

8.8. Уравнение Клапейрона—Менделеева

8.8.1. Емкость камеры для шины легкового автомобиля «Москвич» $V = 12$ л. Какая масса воздуха нужна для заполнения этой камеры до давления $p = 2$ атм? Температура воздуха в камере $t = 20$ °С.

8.8.2. В одинаковых баллонах объемом $V = 100$ л каждый при равных температурах $t = 0$ °С и равных давлениях $p = 40$ атм содержится (для автогенной сварки) водород и кислород соответственно. Определите массы газов в баллонах. Во сколько раз масса кислорода больше массы водорода?

8.8.3. Вода при температуре $t = 27$ °С заполняет сосуд на одну треть. Каким стало бы давление внутри сосуда, если бы исчезли силы взаимодействия между молекулами воды? В закрытом сосуде, кроме воды, ничего нет.

8.8.4. При температуре $t = 27$ °С и давлении $p = 2,08 \cdot 10^5$ Па плотность газа $\rho = 1,42$ кг/м³. Известно, что молекулы этого газа представляют собой соединение азота $^{14}_7\text{N}$ и водорода ^1_1H . Определите молекулярную формулу этого соединения.

8.8.5. У газа объемом $V = 25$ л масса $m = 65$ г. Температура газа $t = 27$ °С, давление $p = 0,1$ МПа. Молекула газа состоит из иона серы (S) и ионов кислорода (O). Найдите число ионов кислорода в этой молекуле. Какой это газ?

8.8.6. По закону Авогадро один моль газообразного вещества при нормальных условиях занимает объем $V_0 = 22,4$ л. Какой объем будет занимать то же количество вещества на поверхности Венеры, если температура ее поверхности $t = 500$ °С, а давление атмосферы $p = 100p_0$, где p_0 — нормальное атмосферное давление вблизи поверхности Земли?

8.8.7. Горелка потребляет $m = 10$ г водорода в час. На сколько времени хватит водорода, находящегося в баллоне емкостью $V = 10$ л, если давление в баллоне $p = 20$ МПа, а температура $T = 300$ К?

8.8.8. В баллоне объемом $V = 10$ л содержится водород при давлении $p = 10^6$ Па и температуре $t = 20$ °С. Какая масса водорода Δm была выпущена из баллона, если при полном сгорании оставшегося водорода образовалось $m = 50$ г воды?

8.8.9. В стальном резервуаре находится сжатый воздух при температуре $t_1 = -23$ °С. На резервуаре имеется предохранительный клапан. Клапан открывается, если давление в резервуаре увеличивается на $\Delta p = 2$ атм. При нагревании резервуара до $t_2 = 27$ °С из него вышло $\eta = 10\%$ массы газа. Какое давление было первоначально в резервуаре?

8.8.10. В комнате объемом $V = 60$ м³ воздух нагрелся от температуры $t_1 = 15$ °С до $t_2 = 22$ °С. Считая атмосферное давление нор-

мальным, найдите массу Δm воздуха, выпущенного из комнаты вследствие повышения температуры.

8.8.11. В баллоне емкостью $V = 10$ л находится газ при температуре $t = 27$ °С. Вследствие утечки газа давление в баллоне снизилось на $\Delta p = 4,2$ кПа. Сколько молекул содержится в газе, выпущенном из баллона? Температуру считать неизменной.

8.8.12. В баллоне находится газ при температуре $t_0 = 15$ °С. Во сколько раз уменьшится давление газа, если $\eta = 40\%$ его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на $\Delta t = 8$ °С?

8.8.13. Свисток тепловоза выпускает пар со скоростью $v = 5$ м/с. Температура пара $t = 227$ °С. Определите массу пара, выпускаемого в атмосферу за время $t = 30$ с, если поперечное сечение отверстия свистка $S = 1$ см², а давление пара $p = 3$ атм.

8.8.14. По трубе сечением $S = 10$ см² течет углекислый газ под давлением $p = 3,92$ атм при температуре $t = 27$ °С. Найдите среднюю скорость течения газа по трубе, если за время $t = 5$ мин через поперечное сечение проходит газ массой $m = 15$ кг.

8.8.15. В вертикальном открытом сверху цилиндрическом сосуде, имеющем площадь поперечного сечения S , на высоте h от дна находится поршень массой m , поддерживаемый сжатым идеальным газом с молярной массой M . Температура газа T , атмосферное давление p_0 . Пренебрегая трением, определите массу газа в сосуде.

• **8.8.16.** В вертикальном сосуде под поршнем находится $m = 1$ г азота. Площадь поршня $S = 10$ см², масса $M = 1$ кг. Азот нагревают на $\Delta T = 10$ К. На сколько при этом поднимется поршень? Давление над поршнем нормальное. Молярная масса азота $\mu = 28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Трением пренебречь.

8.8.17. Состояние массы m идеального газа меняется со временем по закону $\frac{p^2}{T} = a$, где $a = \text{const}$. Определите зависимость давления газа от его объема. Молярная масса газа μ .

8.8.18. Идеальный газ в количестве $\nu = 1$ моль бесконечно медленно переводят из состояния 1 в состояние 2 по закону $p = -\alpha V^2 + \beta$, где α и β — некоторые известные положительные константы. Какой наибольшей температуры может достичь газ в таком процессе?

8.8.19. В вертикальном цилиндре, закрытом поршнем, находится воздух. К поршню через систему невесомых блоков подвешен груз массой $m_0 = 112$ кг (рис. 8.8.1). Цилиндр нагревают на $\Delta T = 20$ К. При этом груз опускается на $\Delta l = 0,2$ м. Какова масса воздуха, находящегося в цилиндре? Масса поршня $m = 6$ кг, площадь поперечного сечения цилиндра $S = 10^{-2}$ м². Атмосферное давление $p_0 = 10$ Па. Трение не учитывать.

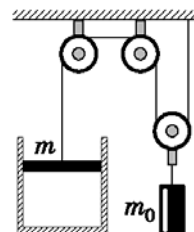


Рис. 8.8.1

8.8.20. Цилиндрический горизонтальный сосуд длиной $l = 80$ см делится на две части подвижным поршнем. Каково будет положение поршня, если в одну часть сосуда поместить некоторое количество водорода, а в другую — такое же (по массе) количество кислорода при равных температурах? Молярная масса водорода $\mu_1 = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, кислорода $\mu_2 = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

• **8.8.21.** В вертикальном цилиндрическом сосуде находится идеальный газ, разделенный на две части тяжелым поршнем. Под поршнем масса газа в $n = 3$ раза больше, чем над поршнем. При одинаковой во всем объеме цилиндра температуре объемы газа над поршнем и под ним одинаковы. Чему будет равно отношение объемов газа над и под поршнем V_2/V_1 , если температуру во всем объеме цилиндра увеличить в $k = 2$ раза? Трение не учитывать.

$$8.8.1. m = \frac{pVM}{RT} \approx 31 \text{ г.}$$

$$8.8.2. m_{\text{H}_2} = \frac{pVM}{RT} \approx 0,36 \text{ кг;}$$

$$m_{\text{O}_2} \approx 5,54 \text{ кг; } \frac{m_{\text{O}_2}}{m_{\text{H}_2}} = \frac{M_{\text{O}_2}}{M_{\text{H}_2}} = 16.$$

$$8.8.3. p = \rho \frac{RT}{3M} \approx 4,7 \cdot 10^7 \text{ Па.}$$

$$8.8.4. M = \frac{\rho RT}{p} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль,}$$

NH_3 (аммиак).

$$8.8.5. M = \frac{mRT}{pV} = 64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль,}$$

SO_2 (сернистый газ).

$$8.8.6. V = V_0 \frac{T_0}{100T} = 791 \text{ см}^3.$$

$$8.8.7. t = \frac{pVM}{mRT} \approx 16 \text{ ч.}$$

$$8.8.8. \Delta m = \frac{M_1 p V}{RT} - m \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} \approx$$

$$\approx 2,66 \text{ г.}$$

$$8.8.9. p_0 = \frac{\Delta p}{(1 - \eta)T_2 - T_1} = 25 \text{ атм.}$$

$$8.8.10. \Delta m = \frac{pVM(T_2 - T_1)}{RT_1 T_2} \approx 1,7 \text{ кг.}$$

$$8.8.11. N = \frac{\Delta p N_A}{RT} = 10^{24} \text{ молекул.}$$

$$8.8.12. B \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{(1 - \eta)(T_1 - \Delta t)} =$$

$$= 1,7 \text{ раз.}$$

$$8.8.13. \Delta m = \frac{M p S v t}{RT} \approx 20 \text{ г.}$$

$$8.8.14. v = \frac{mRT}{M p S t} = 7,2 \text{ м/с.}$$

$$8.8.15. m_r = \frac{M h (p_0 S + m g)}{RT}.$$

$$8.8.17. p = \frac{\alpha}{\sqrt{R}} V.$$

$$8.8.18. T_{\text{max}} = \frac{2\beta}{3} \sqrt{\frac{\beta}{3\alpha}}.$$

$$8.8.19. m_b =$$

$$= \frac{M \Delta l (2 p_0 S + 2 m_0 g - m g)}{R \Delta T} \approx 35 \text{ г.}$$

8.8.20. Поршень будет находиться на расстоянии

$$l_1 = l \frac{M_2}{M_1 + M_2} \approx 75,3, \text{ см,}$$

$$l_2 = l \frac{M_1}{M_1 + M_2} \approx 4,7 \text{ см от торцов}$$

цилиндра.