

Zadatak 061 (Maturant, gimnazija)

Koliku je toplinsku energiju potrebno utrošiti da bi se 10 kg vode temperature 18 °C pretvorilo u vodenu paru temperature 100 °C? ($c_{\text{vode}} = 4190 \text{ J/(kg K)}$, $L_i = 2.26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$)

Rješenje 061

$m = 10 \text{ kg}$, $t_1 = 18 \text{ °C}$, $t_2 = 100 \text{ °C}$, $c_{\text{vode}} = 4190 \text{ J/(kg K)}$, $L_i = 2.26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$,
 $Q = ?$

Toplina koju neko tijelo zagrijavanjem primi jednaka je

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t,$$

gdje je m masa tijela, c specifični toplinski kapacitet, a Δt promjena temperature tijela.

Toplinu koja je potrebna da tekućina mase m prijeđe u paru iste temperature možemo izračunati iz izraza

$$Q = m \cdot L_i,$$

gdje je L_i specifična toplina isparavanja.

Toplinska energija koju je potrebno utrošiti iznosi:

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot c \cdot \Delta t + m \cdot L_i \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) + m \cdot L_i \Rightarrow Q = m \cdot [c \cdot (t_2 - t_1) + L_i] = \\ &= 10 \text{ kg} \cdot \left[4190 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (100 - 18) \text{ K} + 2.26 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right] = 2.6 \cdot 10^7 \text{ J}. \end{aligned}$$

Vježba 061

Koliku je toplinsku energiju potrebno utrošiti da bi se 20 kg vode temperature 18 °C pretvorilo u vodenu paru temperature 100 °C? ($c_{\text{vode}} = 4190 \text{ J/(kgK)}$, $L_i = 2.26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$)

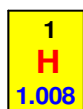
Rezultat: $5.2 \cdot 10^7 \text{ J}$.

Zadatak 062 (Matej, elektrotehnička škola)

Nađite broj molekula vodika u posudi obujma 1 cm^3 ako je tlak plina na stijenke posude $2.7 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, a srednja brzina molekula 2400 m/s . ($u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

Rješenje 062

$$V = 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3, \quad p = 2.7 \cdot 10^4 \text{ Pa}, \quad \bar{v} = 2400 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, \quad N = ?$$



Najprije odredimo relativnu molekulsku masu M_r molekule vodika H_2 . Ona je jednaka dvostrukoj relativnoj atomskoj masi vodika čija je vrijednost naznačena u periodnom sustavu elemenata:

$$M_r = 2 \cdot 1.008 \Rightarrow M_r = 2.016.$$

Pomoću kinetičke teorije plinova možemo tlak plina izraziti impulsom molekula na stijenke posude.

$$p = \frac{1}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot m_1 \cdot \bar{v}^2,$$

gdje je N broj molekula plina, V obujam plina, m_1 masa molekule, \bar{v}^2 srednja vrijednost kvadrata molekulske brzine.

Broj molekula iznosi:

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{1}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot m_1 \cdot \bar{v}^2 \\ m_1 &= M_r \cdot u \text{ masa molekule} \end{aligned} \right\} \Rightarrow p = \frac{1}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot M_r \cdot u \cdot \bar{v}^2 \Rightarrow p = \frac{1}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot M_r \cdot u \cdot \bar{v}^2 \quad / \cdot 3 \cdot V \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 3 \cdot V \cdot p = N \cdot M_r \cdot u \cdot \bar{v}^2 \Rightarrow N = \frac{3 \cdot V \cdot p}{M_r \cdot u \cdot \bar{v}^2} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 2.7 \cdot 10^4 \text{ Pa}}{2.016 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \left(2400 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2} = 4.2 \cdot 10^{18} \text{ molekula}.$$

Vježba 062

Nađite broj molekula vodika u posudi obujma 2 cm^3 ako je tlak plina na stijenke posude $2.7 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, a srednja brzina molekula 2400 m/s . ($u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

Rezultat: $8.4 \cdot 10^{18}$ molekula.

Zadatak 063 (Matej, elektrotehnička škola)

U 1 cm^3 plina ima $1.45 \cdot 10^{12}$ molekula. Srednja kinetička energija molekula pri njihovu nesređenom gibanju je $1.242 \cdot 10^{-20} \text{ J}$. Odredite tlak kojim plin pritišće na stijenke posude.

Rješenje 063

$$V = 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3, \quad N = 1.45 \cdot 10^{12} \text{ molekula}, \quad \overline{E_k} = 1.242 \cdot 10^{-20} \text{ J}, \quad p = ?$$

Pomoću kinetičke teorije plinova možemo tlak plina izraziti impulsom molekula na stijenke posude.

$$p = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot \overline{E_k},$$

gdje je N broj molekula plina, V obujam plina, $\overline{E_k}$ srednja kinetička energija jedne molekule plina.

Tlak iznosi:

$$p = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot \overline{E_k} \Rightarrow p = \frac{2}{3} \cdot \frac{1.45 \cdot 10^{12}}{10^{-6} \text{ m}^3} \cdot 1.242 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 0.012 \text{ Pa}.$$

Vježba 063

U 1 cm^3 plina ima $2.90 \cdot 10^{12}$ molekula. Srednja kinetička energija molekula pri njihovu nesređenom gibanju je $1.242 \cdot 10^{-20} \text{ J}$. Odredite tlak kojim plin pritišće na stijenke posude.

Rezultat: 0.024 Pa .

Zadatak 064 (Matej, elektrotehnička škola)

Pri tlaku $1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ gustoća kisika iznosi 1.43 kg/m^3 . Izračunajte srednju brzinu gibanja molekula.

Rješenje 064

$$p = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad \rho = 1.43 \text{ kg/m}^3, \quad \overline{v} = ?$$

Pomoću kinetičke teorije plinova možemo tlak plina izraziti impulsom molekula na stijenke posude.

$$p = \frac{1}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot m_1 \cdot \overline{v^2},$$

gdje je N broj molekula plina, V obujam plina, m_1 masa molekule, $\overline{v^2}$ srednja vrijednost kvadrata molekulske brzine.

Srednja brzina iznosi:

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{1}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot m_1 \cdot \overline{v^2} \\ \rho &= \frac{m}{V} = \frac{N \cdot m_1}{V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow p = \frac{1}{3} \cdot \rho \cdot \overline{v^2} \cdot 3 \Rightarrow 3 \cdot p = \rho \cdot \overline{v^2} \Rightarrow \overline{v^2} = \frac{3 \cdot p}{\rho} \Rightarrow \overline{v} = \sqrt{\frac{3 \cdot p}{\rho}} =$$
$$= \sqrt{\frac{3 \cdot 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1.43 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} = 461 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Vježba 064

Pri tlaku $2.026 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ gustoća kisika iznosi 2.86 kg/m^3 . Izračunajte srednju brzinu gibanja molekula.

Rezultat: 461 m/s .

Zadatak 065 (Maturant, gimnazija)

U hladnjak unese se posuda sa vodom mase 200 g i temperature 21 °C. Tijekom hlađenja od vode dobije se led temperature – 2 °C. Koliku je količinu topline hladnjak oduzeo vodi? (specifični toplinski kapacitet vode $c_v = 4.19 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, specifični toplinski kapacitet leda $c_l = 4.19 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, specifična toplina taljenja leda $\lambda = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$)

Rješenje 065

$$m = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}, \quad t_1 = 21 \text{ }^\circ\text{C}, \quad t_2 = 0 \text{ }^\circ\text{C}, \quad t_3 = -2 \text{ }^\circ\text{C}, \quad c_v = 4.19 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}, \\ c_l = 4.19 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}, \quad \lambda = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}, \quad Q = ?$$

Pri hlađenju od temperature t_1 do t_2 (temperatura očvršćavanja) hladnjak oduzme vodi količinu topline Q_1 :

$$Q_1 = m \cdot c_v \cdot (t_1 - t_2).$$

Pri očvršćavanju oduzme joj količinu topline Q_2 :

$$Q_2 = m \cdot \lambda.$$

Za hlađenje nastalog leda od temperature t_2 do t_3 još joj oduzme količinu topline Q_3 :

$$Q_3 = m \cdot c_l \cdot (t_2 - t_3).$$

Ukupna količina topline Q koju hladnjak oduzme vodi iznosi:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \Rightarrow Q = m \cdot c_v \cdot (t_1 - t_2) + m \cdot \lambda + m \cdot c_l \cdot (t_2 - t_3) \Rightarrow \\ \Rightarrow Q = m \cdot [c_v \cdot (t_1 - t_2) + \lambda + c_l \cdot (t_2 - t_3)] = \\ = 0.2 \text{ kg} \cdot \left[4.19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (21 - 0) \text{ K} + 3.3 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} + 4.19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (0 + 2) \text{ K} \right] = 84438 \text{ J} = 84.4 \text{ kJ}.$$

Vježba 065

U hladnjak unese se posuda sa vodom mase 400 g i temperature 21 °C. Tijekom hlađenja od vode dobije se led temperature – 2 °C. Koliku je količinu topline hladnjak oduzeo vodi? (specifični toplinski kapacitet vode $c_v = 4.19 \cdot 10^3 \text{ J/(kgK)}$, specifični toplinski kapacitet leda $c_l = 4.19 \cdot 10^3 \text{ J/(kgK)}$, specifična toplina taljenja leda $\lambda = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$)

Rezultat: 168.9 kJ.

Zadatak 066 (Maturant, gimnazija)

Jedan mol vodika (H_2) zagrijemo od 20 °C do 120 °C pri stalnom tlaku. Koliki je rad pri tom plin obavio? ($R = 8.31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$)

Rješenje 066

$$n = 1 \text{ mol}, \quad t_1 = 21 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 273 + 20 = 293 \text{ K}, \\ t_2 = 120 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 273 + 120 = 393 \text{ K}, \quad R = 8.31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}, \quad W = ?$$

Kad plinu dovodimo toplinu uz stalan tlak (izobarna promjena), plin se rasteže i obavlja rad koji je jednak:

$$W = p \cdot (V_2 - V_1).$$

Ako napišemo plinsku jednadžbu za početno i konačno stanje uz stalan tlak, dobije se:

$$\left. \begin{array}{l} p \cdot V_1 = n \cdot R \cdot T_1 \\ p \cdot V_2 = n \cdot R \cdot T_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{oduzmemo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow p \cdot V_2 - p \cdot V_1 = n \cdot R \cdot T_2 - n \cdot R \cdot T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p \cdot (V_2 - V_1) = n \cdot R \cdot (T_2 - T_1) \Rightarrow W = n \cdot R \cdot (T_2 - T_1) = 1 \text{ mol} \cdot 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (393 - 293) \text{ K} = 831 \text{ J}.$$

Vježba 066

Jedan mol vodika (H_2) zagrijemo od $30\text{ }^\circ\text{C}$ do $130\text{ }^\circ\text{C}$ pri stalnom tlaku. Koliki je rad pri tom plin obavio? ($R = 8.31\text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$)

Rezultat: 831 J.

Zadatak 067 (Deny, kemijska škola)

Toplinski stroj troši svake sekunde količinu topline 6.3 MJ, a hladnjak prima količinu topline 3.35 MJ. Kolika je korisna snaga stroja?

Rješenje 067

$$t = 1\text{ s}, \quad Q_1 = 6.3\text{ MJ} = 6.3 \cdot 10^6\text{ J}, \quad Q_2 = 3.35\text{ MJ} = 3.35 \cdot 10^6\text{ J}, \quad P_k = ?$$

Prema Carnotovom kružnom procesu stupanj korisnog djelovanja toplinskog stroja iznosi:

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

pa je njegova korisna snaga:

$$\begin{aligned} P_k &= \eta \cdot P_u \Rightarrow P_k = \eta \cdot \frac{Q_1}{t} \Rightarrow P_k = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot \frac{Q_1}{t} \Rightarrow P_k = \frac{Q_1 - Q_2}{t} = \frac{6.3 \cdot 10^6\text{ J} - 3.35 \cdot 10^6\text{ J}}{1\text{ s}} = \\ &= 2950000\text{ W} = 2.95\text{ MW}. \end{aligned}$$

Vježba 067

Toplinski stroj troši svake sekunde količinu topline 7.3 MJ, a hladnjak prima količinu topline 4.35 MJ. Kolika je korisna snaga stroja?

Rezultat: 2.95 MW.

Zadatak 068 (Robert, srednja škola)

Motor, snage 14.7 kW, ima korisnog djelovanja 60%. Polovicu gubitka snage čine toplinski gubici kroz zidove motora, dok se druga polovica odnosi na gubitke zbog nesagorijevanja. Hladnjak motora sadrži 10 litara vode. Za koje će se vrijeme povećati temperatura vode za $60\text{ }^\circ\text{C}$ ako pretpostavimo da je toplinski izolirana od okoline? (specifični toplinski kapacitet vode $c = 4.19 \cdot 10^3\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)

Rješenje 068

$$P = 14.7\text{ kW} = 14700\text{ W}, \quad \eta = 60\% = 0.60, \quad V = 10\text{ l} \Rightarrow m = 10\text{ kg}, \\ \Delta t = 60\text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta t = 60\text{ K}, \quad c = 4.19 \cdot 10^3\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}), \quad t = ?$$

Snaga motora troši se 60% na koristan rad, a 40% na gubitke. Od toga su 20% (polovica gubitaka) toplinski gubici pa je oslobođena količina topline jednaka:

$$Q = \frac{20}{100} \cdot P \cdot t \Rightarrow Q = 0.20 \cdot P \cdot t,$$

gdje je t vrijeme rada motora.

Budući da se ovom količinom topline zagrije voda mase m , slijedi:

$$0.20 \cdot P \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow t = \frac{m \cdot c \cdot \Delta t}{0.20 \cdot P} = \frac{10\text{ kg} \cdot 4.19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 60\text{ K}}{0.20 \cdot 14700\text{ W}} = 855\text{ s}.$$

Vježba 068

Motor, snage 14.7 kW, ima korisnog djelovanja 60%. Polovicu gubitka snage čine toplinski gubici kroz zidove motora, dok se druga polovica odnosi na gubitke zbog nesagorijevanja. Hladnjak motora sadrži 20 litara vode. Za koje će se vrijeme povećati temperatura vode za $60\text{ }^\circ\text{C}$ ako pretpostavimo da je toplinski izolirana od okoline? (specifični toplinski kapacitet vode $c = 4.19 \cdot 10^3\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)

Rezultat: 1710 s.

Zadatak 069 (Los-Habalos, gimnazija)

Željezna tračnica na $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ima duljinu 2 km. Za koliko se produlji tračnica ako se zagrije od $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $20\text{ }^{\circ}\text{C}$? (koeficijent linearnog rastezanja željeza je $1.2 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$)

Rješenje 069

$$l_0 = 2\text{ km} = 2000\text{ m}, \quad t_1 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}, \quad t_2 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}, \quad \beta = 1.2 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}, \quad \Delta l = ?$$

Kad štapu nekoga čvrstog tijela, koji prema dogovoru pri $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ima duljinu l_0 , povisimo temperaturu za Δt , on će se produljiti za

$$\Delta l = \beta \cdot l_0 \cdot \Delta t.$$

Produljenje tračnice iznosi:

$$\Delta l = \beta \cdot l_0 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta l = \beta \cdot l_0 \cdot (t_2 - t_1) = 1.2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} \cdot 2000\text{ m} \cdot (20 + 10)\text{ K} = 0.72\text{ m} = 72\text{ cm}.$$

Vježba 069

Željezna tračnica na $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ima duljinu 1 km. Za koliko se produlji tračnica ako se zagrije od $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $20\text{ }^{\circ}\text{C}$? (koeficijent linearnog rastezanja željeza je $1.2 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$)

Rezultat: 36 cm.

Zadatak 070 (Los-Habalos, gimnazija)

Dimenzije sobe su 6 m, 5 m i 3 m. Gustoća zraka u sobi je 1.2 kg/m^3 , a specifični toplinski kapacitet zraka 10^3 J/(kg K) . Koliko topline je potrebno za zagrijavanje zraka u sobi za 10 K?

Rješenje 070

$$a = 6\text{ m}, \quad b = 5\text{ m}, \quad d = 3\text{ m}, \quad \rho = 1.2\text{ kg/m}^3, \quad c = 10^3\text{ J/(kg K)}, \quad \Delta t = 10\text{ K},$$

$$Q = ?$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow \left[\begin{array}{l} m = \rho \cdot V \\ V = a \cdot b \cdot d \end{array} \right] \Rightarrow Q = \rho \cdot a \cdot b \cdot d \cdot c \cdot \Delta t = 1.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 6\text{ m} \cdot 5\text{ m} \cdot 3\text{ m} \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 10\text{ K} = 1.08 \cdot 10^6\text{ J}.$$

Vježba 070

Dimenzije sobe su 12 m, 5 m i 3 m. Gustoća zraka u sobi je 1.2 kg/m^3 , a specifični toplinski kapacitet zraka 10^3 J/(kg K) . Koliko topline je potrebno za zagrijavanje zraka u sobi za 10 K?

Rezultat: $2.16 \cdot 10^6\text{ J}$.

Zadatak 071 (Anchy, gimnazija)

Koliki rad utroši plin kad poveća obujam od 3 litre na 30 litara pri stalnome tlaku $2.026 \cdot 10^5\text{ Pa}$?

Rješenje 071

$$V_1 = 3\text{ l} = 3\text{ dm}^3 = 3 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3, \quad V_2 = 30\text{ l} = 30\text{ dm}^3 = 3 \cdot 10^{-2}\text{ m}^3, \quad p = 2.026 \cdot 10^5\text{ Pa},$$

$$W = ?$$

Kad plinu dovodimo toplinu uz stalan tlak (izobarna promjena), plin se rasteže i obavlja rad koji je jednak:

$$W = p \cdot (V_2 - V_1).$$

Utrošeni rad iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} W = p \cdot (V_2 - V_1) \\ p - \text{konstantan} \end{array} \right\} \Rightarrow W = 2.026 \cdot 10^5\text{ Pa} \cdot (3 \cdot 10^{-2}\text{ m}^3 - 3 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3) = 5470.2\text{ J}.$$

Vježba 071

Koliki rad utroši plin kad poveća obujam od 3 litre na 30 litara pri stalnome tlaku $4.052 \cdot 10^5\text{ Pa}$?

Rezultat: 10940.4 J.

Zadatak 072 (Anchy, gimnazija)

Pri 17 °C plin ima obujam 5 litara i nalazi se pod tlakom $2 \cdot 10^5$ Pa. Plin se izobarnim zagrijavanjem rasteže i pritom obavi rad 200 J. Za koliko se stupnjeva povisila temperatura plina?

Rješenje 072

$t_1 = 17 \text{ °C} \Rightarrow T_1 = 273 + 17 = 290 \text{ K}$, $V_1 = 5 \text{ l} = 5 \text{ dm}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$,
 $W = 200 \text{ J}$, $\Delta t = ?$

Kad plinu dovodimo toplinu uz stalan tlak (izobarna promjena), plin se rasteže i obavlja rad koji je jednak:

$$W = p \cdot (V_2 - V_1).$$

Određimo obujam V_2 koji plin ima nakon rastezanja:

$$\begin{aligned} W = p \cdot (V_2 - V_1) &\Rightarrow W = p \cdot V_2 - p \cdot V_1 \Rightarrow p \cdot V_2 = W + p \cdot V_1 \Rightarrow V_2 = \frac{W + p \cdot V_1}{p} = \\ &= \frac{200 \text{ J} + 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{2 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 0.006 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Kad je tlak plina stalan, a mijenja se temperatura (izobarna promjena), obujam dane mase plina mijenjat će se prema Gay – Lussacovu [Gej – Lisak] zakonu. Jednadžba u termodinamičkoj ljestvici temperature glasi:

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

Temperatura T_2 iznosi:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_1 \cdot T_2 = T_1 \cdot V_2 \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot V_2}{V_1} = \frac{290 \text{ K} \cdot 0.006 \text{ m}^3}{5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 348 \text{ K}.$$

Temperatura se povisila za:

$$\Delta t = \Delta T = 348 \text{ K} - 290 \text{ K} = 58 \text{ K}.$$

Vježba 072

Pri 27 °C plin ima obujam 5 litara i nalazi se pod tlakom $2 \cdot 10^5$ Pa. Plin se izobarnim zagrijavanjem rasteže i pritom obavi rad 200 J. Za koliko se stupnjeva povisila temperatura plina?

Rezultat: 68 K.

Zadatak 073 (Anchy, gimnazija)

Koliki rad utroši plin početnog obujma 3 litre kad mu se uz stalni tlak $2.026 \cdot 10^5$ Pa povisi temperatura od 27 °C na 227 °C?

Rješenje 073

$V_1 = 3 \text{ l} = 3 \text{ dm}^3 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $p = 2.026 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $t_1 = 27 \text{ °C} \Rightarrow T_1 = 273 + 27 = 300 \text{ K}$,
 $t_2 = 227 \text{ °C} \Rightarrow T_2 = 273 + 227 = 500 \text{ K}$, $W = ?$

Najprije odredimo obujam V_2 koji plin ima nakon rastezanja.

Kad je tlak plina stalan, a mijenja se temperatura (izobarna promjena), obujam dane mase plina mijenjat će se prema Gay – Lussacovu [Gej – Lisak] zakonu. Jednadžba u termodinamičkoj ljestvici temperature glasi:

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

Obujam V_2 je jednak:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \cdot T_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{T_1} \cdot T_2 = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{300 \text{ K}} \cdot 500 \text{ K} = 0.005 \text{ m}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

Kad plinu dovodimo toplinu uz stalan tlak (izobarna promjena), plin se rasteže i obavlja rad koji je jednak:

$$W = p \cdot (V_2 - V_1).$$

Utrošeni rad iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} W = p \cdot (V_2 - V_1) \\ p - \text{konstantan} \end{array} \right\} \Rightarrow W = 2.026 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 - 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) = 405.2 \text{ J}.$$

Vježba 073

Koliki rad utroši plin početnog obujma 3 litre kad mu se uz stalni tlak $4.052 \cdot 10^5$ Pa povisi temperatura od 27°C na 227°C ?

Rezultat: 810.4 J.

Zadatak 074 (Anchy, gimnazija)

Pri 0°C masa 3 g vodika nalazi se pod tlakom $5.07 \cdot 10^5$ Pa. Nakon širenja pri stalnom tlaku obujam plina je 15 litara. a) Koliki je rad utrošio plin pri širenju? b) Kolika je promjena unutarnje energije plina ako je primio $1.47 \cdot 10^4$ J topline? (plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$, molna masa molekule vodika H_2 iznosi $M(\text{H}_2) = 0.002 \text{ kg/mol}$)

Rješenje 074

$t = 0^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273 + 0 = 273 \text{ K}$, $m = 3 \text{ g} = [3 : 1000] = 0.003 \text{ kg}$, $p = 5.07 \cdot 10^5 \text{ Pa}$,
 $V_2 = 15 \text{ l} = 15 \text{ dm}^3 = [15 : 1000] = 0.015 \text{ m}^3$, $Q = 1.47 \cdot 10^4 \text{ J}$, $R = 8.314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$,
 $M(\text{H}_2) = 0.002 \text{ kg/mol}$, $W = ?$, $\Delta U = ?$

Pomoću jednadžbe plinskog stanja možemo izračunati obujam plina V_1 pri temperaturi 0°C :

$$p \cdot V_1 = \frac{m \cdot R \cdot T}{M} \Rightarrow V_1 = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot M} = \frac{0.003 \text{ kg} \cdot 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 273 \text{ K}}{5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0.002 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} = 0.0068 \text{ m}^3.$$

Pri širenju plin je utrošio rad:

$$\left. \begin{array}{l} W = p \cdot (V_2 - V_1) \\ p - \text{konstantan} \end{array} \right\} \Rightarrow W = 5.07 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (0.015 \text{ m}^3 - 0.0068 \text{ m}^3) = 4157.4 \text{ J}.$$

Promjena unutarnje energije plina iznosi:

$$\Delta U = Q - W = 1.47 \cdot 10^4 \text{ J} - 4157.4 \text{ J} = 10542.6 \text{ J}.$$

Vježba 074

Pri 0°C masa 6 g vodika nalazi se pod tlakom $5.07 \cdot 10^5$ Pa. Nakon širenja pri stalnom tlaku obujam plina je 15 litara. a) Koliki je rad utrošio plin pri širenju? b) Kolika je promjena unutarnje energije plina ako je primio $1.47 \cdot 10^4$ J topline?

Rezultat: $W = 709.8 \text{ J}$, $\Delta U = 13990.2 \text{ J}$.

Zadatak 075 (Anchy, gimnazija)

Pri 10°C kisik mase 10 g nalazi se pod tlakom $3 \cdot 10^5$ Pa. Nakon zagrijavanja pri stalnom tlaku plin je povećao obujam na 10 litara. Nađi rad što ga je utrošio plin pri povećanju obujma. (plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$, molna masa molekule kisika O_2 je $M(\text{O}_2) = 0.032 \text{ kg/mol}$)

Rješenje 075

$t = 10^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273 + 10 = 283 \text{ K}$, $m = 10 \text{ g} = [10 : 1000] = 0.01 \text{ kg}$, $p = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$,
 $V_2 = 10 \text{ l} = 10 \text{ dm}^3 = [10 : 1000] = 0.01 \text{ m}^3$, $R = 8.314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$, $M(\text{O}_2) = 0.032 \text{ kg/mol}$,
 $W = ?$

Pomoću jednadžbe plinskog stanja možemo izračunati obujam plina V_1 pri temperaturi 10°C :

$$p \cdot V_1 = \frac{m \cdot R \cdot T}{M} \Rightarrow V_1 = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot M} = \frac{0.01 \text{ kg} \cdot 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 283 \text{ K}}{3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0.032 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} = 0.00245 \text{ m}^3.$$

Pri širenju plin je utrošio rad:

$$\left. \begin{array}{l} W = p \cdot (V_2 - V_1) \\ p - \text{konstantan} \end{array} \right\} \Rightarrow W = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (0.01 \text{ m}^3 - 0.00245 \text{ m}^3) = 2265 \text{ J}.$$

Vježba 075

Pri 10 °C kisik mase 20 g nalazi se pod tlakom $3 \cdot 10^5$ Pa. Nakon zagrijavanja pri stalnom tlaku plin je povećao obujam na 10 litara. Nađi rad što ga je utrošio plin pri povećanju obujma. (plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$, molna masa molekule kisika O_2 je $M(\text{O}_2) = 0.032 \text{ kg/mol}$)

Rezultat: $W = 1529 \text{ J}$.

Zadatak 076 (Anchy, gimnazija)

Odredi korisnost toplinskog stroja ako je poznato da je za vrijeme jednoga kružnog procesa utrošen rad $3 \cdot 10^3 \text{ J}$, a hladnijem spremniku predana energija od $16 \cdot 10^3 \text{ J}$.

Rješenje 076

$$W = 3 \cdot 10^3 \text{ J}, \quad Q_2 = 16 \cdot 10^3 \text{ J}, \quad \eta = ?$$

$$W = Q_1 - Q_2 \Rightarrow Q_1 = W + Q_2.$$

Korisnost stroja iznosi:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \Rightarrow \eta = \frac{W + Q_2 - Q_2}{W + Q_2} \Rightarrow \eta = \frac{3 \cdot 10^3 \text{ J}}{3 \cdot 10^3 \text{ J} + 16 \cdot 10^3 \text{ J}} = 0.1579 = \frac{15.79}{100} = 15.79\%.$$

Vježba 076

Odredi korisnost toplinskog stroja ako je poznato da je za vrijeme jednoga kružnog procesa utrošen rad $3 \cdot 10^3 \text{ J}$, a hladnijem spremniku predana energija od $17 \cdot 10^3 \text{ J}$.

Rezultat: 15%.

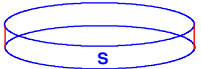
Zadatak 077 (Anchy, gimnazija)

Komadić parafina obujma 1 mm^3 bacimo u vruću vodu. Parafin se rastali i na površini vode načini sloj površine 1 m^2 . Odredi promjer molekule parafina uz pretpostavku da je debljina sloja jednaka promjeru molekule.

Rješenje 077

$$V = 1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3, \quad S = 1 \text{ m}^2, \quad d = ?$$

Pretpostavimo sloj rastaljenog parafina na vodi ima oblik valjka:



$$V = S \cdot d \Rightarrow d = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9} \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2} = 10^{-9} \text{ m}.$$

Vježba 077

Komadić parafina obujma 2 mm^3 bacimo u vruću vodu. Parafin se rastali i na površini vode načini sloj površine 2 m^2 . Odredi promjer molekule parafina uz pretpostavku da je debljina sloja jednaka promjeru molekule.

Rezultat: 15%.

Zadatak 078 (Anchy, gimnazija)

Da bi 200 g vode potpuno ishlapilo iz čaše, potrebno je 20 dana. Koliko molekula prosječno izleti s površine vode u 1 s? (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, molna masa vode $M = 18 \text{ g/mol} = 0.018 \text{ kg/mol}$)

Rješenje 078

$m = 200 \text{ g} = [200 : 1000] = 0.2 \text{ kg}$, $t = 20 \text{ dana} = [20 \cdot 24 \cdot 3600] = 1.728 \cdot 10^6 \text{ s}$,
 $\Delta t = 1 \text{ s}$, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $M = 18 \text{ g/mol} = 0.018 \text{ kg/mol}$, $N_1 = ?$

Najprije odredimo N broj molekula u zadanoj masi m vode:

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{0.2 \text{ kg}}{0.018 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 6.69 \cdot 10^{24} \text{ molekula.}$$

Ako u 20 dana ($1.728 \cdot 10^6 \text{ s}$) ishlapi $N = 6.69 \cdot 10^{24}$ molekula, onda će u ($\Delta t = 1 \text{ s}$) u 1 sekundi ishlapati

$$N_1 = \frac{N}{t} = \frac{6.69 \cdot 10^{24}}{1.728 \cdot 10^6} = 3.87 \cdot 10^{18} \text{ molekula.}$$

U 1 sekundi ishlapi $N = 3.87 \cdot 10^{18}$ molekula.

Vježba 078

Da bi 400 g vode potpuno ishlapilo iz čaše, potrebno je 20 dana. Koliko molekula prosječno izleti s površine vode u 1 s? (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, molna masa vode $M = 18 \text{ g/mol} = 0.018 \text{ kg/mol}$)

Rezultat: $N = 7.74 \cdot 10^{18}$ molekula.

Zadatak 079 (Vedran, srednja škola)

Nađi obujam što ga zauzima 4 g kisika pri normiranom tlaku. (gustoća kisika $\rho = 1.43 \text{ kg/m}^3$)

Rješenje 079

$m = 4 \text{ g} = [4 : 1000] = 0.004 \text{ kg}$, $\rho = 1.43 \text{ kg/m}^3$, $V = ?$

Gustoću ρ neke tvari definiramo omjerom mase m i obujma V tijela:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Obujam kisika iznosi:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{0.004 \text{ kg}}{1.43 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.0028 \text{ m}^3 = 2.8 \text{ dm}^3.$$

Vježba 079

Nađi obujam što ga zauzima 8 g kisika pri normiranom tlaku. (gustoća kisika $\rho = 1.43 \text{ kg/m}^3$)

Rezultat: 5.6 dm^3 .

Zadatak 080 (Mirela, srednja škola)

Koliko molekula sadrži 1 kg vodika? (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, molna masa vodika $M = 2 \text{ g/mol} = 0.002 \text{ kg/mol}$)

Rješenje 80

$m = 1 \text{ kg}$, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $M = 2 \text{ g/mol} = 0.002 \text{ kg/mol}$, $N = ?$

Računamo N broj molekula u zadanoj masi m vode:

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{1 \text{ kg}}{0.002 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 3.01 \cdot 10^{26} \text{ molekula.}$$

Vježba 80

Koliko molekula sadrže 2 kg vodika? (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, molna masa vodika $M = 2 \text{ g/mol} = 0.002 \text{ kg/mol}$)

Rezultat: $N = 6.02 \cdot 10^{26}$ molekula.