

$$A = Mgh + \frac{Mv_{\max}^2}{2}. \quad (10.7)$$

Используя соотношения (10.3)—(10.7), находим

$$v_{\max} = \left[2gH \left(1 - \frac{p_1 S}{Mg} + \frac{p_1 S}{Mg} \ln \frac{p_1 S}{Mg} \right) \right]^{1/2}.$$

10.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

10.1. Идеальный газ расширяется по закону $TV^3 = \text{const}$ так, что его объем увеличивается в два раза. Начальное давление газа p_1 . Определить давление газа p_2 после расширения. Изобразите процесс графически на диаграммах $(p - V)$, $(p - T)$, $(V - T)$ и $(\rho - T)$.

10.2. В баллоне, объем которого $V = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, находится $m = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ кг}$ водорода при температуре $T = 300 \text{ К}$. Некоторое воздействие приводит к диссоциации части молекул на атомы. Отношение числа диссоциированных молекул к общему их числу $\alpha = 1/5$. Определите давление в баллоне.

10.3. В сосуде находится $\nu_1 = 0,1$ моля углекислого газа и $m_2 = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ кислорода при температуре $T = 300 \text{ К}$ и давлении $p = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Найдите объем сосуда, парциальные давления газов, число молекул каждого газа, среднюю квадратичную скорость движения молекул, среднюю кинетическую энергию молекул кислорода, внутреннюю энергию смеси газов.

10.4. Идеальный газ совершает замкнутый процесс (цикл), изображенный на рис. 10.6. Известны число молей газа ν , давление газа p_1 , объемы V_1, V_2 . Определите основные параметры газа в состояниях 1, 2, 3. Изобразите данный процесс на диаграммах $(V - T)$ и $(p - T)$. Постройте график зависимости плотности газа от температуры $\rho(T)$ в данном цикле. В процессе 3—1 $T = \text{const}$.

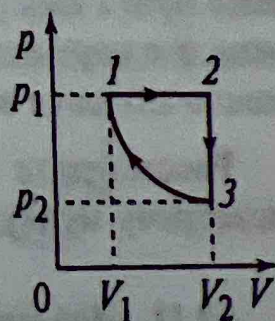


Рис. 10.6

10.5. В сосуде находится смесь $m_1 = 7 \cdot 10^{-3}$ кг гелия и $m_2 = 16 \cdot 10^{-3}$ кг кислорода. Температура смеси $T = 300$ К, давление $p = 0,5 \cdot 10^5$ Па. Найдите эффективную молярную массу и плотность смеси газов.

10.6. Определите внутреннюю энергию смеси гелия и кислорода в предыдущей задаче.

10.7. В сферическом сосуде с внутренним диаметром $d = 0,2$ м находится $m = 0,022$ кг углекислого газа. До какой температуры можно нагреть сосуд, если его стенки выдерживают максимальное давление $p = 0,5$ МПа? Определите количество молекул в сосуде, среднюю кинетическую энергию движения одной молекулы и внутреннюю энергию газа при максимальном давлении.

10.8. Найдите изменение массы и количества молекул воздуха в комнате объемом $V = 50$ м³ при атмосферном давлении $p = 0,1$ МПа, если температура воздуха увеличилась от $T_1 = 290$ К до $T_2 = 300$ К. Как изменилась при этом внутренняя энергия воздуха в комнате? Считать для воздуха $\mu = 0,029$ кг/моль.

10.9. Воздух накачивается в баллон объемом $V = 1$ м³. Через какой промежуток времени τ давление в баллоне станет равным $p = 0,5$ МПа, если производительность компрессора $Q_V = 0,01$ м³/с? Внешнее давление $p_0 = 0,1$ МПа. Температуру воздуха в баллоне считать постоянной.

10.10. Молекулярный пучок падает на стенку и отражается от нее по закону абсолютно упругого удара. Найдите давление молекулярного пучка на стенку, если направление скорости молекул составляет угол φ с нормалью к стенке. Известны масса m , скорость v молекул и число молекул в единице объема n .

Рассмотрите случаи: 1) стенка неподвижна; 2) стенка движется навстречу пучку в направлении своей нормали со скоростью u .

10.11. Найдите закон, по которому изменяется давление p в откачиваемом объеме в зависимости от времени t . Объем сосуда V , первоначальное давление p_0 . Сосуд откачивается насосом, производи-

тельность которого $Q_V \left(Q_V = \frac{dV}{dt} \right)$. Считайте, что производительность не зависит от давления.

10.12. Цилиндрический сосуд разделен двумя зафиксированными поршнями на три секции, в каждой из которых находится воздух. Давления p_1, p_2, p_3 и объемы V_1, V_2, V_3 в каждой секции заданы. Поршни освобождаются и могут без трения скользить по цилиндру. Найдите давления и объемы воздуха после того, как поршни перестанут перемещаться. Температура воздуха остается постоянной. Воздух считать идеальным газом, массами поршней пренебречь.

10.13. Сосуд емкостью $V = 0,02 \text{ м}^3$ разделен полупроницаемой перегородкой на две равные части. В одной половине сосуда находится смесь $m_1 = 0,002 \text{ кг}$ водорода и $m_2 = 0,004 \text{ кг}$ гелия, во второй половине сосуда вакуум. Через перегородку может диффундировать только гелий. Температура во время процесса диффузии постоянная и равна $T = 300 \text{ К}$. Найдите давление газа в каждой части сосуда после окончания процесса диффузии.

10.14. Массовый состав воздуха: 76 % азота, 23 % кислорода, 1 % аргона. Определите парциальные давления каждого из этих газов при общем давлении $p = 0,1 \text{ МПа}$. Молярные массы: азота $\mu_1 = 0,028 \text{ кг/моль}$, кислорода $\mu_2 = 0,032 \text{ кг/моль}$, аргона $\mu_3 = 0,040 \text{ кг/моль}$.

10.15. В цилиндрическом сосуде, расположенном вертикально, находится газ массой m с молярной массой μ . Газ отделен от атмосферы поршнем, соединенным с дном сосуда растянутой пружиной жесткостью k . При температуре T_1 поршень расположен на высоте h от дна сосуда. До какой температуры T_2 надо нагреть газ, чтобы поршень поднялся до высоты H ?

10.16. На диаграммах $(p - V)$, $(p - T)$ и $(V - T)$ (рис. 10.7) изображены процессы, происходящие с некоторой массой идеального

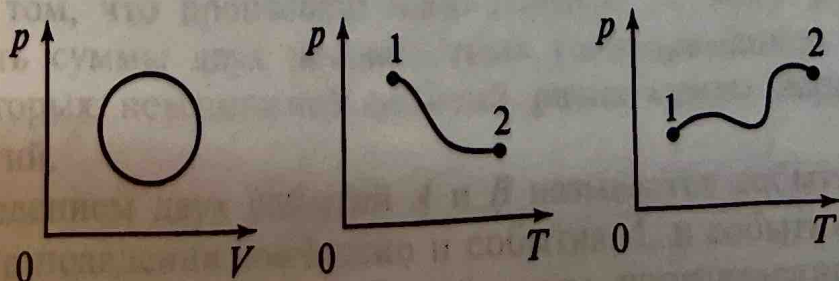


Рис. 10.7

газа. На диаграмме ($p - V$) укажите состояния, в которых газ имеет максимальную и минимальную температуру. На диаграммах ($p - T$) и ($V - T$) сравните объемы и давления газа в состояниях 1 и 2.

10.17. Сосуд разделен на две секции пористой перегородкой. В одной секции находится газ, состоящий из легких молекул, в другой — из тяжелых. Давление газа и температура в обеих секциях сосуда в начальный момент одинаковы. Через некоторое время давление в той секции, где находились тяжелые молекулы, увеличилось. Затем, через более длительный промежуток времени, давление в обеих секциях сосуда выровнялось. Объясните этот эффект.

10.18. Теплоизолированный сосуд с одноатомным газом движется со скоростью, равной среднеквадратичной скорости $v_{\text{кв}}$ молекул. Во сколько раз возрастёт температура газа после остановки сосуда?