

## 2.3 ZMENA VNÚTORNEJ ENERGIE, TEPLA

1. V zvislom valci je pohyblivým piestom s hmotnosťou 1,5 kg uzatvorený plyn. Plyn prijal od okolia teplo 13 J a súčasne zdvihol piest o 20 cm. Ako sa zmenila jeho vnútorná energia?

Zápis:

$$m = 1,5 \text{ kg}$$

$$Q = 13 \text{ J}$$

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Riešenie:

$$W = E_p = mgh$$

$$W = 1,5 \times 10 \times 0,2$$

$$W = 3 \text{ J}$$

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = 13 - 3$$

$$\Delta U = 10 \text{ J}$$

2. Olovená strela letiaca rýchlosťou  $100 \text{ ms}^{-1}$  dopadla na nehybnú drevenú dosku a uviazla v nej. Určite prírastok teploty strely, ak 50% jej kinetickej energie sa po náraze na drevo zmení na jej vnútornú energiu. ( $c(\text{Pb}) = 129 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ )

Zápis:

$$v = 100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 129 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$E'_k = 0,5E_k$$

Riešenie:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times m \times 100^2$$

$$E_k = 5\,000 \times m$$

$$E'_k = 0,5 \times E_k = 0,5 \times 5\,000 \times m$$

$$E'_k = 2\,500 \times m = Q$$

$$Q = m \times c \times \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{Q}{m \times c}$$

$$\Delta t = \frac{2\,500 \times m}{m \times 129}$$

$$\Delta t = 19,38^\circ\text{C}$$

3. V kalorimetri s tepelno kapacitou  $100 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  sa nachádza jeden liter vody s teplotou  $60^\circ\text{C}$ . Do kalorimetra vložíme 200 gramov ľadu s teplotou  $-4^\circ\text{C}$ . Určte stav sústavy po dosiahnutí rovnovážneho stavu.

Zápis:

$$C = 100 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$m_1 = 1 \text{ l} = 1 \text{ kg}$$

$$t_1 = 60^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

$$t_2 = -4^\circ\text{C}$$

$$c_1 = 2100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$c_2 = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$l_t = 334 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Riešenie:

$$Q_1 = m_1 \times c_1 \times \Delta t$$

$$Q_1 = 1 \times 4180 \times 60$$

$$Q_1 = 250800 \text{ J}$$

$$Q_2 = m_2 \times c_2 \times \Delta t + L_t$$

$$Q_2 = 0,2 \times 2100 \times 4 + 0,2 \times 334000$$

$$Q_2 = 66840 \text{ J}$$

$$Q_c = c \times \Delta t$$

$$Q_c = 100 \times 60$$

$$Q_c = 6000 \text{ J}$$

voda + kalorimeter = ľad

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t) + C \cdot (t_1 - t) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2) + m_2 \cdot l_t + m_2 \cdot c_1 \cdot (t - t_t)$$

$$t = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 + C \cdot t_1 - m_2 \cdot c_2 \cdot t_t + m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 - m_2 \cdot l_t + m_2 \cdot c_1 \cdot t_t}{m_1 \cdot c_1 + C - m_2 \cdot c_1}$$

$$t = 36,81^\circ\text{C}$$

4. Určte hmotnosť uhlia s výhrevnosťou  $H = 30 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ , ktoré je potrebné na zohriatie vody vážiacej 6 ton. Táto voda má pred začatím zohrievania  $10^\circ\text{C}$ , zohreje sa na  $100^\circ\text{C}$  a pri tejto teplote sa z nej vyparí jedna tona. Účinnosť kotla, v ktorom sa voda nachádza je 70%.

Zápis:

$$C = 100 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$m_1 = 6 \text{ t} = 6 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$l_v = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$\eta = 70\%$$

Riešenie:

$$Q = L_v + Q_1$$

$$Q = m_2 \times l_t + m_1 \times c \times \Delta t$$

$$Q = 10^3 \times 2,26 \cdot 10^6 + 6 \cdot 10^3 \times 4180 \times (100 - 10)$$

$$Q = 4,52 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$H = \frac{Q}{m} \Rightarrow m = \frac{Q}{H}$$

$$m' = \frac{150,57}{70}$$

$$m = \frac{4,52 \cdot 10^9}{30 \cdot 10^6}$$

$$m' = 215 \text{ kg}$$

$$m = 150,57 \text{ kg}$$

5. V nádobe je 0,42 kg vody teploty 20°C. Ak prilejeme do nádoby ešte 0,9 kg vody s teplotou 70°C zistíme, že výsledná teplota po dosiahnutí rovnovážneho stavu je 50°C. Aká je tepelná kapacita nádoby? [ $c = 752,4 \text{ J kg}^{-1}$ ]
6. Do vody s hmotnosťou 2,5 kg a teplotou 15°C bol vložený oceľový valček s hmotnosťou 0,9 kg s teplotou 300°C. Aké bude výsledná teplota vody a valčeka po dosiahnutí rovnovážneho stavu. [ $t = 25,67^\circ\text{C}$ ]
7. Sústava prijala od okolia teplo 2,8 kJ a súčasne vykonala prácu 1,2 kJ. Určte, ako sa pri tomto deji zmenila vnútorná energia sústavy. [zväčšila sa o 1,6 kJ]
8. Päť oceľových platní s celkovou hmotnosťou 7 kg bolo zohriatych na teplotu 910°C a ponorených do oleja s teplotou 10°C. Hustota oleja je  $940 \text{ kg m}^{-3}$ , merná tepelná kapacita oleja  $1760 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ , teplota vzplanutia oleja 230°C a merná tepelná kapacita ocele  $452 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ . Koľko litrov oleja musíme použiť do kaliaceho kúpeľa, aby jeho konečná teplota bola 40°C pod teplotou vzplanutia oleja? [ $V = 7,6 \text{ l}$ ]
9. V kalorimetri s tepelnou kapacitou  $90 \text{ J K}^{-1}$  je voda s hmotnosťou 200 gramov. Teplota sústavy je 80 °C. Do vody v kalorimetri bol ponorený medený valček s hmotnosťou 100 gramov a teplotou 20°C. Určte výslednú teplotu sústavy po dosiahnutí rovnovážneho stavu. Merná tepelná kapacita medi je  $3831 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ . [ $t = 77,6^\circ\text{C}$ ]
10. V hliníkovej nádobe kalorimetra s hmotnosťou 40 gramov je voda s hmotnosťou 150 gramov. Teplota sústavy je 20 °C. Oceľová guľôčka s hmotnosťou 20 gramov bola rýchle prenesená z priestoru pece do nádoby kalorimetra. Určte teplotu priestoru pece, ak je prírastok teploty vody v kalorimetri 10°C. Merná tepelná kapacita ocele je  $452 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$  a merná tepelná kapacita hliníka je  $896 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ . [ $t = 763^\circ\text{C}$ ]
11. Pri stlačení plynu uzavretého v nádobe s pohyblivým piestom sa vykonala práca 3,1 MJ; plyn súčasne prijal teplo 2,4 MJ. Ako sa pri tomto deji zmenila vnútorná energia plynu? [zväčšila sa o 5,5 MJ]
12. Vypočítajte za aký čas sa ohreje ponorným varičom voda z 15°C na teplotu varu vody, ak objem vody je  $150 \text{ cm}^3$ . Príkonnosť variča je 500 W a jeho účinnosť 95%.  $c(\text{H}_2\text{O}) = 4180 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ . [ $t = 1 \text{ min } 52 \text{ s}$ ]
13. Päť oceľových platní s celkovou hmotnosťou 7 kg bolo zohriatych na 910°C a ponorených do oleja s teplotou 10°C. Koľko litrov oleja musíme použiť do kaliaceho kúpeľa, aby sa teplota kúpeľa ustálila na teplote 190°C. [ $V = 7,65 \text{ l}$ ]

14. Aké teplo v MJ prijme olej ( $c = 1,7 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) s objemom 2l a hustotou  $910 \text{ kg m}^{-3}$  pri ohriati z  $20^\circ\text{C}$  na  $65^\circ\text{C}$ . [ $Q = 0,14 \text{ MJ}$ ]
15. Pri zmiešaní 20 litrov vody  $12^\circ\text{C}$  teplej so 40 litrami vody  $80^\circ\text{C}$  teplej, uniklo do vzduchu 420 kJ tepla. Určite výslednú teplotu vody. [ $t = 55,7^\circ\text{C}$ ]
16. Automobil má štvorvalcový motor s výkonom  $P = 52 \text{ kW}$ . Určite účinnosť motora , ak pri rýchlosti  $v = 120 \text{ km h}^{-1}$  spotrebuje na dráhe 100 km 15 litrov benzínu. [ $\eta = 32,33 \%$ ]