

Zadatak 261 (Viki, srednja škola)

Voda se zagrijava u aluminijskome loncu uz stalno miješanje. Početno su voda i lonac na temperaturi od 20 °C. Nakon što zajedno prime 175.2 kJ topline, temperatura vode i lonca poveća se na 60 °C. Ako je masa vode 1 kg, masa lonca 0.2 kg, a specifični toplinski kapacitet vode 4200 J/(kg · K), koliki je specifični toplinski kapacitet aluminijskog lonca?

Rješenje 261

$t_1 = 20\text{ °C}$, $Q = 175.2\text{ kJ} = 175200\text{ J}$, $t_2 = 60\text{ °C}$, $m_1 = 1\text{ kg}$ masa vode,
 $m_2 = 0.2\text{ kg}$ masa aluminijskog lonca, $c_1 = 4200\text{ J/(kg · K)}$, $c_2 = ?$

Zakon očuvanja energije:

- Energija se ne može ni stvoriti ni uništiti, već samo pretvoriti iz jednog oblika u drugi.
- Ukupna energija zatvorenog (izoliranog) sustava konstantna je bez obzira na to koji se procesi zbivaju u tom sustavu.
- Kad se u nekom procesu pojavi gubitak nekog oblika energije, mora se pojaviti i jednak prirast nekog drugog oblika energije.

Toplina Q je onaj dio unutarnje energije tijela koji prelazi s jednog tijela na drugo zbog razlike temperatura tih tijela. Toplina koju neko tijelo zagrijavanjem primi odnosno hlađenjem izgubi jednaka je

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

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

Neka je Q toplina koju zajedno prime voda i aluminijski lonac.

Toplina koju primi voda iznosi

$$Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t \Rightarrow Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (t_2 - t_1).$$

Toplina koju primi aluminijski lonac iznosi

$$Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t \Rightarrow Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t_1).$$

Toplina Q koju predamo sustavu voda – aluminijski lonac utroši se na njihovo zagrijavanje. Budući da nema gubitaka topline, vrijedi

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 = Q &\Rightarrow m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t + m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t = Q \Rightarrow m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t = Q - m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t \Rightarrow \\ &\Rightarrow m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t = Q - m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t \cdot \frac{1}{m_2 \cdot \Delta t} \Rightarrow c_2 = \frac{Q - m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t}{m_2 \cdot \Delta t} \Rightarrow \\ &\Rightarrow c_2 = \frac{Q - m_1 \cdot c_1 \cdot (t_2 - t_1)}{m_2 \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{175200\text{ J} - 1\text{ kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (60 - 20)\text{ K}}{0.2\text{ kg} \cdot (60 - 20)\text{ K}} = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}. \end{aligned}$$

Vježba 261

Voda se zagrijava u aluminijskome loncu uz stalno miješanje. Početno su voda i lonac na temperaturi od 30 °C. Nakon što zajedno prime 175.2 kJ topline, temperatura vode i lonca poveća se na 70 °C. Ako je masa vode 1 kg, masa lonca 0.2 kg, a specifični toplinski kapacitet vode 4200 J/(kg · K), koliki je specifični toplinski kapacitet aluminijskog lonca?

Rezultat: 900 J/(kg · K).

Zadatak 262 (Viki, srednja škola)

Voda se zagrijava u aluminijskome loncu uz stalno miješanje. Početno su voda i lonac na temperaturi od 20 °C. Nakon što su zajedno primili 91.2 kJ topline, temperatura vode i lonca poveća se na 60 °C. Odredite masu vode ako je masa lonca 0.2 kg, specifični toplinski kapacitet vode 4200 J/(kg · K), a specifični toplinski kapacitet aluminijskog lonca 900 J/(kg · K).

Rješenje 262

$t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$, $Q = 91.2\text{ kJ} = 91200\text{ J}$, $t_2 = 60\text{ }^\circ\text{C}$, $m_1 = 0.2\text{ kg}$ masa lonca,
 $c_2 = 4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $c_1 = 900\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $m_2 = ?$ masa vode

Zakon očuvanja energije:

- Energija se ne može ni stvoriti ni uništiti, već samo pretvoriti iz jednog oblika u drugi.
- Ukupna energija zatvorenog (izoliranog) sustava konstantna je bez obzira na to koji se procesi zbivaju u tom sustavu.
- Kad se u nekom procesu pojavi gubitak nekog oblika energije, mora se pojaviti i jednak prirast nekog drugog oblika energije.

Toplina Q je onaj dio unutarnje energije tijela koji prelazi s jednog tijela na drugo zbog razlike temperatura tih tijela. Toplina koju neko tijelo zagrijavanjem primi odnosno hlađenjem izgubi jednaka je

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

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

Neka je Q toplina koju zajedno prime voda i aluminijski lonac.

Toplina koju primi voda iznosi

$$Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t \Rightarrow Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (t_2 - t_1).$$

Toplina koju primi aluminijski lonac iznosi

$$Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t \Rightarrow Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t_1).$$

Toplina Q koju predamo sustavu voda – aluminijski lonac utroši se na njihovo zagrijavanje. Budući da nema gubitaka topline, vrijedi

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 = Q &\Rightarrow m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t + m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t = Q \Rightarrow m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t = Q - m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t \Rightarrow \\ &\Rightarrow m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t = Q - m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t \Rightarrow m_2 = \frac{Q - m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t}{c_2 \cdot \Delta t} \Rightarrow \\ &\Rightarrow m_2 = \frac{Q - m_1 \cdot c_1 \cdot (t_2 - t_1)}{c_2 \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{91200\text{ J} - 0.2\text{ kg} \cdot 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (60 - 20)\text{ K}}{4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (60 - 20)\text{ K}} = 0.5\text{ kg}. \end{aligned}$$

Vježba 262

Voda se zagrijava u aluminijskome loncu uz stalno miješanje. Početno su voda i lonac na temperaturi od $10\text{ }^\circ\text{C}$. Nakon što su zajedno primili 91.2 kJ topline, temperatura vode i lonca povećala se na $50\text{ }^\circ\text{C}$. Odredite masu vode ako je masa lonca 0.2 kg , specifični toplinski kapacitet vode $4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, a specifični toplinski kapacitet aluminijske 900 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$.

Rezultat: 0.5 kg.

Zadatak 263 (Boris, srednja škola)

Tijekom tehnološkog procesa zagrije se svake minute 20 kg vode od $12\text{ }^\circ\text{C}$ do $80\text{ }^\circ\text{C}$. Kolika je potrebna snaga grijača? Toplinske gubitke zanemarite. (specifični toplinski kapacitete vode $c = 4186\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)

Rješenje 263

$t = 1\text{ min} = 60\text{ s}$, $m = 20\text{ kg}$, $t_1 = 12\text{ }^\circ\text{C}$, $t_2 = 80\text{ }^\circ\text{C}$, $c = 4186\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $P = ?$

Kad tijelo obavlja rad, mijenja mu se energija. Promjena energije tijela jednaka je utrošenom radu. Brzinu rada izražavamo snagom. Snaga P jednaka je omjeru rada W i vremena t za koje je rad obavljen, tj.

$$P = \frac{W}{t}.$$

Toplina Q je onaj dio unutarnje energije tijela koji prelazi s jednog tijela na drugo zbog razlike temperatura tih tijela. Toplina koju neko tijelo zagrijavanjem primi odnosno hlađenjem izgubi jednaka je

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

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

$$\left. \begin{array}{l} W = Q \\ Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \\ P = \frac{W}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} W = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \\ P = \frac{W}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow P = \frac{m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{t} =$$

$$= \frac{20 \text{ kg} \cdot 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (80 - 12) \text{ K}}{60 \text{ s}} = 94882.67 \text{ W} \approx 95 \text{ kW}.$$

Vježba 263

Tijekom tehnološkog procesa zagrije se svake dvije minute 40 kg vode od 12 °C do 80 °C. Kolika je potrebna snaga grijača? Toplinske gubitke zanemarite. (specifični toplinski kapacitete vode $c = 4186 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)

Rezultat: 95 kW.

Zadatak 264 (Boris, srednja škola)

Kamen pada sa visine 5 m. Za koliko će se povećati njegova temperatura ako se kinetička energija pretvori u njegovu unutarnju energiju? (specifični toplinski kapacitete kamena $c = 1040 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rješenje 264

$$h = 5 \text{ m}, \quad c = 1040 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}), \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad \Delta t = ?$$

Potencijalna energija je energija međudjelovanja tijela. Ona ovisi o međusobnom položaju tijela ili o međusobnom položaju dijelova tijela. U polju sile teže tijelo mase m ima gravitacijsku potencijalnu energiju

$$E_{gp} = m \cdot g \cdot h,$$

gdje je g akceleracija slobodnog pada, a h vertikalna udaljenost tijela od mjesta gdje bi prema dogovoru tijelo imalo energiju nula.

Zakon očuvanja energije:

- Energija se ne može ni stvoriti ni uništiti, već samo pretvoriti iz jednog oblika u drugi.
- Ukupna energija zatvorenog (izoliranog) sustava konstantna je bez obzira na to koji se procesi zbivaju u tom sustavu.

Kad se u nekom procesu pojavi gubitak nekog oblika energije, mora se pojaviti i jednak prirast nekog drugog oblika energije.

Toplina Q je onaj dio unutarnje energije tijela koji prelazi s jednog tijela na drugo zbog razlike temperatura tih tijela. Toplina koju neko tijelo zagrijavanjem primi odnosno hlađenjem izgubi jednaka je

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

gdje je m masa tijela, c specifični toplinski kapacitet, a Δt promjena temperature tijela. Kamen je na visini h imao gravitacijsku potencijalnu energiju

$$E_{gp} = m \cdot g \cdot h.$$

Na površini zemlje kamen ima energiju u obliku kinetičke energije koja je jednaka gravitacijskoj potencijalnoj energiji (zakon očuvanja energije). Budući da se kinetička energija kamena utroši na povećanje unutarnje energije, slijedi

$$E_{gp} = Q \Rightarrow m \cdot g \cdot h = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow m \cdot g \cdot h = m \cdot c \cdot \Delta t \cdot \frac{1}{m \cdot c} \Rightarrow \Delta t = \frac{g \cdot h}{c} = \frac{9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 5 m}{1040 \frac{J}{kg \cdot K}} = 0.047 K.$$

Vježba 264

Kamen pada sa visine 10 m. Za koliko će se povećati njegova temperatura ako se kinetička energija pretvori u njegovu unutarnju energiju? (specifični toplinski kapacitete kamena $c = 1040 J/(kg \cdot K)$, $g = 9.81 m/s^2$)

Rezultat: 0.094 K ili 0.094 °C.

Zadatak 265 (Ivan, strojarska škola)

Koliko je produljenje čelične žice, duljine 1 m i promjera 0.4 mm, ako je rastežemo silom od 100 N? (Youngov modul elastičnosti za čelik $E = 210 GPa$)

- A. 3.79 mm B. 2.79 mm C. 4.79 mm D. 3.59 mm

Rješenje 265

$$l = 1 m, \quad 2 \cdot r = 0.4 mm \Rightarrow r = 0.2 mm = 2 \cdot 10^{-4} m, \quad F = 100 N, \\ E = 210 GPa = 2.1 \cdot 10^{11} Pa, \quad \Delta l = ?$$

Hookeov zakon za linearnu elastičnu deformaciju tijela glasi:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S}$$

gdje je Δl produljenje tijela pri rastezanju, l duljina tijela prije rastezanja, E Youngov modul elastičnosti, F vanjska sila, S ploština poprečnog presjeka tijela.

Produljenje čelične žice iznosi:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S} \Rightarrow \frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S} \cdot l \Rightarrow \Delta l = \frac{l}{E} \cdot \frac{F}{S} \Rightarrow \Delta l = \frac{l}{E} \cdot \frac{F}{r^2 \cdot \pi} = \\ = \frac{1 m}{2.1 \cdot 10^{11} Pa} \cdot \frac{100 N}{(2 \cdot 10^{-4} m)^2 \cdot \pi} = 0.00379 m = 3.79 mm.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 265

Koliko je produljenje čelične žice, duljine 1 m i promjera 0.4 mm, ako je rastežemo silom od 200 N? (Youngov modul elastičnosti za čelik $E = 210 GPa$)

- A. 8.58 mm B. 9.58 mm C. 7.58 mm D. 7.85 mm

Rezultat: C.

Zadatak 266 (Ivan, strojarska škola)

Koliko je naprezanje čelične žice duljine 1 m kada se rastezne 4 mm? (Youngov modul elastičnosti za čelik $E = 210 GPa$)

- A. $8.4 \cdot 10^6 Pa$ B. $8.4 \cdot 10^7 Pa$ C. $8.4 \cdot 10^8 Pa$ D. $8.4 \cdot 10^9 Pa$

Rješenje 266

$$l = 1 m, \quad \Delta l = 4 mm = 4 \cdot 10^{-3} m, \quad E = 210 GPa = 2.1 \cdot 10^{11} Pa, \quad p = ?$$

Hookeov zakon za linearnu elastičnu deformaciju tijela glasi:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot p,$$

gdje je Δl produljenje tijela pri rastezanju, l duljina tijela prije rastezanja, E Youngov modul elastičnosti, p naprezanje.

Naprezanje čelične žice iznosi:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot p \Rightarrow \frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot p \cdot l \cdot E \Rightarrow p = E \cdot \frac{\Delta l}{l} = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ Pa} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ m}} = 8.4 \cdot 10^8 \text{ Pa}.$$

Odgovor je pod C.

Vježba 266

Koliko je naprezanje čelične žice duljine 1 m kada se rastegne 8 mm? (Youngov modul elastičnosti za čelik $E = 210 \text{ GPa}$)

A. $1.68 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ B. $1.68 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ C. $1.86 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ D. $1.68 \cdot 10^9 \text{ Pa}$

Rezultat: D.

Zadatak 267 (Muenesa, gimnazija)

Gumenu loptu napunimo zrakom do tlaka dva puta većim od normiranog i u nju stavimo 3 litre zraka pri temperaturi 20°C . Izračunaj volumen zraka u lopti, ako je uronimo u vodu temperature 4°C na dubinu 10 m. Pretpostavi da je lopta dovoljno dugo u vodi da zrak u njoj poprimi temperaturu vode. (normirani tlak $p_0 = 101325 \text{ Pa}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, gustoća vode $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)

A. 2 l B. 3 l C. 2.9 l D. 2.5 l E. 1.9 l

Rješenje 267

$$p_1 = 2 \cdot p_0, \quad V_1 = 3 \text{ l}, \quad t_1 = 20^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 273 + t_1 = (273 + 20) \text{ K} = 293 \text{ K},$$

$$t_2 = 4^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 273 + t_2 = (273 + 4) \text{ K} = 277 \text{ K}, \quad h = 10 \text{ m}, \quad p_0 = 101325 \text{ Pa},$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad \rho = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad V_2 = ?$$

Općenitu ovisnost između tri parametra idealnog plina – obujma, tlaka i temperature – možemo izraziti zakonom koji sadrži sva tri plinska zakona:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}.$$

Hidrostatski tlak u tekućini nastaje zbog njezine težine. On djeluje na sve strane jednako, a ovisi o visini stupca h tekućine iznad mjesta na kojemu mjerimo tlak i o gustoći tekućine ρ :

$$p = \rho \cdot g \cdot h.$$

Tlak p povećava se linearno s dubinom tekućine, a ovisi još o gustoći tekućine ρ .

Tlak u tekućini na dubini h jednak je zbroju normiranog tlaka i hidrostatskog tlaka na dubini h .

$$p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h.$$

Računamo volumen V_2 zraka.

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \cdot \frac{T_2}{p_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} \cdot \frac{T_2}{p_2} \Rightarrow V_2 = \frac{2 \cdot p_0 \cdot V_1}{T_1} \cdot \frac{T_2}{p_0 + \rho \cdot g \cdot h} =$$

$$= \frac{2 \cdot 101325 \text{ Pa} \cdot 3 \text{ l}}{293 \text{ K}} \cdot \frac{277 \text{ K}}{101325 \text{ Pa} + 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}} = 2.882 \text{ l} \approx 2.9 \text{ l}.$$

Odgovor je pod C.

Vježba 267

Gumenu loptu napunimo zrakom do tlaka četiri puta većim od normiranog i u nju stavimo 1.5 litara zraka pri temperaturi 20°C . Izračunaj volumen zraka u lopti, ako je uronimo u vodu temperature 4°C na dubinu 10 m. Pretpostavi da je lopta dovoljno dugo u vodi da zrak u njoj poprimi temperaturu

vode. (normirani tlak $p_0 = 101325 \text{ Pa}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, gustoća vode $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)

A. 2 l B. 3 l C. 2.9 l D. 2.5 l E. 1.9 l

Rezultat: C.

Zadatak 268 (Mira, srednja škola)

Izračunajte prosječnu kinetičku energiju jedne molekule plina pri temperaturi $57 \text{ }^\circ\text{C}$. Kolika je unutarnja energija plina ako ima $6 \cdot 10^{24}$ molekula? (Boltzmanova konstanta $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$)

Rješenje 268

$$t = 57 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273 + t = (273 + 57) \text{ K} = 330 \text{ K}, \quad N = 6 \cdot 10^{24},$$
$$k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}, \quad \overline{E_{k1}} = ?, \quad \overline{E_k} = ?$$

Pri određenoj temperaturi srednja kinetička energija molekule svih plinova jednaka je. Ona ovisi samo o temperaturi T plina:

$$\overline{E_k} = \frac{3}{2} \cdot k_B \cdot T,$$

gdje je k_B Boltzmanova konstanta $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$.

Srednja kinetička energija jedne čestice razmjerna (proporcionalna) je apsolutnoj temperaturi T. Prosječna kinetička energija jedne molekule plina iznosi:

$$\overline{E_{k1}} = \frac{3}{2} \cdot k_B \cdot T = \frac{3}{2} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 330 \text{ K} = 6.83 \cdot 10^{-21} \text{ J}.$$

Unutarnja energija plina ako ima N molekula je:

$$\left. \begin{array}{l} \overline{E_k} = N \cdot \overline{E_{k1}} \\ \overline{E_{k1}} = \frac{3}{2} \cdot k_B \cdot T \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow \overline{E_k} = N \cdot \frac{3}{2} \cdot k_B \cdot T \Rightarrow \overline{E_k} = \frac{3}{2} \cdot N \cdot k_B \cdot T =$$
$$= \frac{3}{2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 330 \text{ K} = 40986 \text{ J}.$$

Vježba 268

Izračunajte prosječnu kinetičku energiju jedne molekule plina pri temperaturi $107 \text{ }^\circ\text{C}$. Boltzmanova konstanta $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Rezultat: $7.87 \cdot 10^{-21} \text{ J}$.

Zadatak 269 (Mario, srednja škola)

Idealan plin zatvoren u cilindru s pomičnim klipom širi se izobarno pa daje rad od 3000 J.

Toplina dovedena plinu je:

- A. manja od 3000 J
- B. jednaka 3000 J
- C. veća od 3000 J
- D. jednaka nuli.

Rješenje 269

$$W = 3000 \text{ J}, \quad Q = ?$$

Promjene stanja idealnog plina pri kojima je tlak stalan nazivamo izobarnim promjenama.

Prvi zakon termodinamike

Toplina Q koju dovodimo nekom sustavu jednaka je zbroju promjene unutarnje energije ΔU sustava i rada W koji obavi sustav.

Prvi zakon termodinamike poseban je slučaj zakona očuvanja energije za situaciju gdje do promjene unutarnje energije dolazi zbog izmjene topline i (ili) zbog obavljanja rada.

$$Q = \Delta U + W.$$

Pravila:

Pozitivno	Simbolički zapis	Opis
Q	Q > 0	Toplina se dovodi sustavu.
ΔU	ΔU > 0	Unutarnja energija sustava raste.
W	W > 0	Sustav obavlja rad.

Negativno	Simbolički zapis	Opis
Q	Q < 0	Toplina se odvodi sustavu.
ΔU	ΔU < 0	Unutarnja energija sustava pada.
W	W < 0	Rad se obavlja na sustavu.

Kad plinu dovodimo toplinu uz stalan tlak (izobarna promjena), plin se rasteže i obavlja rad. Vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} Q = \Delta U + W \\ \Delta U > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} Q - W = \Delta U \\ \Delta U > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow Q - W > 0 \Rightarrow Q > W.$$

Toplina dovedena plinu veća je od 3000 J. Odgovor je pod C.

Vježba 269

Idealan plin zatvoren u cilindru s pomičnim klipom širi se izobarno pa daje rad od 4500 J.

Toplina dovedena plinu je:

- A. manja od 4500 J
- B. jednaka 4500 J
- C. veća od 4500 J
- D. jednaka nuli.

Rezultat: C.

Zadatak 270 (Mario, srednja škola)

Idealan plin zatvoren u cilindru s pomičnim klipom širi se izotermno pa daje rad od 3000 J.

Pritom toplina koja je dovedena plinu je:

- A. manja od 3000 J
- B. jednaka 3000 J
- C. veća od 3000 J
- D. jednaka nuli.

Rješenje 270

$$W = 3000 \text{ J}, \quad Q = ?$$

Promjene stanja idealnog plina pri kojima je temperatura stalna nazivamo izotermnim promjenama.

Prvi zakon termodinamike

Toplina Q koju dovodimo nekom sustavu jednaka je zbroju promjene unutarnje energije ΔU sustava i rada W koji obavi sustav.

Prvi zakon termodinamike poseban je slučaj zakona očuvanja energije za situaciju gdje do promjene unutarnje energije dolazi zbog izmjene topline i (ili) zbog obavljanja rada.

$$Q = \Delta U + W.$$

Pravila:

Pozitivno	Simbolički zapis	Opis
Q	Q > 0	Toplina se dovodi sustavu.
ΔU	ΔU > 0	Unutarnja energija sustava raste.
W	W > 0	Sustav obavlja rad.

Negativno	Simbolički zapis	Opis
Q	Q < 0	Toplina se odvodi sustavu.
ΔU	ΔU < 0	Unutarnja energija sustava pada.
W	W < 0	Rad se obavlja na sustavu.

Promjena stanja plina pri kojoj plin obavlja rad može biti izotermna. Pri izotermnoj promjeni plin obavlja rad toplinom koju mu dovodimo. Unutarnja energija plina pritom se ne mijenja pa temperatura

ostaje stalna.

$$\left. \begin{array}{l} Q = \Delta U + W \\ \Delta U = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow Q = 0 + W \Rightarrow Q = W.$$

Toplina koju dovodimo plinu jednaka je 3000 J. Odgovor je pod B.

Vježba 270

Idealan plin zatvoren u cilindru s pomičnim klipom širi se izotermno pa daje rad od 4500 J. Pritom toplina koja je dovedena plinu je:

- A. manja od 4500 J
- B. jednaka 4500 J
- C. veća od 4500 J
- D. jednaka nuli.

Rezultat: B.

Zadatak 271 (Mario, srednja škola)

Idealan plin zatvoren u cilindru s pomičnim klipom širi se adijabatski pa daje rad od 3000 J. Toplina koja je dovedena plinu je:

- A. manja od 3000 J
- B. jednaka 3000 J
- C. veća od 3000 J
- D. jednaka nuli.

Rješenje 271

$$W = 3000 \text{ J}, \quad Q = ?$$

Prvi zakon termodinamike

Toplina Q koju dovodimo nekom sustavu jednaka je zbroju promjene unutarnje energije ΔU sustava i rada W koji obavi sustav.

Prvi zakon termodinamike poseban je slučaj zakona očuvanja energije za situaciju gdje do promjene unutarnje energije dolazi zbog izmjene topline i (ili) zbog obavljanja rada.

$$Q = \Delta U + W.$$

Pravila:

Pozitivno	Simbolički zapis	Opis
Q	$Q > 0$	Toplina se dovodi sustavu.
ΔU	$\Delta U > 0$	Unutarnja energija sustava raste.
W	$W > 0$	Sustav obavlja rad.

Negativno	Simbolički zapis	Opis
Q	$Q < 0$	Toplina se odvodi sustavu.
ΔU	$\Delta U < 0$	Unutarnja energija sustava pada.
W	$W < 0$	Rad se obavlja na sustavu.

Promjena stanja plina pri kojoj plin obavlja rad može biti adijabatska. Pri adijabatskoj promjeni mijenja se stanje plina uz obavljanje rada, a da pritom plin ne izmjenjuje toplinu s okolinom. Tom se prilikom smanjuje unutarnja energija pa se smanjuje temperatura plina.

Budući da kod adijabatske promjene nema izmjene topline s okolinom, vrijedi

$$Q = 0.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 271

Idealan plin zatvoren u cilindru s pomičnim klipom širi se adijabatski pa daje rad od 4500 J. Toplina koja je dovedena plinu je:

- A. manja od 4500 J
- B. jednaka 4500 J
- C. veća od 4500 J

D. jednaka nuli.

Rezultat: D.

Zadatak 272 (Josipa, gimnazija)

Koliki je faktor korisnosti toplinskog stroja koji od toplijeg spremnika dobiva 2000 J toplinske energije, a hladnijem spremniku predaje 1500 J toplinske energije?

Rješenje 272

$$Q_1 = 2000 \text{ J}, \quad Q_2 = 1500 \text{ J}, \quad \eta = ?$$

Pretvaranje toplinske energije u mehanički rad moguć je samo uz određene uvjete. U toplinskim strojevima iz izvora (spremnika) više temperature, toplina prelazi u radni plin (fluid), Jedan dio topline pretvara se u mehanički rad, a ostatak topline predaje spremniku niže temperature. Toplinski stroj uzima toplinsku energiju od drugih tijela i pretvara je u rad, obavljajući neki kružni proces. Za rad toplinskog stroja potrebna su dva spremnika:

- jedan više temperature iz kojeg se uzima toplina Q_1
- jedan niže temperature kojemu se predaje toplina Q_2 .

Ukupni dobiveni rad je:

$$W = Q_1 - Q_2.$$

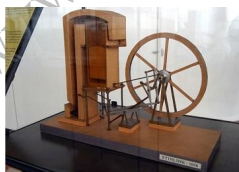
Djelotvornost (korisnost) toplinskog stroja:

$$\eta = \frac{W}{Q_1}, \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}, \quad \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}.$$

Djelotvornost (korisnost) toplinskog stroja je omjer dobivenog rada W i primljene topline Q_1 tijekom jednog kružnog procesa.

Računamo faktor korisnosti toplinskog stroja.

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{1500 \text{ J}}{2000 \text{ J}} \Rightarrow \eta = 1 - 0.75 \Rightarrow \eta = 0.25 \Rightarrow \eta = \frac{25}{100} \Rightarrow \eta = 25\%.$$



Vježba 272

Koliki je faktor korisnosti toplinskog stroja koji od toplijeg spremnika dobiva 4000 J toplinske energije, a hladnijem spremniku predaje 3000 J toplinske energije?

Rezultat: 25%

Zadatak 273 (Josipa, gimnazija)

Koliki rad daje parni stroj ako je njegova korisnost 20%, a pritom hladnijem spremniku predaje 3000 J toplinske energije?

Rješenje 273

$$\eta = 20\% = 0.20, \quad Q_1 = 3000 \text{ J}, \quad W = ?$$

Pretvaranje toplinske energije u mehanički rad moguć je samo uz određene uvjete. U toplinskim strojevima iz izvora (spremnika) više temperature, toplina prelazi u radni plin (fluid), Jedan dio topline pretvara se u mehanički rad, a ostatak topline predaje spremniku niže temperature. Toplinski stroj uzima toplinsku energiju od drugih tijela i pretvara je u rad, obavljajući neki kružni proces. Za rad toplinskog stroja potrebna su dva spremnika:

- jedan više temperature iz kojeg se uzima toplina Q_1
- jedan niže temperature kojemu se predaje toplina Q_2 .

Ukupni dobiveni rad je:

$$W = Q_1 - Q_2.$$

Djelotvornost (korisnost) toplinskog stroja:

$$\eta = \frac{W}{Q_1}, \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}, \quad \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}.$$

Djelotvornost (korisnost) toplinskog stroja je omjer dobivenog rada W i primljene topline Q_1 tijekom jednog kružnog procesa.

Računamo rad koji daje parni stroj.

$$\left. \begin{array}{l} \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \\ W = Q_1 - Q_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \eta \\ W = Q_1 - Q_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \eta \quad / \cdot \frac{Q_1}{1 - \eta} \\ W = Q_1 - Q_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} Q_1 = \frac{Q_2}{1 - \eta} \\ W = Q_1 - Q_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = \frac{Q_2}{1 - \eta} - Q_2 \Rightarrow W = Q_2 \cdot \left(\frac{1}{1 - \eta} - 1 \right) \Rightarrow W = Q_2 \cdot \frac{1 - (1 - \eta)}{1 - \eta} \Rightarrow W = Q_2 \cdot \frac{1 - 1 + \eta}{1 - \eta} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = Q_2 \cdot \frac{1 - 1 + \eta}{1 - \eta} \Rightarrow W = Q_2 \cdot \frac{\eta}{1 - \eta} = 3000 \text{ J} \cdot \frac{0.20}{1 - 0.20} = 750 \text{ J}.$$

Vježba 273

Koliki rad daje parni stroj ako je njegova korisnost 20%, a pritom hladnijem spremniku predaje 4000 J toplinske energije?

Rezultat: 1000 J.

Zadatak 274 (Branka, srednja škola)

Jednake količine topline dovedene su tekućini i željeznom tijelu. Masa tekućine jednaka je masi tijela. Specifični toplinski kapacitet tekućine je 2325 J / (kg · K), a željeza 465 J / (kg · K). Temperatura tekućine povisila se za 10 °C. Za koliko se stupnjeva povisila temperatura željeznog tijela?

- A. 10 B. 15 C. 5 D. 50

Rješenje 274

$$Q_1 = Q_2, \quad m_1 = m_2 = m, \quad c_1 = 2325 \text{ J / (kg · K)}, \quad c_2 = 465 \text{ J / (kg · K)}, \quad \Delta t_1 = 10 \text{ °C},$$

$$\Delta t_2 = ?$$

Toplina Q je onaj dio unutarnje energije tijela koji prelazi s jednog tijela na drugo zbog razlike temperatura tih tijela. Toplina koju neko tijelo zagrijavanjem primi odnosno hlađenjem izgubi jednaka je

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

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

Budući da su tekućini i željeznom tijelu dovedene jednake količine topline, slijedi:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t_2 \Rightarrow m \cdot c_1 \cdot \Delta t_1 = m \cdot c_2 \cdot \Delta t_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m \cdot c_1 \cdot \Delta t_1 = m \cdot c_2 \cdot \Delta t_2 \quad / \cdot \frac{1}{m \cdot c_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{c_1 \cdot \Delta t_1}{c_2} = \frac{2325 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 10 \text{ °C}}{465 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} = 50 \text{ °C}.$$

Vježba 274

Jednake količine topline dovedene su tekućini i željeznom tijelu. Masa tekućine jednaka je masi tijela. Specifični toplinski kapacitet tekućine je 2325 J / (kg · K), a željeza 465 J / (kg · K). Temperatura tekućine povisila se za 20 °C. Za koliko se stupnjeva povisila temperatura željeznog tijela?

A. 20 B. 30 C. 100 D. 25

Rezultat: C.

Zadatak 275 (Dino, gimnazija)

Odredite rad koji obavi plin obujma 200 litara kada pri stalnom tlaku $1 \cdot 10^5$ Pa temperatura poraste od 27°C do 327°C .

Rješenje 275

$$V = 200 \text{ l} = 200 \text{ dm}^3 = 0.2 \text{ m}^3, \quad p = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa},$$

$$t_1 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 273 + t_1 = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K},$$

$$t_2 = 327^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 273 + t_2 = (273 + 327) \text{ K} = 600 \text{ K}, \quad W = ?$$

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

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

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:

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

Računamo obujam plina V_2 nakon povećanja temperature.

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

Rad W koji plin obavi iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} V_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot V_1 \\ W = p \cdot (V_2 - V_1) \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow W = p \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} \cdot V_1 - V_1 \right) \Rightarrow W = p \cdot V_1 \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) =$$

$$= 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0.2 \text{ m}^3 \cdot \left(\frac{600 \text{ K}}{300 \text{ K}} - 1 \right) = 20000 \text{ J} = 20 \text{ kJ}.$$

Vježba 275

Odredite rad koji obavi plin obujma 300 litara kada pri stalnom tlaku $1 \cdot 10^5$ Pa temperatura poraste od 27°C do 327°C .

Rezultat: 30 kJ.

Zadatak 276 (Zoran, srednja škola)

Za koliko treba povećati tlak određene količine plina da bi se njegov obujam pri stalnoj temperaturi smanjio za 5%?

Rješenje 276

$$p_1, \quad V_1, \quad V_2 = V_1 - 5\% \cdot V_1, \quad p_2 = ?$$

Ako pri promjeni stanja dane mase plina, temperatura ostaje stalna (izotermno stanje), promjene obujma i tlaka plina možemo opisati Boyle-Mariotteovim zakonom:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2.$$

Budući da se obujam plina smanjio 5% u odnosu na početni V_1 , on sada iznosi:

$$V_2 = V_1 - \frac{5}{100} \cdot V_1 \Rightarrow V_2 = V_1 - 0.05 \cdot V_1 \Rightarrow V_2 = 0.95 \cdot V_1.$$

Računamo za koliko treba povećati tlak p_2 .

$$\begin{aligned}
p_1 \cdot V_1 &= p_2 \cdot V_2 \Rightarrow p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot 0.95 \cdot V_1 \Rightarrow p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot 0.95 \cdot V_1 \cdot \frac{1}{0.95 \cdot V_1} \Rightarrow \\
\Rightarrow p_2 &= \frac{p_1}{0.95} \Rightarrow p_2 = \frac{1}{0.95} \cdot p_1 \Rightarrow p_2 = 1.0526 \cdot p_1 \Rightarrow p_2 = (1 + 0.0526) \cdot p_1 \Rightarrow \\
&\Rightarrow p_2 = p_1 + 0.0526 \cdot p_1 \Rightarrow p_2 = p_1 + \frac{5.26}{100} \cdot p_1.
\end{aligned}$$

Tlak treba povećati za 5.26%.

Vježba 276

Za koliko treba povećati tlak određene količine plina da bi se njegov obujam pri stalnoj temperaturi smanjio za 10%?

Rezultat: 11.11%.

Zadatak 277 (Silvana, srednja škola)

Neki plin mase 12 g ima pri 7 °C obujam $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Nakon zagrijavanja plina pri stalnom tlaku gustoća je plina $6 \cdot 10^{-4} \text{ g/cm}^3$. Do koje je temperature ugrijan plin?

Rješenje 277

$$\begin{aligned}
m &= 12 \text{ g} = 0.012 \text{ kg}, \quad t_1 = 7 \text{ °C} \Rightarrow T_1 = 273 + t_1 = (273 + 7) \text{ K} = 280 \text{ K}, \\
V_1 &= 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, \quad \rho = 6 \cdot 10^{-4} \text{ g/cm}^3 = 6 \cdot 10^{-1} \text{ kg/m}^3, \quad T_2 = ?
\end{aligned}$$

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz omjera mase tijela i njegova obujma:

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

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:

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

Na temperaturi T_2 plin će imati obujam V_2 :

$$\rho = \frac{m}{V_2} \Rightarrow \rho = \frac{m}{V_2} \cdot \frac{V_2}{\rho} \Rightarrow V_2 = \frac{m}{\rho}$$

Budući da je tlak plina stalan (izobarna promjena) vrijedi Gay – Lussacov zakon pa temperatura T_2 iznosi:

$$\begin{aligned}
\left. \begin{aligned} V_2 &= \frac{m}{\rho} \\ \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} V_2 &= \frac{m}{\rho} \\ V_1 \cdot T_2 &= V_2 \cdot T_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow V_1 \cdot T_2 = \frac{m}{\rho} \cdot T_1 \Rightarrow V_1 \cdot T_2 = \frac{m}{\rho} \cdot T_1 \cdot \frac{1}{V_1} \Rightarrow \\
\Rightarrow T_2 &= \frac{m}{\rho \cdot V_1} \cdot T_1 = \frac{0.012 \text{ kg}}{6 \cdot 10^{-1} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} \cdot 280 \text{ K} = 1400 \text{ K}.
\end{aligned}$$

Vježba 277

Neki plin mase 24 g ima pri 7 °C obujam $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Nakon zagrijavanja plina pri stalnom tlaku gustoća je plina $6 \cdot 10^{-4} \text{ g/cm}^3$. Do koje je temperature ugrijan plin?

Rezultat: 1400 K.

Zadatak 278 (Nina, maturantica)

Određena količina idealnog plina zauzima obujam 4 litre. Koliki obujam će zauzimati taj plin ako se temperatura udvostruči, a tlak padne na jednu trećinu početne vrijednosti?

Rješenje 278

$$V_1 = 4 \text{ l} = 4 \text{ dm}^3, \quad T_2 = 2 \cdot T_1, \quad p_2 = \frac{1}{3} \cdot p_1, \quad V_2 = ?$$

Općenitu ovisnost između tri parametra idealnog plina – obujma, tlaka i temperature – možemo izraziti zakonom koji sadrži sva tri plinska zakona:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}.$$

Traženi obujam V_2 iznosi:

$$\begin{aligned} \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} &\Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \cdot \frac{T_2}{p_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} \cdot \frac{T_2}{p_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1 \cdot 4 \text{ dm}^3}{T_1} \cdot \frac{2 \cdot T_1}{\frac{1}{3} \cdot p_1} \Rightarrow \\ \Rightarrow V_2 &= \frac{p_1 \cdot 4 \text{ dm}^3}{T_1} \cdot \frac{2 \cdot T_1}{\frac{1}{3} \cdot p_1} \Rightarrow V_2 = \frac{4 \text{ dm}^3}{1} \cdot \frac{2}{\frac{1}{3}} \Rightarrow V_2 = \frac{4 \text{ dm}^3}{1} \cdot \frac{2}{\frac{1}{3}} \Rightarrow V_2 = 4 \text{ dm}^3 \cdot 2 \cdot 3 = 24 \text{ dm}^3. \end{aligned}$$

Vježba 278

Određena količina idealnog plina zauzima obujam 4 litre. Koliki obujam će zauzimati taj plin ako se temperatura udvostruči, a tlak padne na jednu četvrtinu početne vrijednosti?

Rezultat: 32 dm³.

Zadatak 279 (Ante, strukovna škola)

Koliko je energije potrebno da se 800 grama vode, specifičnog toplinskog kapaciteta 4190 J/(kg · K), zagrije od ledišta do vrelišta?

Rješenje 279

$$m = 800 \text{ g} = 0.8 \text{ kg}, \quad c = 4190 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}, \quad t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}, \quad t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}, \quad Q = ?$$

Ledište vode je na temperaturi 0 °C (273 K), a vrelište na 100 °C (373 K).

Toplina Q je onaj dio unutarnje energije tijela koji prelazi s jednog tijela na drugo zbog razlike temperatura tih tijela. Toplina koju neko tijelo zagrijavanjem primi odnosno hlađenjem izgubi jednaka je

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1),$$

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

Energija potrebna da se voda zagrije od ledišta do vrelišta iznosi:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 0.8 \text{ kg} \cdot 4190 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (100 \text{ }^\circ\text{C} - 0 \text{ }^\circ\text{C}) = 335200 \text{ J}.$$

Vježba 279

Koliko je energije potrebno da se 400 grama vode, specifičnog toplinskog kapaciteta 4190 J/(kg · K), zagrije od ledišta do vrelišta?

Rezultat: 167600 J.

Zadatak 280 (Ivan, strukovna škola)

Grijačem snage 500 W tali se 2 kg leda temperature 0 °C. Sva energija koju proizvede grijač potroši se na taljenje leda. Za koliko se vremena led rastali? Specifična toplina taljenja leda iznosi 330 000 J/kg.

Rješenje 280

$$P = 500 \text{ W}, \quad m = 2 \text{ kg}, \quad t = 0 \text{ °C}, \quad \lambda = 330\,000 \text{ J/kg}, \quad t = ?$$

Toplinu koju moramo predati čvrstom tijelu mase m da bi se ono rastalilo možemo izračunati iz izraza

$$Q_t = m \cdot \lambda,$$

gdje je λ specifična toplina taljenja.

Brzinu rada izražavamo snagom. Snaga P jednaka je omjeru rada W i vremena t za koje je rad obavljen, tj.

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P \cdot t.$$

Kad tijelo obavlja rad, mijenja mu se energija. Promjena energije tijela jednaka je utrošenom radu. Vrijeme za koje se led rastali iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} W = P \cdot t \\ W = Q_t \end{array} \right\} \Rightarrow P \cdot t = Q_t \Rightarrow [Q_t = m \cdot \lambda] \Rightarrow P \cdot t = m \cdot \lambda \Rightarrow P \cdot t = m \cdot \lambda \cdot \frac{1}{P} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{m \cdot \lambda}{P} = \frac{2 \text{ kg} \cdot 330\,000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{500 \text{ W}} = 1320 \text{ s} = [1320 : 60] = 22 \text{ min.}$$

Vježba 280

Grijačem snage 1000 W tali se 4 kg leda temperature 0 °C. Sva energija koju proizvede grijač potroši se na taljenje leda. Za koliko se vremena led rastali? Specifična toplina taljenja leda iznosi 330 000 J/kg.

Rezultat: 22 min.