

Zadatak 461 (Mada, studentica ☺)

Cisterna je napunjena sa 20000 L benzina u Splitu u 18 sati. Kada je u ponoć vozač dovezao cisternu u Zagreb utvrđeno je da nedostaje 380 litara benzina. Je li vozač kriv za manjak? Izračunaj i obrazloži svoj odgovor. Temperatura u Splitu je bila 15 °C, a u Zagrebu – 5 °C. Koeficijent volumnog širenja benzina je $9.5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.

Rješenje 461

$$V_1 = 20000 \text{ L} = 20000 \text{ dm}^3 = 20 \text{ m}^3, \quad \Delta V = 380 \text{ L} = 380 \text{ dm}^3 = 0.38 \text{ m}^3, \quad t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}, \\ t_2 = -5 \text{ }^\circ\text{C}, \quad \alpha = 9.5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}, \quad V_2 = ?$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3, \quad 1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3.$$

Kad čvrstom tijelu povisimo temperaturu, njegove se dimenzije povećaju. Ako su sve dimenzije čvrstog tijela podjednako izražene, riječ je o obujamnom rastezanju. Neka tijelo pri 0 °C ima obujam V_0 . Povisimo li tijelu temperaturu za t (od 0 °C do t), njegov će se obujam povećati za

$$\Delta V = \alpha \cdot t \cdot V_0,$$

gdje je α koeficijent obujamnog rastezanja. Pri temperaturi t tijelo će imati obujam

$$V_t = V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t).$$

Taj izraz vrijedi i za obujamno rastezanje tekućina, kao i za šuplja čvrsta tijela.

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz količnika mase m tijela i njegova obujma V :

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

Računamo obujam benzina V_2 u Zagrebu na temperaturi t_2 .

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) \\ V_2 = V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2) \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2)}{V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1)} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2)}{V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1)} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1 + \alpha \cdot t_2}{1 + \alpha \cdot t_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1 + \alpha \cdot t_2}{1 + \alpha \cdot t_1} \cdot V_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow V_2 = \frac{1 + \alpha \cdot t_2}{1 + \alpha \cdot t_1} \cdot V_1 = \frac{1 + 9.5 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{K}} \cdot (-5) \text{ K}}{1 + 9.5 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{K}} \cdot 15 \text{ K}} \cdot 20 \text{ m}^3 = 19.625 \text{ m}^3 = 19625 \text{ dm}^3 = 19625 \text{ L}.$$

Razlika volumena iznosi:

$$\Delta V = V_1 - V_2 = 20000 \text{ L} - 19625 \text{ L} = 375 \text{ L}.$$

Cisterna zagrijavanjem mijenja obujam prema zakonu

$$V_t = V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t).$$

Prema tom zakonu mijenja se i obujam benzina u cisterni. Snižavanjem temperature obujam benzina bit će manji u Zagrebu nego u Splitu. Vozač nije kriv.

Vježba 461

Cisterna je napunjena sa 200 hl benzina u Splitu u 17 sati. Kada je u ponoć vozač dovezao cisternu u Zagreb utvrđeno je da nedostaje 375 litara benzina. Je li vozač kriv za manjak? Izračunaj i obrazloži svoj odgovor. Temperatura u Splitu je bila 15 °C, a u Zagrebu – 5 °C. Koeficijent volumnog širenja benzina je $9.5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.

Rezultat: $V_2 = 19625 \text{ L}$.

Zadatak 462 (Ivan, tehnička škola)

Izobarnim procesom određenoj se količini plina pri tlaku od 4 bara poveća obujam od dvije do tri i pol litre. Koliki je rad plina?

Rješenje 462

$$p = 4 \text{ bara} = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad V_1 = 1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, \quad V_2 = 2.5 \text{ l} = 2.5 \text{ dm}^3 = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, \quad W = ?$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3, \quad 1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3.$$

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

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

Paralelogrami su četverokuti kojima su po dvije nasuprotne stranice usporedne (paralelne).

Pravokutnik je paralelogram koji ima barem jedan pravi kut (pravi kut ima 90°).

Površina pravokutnika

Površina pravokutnika je jednaka produktu njegove duljine a i širine b .

$$P = a \cdot b.$$

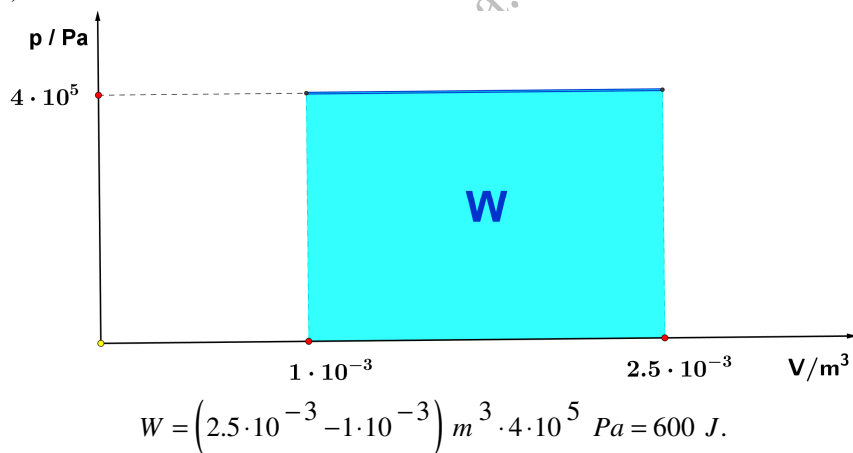
1. inačica

Rad pri izobarnom širenju plina je

$$W = p \cdot (V_2 - V_1) = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (2.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 - 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) = 600 \text{ J}.$$

2. inačica

Nacrtajmo p, V – dijagram. Rad je po iznosu jednak veličini površine ispod krivulje (ploština pravokutnika).



Vježba 462

Izobarnim procesom određenoj se količini plina pri tlaku od 4 bara poveća obujam od dvije do tri i pol litre. Koliki je rad plina?

Rezultat: 600 J.

Zadatak 463 (Ante, tehnička škola)

Koliko se puta poveća tlak plina u balonu električne žarulje, ako se poslije uključivanja temperatura plina povisi od 15°C na 303°C ?

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

Rješenje 463

$$V_1 = V_2 = V, \quad t_1 = 15^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 273 + t_1 = (273 + 15) \text{ K} = 288 \text{ K},$$

$$t_2 = 303 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 273 + t_2 = (273 + 303) \text{ K} = 576 \text{ K}, \quad \frac{p_2}{p_1} = ?$$

Broj atoma i molekula u makroskopskim tijelima je velik i obično se ne izražava brojnošću, već veličinom množina, tj. količina tvari (znak: n). Jedinica za količinu tvari ili množinu je mol (znak: mol). Jednadžba stanja plina, ako je zadana množina n idealnog plina, glasi:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T,$$

gdje je p tlak, V obujam plina, n množina tvari, R plinska konstanta, T termodinamička temperatura plina.

Iz sustava jednadžbi stanja plina za početno (prvo) stanje i konačno (drugo) stanje plina dobije se:

$$\left. \begin{array}{l} p_1 \cdot V_1 = n \cdot R \cdot T_1 \\ p_2 \cdot V_2 = n \cdot R \cdot T_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} p_1 \cdot V = n \cdot R \cdot T_1 \\ p_2 \cdot V = n \cdot R \cdot T_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{p_2 \cdot V}{p_1 \cdot V} = \frac{n \cdot R \cdot T_2}{n \cdot R \cdot T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_2 \cdot \cancel{V}}{p_1 \cdot \cancel{V}} = \frac{n \cdot R \cdot T_2}{n \cdot R \cdot T_1} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{576 \text{ K}}{288 \text{ K}} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = 2.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 463

Koliko se puta poveća tlak plina u balonu električne žarulje, ako se poslije uključivanja temperatura plina povisi od 15 °C na 5991 °C?

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

Rezultat: B.

Zadatak 464 (XY, maturantica)

Željezne šine od kojih su napravljene tračnice željezničke pruge složene su jedna za drugom po duljini. Na temperaturi od 0 °C razmaknute su $4 \cdot 10^{-2}$ m. Šine su pri toj temperaturi duge 22.5 m. Do koje bi se najmanje temperature morale zagrijati šine da bi nestao razmak? (koeficijent linearnog rastezanja za željezo pri temperaturi 0 °C je $1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$)

Rješenje 464

$$\Delta l = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}, \quad l_0 = 22.5 \text{ m}, \quad \beta = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}, \quad \Delta t = ?$$

Kad štapu nekog čvrstog tijela, koji prema dogovoru pri 0 °C ima duljinu l_0 , povisimo temperaturu za t (od 0 °C do t), on će se produljiti za:

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

gdje je β koeficijent linearnog rastezanja koji se definira izrazom:

$$\beta = \frac{l_t - l_0}{l_0 \cdot t}.$$

Jedinica za koeficijent linearnog rastezanja je K^{-1} .

Kelvinova i Celzijeva ljestvica su dvije različite temperaturne ljestvice.

Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI) za temperaturu propisuje jedinicu kelvin (K). Tu temperaturu zovemo termodinamička temperatura (T).

Temperaturna razlika od 1 K jednaka je temperaturnoj razlici od 1 °C, što izražavamo jednadžbom:

$$\Delta T (\text{K}) = \Delta t (^\circ\text{C}).$$

$$\Delta l = \beta \cdot l_0 \cdot \Delta t \Rightarrow \beta \cdot l_0 \cdot \Delta t = \Delta l \Rightarrow \beta \cdot l_0 \cdot \Delta t = \Delta l \cdot \frac{1}{l_0 \cdot \beta} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \beta} =$$

$$= \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{22.5 \text{ m} \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}} = 148 \text{ K}.$$

Promjena temperature mora biti $\Delta t = 148^\circ\text{C}$.

Vježba 464

Željezne šine od kojih su napravljene tračnice željezničke pruge složene su jedna za drugom po duljini. Na temperaturi od 0°C razmaknute su 4 cm. Šine su pri toj temperaturi duge 22.5 m. Do koje bi se najmanje temperature morale zagrijati šine da bi nestao razmak? (koeficijent linearnog rastezanja za željezo pri temperaturi 0°C je $1.2 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$)

Rezultat: $\Delta t = 148^\circ\text{C}$.

Zadatak 465 (Una, gimnazija)

Nađi gustoću smjese plinova koja se sastoji od vodika i kisika u omjeru 2 : 3 pri tlaku od 100 kPa i temperaturi 300 K. (plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J / (K} \cdot \text{mol)}$, molna masa vodika $M_1 = 2 \text{ g / mol}$, molna masa kisika $M_2 = 32 \text{ g / mol}$)

Rješenje 465

$$m_1 : m_2 = 2 : 3, \quad p = 100 \text{ kPa} = 10^5 \text{ Pa}, \quad T = 300 \text{ K}, \quad R = 8.314 \text{ J / (K} \cdot \text{mol)}, \\ M_1 = 2 \text{ g / mol} = 0.002 \text{ kg / mol}, \quad M_2 = 32 \text{ g / mol} = 0.032 \text{ kg / mol}, \quad \rho = ?$$

Ako su a i b brojevi, kažemo da je količnik a : b, $b \neq 0$ omjer brojeva a i b. Razmjer ili proporcija je jednakost dvaju jednakih omjera. Ako je

$$a : b = k \quad \text{i} \quad c : d = k,$$

tada je razmjer ili proporcija

$$a : b = c : d.$$

Umnožak vanjskih članova razmjera a i d jednak je umnošku unutarnjih članova razmjera b i c.

$$a : b = c : d \Rightarrow a \cdot d = b \cdot c.$$

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz količnika mase m tijela i njegova obujma V:

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

Jednadžba stanja plina, ako je zadana masa plina m i molna masa M, glasi:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T,$$

gdje je p tlak, V obujam plina, m masa plina, M molna masa plina, R plinska konstanta, T termodinamička temperatura plina.

Imamo li smjesu nekoliko plinova, ukupni će tlak biti jednak zbroju parcijalnih tlakova pomiješanih plinova. Tlak smjese je

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots,$$

gdje su p_1, p_2, p_3 , tlakovi pojedinih plinova. Parcijalni ili djelomični tlak plina je tlak što bi ga imala jedna od pomiješanih količina plina kad bi sama ispunila cijeli prostor u kojemu se nalazi smjesa.

Iz omjera masa plinova dobije se:

$$m_1 : m_2 = 2 : 3 \Rightarrow 3 \cdot m_1 = 2 \cdot m_2 \Rightarrow 3 \cdot m_1 = 2 \cdot m_2 \quad /: 3 \Rightarrow m_1 = \frac{2}{3} \cdot m_2.$$

Za svaki plin, vodik i kisik, može se napisati jednadžba:

$$\left. \begin{array}{l} p_1 \cdot V = \frac{m_1}{M_1} \cdot R \cdot T \\ p_2 \cdot V = \frac{m_2}{M_2} \cdot R \cdot T \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} p_1 \cdot V = \frac{m_1}{M_1} \cdot R \cdot T \cdot \frac{1}{V} \\ p_2 \cdot V = \frac{m_2}{M_2} \cdot R \cdot T \cdot \frac{1}{V} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} p_1 = \frac{m_1}{M_1} \cdot \frac{R \cdot T}{V} \\ p_2 = \frac{m_2}{M_2} \cdot \frac{R \cdot T}{V} \end{array} \right\}.$$

Budući da za ukupni tlak smjese plinova vodika i kisika vrijedi

$$p = p_1 + p_2,$$

dobije se:

$$p = p_1 + p_2 \Rightarrow p = \frac{m_1}{M_1} \cdot \frac{R \cdot T}{V} + \frac{m_2}{M_2} \cdot \frac{R \cdot T}{V} \Rightarrow p = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) \cdot \frac{R \cdot T}{V} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) \cdot \frac{R \cdot T}{V} \cdot \frac{V}{p} \Rightarrow V = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) \cdot \frac{R \cdot T}{p}$$

Gustoća smjese plinova iznosi:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V} \Rightarrow \rho = \frac{m_1 + m_2}{\left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) \cdot \frac{R \cdot T}{p}} \Rightarrow \rho = \frac{(m_1 + m_2) \cdot p}{\left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) \cdot R \cdot T} \Rightarrow \left[m_1 = \frac{2}{3} \cdot m_2 \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\left(\frac{2}{3} \cdot m_2 + m_2 \right) \cdot p}{\left(\frac{2 \cdot m_2}{3 \cdot M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) \cdot R \cdot T} \Rightarrow \rho = \frac{m_2 \cdot \left(\frac{2}{3} + 1 \right) \cdot p}{m_2 \cdot \left(\frac{2}{3 \cdot M_1} + \frac{1}{M_2} \right) \cdot R \cdot T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{m_2 \cdot \left(\frac{2}{3} + 1 \right) \cdot p}{m_2 \cdot \left(\frac{2}{3 \cdot M_1} + \frac{1}{M_2} \right) \cdot R \cdot T} \Rightarrow \rho = \frac{\left(\frac{2}{3} + 1 \right) \cdot p}{\left(\frac{2}{3 \cdot M_1} + \frac{1}{M_2} \right) \cdot R \cdot T} \Rightarrow \rho = \frac{\frac{5}{3} \cdot p}{\left(\frac{2}{3 \cdot M_1} + \frac{1}{M_2} \right) \cdot R \cdot T}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{5 \cdot p}{3 \cdot \left(\frac{2}{3 \cdot M_1} + \frac{1}{M_2} \right) \cdot R \cdot T} \Rightarrow \rho = \frac{5 \cdot p}{\left(\frac{2}{M_1} + \frac{3}{M_2} \right) \cdot R \cdot T} =$$

$$= \frac{5 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{\left(\frac{2}{0.002 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} + \frac{3}{0.032 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} \right) \cdot 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 300 \text{ K}} = 0.18328 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Vježba 465

Nađi gustoću smjese plinova koja se sastoji od vodika i kisika u omjeru 4 : 6 pri tlaku od 100 kPa i temperaturi 300 K. (plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$, molna masa vodika $M_1 = 2 \text{ g} / \text{mol}$, molna masa kisika $M_2 = 32 \text{ g} / \text{mol}$)

Rezultat: $0.18328 \text{ kg} / \text{m}^3$.

Zadatak 466 (Tibor, gimnazija)

Kolika je gustoća plina pri normiranim uvjetima ($p = 101325 \text{ Pa}$, $T = 273.15 \text{ K}$), ako je njegova molna masa $0.04 \text{ kg} / \text{mol}$? (plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$)

Rješenje 466

$p = 101325 \text{ Pa}$, $T = 273.15 \text{ K}$, $M = 0.04 \text{ kg} / \text{mol}$, $R = 8.314 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$,
 $\rho = ?$

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz količnika mase m tijela i njegova obujma V :

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

Jednadžba stanja plina, ako je zadana masa plina m i molna masa M , glasi:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T,$$

gdje je p tlak, V obujam plina, m masa plina, M molna masa plina, R plinska konstanta, T termodinamička temperatura plina.

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow \frac{m}{M} \cdot R \cdot T = p \cdot V \Rightarrow \frac{m}{M} \cdot R \cdot T = p \cdot V \cdot \frac{M}{R \cdot T \cdot V} \Rightarrow \frac{m}{V} = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\rho = \frac{m}{V} \right] \Rightarrow \rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 0.04 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 273.15 \text{ K}} = 1.78 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Vježba 466

Kolika je gustoća plina pri normiranim uvjetima (p = 101325 Pa, T = 273.15 K), ako je njegova molna masa 40 g / mol?

Rezultat: 1.78 kg / mol.

Zadatak 467 (Laura, srednja škola)

Brzina čestice plina je 400 m / s. Odredite njezinu masu ako znate da je temperatura 27 °C. (Boltzmannova konstanta k = 1.38 · 10⁻²³ J / K)

Rješenje 467

$$v = 400 \text{ m / s}, \quad t = 27 \text{ °C} \Rightarrow T = 273.15 + t = (273.15 + 27) \text{ K} = 300.15 \text{ K},$$

$$k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J / K}, \quad m = ?$$

Srednja kinetička energija:

- za česticu mase m je

$$\overline{E_k} = \frac{1}{2} m \cdot v^2,$$

gdje je v efektivna brzina

- jedne čestice proporcionalna je apsolutnoj temperaturi T:

$$\overline{E_k} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T.$$

$$\left. \begin{array}{l} \overline{E_k} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \\ \overline{E_k} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T \cdot \frac{2}{v^2} \Rightarrow m = \frac{3 \cdot k \cdot T}{v^2} =$$

$$= \frac{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 300.15 \text{ K}}{\left(400 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 7.7625 \cdot 10^{-26} \text{ kg}.$$

Vježba 467

Brzina čestice plina je 0.4 km / s. Odredite njezinu masu ako znate da je temperatura 27 °C. (Boltzmannova konstanta k = 1.38 · 10⁻²³ J / K)

Rezultat: 7.7625 · 10⁻²⁶ kg.

Zadatak 468 (Laura, srednja škola)

Posuda obujma 10 litara sadrži jednoatomni plin pod tlakom 2000 hPa. Kolika je ukupna kinetička energija svih čestica plina?

Rješenje 468

$$V = 10 \text{ L} = 10 \text{ dm}^3 = 10^{-2} \text{ m}^3, \quad p = 2000 \text{ hPa} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad E_k = ?$$

Unutarnja energija idealnog plina jednaka je srednjoj kinetičkoj energiji svih njegovih čestica. Za jednoatomne plinove možemo za unutarnju energiju napisati jednadžbu

$$U = \frac{3}{2} \cdot p \cdot V,$$

gdje je p tlak plina, V obujam plina.

$$\left. \begin{array}{l} E_k = U \\ U = \frac{3}{2} \cdot p \cdot V \end{array} \right\} \Rightarrow E_k = \frac{3}{2} \cdot p \cdot V = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 = 3000 \text{ J} = 3 \text{ kJ}.$$

Vježba 468

Posuda obujma 0.1 hl sadrži jednoatomni plin pod tlakom 200 kPa. Kolika je ukupna kinetička energija svih čestica plina?

Rezultat: 3 kJ.

Zadatak 469 (Marko, srednja škola)

Dva tijela jednakih masa načinjena iz istog materijala imaju temperature od 20 °C i 50 °C. Ako ih stavimo u kontakt (zanemarite gubitke topline na okolinu) konačna temperatura tijela u °C će biti:

A. 44 B. 35 C. 15 D. 70

Rješenje 469

$$m_1 = m_2 = m, \quad c_1 = c_2 = c, \quad t_1 = 20 \text{ °C}, \quad t_2 = 50 \text{ °C}, \quad t = ?$$

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.

Richmannovo pravilo: pravilo iz kojega se određuje temperatura smjese dviju ili više tvari različitih masa, temperatura i specifičnih toplinskih kapaciteta.

Kad su u međusobnom dodiru dva tijela različitih temperatura, onda je, prema zakonu o očuvanju energije, povećanje unutrašnje energije tijela koje se grije jednako smanjenju unutrašnje energije tijela koje se hladi, tj.

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t),$$

gdje je t konačna temperatura, tj. temperatura pri kojoj oba tijela postizu toplinsku ravnotežu.

Toplina koju primi hladnije tijelo temperature t_1 jednaka je toplini koju preda toplije tijelo temperature t_2 .

$$\begin{aligned} m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1) &= m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t) \Rightarrow m \cdot c \cdot (t - t_1) = m \cdot c \cdot (t_2 - t) \Rightarrow \\ \Rightarrow m \cdot c \cdot (t - t_1) &= m \cdot c \cdot (t_2 - t) \cdot \frac{1}{m \cdot c} \Rightarrow t - t_1 = t_2 - t \Rightarrow t + t = t_2 + t_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow 2 \cdot t &= t_1 + t_2 \Rightarrow 2 \cdot t = t_1 + t_2 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow t = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{20 \text{ °C} + 50 \text{ °C}}{2} = 35 \text{ °C}. \end{aligned}$$

Odgovor je pod B.

Vježba 469

Dva tijela jednakih masa načinjena iz istog materijala imaju temperature od 10 °C i 20 °C. Ako ih stavimo u kontakt (zanemarite gubitke topline na okolinu) konačna temperatura tijela u °C će biti:

- A. 44 B. 35 C. 15 D. 70

Rezultat: C.

Zadatak 470 (Marko, srednja škola)

Metak je ispaljen u komad kita male termičke vodljivosti. Temperatura metka se pri zaustavljanju povisi za 4 K. Za koliko će porasti temperatura metka pri zaustavljanju ako metak ima dvostruku brzinu od prijašnje?

- A. 4 K B. 6 K C. 8 K D. 16 K

Rješenje 470

$$m, \quad v_1 = v, \quad c, \quad \Delta t_1 = 4 \text{ K}, \quad v_2 = 2 \cdot v, \quad \Delta t_2 = ?$$

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.

Tijelo mase m i brzine v ima kinetičku energiju

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2.$$

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

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

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

Kinetička energija metka jednaka je, prema zakonu očuvanja energije, toplini koju ima pri zaustavljanju u komadu kita. Vrijedi sustav jednačbi:

$$\left. \begin{array}{l} E_{k1} = Q_1 \\ E_{k2} = Q_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} Q_1 = E_{k1} \\ Q_2 = E_{k2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} m \cdot c \cdot \Delta t_1 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 \\ m \cdot c \cdot \Delta t_2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednačbe} \end{array} \right] \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{m \cdot c \cdot \Delta t_2}{m \cdot c \cdot \Delta t_1} = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2}{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2} \Rightarrow \frac{m \cdot c \cdot \Delta t_2}{m \cdot c \cdot \Delta t_1} = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2}{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2} \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} \Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 \cdot \Delta t_1 \Rightarrow \Delta t_2 = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 \cdot \Delta t_1 \Rightarrow \Delta t_2 = \left(\frac{2 \cdot v}{v} \right)^2 \cdot \Delta t_1 \Rightarrow \Delta t_2 = \left(\frac{2 \cdot v}{v} \right)^2 \cdot \Delta t_1 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \Delta t_2 = 2^2 \cdot \Delta t_1 = 4 \cdot 4 \text{ K} = 16 \text{ K}.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 470

Metak je ispaljen u komad kita male termičke vodljivosti. Temperatura metka se pri zaustavljanju povisi za 2 K. Za koliko će porasti temperatura metka pri zaustavljanju ako metak ima dvostruku brzinu od prijašnje?

- A. 4 K B. 6 K C. 8 K D. 16 K

Rezultat: C.

Zadatak 471 (Una, gimnazija)

Kotač lokomotive ima polumjer 0.5 m na temperaturi 0 °C. Odredite razliku u broju okreta kotača ljeti na temperaturi 25 °C i zimi na temperaturi – 25 °C na putu dugome 100 km. Koeficijent linearnog rastezanja željeza od kojeg je kotač napravljen je $12 \cdot 10^{-6} \text{ 1 / }^\circ\text{C}$.

Rješenje 471

$$r = 0.5 \text{ m}, \quad t = 0 \text{ }^\circ\text{C}, \quad t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}, \quad t_2 = -25 \text{ }^\circ\text{C}, \quad s = 100 \text{ km} = 10^5 \text{ m}, \\ \beta = 12 \cdot 10^{-6} \text{ 1 / }^\circ\text{C}, \quad \Delta n = ?$$

Krug je skup svih točaka ravnine kojima je udaljenost od zadane točke S manja ili jednaka zadanom broju $r > 0$ (polumjeru kruga).

Opseg kruga polumjera r iznosi:

$$O = 2 \cdot r \cdot \pi.$$

Kad štapu nekog čvrstog tijela, koji prema dogovoru pri 0 °C ima duljinu l_0 , povisimo temperaturu za t (od 0 °C do t), on će se produljiti za:

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

gdje je β koeficijent linearnog rastezanja koji se definira izrazom:

$$\beta = \frac{l_t - l_0}{l_0 \cdot t}.$$

Jedinica za koeficijent linearnog rastezanja je K^{-1} . Iz izraza za β slijedi da će nakon zagrijavanja duljina štapa biti jednaka:

$$l_t = l_0 \cdot (1 + \beta \cdot t).$$

Opseg kotača na temperaturi $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ iznosi:

$$O = 2 \cdot r \cdot \pi.$$

Njegov opseg bit će:

- na temperaturi t_1

$$O_1 = 2 \cdot r_1 \cdot \pi \Rightarrow \left[r_1 = r \cdot (1 + \beta \cdot t_1) \right] \Rightarrow O_1 = 2 \cdot r \cdot (1 + \beta \cdot t_1) \cdot \pi$$

- na temperaturi t_2

$$O_2 = 2 \cdot r_2 \cdot \pi \Rightarrow \left[r_2 = r \cdot (1 + \beta \cdot t_2) \right] \Rightarrow O_2 = 2 \cdot r \cdot (1 + \beta \cdot t_2) \cdot \pi$$

Lokomotiva prijeđe put s pa je odgovarajući broj okreta, ljeti i zimi, jednak

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = \frac{s}{O_1} \\ n_2 = \frac{s}{O_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} n_1 = \frac{s}{2 \cdot r \cdot (1 + \beta \cdot t_1) \cdot \pi} \\ n_2 = \frac{s}{2 \cdot r \cdot (1 + \beta \cdot t_2) \cdot \pi} \end{array} \right\}.$$

Uočimo da vrijedi:

$$O_1 > O_2 \Rightarrow n_1 < n_2.$$

Računamo razliku broja okreta.

$$\Delta n = n_2 - n_1 \Rightarrow \Delta n = \frac{s}{2 \cdot r \cdot (1 + \beta \cdot t_2) \cdot \pi} - \frac{s}{2 \cdot r \cdot (1 + \beta \cdot t_1) \cdot \pi} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta n = \frac{s}{2 \cdot r \cdot \pi} \cdot \left(\frac{1}{1 + \beta \cdot t_2} - \frac{1}{1 + \beta \cdot t_1} \right) =$$

$$= \frac{10^5 \text{ m}}{2 \cdot 0.5 \text{ m} \cdot \pi} \cdot \left(\frac{1}{1 + 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot (-25 \text{ }^\circ\text{C})} - \frac{1}{1 + 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 25 \text{ }^\circ\text{C}} \right) = 19 \text{ okreta.}$$



Vježba 471

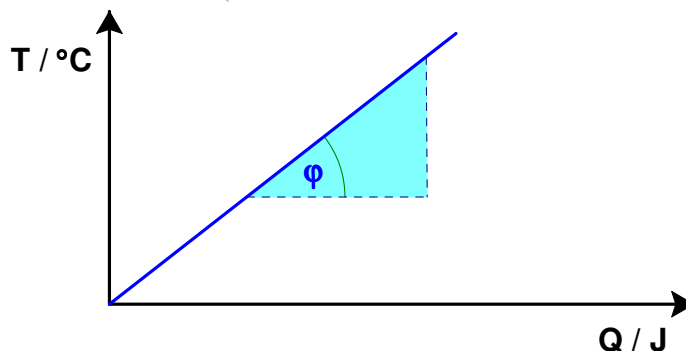
Kotač lokomotive ima polumjer 50 cm na temperaturi 0 °C. Odredite razliku u broju okreta kotača ljeti na temperaturi 25 °C i zimi na temperaturi – 25 °C na putu dugome 100 km. Koefficient linearnog rastezanja željeza od kojeg je kotač napravljen je $12 \cdot 10^{-6} \text{ 1 / }^\circ\text{C}$.

Rezultat: 19 okreta.

Zadatak 472 (Ante, gimnazija)

Metalno tijelo mase m zagrijavamo. Porast temperature T tijela u ovisnosti o dovedenoj toplinskoj energiji Q prikazan je grafom. Nagib pravca jednak je $\text{tg } \varphi$. Specifični toplinski kapacitet tijela iznosi:

A. $\frac{1}{m \cdot \text{tg } \varphi}$ B. $\frac{1}{m}$ C. $m \cdot \text{tg } \varphi$ D. $\text{tg } \varphi$



Rješenje 472

$m, T, Q, \text{tg } \varphi, c = ?$

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

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

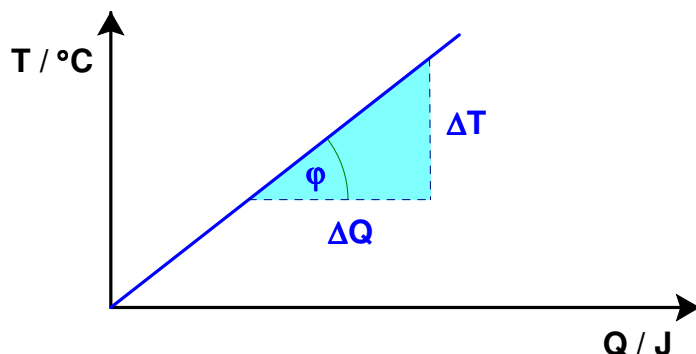
gdje je m masa tijela, c specifični toplinski kapacitet, a Δt promjena temperature.

Trokut je dio ravnine omeđen s tri dužine. Te dužine zovemo stranice trokuta.

Pravokutni trokuti imaju jedan pravi kut (kut od 90°). Stranice koje zatvaraju pravi kut zovu se katete, a najdulja stranica je hipotenuza pravokutnog trokuta.

Tangens šiljastog kuta pravokutnog trokuta jednak je omjeru duljine katete nasuprot tog kuta i duljine katete uz taj kut.

Kotangens šiljastog kuta pravokutnog trokuta jednak je omjeru duljine katete uz taj kut i duljine katete nasuprot tog kuta.



$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi &= \frac{\Delta T}{\Delta Q} \\ \Delta Q &= m \cdot c \cdot \Delta T \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \frac{\Delta T}{\Delta Q} &= \operatorname{tg} \varphi \\ m \cdot c \cdot \Delta T &= \Delta Q \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \frac{\Delta T}{\Delta Q} &= \operatorname{tg} \varphi / \cdot \Delta Q \\ m \cdot c \cdot \Delta T &= \Delta Q \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \Delta T &= \Delta Q \cdot \operatorname{tg} \varphi \\ m \cdot c \cdot \Delta T &= \Delta Q \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{zamjene} \end{array} \right] \Rightarrow m \cdot c \cdot \Delta Q \cdot \operatorname{tg} \varphi = \Delta Q \Rightarrow m \cdot c \cdot \Delta Q \cdot \operatorname{tg} \varphi = \Delta Q / \cdot \frac{1}{m \cdot \Delta Q \cdot \operatorname{tg} \varphi} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow c = \frac{1}{m \cdot \operatorname{tg} \varphi}$$

Odgovor je pod A.

Vježba 472

Metalno tijelo mase m zagrijavam. Porast temperature T tijela u ovisnosti o dovedenoj toplinskoj energiji Q prikazan je grafom. Nagib pravca jednak je $\operatorname{tg} \varphi$. Specifični toplinski kapacitet tijela iznosi:

A. $\frac{\operatorname{ctg} \varphi}{m}$ B. $\frac{1}{m}$ C. $m \cdot \operatorname{ctg} \varphi$ D. $\operatorname{ctg} \varphi$

Rezultat: A.

Zadatak 473 (Mira, gimnazija)

Duljinu stupca žive pri 100°C označimo sa L_{100} , a pri 0°C sa L_0 . Koji od navedenih izraza prikazuje temperaturu T pri kojoj je duljina stupca žive L_T ?

A. $\frac{L_T}{L_{100} - L_0} \cdot 100^\circ\text{C}$ B. $\frac{L_0}{L_{100} - L_T} \cdot 100^\circ\text{C}$
 C. $\frac{L_{100} - L_T}{L_{100} - L_0} \cdot 100^\circ\text{C}$ D. $\frac{L_T - L_0}{L_{100} - L_0} \cdot 100^\circ\text{C}$

Rješenje 473

$100^\circ\text{C}, \quad L_{100}, \quad 0^\circ\text{C}, \quad L_0, \quad L_T, \quad T = ?$

Kad štapu nekog čvrstog tijela, koji prema dogovoru pri 0°C ima duljinu l_0 , povisimo temperaturu za t (od 0°C do t), on će se produljiti za:

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

gdje je β koeficijent linearnog rastezanja koji se definira izrazom:

$$\beta = \frac{l_t - l_0}{l_0 \cdot t}.$$

Jedinica za koeficijent linearnog rastezanja je K^{-1} . Iz izraza za β slijedi da će nakon zagrijavanja duljina štapa biti jednaka:

$$l_t = l_0 \cdot (1 + \beta \cdot t).$$

Iz formule za L_{100} izračunamo β .

$$\begin{aligned} L_{100} &= L_0 \cdot (1 + \beta \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}) \Rightarrow L_0 \cdot (1 + \beta \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}) = L_{100} \Rightarrow L_0 + L_0 \cdot \beta \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C} = L_{100} \Rightarrow \\ &\Rightarrow L_0 \cdot \beta \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C} = L_{100} - L_0 \Rightarrow L_0 \cdot \beta \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C} = L_{100} - L_0 \cdot \frac{1}{L_0 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}} \Rightarrow \beta = \frac{L_{100} - L_0}{L_0 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}}. \end{aligned}$$

Sada za T vrijedi:

$$\begin{aligned} L_T &= L_0 \cdot (1 + \beta \cdot T) \Rightarrow L_0 \cdot (1 + \beta \cdot T) = L_T \Rightarrow L_0 + L_0 \cdot \beta \cdot T = L_T \Rightarrow L_0 \cdot \beta \cdot T = L_T - L_0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow \left[\beta = \frac{L_{100} - L_0}{L_0 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}} \right] \Rightarrow L_0 \cdot \frac{L_{100} - L_0}{L_0 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}} \cdot T = L_T - L_0 \Rightarrow L_0 \cdot \frac{L_{100} - L_0}{L_0 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}} \cdot T = L_T - L_0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{L_{100} - L_0}{100 \text{ }^\circ\text{C}} \cdot T = L_T - L_0 \Rightarrow \frac{L_{100} - L_0}{100 \text{ }^\circ\text{C}} \cdot T = L_T - L_0 \cdot \frac{100 \text{ }^\circ\text{C}}{L_{100} - L_0} \Rightarrow T = \frac{L_T - L_0}{L_{100} - L_0} \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

Odgovor je pod D.

Vježba 473

Duljinu stupca žive pri $10 \text{ }^\circ\text{C}$ označimo sa L_{10} , a pri $0 \text{ }^\circ\text{C}$ sa L_0 . Koji od navedenih izraza prikazuje temperaturu T pri kojoj je duljina stupca žive L_T ?

$$\begin{aligned} \text{A. } & \frac{L_T}{L_{10} - L_0} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C} & \text{B. } & \frac{L_0}{L_{10} - L_T} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ \text{C. } & \frac{L_{10} - L_T}{L_{10} - L_0} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C} & \text{D. } & \frac{L_T - L_0}{L_{10} - L_0} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Rezultat: D.

Zadatak 474 (Marjan, tehnička škola)

Kolika je temperatura plina molne mase 0.7 g/mol i gustoće 90 g/cm^3 pri tlaku $1.4 \cdot 10^{16} \text{ Pa}$? (plinska konstanta $R = 8.314 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$)

Rješenje 474

$$M = 0.7 \text{ g/mol} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ kg/mol}, \quad \rho = 90 \text{ g/cm}^3 = 9 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3, \quad p = 1.4 \cdot 10^{16} \text{ Pa}, \\ R = 8.314 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}, \quad T = ?$$

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz količnika mase m tijela i njegova obujma V:

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

Jednadžba stanja plina, ako je zadana masa plina m i molna masa M, glasi:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T,$$

gdje je p tlak plina, V obujam plina, m masa plina, M molna masa plina, R plinska konstanta, T termodinamička temperatura plina.

$$\left. \begin{aligned} m &= \rho \cdot V \\ p \cdot V &= \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \end{aligned} \right\} \Rightarrow p \cdot V = \frac{\rho \cdot V}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow \frac{\rho \cdot V}{M} \cdot R \cdot T = p \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\rho \cdot V}{M} \cdot R \cdot T = p \cdot V / \cdot \frac{M}{\rho \cdot V \cdot R} \Rightarrow T = \frac{p \cdot M}{\rho \cdot R} = \frac{1.4 \cdot 10^{16} \text{ Pa} \cdot 7 \cdot 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{9 \cdot 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}} = 1.31 \cdot 10^7 \text{ K}.$$

Vježba 474

Kolika je temperatura plina molne mase 1.4 g / mol i gustoće 180 g / cm³ pri tlaku 1.4 · 10¹⁶ Pa? (plinska konstanta R = 8.314 J / (K · mol))

Rezultat: 1.31 · 10⁷ K.

Zadatak 475 (Marina, medicinska škola)

Jedna litra plina pod normalnim uvjetima ima masu 1.3 g. Kolika je gustoća plina?

- A. 1.3 · 10⁻³ kg · m⁻³ B. 1.3 · 10⁻² kg · m⁻³ C. 1.3 · 10⁻¹ kg · m⁻³
 D. 1.3 kg · m⁻³ E. 1.3 · 10² kg · m⁻³

Rješenje 475

$$V = 1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3, \quad m = 1.3 \text{ g} = 1.3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}, \quad \rho = ?$$

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz količnika mase m tijela i njegova obujma V:

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

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1.3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-3} \text{ m}^3} = 1.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 475

Jedna litra plina pod normalnim uvjetima ima masu 1.5 g. Kolika je gustoća plina?

- A. 1.5 · 10⁻³ kg · m⁻³ B. 1.5 · 10⁻² kg · m⁻³ C. 1.5 · 10⁻¹ kg · m⁻³
 D. 1.5 kg · m⁻³ E. 1.5 · 10² kg · m⁻³

Rezultat: D.

Zadatak 476 (Ivana, medicinska škola)

U kalorimetru je 2 dl vode temperature 100 °C. Nakon koliko će vremena sva voda iz kalorimetra ispariti ako je u kalorimetar uronjen grijač snage 1000 W? Specifična toplina isparavanja vode iznosi 2.2 · 10⁶ J / kg, a gustoća vode 1000 kg / m³. Zanimajte gubitke energije u okolinu.

Rješenje 476

$$V = 2 \text{ dl} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ L} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ dm}^3 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3, \quad t_v = 100 \text{ °C}, \quad P = 1000 \text{ W},$$

$$r = 2.2 \cdot 10^6 \text{ J / kg}, \quad \rho = 1000 \text{ kg / m}^3, \quad t = ?$$

Gustoću ρ neke tvari možemo naći iz količnika mase m tijela i njegova obujma V:

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

Tekućina prelazi u paru pri svakoj temperaturi. Temperatura iznad koje pri određenom tlaku tekućina više ne može postojati u tekućem agregatnom stanju naziva se vrelištem. Temperatura vrelišta ostaje nepromijenjena sve dok sva tekućina vrenjem ne prijeđe u paru. Toplino koja je potrebna da tekućina mase m prijeđe u paru iste temperature možemo izračunati iz izraza

$$Q = m \cdot r,$$

gdje je r specifična toplina isparavanja.

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.

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

$$\left. \begin{array}{l} m = \rho \cdot V \\ Q = m \cdot r \\ W = Q \\ P = \frac{W}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} Q = \rho \cdot V \cdot r \\ W = Q \\ P = \frac{W}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} W = \rho \cdot V \cdot r \\ P = \frac{W}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow P = \frac{\rho \cdot V \cdot r}{t} \Rightarrow P = \frac{\rho \cdot V \cdot r}{t} \cdot \frac{t}{P} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{\rho \cdot V \cdot r}{P} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot 2.2 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{1000 \text{ W}} = 440 \text{ s.}$$

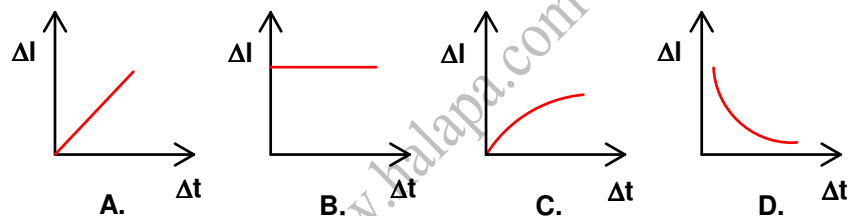
Vježba 476

U kalorimetru je 0.2 L vode temperature 100 °C. Nakon koliko će vremena sva voda iz kalorimetra ispariti ako je u kalorimetar uronjen grijač snage 1 kW? Specifična toplina isparavanja vode iznosi $2.2 \cdot 10^6 \text{ J / kg}$, a gustoća vode 1000 kg / m^3 . Zanemarite gubitke energije u okolinu.

Rezultat: 440 s.

Zadatak 477 (Ana, medicinska škola)

Koji graf prikazuje produljenje metalne žice Δl ovisno o promjeni temperature Δt ?



Rješenje 477

Δl , Δt

Kad štap nekog čvrstog tijela, koji prema dogovoru pri 0 °C ima duljinu l_0 , povisimo temperaturu za t (od 0 °C do t), on će se produljiti za:

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

gdje je β koeficijent linearnog rastezanja koji se definira izrazom:

$$\beta = \frac{l_t - l_0}{l_0 \cdot t}.$$

Neka je a realan broj. Funkcija $f : R \rightarrow R$ dana pravilom $f(x) = a \cdot x$ naziva se **linearna** funkcija.

Graf linearne funkcije je pravac $y = a \cdot x$. Linearna funkcija raste ako i samo ako je $a > 0$.

Promotrimo formulu za linearno rastezanje (produljenje) čvrstih tijela.

$$\left. \begin{array}{l} \Delta l = \beta \cdot l_0 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta l = (\beta \cdot l_0) \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta l = (\beta \cdot l_0) \cdot \Delta t \text{ fizika} \\ f(x) = a \cdot x \text{ matematika} \end{array} \right\}$$

Produljenje metalne žice Δl razmjerno je promjeni temperature Δt . Graf je pravac, Odgovor je pod A.

Vježba 477

Nema pitanja.

Rezultat: ☺.

Zadatak 478 (Ante, srednja škola)

Pri izobarnom širenju jedan mol idealnog plina obavi rad od 8.3 kJ. Obujam plina pritom se poveća dva puta. Ako je plinska konstanta $R \approx 8.3 \text{ J / (mol} \cdot \text{K)}$ kolika je početna temperatura plina?

- A. 2000 K B. 2000 °C C. 100 K D. 1000 K

Rješenje 478

$n = 1 \text{ mol}$, $W = 8.3 \text{ kJ} = 8300 \text{ J}$, $V_1 = V$, $V_2 = 2 \cdot V$, $R \approx 8.3 \text{ J / (mol} \cdot \text{K)}$,
 $T = ?$

Jednadžba stanja plina, ako je zadana množina n idealnog plina, glasi:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T,$$

gdje je p tlak, V obujam plina, R plinska konstanta, T termodinamička temperatura plina.

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

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

$$\left. \begin{array}{l} p \cdot V = n \cdot R \cdot T \\ W = p \cdot (V_2 - V_1) \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} V_2 = 2 \cdot V \\ V_1 = V \end{array} \right] \Rightarrow \left. \begin{array}{l} p \cdot V = n \cdot R \cdot T \\ W = p \cdot (2 \cdot V - V) \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} p \cdot V = n \cdot R \cdot T \\ W = p \cdot V \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n \cdot R \cdot T = W \Rightarrow n \cdot R \cdot T = W \cdot \frac{1}{n \cdot R} \Rightarrow T = \frac{W}{n \cdot R} =$$

$$= \frac{8300 \text{ J}}{1 \text{ mol} \cdot 8.3 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = 1000 \text{ K}.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 478

Pri izobarnom širenju dva mola idealnog plina obave rad od 16.6 kJ. Obujam plina pritom se poveća dva puta. Ako je plinska konstanta $R \approx 8.3 \text{ J / (mol} \cdot \text{K)}$ kolika je početna temperatura plina?

- A. 2000 K B. 2000 °C C. 100 K D. 1000 K

Rezultat: D.

Zadatak 479 (Lucija, gimnazija)

U zatvorenoj je posudi s pomičnim klipom volumena 0.5 m^3 idealni plin pod tlakom $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Koliki će biti tlak toga plina ako se volumen plina izotermno smanji za 25%?

Rješenje 479

$$V_1 = 0.5 \text{ m}^3, \quad p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad p = 25\% = 0.25, \quad p_2 = ?$$

Stoti dio nekog broja naziva se postotak. Piše se kao razlomak s nazivnikom 100. Postotak p je broj jedinica koji se uzima od 100 jedinica neke veličine.

Na primjer,

$$9\% = \frac{9}{100}, \quad 81\% = \frac{81}{100}, \quad 4.5\% = \frac{4.5}{100}, \quad 547\% = \frac{547}{100}, \quad p\% = \frac{p}{100}.$$

Kako se računa "... p% od x.."?

$$\frac{p}{100} \cdot x.$$

Kako zapisati da se x smanji za $p\%$?

$$x - \frac{p}{100} \cdot x = \left(1 - \frac{p}{100}\right) \cdot x.$$

Ako pri promjeni stanja dane mase plina, temperatura ostaje stalna (izotermno stanje), promjene

obujma i tlaka plina možemo opisati Boyle – Mariotteovim zakonom:

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

Iz formule vidi se da su tlak i volumen obrnuto razmjerni veličine (koliko se puta tlak poveća, toliko se puta volumen smanji; koliko se puta tlak smanji, toliko se puta volumen poveća).

Najprije izračunamo smanjeni volumen V_2 .

$$V_2 = V_1 - p \cdot V_1 \Rightarrow V_2 = V_1 - 0.25 \cdot V_1 \Rightarrow V_2 = 0.75 \cdot V_1.$$

Tlak p_2 iznosi.

$$\begin{aligned} p_1 \cdot V_1 &= p_2 \cdot V_2 \Rightarrow p_2 \cdot V_2 = p_1 \cdot V_1 \Rightarrow p_2 \cdot 0.75 \cdot V_1 = p_1 \cdot V_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow p_2 \cdot 0.75 \cdot V_1 &= p_1 \cdot V_1 \quad / : 0.75 \cdot V_1 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1}{0.75} = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{0.75} = 2.67 \cdot 10^5 \text{ Pa}. \end{aligned}$$

Vježba 479

U zatvorenoj je posudi s pomičnim klipom volumena 0.7 m^3 idealni plin pod tlakom $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Koliki će biti tlak toga plina ako se volumen plina izotermno smanji za 25%?

Rezultat: $2.67 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Zadatak 480 (Tomislav, gimnazija)

Ako se idealnom plinu temperatura poveća za 20% uz stalan obujam, tlak mu se poveća za 10^4 Pa . Početni tlak plina je iznosio:

$$\text{A. } 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad \text{B. } 2 \cdot 10^3 \text{ Pa} \quad \text{C. } 5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad \text{D. } 5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Rješenje 480

$$T_1 = T, \quad T_2 = T + 0.20 \cdot T = 1.20 \cdot T, \quad \Delta p = 10^4 \text{ Pa}, \quad p_1 = p, \quad p_2 = p_1 + \Delta p = p + 10^4, \quad p_1 = ?$$

Stoti dio nekog broja naziva se postotak. Piše se kao razlomak s nazivnikom 100. Postotak p je broj jedinica koji se uzima od 100 jedinica neke veličine.

Na primjer,

$$9\% = \frac{9}{100}, \quad 81\% = \frac{81}{100}, \quad 4.5\% = \frac{4.5}{100}, \quad 547\% = \frac{547}{100}, \quad p\% = \frac{p}{100}.$$

Kako se računa "... p% od x...?"

$$\frac{p}{100} \cdot x.$$

Kako zapisati da se x uveća za $p\%$?

$$x + \frac{p}{100} \cdot x = \left(1 + \frac{p}{100}\right) \cdot x.$$

Mijenja li se temperatura nekoj masi plina stalnog obujma (izohorna promjena), mijenjat će se tlak plina prema Charlesovu zakonu:

$$V = konst. \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}, \quad \frac{p}{T} = konst.$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad / : T_1 \cdot T_2 \Rightarrow p_1 \cdot T_2 = p_2 \cdot T_1 \Rightarrow p \cdot 1.20 \cdot T = (p + 10^4) \cdot T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p \cdot 1.20 \cdot T = (p + 10^4) \cdot T \quad / : T \Rightarrow 1.20 \cdot p = p + 10^4 \Rightarrow 1.20 \cdot p - p = 10^4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.20 \cdot p = 10^4 \Rightarrow 0.20 \cdot p = 10^4 \quad / : 0.20 \Rightarrow p = 5 \cdot 10^4 \Rightarrow p_1 = 5 \cdot 10^4 \text{ Pa}.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 480

Ako se idealnom plinu temperatura poveća za 20% uz stalan obujam, tlak mu se poveća za 10 kPa. Početni tlak plina je iznosio:

- A. $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ B. $2 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ C. $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ D. $5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

Rezultat: D.

www.halapa.com