

Zadatak 581 (Željko, maturant)

Plin mase 16 g zauzima volumen 1600 cm³ kod tlaka 10⁶ Pa i temperature 112 °C. Odredite koji je to plin.

$$A. O_2, \text{ kisik}, M = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad B. N_2, \text{ dušik}, M = 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$C. H_2, \text{ vodik}, M = 2.02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad D. \text{ zrak}, M = 28.97 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Rješenje 581

$$m = 16 \text{ g} = 0.016 \text{ kg}, \quad V = 1600 \text{ cm}^3 = 1.6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, \quad p = 10^6 \text{ Pa}, \quad t = 112 \text{ °C} \Rightarrow \\ \Rightarrow T = 273.15 + t = (273.15 + 112) \text{ K} = 385.15 \text{ K}, \quad M = ?$$

Molna masa (M) je omjer mase i množine tvari, a izražava se u gramima po molu (g / mol).
Jednadžba stanja idealnog plina, ako je zadana masa plina m i molarna masa M, glasi:

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

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

$$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}.$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \cdot \frac{M}{p \cdot V} \Rightarrow M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} = \\ = \frac{0.016 \text{ kg} \cdot 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 385.15 \text{ K}}{10^6 \text{ Pa} \cdot 1.6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 0.032 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 581

Odmor!

Rezultat: ...

Zadatak 582 (Željko, maturant)

U vodi na dubini 1 m nalazi se mjehurić zraka oblika kuglice. Na kojoj je dubini promjer mjehurića dvostruko manji, ako zanemarimo promjenu temperature s dubinom? Atmosferski tlak je 1.01 · 10⁵ Pa. (gustoća vode ρ = 1000 kg / m³, ubrzanje slobodnog pada g = 9.81 m / s²).

$$A. 2 \text{ m} \quad B. 80 \text{ m} \quad C. 8 \text{ m} \quad D. 16 \text{ m}$$

Rješenje 582

$$h_1 = 1 \text{ m}, \quad R_2 = \frac{1}{2} \cdot R_1, \quad p_0 = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad \rho = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3, \quad g = 9.81 \text{ m} / \text{s}^2,$$

h₂ = ?

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 razmjerne veličine (koliko se puta tlak poveća, toliko se puta volumen smanji; koliko se puta tlak smanji, toliko se puta volumen poveća).

Hidrostatski tlak u tekućini nastaje zbog njezine težine. 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. Jednak je na svim mjestima na istoj dubini i djeluje jednako u svim smjerovima.

Obujam kugle

Obujam (volumen) kugle polumjera r iznosi:

$$V = \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi.$$

Tlakovi na dubinama h_1 i h_2 na mjehuriće volumena V_1 i V_2 su:

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= p_0 + \rho \cdot g \cdot h_1, & V_1 &= \frac{4}{3} \cdot R_1^3 \cdot \pi \\ p_2 &= p_0 + \rho \cdot g \cdot h_2, & V_2 &= \frac{4}{3} \cdot R_2^3 \cdot \pi \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{temperatura je stalna} \\ p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \end{array} \right] \Rightarrow$$
$$\Rightarrow (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_1) \cdot \frac{4}{3} \cdot R_1^3 \cdot \pi = (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_2) \cdot \frac{4}{3} \cdot R_2^3 \cdot \pi \Rightarrow$$
$$\Rightarrow (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_1) \cdot \frac{4}{3} \cdot R_1^3 \cdot \pi = (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_2) \cdot \frac{4}{3} \cdot R_2^3 \cdot \pi \cdot \frac{3}{4 \cdot \pi} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_1) \cdot R_1^3 = (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_2) \cdot R_2^3 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_1) \cdot R_1^3 = (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_2) \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot R_1\right)^3 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_1) \cdot R_1^3 = (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_2) \cdot \frac{1}{8} \cdot R_1^3 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_1) \cdot R_1^3 = (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_2) \cdot \frac{1}{8} \cdot R_1^3 \cdot \frac{8}{R_1^3} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 8 \cdot (p_0 + \rho \cdot g \cdot h_1) = p_0 + \rho \cdot g \cdot h_2 \Rightarrow 8 \cdot p_0 + 8 \cdot \rho \cdot g \cdot h_1 = p_0 + \rho \cdot g \cdot h_2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow p_0 + \rho \cdot g \cdot h_2 = 8 \cdot p_0 + 8 \cdot \rho \cdot g \cdot h_1 \Rightarrow \rho \cdot g \cdot h_2 = 8 \cdot p_0 + 8 \cdot \rho \cdot g \cdot h_1 - p_0 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \rho \cdot g \cdot h_2 = 7 \cdot p_0 + 8 \cdot \rho \cdot g \cdot h_1 \Rightarrow \rho \cdot g \cdot h_2 = 7 \cdot p_0 + 8 \cdot \rho \cdot g \cdot h_1 \cdot \frac{1}{\rho \cdot g} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow h_2 = 7 \cdot \frac{p_0}{\rho \cdot g} + 8 \cdot h_1 = 7 \cdot \frac{1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 8 \cdot 1 \text{ m} = 80 \text{ m}.$$

Odgovor je pod B.

Vježba 582

Odmor!

Rezultat: ...

Zadatak 583 (Lorena, maturantica)

Zadana je količina tvari nekog plina 3.5 mol i ukupna masa plina 140 g. Kolika je molna masa plina?

$$\begin{array}{lll} A. M = 0.01 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} & B. M = 0.02 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} & C. M = 0.03 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \\ D. M = 0.04 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} & E. M = 0.05 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} & \end{array}$$

Rješenje 583

$$n = 3.5 \text{ mol}, \quad m = 140 \text{ g} = 0.14 \text{ kg}, \quad M = ?$$

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}, \quad 1 \text{ g} = 0.001 \text{ kg}.$$

Molna masa M je omjer mase m i množine tvari n . Izražava se u gramima po molu (g / mol) ili kilogramima po molu (kg / mol).

$$M = \frac{m}{n}$$

Molna masa iznosi:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{0.14 \text{ kg}}{3.5 \text{ mol}} = 0.04 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

Odgovor je pod D.

Vježba 583

Zadana je količina tvari nekog plina 7 mol i ukupna masa plina 280 g. Kolika je molna masa plina?

$$\begin{array}{lll} A. M = 0.01 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} & B. M = 0.02 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} & C. M = 0.03 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \\ D. M = 0.04 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} & E. M = 0.05 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} & \end{array}$$

Rezultat: D.

Zadatak 584 (Lorena, maturantica)

Za koliko se promijeni duljina željezne tračnice koja je pri temperaturi 15°C duga 40 m, ako se temperatura poveća na 35°C ? ($\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$)

$$A. \Delta l = 9.2 \text{ mm} \quad B. \Delta l = 9.4 \text{ mm} \quad C. \Delta l = 9.6 \text{ mm} \quad D. \Delta l = 9.8 \text{ mm} \quad E. \Delta l = 10.0 \text{ mm}$$

Rješenje 584

$$t_1 = 15^\circ\text{C}, \quad l_1 = 40 \text{ m}, \quad t_2 = 35^\circ\text{C}, \quad \alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}, \quad \Delta l = ?$$

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:

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

Duljina žice, štapova, cijevi povećava se povišenjem temperature. Ako je l_0 duljina pri 0°C na temperaturi t duljina će se povećati za Δl

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot t$$

pa će iznositi

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

Najprije odredimo duljinu željezne tračnice na 0°C .

$$\begin{aligned} l_1 &= l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) \Rightarrow l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) = l_1 \Rightarrow l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) = l_1 / \frac{1}{1 + \alpha \cdot t_1} \Rightarrow l_0 = \frac{l_1}{1 + \alpha \cdot t_1} = \\ &= \frac{40 \text{ m}}{1 + 1.2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} \cdot 15 \text{ K}} = 39.9928 \text{ m}. \end{aligned}$$

Na temperaturi t_2 duljina će iznositi:

$$l_2 = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2) = 39.9928 \text{ m} \cdot \left(1 + 1.2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} \cdot 35 \text{ K} \right) = 40.0096 \text{ m}.$$

Računamo promjenu duljine Δl :

$$\Delta l = l_2 - l_1 = 40.0096 \text{ m} - 40 \text{ m} = 0.0096 \text{ m} = 9.6 \text{ mm}.$$

Odgovor je pod C.

Ali može i ovako!

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1) = 40 \text{ m} \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} \cdot (35 - 15) \text{ K} = 9.6 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 9.6 \text{ mm}.$$

Vježba 584

Odmor!

Rezultat: ...

Zadatak 585 (Ante, srednja škola)

Da bismo grijačem snage 5 kW zagrijali 45 kg vode od 293 K do 373 K potrebno je grijati vodu 1 sat. Koliko se pritom snage izgubi na okolinu? (specifični toplinski kapacitet vode $c = 4186 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$)

A. 560 W B. 750 W C. 805 W D. 814 W

Rješenje 585

$P = 5 \text{ kW} = 5000 \text{ W}$ uložena snaga, $m = 45 \text{ kg}$, $T_1 = 293 \text{ K}$, $T_2 = 373 \text{ K}$,
 $t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$, $c = 4186 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$, $\Delta P = ?$

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:

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

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.

Snaga je obavljani rad u jedinici vremena ili promjena energije u jedinici vremena.

$$P = \frac{W}{t}, \quad P = \frac{\Delta E}{t}.$$

Korisna snaga P_1 za grijanje vode iznosi:

$$P_1 = \frac{Q}{t} \Rightarrow P_1 = \frac{m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)}{t}.$$

Tada je

$$\Delta P = P - P_1 \Rightarrow \Delta P = P - \frac{m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)}{t} = 5000 \text{ W} - \frac{45 \text{ kg} \cdot 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (373 - 293) \text{ K}}{3600 \text{ s}} = 814 \text{ W}.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 585

Da bismo grijačem snage 4.5 kW zagrijali 45 kg vode od 293 K do 373 K potrebno je grijati vodu 1 sat. Koliko se pritom snage izgubi na okolinu? (specifični toplinski kapacitet vode $c = 4186 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$)

A. 525 W B. 500 W C. 445 W D. 314 W

Rezultat: D.

Zadatak 586 (Ivan, maturant)

Jedan mol vodika (H_2) zagrijavamo od 20 °C do 120 °C pri stalnom tlaku.

a) Koliki je rad pritom plin izvršio?

b) Kolika je potrebna količina topline?

c) Kolika je promjena unutarnje energije?

(specifični toplinski kapacitet vodika pri stalnom tlaku $c_t = 14200 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$, specifični toplinski

kapacitet vodika pri stalnom volumenu $c_v = 10100 \text{ J / (kg} \cdot \text{K)}$, molna masa vodika H_2
 $M = 2.016 \text{ g / mol}$)

Rješenje 586

$n = 1 \text{ mol}$, $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 273.15 + t_1 = (273.15 + 20) \text{ K} = 293.15 \text{ K}$,
 $t_2 = 120 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 273.15 + t_2 = (273.15 + 120) \text{ K} = 393.15 \text{ K}$, $c_t = 14200 \text{ J / (kg} \cdot \text{K)}$,
 $c_v = 10100 \text{ J / (kg} \cdot \text{K)}$, $M = 2.016 \text{ g / mol} = 2.016 \cdot 10^{-3} \text{ kg / mol}$, $W = ?$, $Q = ?$, $\Delta U = ?$
 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 $^\circ\text{C}$, što izražavamo jednadžbom:

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

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

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

gdje je m masa tijela, c specifični toplinski kapacitet, a Δt promjena temperature.
 Molna masa M je omjer mase m i množine tvari n. Izražava se u gramima po molu (g / mol) ili
 kilogramima po molu (kg / mol).

$$M = \frac{m}{n} \Rightarrow m = n \cdot M.$$

Stanje plina određeno je tlakom p, volumenom V i temperaturom T. Ove su veličine povezane
 relacijom:

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

gdje je n množina idealnog plina, $R = 8.314 \text{ J / (mol} \cdot \text{K)}$ plinska konstanta.
 Kad plinu dovodimo toplinu uz stalan tlak (izobarna promjena), plin se rasteže i obavlja rad koji je
 jednak

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

Unutarnju energiju tijela možemo promijeniti na dva načina: međusobnim dodiranjem dvaju tijela
 različitih temperatura i mehaničkim radom. Općenito to možemo izraziti ovako:

$$\Delta U = Q - W,$$

gdje je ΔU promjena unutarnje energije tijela, Q toplina, a W mehanički rad. Rad W može biti
 pozitivan ili negativan. Rad W je pozitivna veličina ako sustav obavlja rad, a negativna ako ga
 obavljaju vanjske sile. Veličinu Q smatramo pozitivnom ako toplinu dovodimo sustavu, a negativnom
 ako je odvodimo od sustava.

a)

Iz plinskih jednadžba za početno (1) i konačno (2) stanje, uz stalan tlak, vrijedi:

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

$$\Rightarrow p \cdot (V_2 - V_1) = n \cdot R \cdot (T_2 - T_1).$$

Rad plina iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} W = p \cdot (V_2 - V_1) \\ p \cdot (V_2 - V_1) = n \cdot R \cdot (T_2 - T_1) \end{array} \right\} \Rightarrow W = n \cdot R \cdot (T_2 - T_1) = 1 \text{ mol} \cdot 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (393.15 - 293.15) \text{ K} =$$

$$= 831.4 \text{ J}.$$

b)

Količina topline je:

$$Q = m \cdot c_t \cdot (T_2 - T_1) \Rightarrow [m = n \cdot M] \Rightarrow Q = n \cdot M \cdot c_t \cdot (T_2 - T_1) =$$

$$= 1 \text{ mol} \cdot 2.016 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot 14200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (393.15 - 293.15) \text{ K} = 2862.72 \text{ J}.$$

c)

Dio dovedene količine topline utroši se na obavljenu rad, drugi dio povećava unutarnju energiju plina, stoga je

$$\Delta U = Q - W = 2862.72 \text{ J} - 831.4 \text{ J} = 2031.32 \text{ J}.$$

Promjenu unutarnje energije možemo i ovako izračunati:

$$Q = m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1) \Rightarrow [m = n \cdot M] \Rightarrow Q = n \cdot M \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1) =$$

$$= 1 \text{ mol} \cdot 2.016 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot 10100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (393.15 - 293.15) \text{ K} = 2036.16 \text{ J}.$$

Vježba 586

Jedan mol vodika (H_2) zagrijavamo od 10°C do 110°C pri stalnom tlaku.

a) Koliki je rad pritom plin izvršio?

b) Kolika je potrebna količina topline?

c) Kolika je promjena unutarnje energije?

(specifični toplinski kapacitet vodika pri stalnom tlaku $c_t = 14200 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$, specifični toplinski kapacitet vodika pri stalnom volumenu $c_v = 10100 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$)

Rezultat: 831.4 J, 2862.72 J, 2031.32 J.

Zadatak 587 (Fizikalci, maturanti)

Tlak idealnoga plina poveća se izohorno za 15%. Koliko se poveća temperatura plina?

A. 10 % B. 15 % C. 30 % D. 85 %

Rješenje 587

$$p_1, \quad T_1, \quad p_2 = p_1 + \frac{15}{100} \cdot p_1 = 1.15 \cdot p_1, \quad T_2 = ?$$

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 poveća za p% ?

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

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

$$p_t = p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t), \text{ pri } V = \text{konst.},$$

gdje je p_0 tlak plina pri 0°C , a α termički koeficijent promjene tlaka plina koji ima za sve plinove istu vrijednost

$$\alpha = \frac{1}{273.15} \text{ K}^{-1}.$$

U apsolutnoj ljestvici temperature taj zakon za različita stanja možemo pisati

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

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{1.15 \cdot p_1}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{1.15 \cdot p_1}{T_2} \cdot \frac{T_2 \cdot T_1}{p_1} \Rightarrow T_2 = 1.15 \cdot T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = T_1 + 0.15 \cdot T_1 \Rightarrow T_2 = T_1 + \frac{15}{100} \cdot T_1.$$

Temperatura plina povećala se za 15 %.

Odgovor je pod B.

Vježba 587

Tlak idealnoga plina poveća se izohorno za 10 %. Koliko se poveća temperatura plina?

- A. 10 % B. 15 % C. 30 % D. 85 %

Rezultat: A.

Zadatak 588 (MP3, maturant)

Staklena čaša volumena 2000 cm^3 napunjena je do vrha alkoholom na temperaturi $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Koji volumen alkohola će isteći iz čaše ako nju i alkohol zagrijemo na $50 \text{ }^\circ\text{C}$? (Koeficijent volumnog rastezanja alkohola je $1.135 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, a stakla $2.4 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$).

- A. 111 cm^3 B. 1000 cm^3 C. 222 cm^3 D. 153 cm^3

Rješenje 588

$$V_0 = 2000 \text{ cm}^3, \quad t = 50 \text{ }^\circ\text{C}, \quad \alpha_a = 1.135 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}, \quad \alpha_s = 2.4 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}, \quad \Delta V = ?$$

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 $1 \text{ }^\circ\text{C}$, što izražavamo jednadžbom:

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

Ako su sve dimenzije čvrstog tijela podjednako izražene, riječ je o kubičnom rastezanju. Neka tijelo pri $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ima obujam V_0 . Povisimo li tijelu temperaturu za t (od $0 \text{ }^\circ\text{C}$ do t), njegov će se obujam povećati za

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

gdje je α koeficijent kubnog rastezanja.

Povisimo li temperaturu za t povećat će se obujam:

- alkohola za $\Delta V_a = \alpha_a \cdot t \cdot V_0$.
- stakla za $\Delta V_s = \alpha_s \cdot t \cdot V_0$.

Obujam alkohola ΔV koji se prelije jednak je razlici ΔV_a i ΔV_s .

$$\Delta V = \Delta V_a - \Delta V_s \Rightarrow \Delta V = \alpha_a \cdot t \cdot V_0 - \alpha_s \cdot t \cdot V_0 \Rightarrow \Delta V = t \cdot V_0 \cdot (\alpha_a - \alpha_s) =$$

$$= 50 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 2000 \text{ cm}^3 \cdot (1.135 \cdot 10^{-3} - 2.4 \cdot 10^{-5}) \text{ K}^{-1} = 111.1 \text{ cm}^3 \approx 111 \text{ cm}^3.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 588

Staklena čaša volumena 1500 cm^3 napunjena je do vrha alkoholom na temperaturi $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Koji volumen alkohola će isteći iz čaše ako nju i alkohol zagrijemo na $50 \text{ }^\circ\text{C}$? (Koeficijent volumnog rastezanja alkohola je $1.135 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, a stakla $2.4 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$).

- A. 78.5 cm^3 B. 83.33 cm^3 C. 93.33 cm^3 D. 100 cm^3

Rezultat: B.

Zadatak 589 (Ema, gimnazija)

Koliku snagu mora imati grijač kako bi 250 g vode temperature 100 °C isparilo za 1 h ako se sva energija grijača upotrebljava za zagrijavanje vode? Specifična toplina isparavanja vode je 2.26 MJ / kg.

Rješenje 589

$$m = 250 \text{ g} = 0.25 \text{ kg}, \quad t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}, \quad r = 2.26 \text{ MJ / kg} = 2.26 \cdot 10^6 \text{ J / kg}, \quad P = ?$$

Snaga P jednaka je omjeru rada W i vremena t za koje je rad obavljen ili snaga je promjena energije u jedinici vremena.

$$P = \frac{W}{t}, \quad P = \frac{\Delta E}{t}.$$

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. Toplinu 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.

$$P = \frac{\Delta E}{t} \Rightarrow P = \frac{Q}{t} \Rightarrow P = \frac{m \cdot r}{t} = \frac{0.25 \text{ kg} \cdot 2.26 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{3600 \text{ s}} = 156.94 \text{ W}.$$

Vježba 589

Koliku snagu mora imati grijač kako bi 500 g vode temperature 100 °C isparilo za 2 h ako se sva energija grijača upotrebljava za zagrijavanje vode? Specifična toplina isparavanja vode je 2.26 MJ / kg.

Rezultat: 156.94 W.

Zadatak 590 (Vicko, maturant)

U posudi na temperaturi T nalazi se smjesa dvaju idealnih plinova O₂ i H₂. Masa molekule O₂ šesnaest je puta veća od mase molekule H₂ (m(O₂) = 16 · m(H₂)). Koliki je omjer srednjih kinetičkih energija molekule kisika i vodika E_k(O₂) / E_k(H₂)?

A. $\frac{1}{16}$ B. 1 C. 4 D. 16

Rješenje 590

$$T, \quad m(\text{O}_2) = 16 \cdot m(\text{H}_2), \quad E_k(\text{O}_2) / E_k(\text{H}_2) = ?$$

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

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

$$\frac{E_k(\text{O}_2)}{E_k(\text{H}_2)} = \frac{\frac{3}{2} \cdot k_B \cdot T}{\frac{3}{2} \cdot k_B \cdot T} \Rightarrow \frac{E_k(\text{O}_2)}{E_k(\text{H}_2)} = \frac{\frac{3}{2} \cdot k_B \cdot T}{\frac{3}{2} \cdot k_B \cdot T} \Rightarrow \frac{E_k(\text{O}_2)}{E_k(\text{H}_2)} = 1.$$

Odgovor je pod B.

Vježba 590

Odmor!

Rezultat: ...

Zadatak 591 (Robi, maturant)

U zatvorenoj posudi nalazi se idealni plin na temperaturi 75 °C i tlaku p_1 . Što vrijedi za tlak p_2 u posudi nakon izohornoga zagrijavanja plina do temperature 150 °C?

$$A. p_2 = \frac{p_1}{2} \quad B. p_2 = p_1 \quad C. p_1 < p_2 < 2 \cdot p_1 \quad D. p_2 = 2 \cdot p_1$$

Rješenje 591

$$t_1 = 75 \text{ °C} \Rightarrow T_1 = 273.15 + t_1 = (273.15 + 75) \text{ K} = 348.15 \text{ K}, \quad p_1, \\ t_2 = 150 \text{ °C} \Rightarrow T_2 = 273.15 + t_2 = (273.15 + 150) \text{ K} = 423.15 \text{ K}, \quad p_2 = ?$$

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

$$p_t = p_o \cdot (1 + \alpha \cdot t), \text{ pri } V = \text{konst.},$$

gdje je p_0 tlak plina pri 0 °C, a α termički koeficijent promjene tlaka plina koji ima za sve plinove istu vrijednost

$$\alpha = \frac{1}{273.15} \text{ K}^{-1}.$$

U apsolutnoj ljestvici temperature taj zakon za različita stanja možemo pisati

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

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \Rightarrow \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \cdot T_2 \Rightarrow p_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot p_1 = \frac{423.15 \text{ K}}{348.15 \text{ K}} \cdot p_1 = 1.22 \cdot p_1.$$

Odgovor je pod C.

Vježba 591

U zatvorenoj posudi nalazi se idealni plin na temperaturi 75 °C i tlaku p_1 . Što vrijedi za tlak p_2 u posudi nakon izohornoga zagrijavanja plina do temperature 423.15 °C?

$$A. p_2 = \frac{p_1}{2} \quad B. p_2 = p_1 \quad C. p_1 < p_2 < 2 \cdot p_1 \quad D. p_2 = 2 \cdot p_1$$

Rezultat: D.

Zadatak 592 (Danijel, gimnazija)

Jednu litru idealnog plina pri atmosferskom tlaku 1 bar i temperaturi 0 °C najprije izotermno komprimiramo na volumen 0.4 L, a zatim izohorno (uz isti volumen) zagrijemo na 100 °C. Koliki će biti tlak plina nakon toga?

$$A. 2.54 \text{ bar} \quad B. 2.68 \text{ bar} \quad C. 3.42 \text{ bar} \quad D. 2.92 \text{ bar}$$

Rješenje 592

$$V_1 = 1 \text{ L}, \quad p_1 = 1 \text{ bar}, \quad t_1 = 0 \text{ °C} \Rightarrow T_1 = 273.15 + t_1 = (273.15 + 0) \text{ K} = 273.15 \text{ K}, \\ V_2 = 0.4 \text{ L}, \quad t_2 = 100 \text{ °C} \Rightarrow T_2 = 273.15 + t_2 = (273.15 + 100) \text{ K} = 373.15 \text{ K}, \quad p_3 = ?$$

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 razmjerne veličine (koliko se puta tlak poveća, toliko se puta volumen smanji; koliko se puta tlak smanji, toliko se puta volumen poveća).

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

$$p_t = p_o \cdot (1 + \alpha \cdot t), \text{ pri } V = \text{konst.},$$

gdje je p_0 tlak plina pri 0 °C, a α termički koeficijent promjene tlaka plina koji ima za sve plinove istu

vrijednost

$$\alpha = \frac{1}{273.15} K^{-1}.$$

U apsolutnoj ljestvici temperature taj zakon za različita stanja možemo pisati

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

Iz prvog uvjeta odredimo tlak p_2 .

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \Rightarrow p_2 \cdot V_2 = p_1 \cdot V_1 \Rightarrow p_2 \cdot V_2 = p_1 \cdot V_1 \cdot \frac{1}{V_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2}.$$

Zatim se plin izohorno zagrije na novu temperaturu T_2 .

$$\begin{aligned} \frac{p_2}{T_1} = \frac{p_3}{T_2} &\Rightarrow \frac{p_3}{T_2} = \frac{p_2}{T_1} \Rightarrow \frac{p_3}{T_2} = \frac{p_2}{T_1} \cdot T_2 \Rightarrow p_3 = \frac{T_2}{T_1} \cdot p_2 \Rightarrow \left[p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2} \right] \Rightarrow \\ &\Rightarrow p_3 = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{373.15 \text{ bar}}{273.15 \text{ bar}} \cdot \frac{1 \text{ bar} \cdot 1 \text{ L}}{0.4 \text{ L}} = 3.42 \text{ bar}. \end{aligned}$$

Odgovor je pod C.

Vježba 592

Dvije litre idealnog plina pri atmosferskom tlaku 1 bar i temperaturi 0 °C najprije izotermno komprimiramo na volumen 0.8 L, a zatim izohorno (uz isti volumen) zagrijemo na 100 °C. Koliki će biti tlak plina nakon toga?

- A. 2.54 bar B. 2.68 bar C. 3.42 bar D. 2.92 bar

Rezultat: C.

Zadatak 593 (Marija, medicinska škola)

Ako se kinetička energija tijela mase m pretvori u toplinu porast temperature tijela ovisi o masi tijela proporcionalno:

- A. m B. m^2 C. Ne ovisi o masi. D. $\frac{1}{m}$

Rješenje 593

$$m, \quad \Delta t = ?$$

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

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

gdje je m masa tijela, c specifični toplinski kapacitet, a Δt promjena temperature. Tijelo mase m i brzine v ima kinetičku energiju

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

$$Q = E_k \Rightarrow m \cdot c \cdot \Delta t = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow m \cdot c \cdot \Delta t = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \cdot \frac{1}{m \cdot c} \Rightarrow \Delta t = \frac{v^2}{2 \cdot c}.$$

Odgovor je pod C.

Vježba 593

Odmor!

Rezultat: ...

Zadatak 594 (Matija, maturant)

Koliki je specifični toplinski kapacitet tvari ako je potrebno dovesti toplinu od 20 kJ da bi se 10 kg tvari zagrijalo za 5 °C?

- A. 5 B. 20 C. 200 D. 400

Rješenje 594

$$Q = 20 \text{ kJ} = 20000 \text{ J}, \quad m = 10 \text{ kg}, \quad \Delta T = 5 \text{ K}, \quad c = ?$$

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:

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

Specifični toplinski kapacitet c (karakteristika je tvari) je količina topline potrebna da se jediničnoj masi povisi temperatura za jedinicu temperature:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

i iskazuje se u

$$\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{20000 \text{ J}}{10 \text{ kg} \cdot 5 \text{ K}} = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 594

Koliki je specifični toplinski kapacitet tvari ako je potrebno dovesti toplinu od 40 kJ da bi se 20 kg tvari zagrijalo za 5 °C?

- A. 5 B. 20 C. 200 D. 400

Rezultat: D.

Zadatak 595 (Mara, gimnazija)

Koliki je obujam jednog mola idealnog plina koji se nalazi u balonu na dnu jezera dubine 20 m i temperature 10 °C? Zadano: $R = 8.314 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$, $g = 10 \text{ m} / \text{s}^2$, $\rho_v = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3$, $p_a = 10^5 \text{ Pa}$.

Rješenje 595

$$n = 1 \text{ mol}, \quad h = 20 \text{ m}, \quad t = 10 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273.15 + t = (273.15 + 10) \text{ K} = 283.15 \text{ K}, \\ R = 8.314 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol}), \quad g = 10 \text{ m} / \text{s}^2, \quad \rho_v = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3, \quad p_a = 10^5 \text{ Pa}, \quad V = ?$$

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3.$$

Stanje plina određeno je tlakom p , volumenom V i temperaturom T . Ove su veličine povezane relacijom:

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

gdje je n množina idealnog plina, $R = 8.314 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ plinska konstanta.

Hidrostatski tlak u tekućini nastaje zbog njezine težine. 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 . Jednak je na svim mjestima na istoj dubini i djeluje jednako u svim smjerovima.

Hidrostatski tlak, tj. tlak zbog težine stupca vode iznad balona je

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

Ukupni tlak koji djeluje na balon je

$$p = p_a + p_h \Rightarrow p = p_a + \rho \cdot g \cdot h.$$

Iz plinske jednačbe

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

dobivamo

$$(p_a + \rho \cdot g \cdot h) \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow (p_a + \rho \cdot g \cdot h) \cdot V = n \cdot R \cdot T \cdot \frac{1}{p_a + \rho \cdot g \cdot h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p_a + \rho \cdot g \cdot h} = \frac{1 \text{ mol} \cdot 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 283.15 \text{ K}}{10^5 \text{ Pa} + 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 20 \text{ m}} = 7.847 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 7.847 \text{ dm}^3 = 7.847 \text{ L}.$$

Vježba 595

Odmor!

Rezultat: ...

Zadatak 596 (Mara, gimnazija)

Izračunajte srednju kvadratičnu brzinu molekula vodika pri 20 °C i tlaku 90 kPa.
(masa protona $m_p = 1.6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

Rješenje 596

$$t = 20 \text{ °C} \Rightarrow T = 273.15 + t = (273.15 + 20) \text{ K} = 293.15 \text{ K}, \quad p = 90 \text{ kPa} = 9 \cdot 10^4 \text{ Pa},$$

$$m_p = 1.6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, \quad v_{sk} = ?$$

Jednačbu plinskog stanja možemo iskazati brojem N molekula u obliku

$$p \cdot V = N \cdot k_B \cdot T,$$

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

Srednja kvadratična brzina molekula plina jest:

$v_{sk} = \sqrt{\frac{3 \cdot p \cdot V}{m}}$	p je tlak plina, V je volumen plina, m je masa plina
$v_{sk} = \sqrt{\frac{3 \cdot p}{\rho}}$	p je tlak plina, ρ je gustoća plina
$v_{sk} = \sqrt{\frac{3 \cdot k_B \cdot T}{m_m}}$	k_B je Boltzmanova konstanta, T apsolutna temperatura, m_m je masa molekule
$v_{sk} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{M}}$	R je plinska konstanta, T apsolutna temperatura, M je molna masa

1. inačica

Za jednu molekulu vodika vrijedi:

$$p \cdot V = N \cdot k_B \cdot T \Rightarrow [N = 1] \Rightarrow p \cdot V = k_B \cdot T \Rightarrow p \cdot V = k_B \cdot T \cdot \frac{1}{p} \Rightarrow V = \frac{k_B \cdot T}{p} =$$

$$= \frac{1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 293.15 \text{ K}}{9 \cdot 10^4 \text{ Pa}} = 4.5 \cdot 10^{-26} \text{ m}^3.$$

Električno neutralan atom vodika sadrži **jedan** pozitivno nabijen **proton** i jedan negativno nabijen elektron. Proton je jezgra vodikova atoma pa mu je masa jednaka masi atoma vodika. Slobodan, nevezan vodik plin je koji se sastoji od dvoatomskih molekula, H_2 .

Masa vodika plina (molekule vodika) iznosi:

$$m = 2 \cdot m_p = 2 \cdot 1.6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3.3452 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

Tada je

$$v_{sk} = \sqrt{\frac{3 \cdot p \cdot V}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 9 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 4.5 \cdot 10^{-26} \text{ m}^3}{3.3452 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} = 1906 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2. inačica

Proton je jezgra vodikova atoma pa mu je masa jednaka masi atoma vodika. Slobodan, nevezan vodik plin je koji se sastoji od dvoatomskih molekula, H₂.

Masa molekule vodika iznosi:

$$m_m = 2 \cdot m_p = 2 \cdot 1.6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3.3452 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Tada je

$$v_{sk} = \sqrt{\frac{3 \cdot k_B \cdot T}{m_m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 293.15 \text{ K}}{3.3452 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} = 1905 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Vježba 596

Odmor!

Rezultat: ...

Zadatak 597 (Danijel, gimnazija)

Koliko plina je potrebno da se u bojleru zagrije 80 litara vode od 15 °C do 60 °C? Korisnost je 60 %. Specifična toplina izgaranja plina je $3.2 \cdot 10^7 \text{ J} / \text{m}^3$. (specifični toplinski kapacitet vode $c = 4190 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$)

A. 0.35 m^3 B. 1.7 m^3 C. 0.93 m^3 D. 0.79 m^3

Rješenje 597

$$V = 80 \text{ L} \Rightarrow m = 80 \text{ kg}, \quad \Delta T = T_2 - T_1 = (60 - 15) \text{ K} = 45 \text{ K}, \quad \eta = 60 \% = 0.60,$$

$$q = 3.2 \cdot 10^7 \text{ J} / \text{m}^3, \quad c = 4190 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K}), \quad V_1 = ?$$

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.

Toplina Q koja se oslobađa pri potpunom izgaranju goriva obujma V izražava se umnoškom

$$Q = q \cdot V,$$

gdje je q specifična toplina izgaranja.

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...?"

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

Za zagrijavanje vode potrebna je količina topline

$$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T.$$

Izgaranjem plina dobije se količina topline

$$Q_2 = q \cdot V.$$

Budući da izgaranje u grijaču nije potpuno, vrijedi:

$$Q_1 = \eta \cdot Q_2 \Rightarrow \eta \cdot Q_2 = Q_1 \Rightarrow \eta \cdot q \cdot V = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow \eta \cdot q \cdot V = m \cdot c \cdot \Delta T \cdot \frac{1}{\eta \cdot q} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{\eta \cdot q} = \frac{80 \text{ kg} \cdot 4190 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 45 \text{ K}}{0.60 \cdot 3.2 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}} = 0.79 \text{ m}^3.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 597

Koliko plina je potrebno da se u bojleru zagrije 40 litara vode od 20 °C do 65 °C? Korisnost je 30 %. Specifična toplina izgaranja plina je $3.2 \cdot 10^7 \text{ J/m}^3$. (specifični toplinski kapacitet vode $c = 4190 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$)

- A. 0.35 m^3 B. 1.7 m^3 C. 0.93 m^3 D. 0.79 m^3

Rezultat: D.

Zadatak 598 (Dubravko, gimnazija)

Čvrsto tijelo zagrijemo sa 285 K na 298 K. Koja od ponuđenih kombinacija, s obzirom na porast temperature tijela i konačnu temperaturu tijela, iskazanih pomoću °C je ispravna?

	Porast temperature tijela u °C	Konačna temperatura tijela u °C
A.	13	571
B.	13	25
C.	286	571
D.	286	25

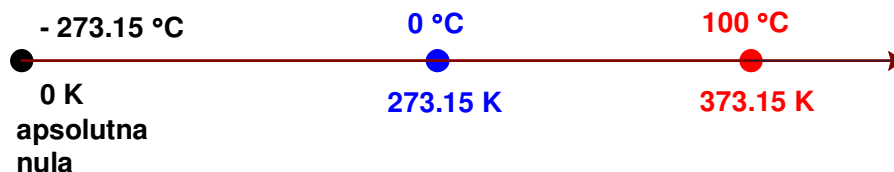
Rješenje 598

$$T_1 = 285 \text{ K}, \quad T_2 = 298 \text{ K}, \quad \Delta t = ?, \quad t_2 = ?$$

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 jednačinom:

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



Kelvinova i Celzijeva ljestvica podijeljene su na jednake dijelove i vrijedi:

$$T (\text{K}) = 273.15 + t (^\circ\text{C}), \quad t (^\circ\text{C}) = T (\text{K}) - 273.15.$$

Porast temperature

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 298 \text{ K} - 285 \text{ K} = 13 \text{ K}.$$

$$\Delta T = \Delta t = 13 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Konačna temperatura

$$T_2 = 273 + t_2 \Rightarrow t_2 = T_2 - 273 = (298 - 273) \text{ }^\circ\text{C} = 25 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Odgovor je pod B.

Vježba 598

Odmor!

Rezultat: ...

Zadatak 599 (Dubravka, maturantica)

Pri temperaturi $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ i atmosferskom tlaku $1.02 \cdot 10^5\text{ Pa}$ nadtlak u automobilskoj gumi je $1.5 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Koliki je nadtlak, ako se zrak u gumi zagrije na $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ pri istom atmosferskom tlaku?

- A. $2 \cdot 10^5\text{ Pa}$ B. $1.81 \cdot 10^5\text{ Pa}$ C. $1.75 \cdot 10^5\text{ Pa}$ D. $2.05 \cdot 10^5\text{ Pa}$

Rješenje 599

$t_1 = 10\text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_1 = 273.15 + t_1 = (273.15 + 10)\text{ K} = 283.15\text{ K}$, $p_0 = 1.02 \cdot 10^5\text{ Pa}$,
 $\Delta p_1 = 1.5 \cdot 10^5\text{ Pa}$, $t_2 = 45\text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_2 = 273.15 + t_2 = (273.15 + 45)\text{ K} = 318.15\text{ K}$, $\Delta p_2 = ?$

Nadtlak je razlika ukupnoga tlaka nekoga plina i atmosferskoga tlaka.

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

$$p_t = p_o \cdot (1 + \alpha \cdot t), \text{ pri } V = \text{konst.},$$

gdje je p_0 tlak plina pri $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, a α termički koeficijent promjene tlaka plina koji ima za sve plinove istu vrijednost

$$\alpha = \frac{1}{273.15}\text{ K}^{-1}.$$

U apsolutnoj ljestvici temperature taj zakon za različita stanja možemo pisati

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

Budući da je ukupan tlak u gumi jednak zbroju atmosferskog tlaka i nadtlaka na:

- temperaturi T_1 vrijedi

$$p_1 = p_o + \Delta p_1$$

- temperaturi T_2 vrijedi

$$p_2 = p_o + \Delta p_2$$

Pri zagrijavanju je volumen zraka ostao stalan pa slijedi:

$$\begin{aligned} \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} &\Rightarrow \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \Rightarrow \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \cdot T_2 \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \\ &\Rightarrow p_o + \Delta p_2 = (p_o + \Delta p_1) \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \Delta p_2 = (p_o + \Delta p_1) \cdot \frac{T_2}{T_1} - p_o = \\ &= \left(1.02 \cdot 10^5\text{ Pa} + 1.5 \cdot 10^5\text{ Pa}\right) \cdot \frac{318.15\text{ K}}{283.15\text{ K}} - 1.02 \cdot 10^5\text{ Pa} = 1.81 \cdot 10^5\text{ Pa}. \end{aligned}$$

Odgovor je pod B.

Vježba 599

Odmor!

Rezultat: ...

Zadatak 600 (Željka, maturantica)

Koliku je količinu topline potrebno dovesti željeznoj žici mase 1 kg i duljine 1 m da se produži za 1 mm ? (specifični toplinski kapacitet željeza $c = 460\text{ J / (kg} \cdot \text{K)}$, koeficijent linearnog rastezanja željeza $\beta = 1.2 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$)

Rješenje 600

$m = 1\text{ kg}$, $l_0 = 1\text{ m}$, $\Delta l = 1\text{ mm} = 0.001\text{ m}$, $c = 460\text{ J / (kg} \cdot \text{K)}$,
 $\beta = 1.2 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$, $Q = ?$

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.

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.

$$\left. \begin{array}{l} \Delta l = \beta \cdot l_0 \cdot \Delta t \\ Q = m \cdot c \cdot \Delta t \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \beta \cdot l_0 \cdot \Delta t = \Delta l \\ Q = m \cdot c \cdot \Delta t \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \beta \cdot l_0 \cdot \Delta t = \Delta l \cdot \frac{1}{\beta \cdot l_0} \\ Q = m \cdot c \cdot \Delta t \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \Delta t = \frac{\Delta l}{\beta \cdot l_0} \\ Q = m \cdot c \cdot \Delta t \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = m \cdot c \cdot \frac{\Delta l}{\beta \cdot l_0} = 1 \text{ kg} \cdot 460 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot \frac{0.001 \text{ m}}{1.2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} \cdot 1 \text{ m}} = 38333.33 \text{ J}.$$

Vježba 600

Koliku je količinu topline potrebno dovesti željeznoj žici mase 1 kg i duljine 2 m da se produži za 2 mm ? (specifični toplinski kapacitet željeza $c = 460 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$, koeficijent linearnog rastezanja željeza $\beta = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$)

Rezultat: 38333.33 J .

www.halapa.com