормальное.

Ответ: $\Delta m=pSHM/R(1/T_1-1/T_2)=3$кг.

Задача 5. Воздушный шар наполнен горячим воздухом при температуре $t^0{}_1=100^0$C. Температура окружающего воздуха $t^0{}_1=18^0$C. Давление p внутри и вне шара нормальное. Чему равна масса m_0 оболочки шара, если он поднимается равномерно и прямолинейно? Молярная масса воздуха M=0,029 кг/моль, диаметр шара D=4м.

Ответ: $m_{об}=\pi D^3pM/6R(1/T_2-1/T_1)=8{,}2$кг.

Задача 6. В начале сжатия температура газа в цилиндре двигателя внутреннего сгорания $t^0{}_1=57^0$C. Найти температуру $t^0{}_2$ в конце сжатия, если при этом давление возрастает в 40 раз, а объем газа уменьшается в 5 раз.

Ответ: $T_2=T_1=2640$K

Задача 7. При повышении абсолютной температуры идеального газа в три раза его давление повысилось на 30 %. Во сколько раз при этом изменился объем газа?

Ответ: увеличился в 2,3 раза.

Задача 8. При уменьшении объема идеального газа в три раза его давление увеличилось на 100 кПа, а абсолютная температура повысилась на 20 %. Чему равно давление p_1 в начале процесса?

Ответ: $p_1=\Delta p/2{,}6=38$кПа.

Задача 9. В баллоне емкостью V=3л содержится ν=0,1 моль идеального газа под давлением 0,2 МПа. Чему равна средняя кинетическая энергия $E_к$ поступательного движения его молекул?

Ответ: $E_к=3pV/2\nu N_A=1{,}5*10^{-20}$Дж

Задача 10. Вследствие неисправности вентиля из баллона вытекает газ. Найти массу Δm вытекшего газа, если давление в баллоне упало в три раза, а первоначальная масса в баллоне m=0,3 кг.

Ответ: $\Delta m=2/3m=0{,}2$кг.

Задача 11. Газ при давлении p_1=0,2 МПа и температуре $t^0{}_1=15^0$C имеет объем V_1=5л. Насколько изменится объем этой массы газа (ΔV-?) при нормальных условиях?

Ответ: $\Delta V=V_1(p_1T_0/p_0T_1-1)=4{,}5*10^{-3}$м^3.

Задача 12. Посередине закрытой с обеих концов трубки длиной l=1м, расположенной горизонтально, находится в равновесии подвижная перегородка. Слева от нее температура газа $t^0{}_1=100^0$C, справа – температура $t^0{}_2=0^0$C. На каком расстоянии от левого конца трубки установится перегородка (l_1-?), если температуру газа в левой части трубки тоже охладить до $t^0{}_1=0^0$C?

Ответ: $l_1=\ lT_2/T_1+T_2=0{,}42$м

Задача 13. В цилиндре под поршнем находится газ при температуре T_1. Масса поршня m, его площадь S. С какой силой F нужно давить на поршень, чтобы уменьшить объем воздуха в нем вдвое, если при этом под поршнем нагрелся на ΔT К?

Ответ: $F=(p_0S+mg)(1+2\Delta T/T_1)$

Задача 14. Современная техника позволяет создать вакуум, при котором давление оставшегося газ не превышает p=0,1 нПа. Сколько молекул газа N останется в сосуде объемом 1 $см^3$ при таком вакууме и какова средняя кинетическая энергия $E_к$ этих молекул? Температура газа 300 К.

Ответ: $N=pV/kT=2,4*10^4$

$E_к=3/2kT=6,2*10^{-21}$Дж

Задача 15. В колбе объемом V=1л содержится кислород при температуре $t^0=17^0C$. В колбу впускают некоторое количество этого газа, из-за чего его давление повышается на Δp=5кПа. Сколько ΔN молекул газа было впущено в колбу? Молярная масса кислорода M=0,032 кг/моль.

Ответ: $\Delta N=\Delta pV/MkT=4*10^{22}$

Задача 16. В сосуде содержится смесь двух газов одинаковой массы, причем молярная масса первого из них втрое меньше, чем второго. Число молекул первого газа превышает число молекул второго $\Delta N=4*10^{22}$. Найти число молекул N_1 и N_2 каждого газа в отдельности.

Ответ: $N_1=1,5\Delta N=6*10^{22}$, $N_2=0,5\Delta N=2*10^{22}$

Задача 17. В цилиндре объемом V имеется подвижная теплоизолирующая перегородка, которая делит цилиндр на две равные части. Слева от перегородки содержится один газ при температуре T_1, а справа – другой газ при температуре T_2. При этом перегородка остается в равновесии. На какое расстояние l передвинется перегородка, если слева от нее температуру понизить на ΔT, а справа настолько же повысить? Площадь основания цилиндра S.

Ответ: $l=\Delta TV(T_1+T_2)/S(2T_1T_2-\Delta T(T_2-T_1))$

Задача 18. В вертикальной, открытой сверху трубке под столбиком ртути находится νмолей газа. При охлаждении газа на ΔT столбик ртути опустился на Δh. Найти высоту столбика ртути h. Плотность ртути ρ, площадь сечения трубки S, атмосферное давление $p_{атм}$ нормальное.

Ответ: $h=1/ \rho g(\nu R\Delta T/\Delta hS — p_{атм})$.

Задача 19. Сосуд объемом V разделен пополам полупроницаемой перегородкой. В левой половине сосуда находится ν_1молей водорода иν_2 молей азота, а в правой вакуум. Какие установятся давления $p_{общ1}$ и p_2 слева и справа от перегородки, если она может пропускать только водород? Температура газов T в обеих половинах сосуда одинакова и постоянна.

Ответ: $p_{общ1}=RT(\nu_{1+}\ 2\nu_2)/2$

$p_2= \nu_2RT/V$

Задача 20. Воздушный шар объемом $V=8м^3$ заполнен гелием. При нормальных условиях он может поднять полезный груз массой m_1=5кг. Какой массы m_2 груз может поднять этот шар при замене гелия на водород при той же температуре? *Ответ:*$m_2=m_1+p_0V/RT_0(M_1-M_2)$=5,7 кг

Задача 21. Во сколько раз изменится объем воздушного пузырька при подъеме его с глубины h на поверхность озера? Температура на глубине h равна T_1,а на поверхности – T_2, давление атмосферы нормальное. Плотность воды ρ.

Ответ: $V_2/V_1=T_2(p_{атм}+\rho gh)/ p_{атм}T_1$

Задача 22. Азот ($26*10^{-3}$ кг/моль) массой 0,3 кг при температуре 280 К оказывает давление на стенки сосуда $8,3*10^4$ Па. Чему равен объем газа?

Ответ:0,3 м^3

Задача 25. Кислород находится в сосуде емкостью 0,4 м^3 под давлением $8,3*10^5$ Па, при температуре 320 К. Чему равна масса кислорода?

Ответ:4 кг

Задача 27При давлении P_0 идеальный газ, взятый в количестве 1 моль и объеме V_0, имеет температуру T_0. Какова будет температура газа, взятого в количестве 2 моль, при давлении 2 P_0 и объеме 2 V_0?

Ответ: 2 T_0

Задача 29. Давление неизменного количества идеального газа уменьшилось в 2 раза, а его температура уменьшилась в 4 раза. Как изменился при этом объем газа?

Ответ: уменьшился в 2 раза

Задача 30. Как изменится средняя квадратическая скорость теплового движения молекул при уменьшении абсолютной температуры идеального газа в 3 раза?

Ответ: уменьшилась в $\sqrt{3}$ раз

Задача 32. При расширении идеального газа его объем увеличился в 2 раза, а температура уменьшилась в 2 раза. Как изменилось при этом давление газа?

Ответ: уменьшилось в 4 раза

Задача 33. В сосуде находится жидкий азот N_2 массой 10 кг. Какой объем займет этот газ при нормальных условиях ?

Список использованной литературы

1. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения. Пособие для учителя. – Москва: Просвещение, 1983.
2. Гладкова Р.А. Сборник задач по физике. – Москва: Наука, 1980,1983.
3. Касаткина И.Л. Репетитор по физике. Под редакцией Т.В. Шкиль – Ростов-на_Дону, — 2003.
4. Савченко Н.Е. Задачи по физике с анализом их решения. – Москва: Просвещение, 2000.
5. Тарасов Л.В., Тарасова А.Н. Вопросы и задачи по физике (Анализ характерных ошибок поступающих во втузы). Учебное пособие. – Москва: Высшая школа, 1990.
6. Никифоров Г.Г. ЕГЭ 2008.Физика: сборник заданий / Г.Г. Никифоров, В.А. орлов, Н.К. Ханнанов. _М.: Эксмо, 2008. _240 с
7. .Гуревич Ю.Л. Физика. ЕГЭ-2008. Вступительные испытания : учебно – методическое пособие – Ростовна Дону : Легион, 2008. – 312 с