

Zadatak 101 (Tomislav, gimnazija)

Kolika količina vode isteče u jednoj minuti iz spremnika kroz otvor promjera 4 cm koji se nalazi 4.9 m ispod razine vode? ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rješenje 101

$$d = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}, \quad h = 4.9 \text{ m}, \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad I = ?$$

Jakost struje količina je tekućine koja u jedinici vremena prođe presjekom cijevi površine S.

$$I = S \cdot v,$$

v je brzina protjecanja.

Ako idealna tekućina isteče iz posude kroz otvor koji se nalazi za visinu h ispod najviše razine tekućine, brzina istjecanja iznosi:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}.$$

Računamo količinu vode koja isteče u jednoj minuti iz spremnika:

$$\left. \begin{array}{l} v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \\ I = S \cdot v \end{array} \right\} \Rightarrow I = S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{površina kruga} \\ S = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \end{array} \right] \Rightarrow I = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} =$$

$$= \frac{(0.04 \text{ m})^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4.9 \text{ m}} = 0.0123 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0.0123 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60} = 0.0123 \cdot 60 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 0.738 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}.$$

Vježba 101

Kolika količina vode isteče u jednoj minuti iz spremnika kroz otvor promjera 8 cm koji se nalazi 4.9 m ispod razine vode? ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rezultat: 2.958 m³/min.

Zadatak 102 (Dado, srednja škola)

Kroz horizontalnu cijev AB teče tekućina. Razlika između razina tekućine u cjevčicama a i b jest h = 10 cm. Kolika je brzina kojom tekućina teče kroz cijev AB? ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

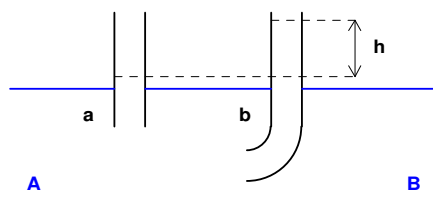
Rješenje 102

$$h = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}, \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad v = ?$$

Tlak koji zbog brzine tekućine nastaje unutar tekućine zove se dinamički tlak i iznosi

$$p_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2,$$

gdje je ρ gustoća tekućine.



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 :

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

Brzina kojom teče tekućina kroz cijev iznosi:

$$p_d = p \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \rho \cdot g \cdot h \cdot \frac{2}{\rho} \Rightarrow v^2 = 2 \cdot g \cdot h \cdot \sqrt{\quad} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.1 \text{ m}} = 1.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Vježba 102

Kroz horizontalnu cijev AB teče tekućina. Razlika između razina tekućine u cjevčicama a i b jest h = 40 cm. Kolika je brzina kojom tekućina teče kroz cijev AB? ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rezultat: 2.8 m/s.

Zadatak 103 (Ivana, gimnazija)

Kolikom silom djeluje para na otvor sigurnosnog ventila promjera 100 mm ako manometar pokazuje tlak $11.7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$?

Rješenje 103

$$d = 100 \text{ mm} = 0.1 \text{ m}, \quad p = 11.7 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad F = ?$$

Tlak je omjer sile što jednoliko raspoređena djeluje okomito na neku površinu i te površine:

$$p = \frac{F}{S}$$

Sila kojom para djeluje na otvor sigurnosnog ventila iznosi:

$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = p \cdot S \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{površina kruga} \\ S = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \end{array} \right] \Rightarrow F = p \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 11.7 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \frac{(0.1 \text{ m})^2 \cdot \pi}{4} = 9189.16 \text{ N}.$$

Vježba 103

Kolikom silom djeluje para na otvor sigurnosnog ventila promjera 100 mm ako manometar pokazuje tlak $23.4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$?

Rezultat: 18378.32 N.

Zadatak 104 (Dino, gimnazija)

Odredi obujam komada željeza na koji, kad ga uronimo u alkohol, djeluje uzgon veličine 1.5 N. (gustoća željeza $\rho = 790 \text{ kg/m}^3$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rješenje 104

$$F_{uz} = 1.5 \text{ N}, \quad \rho = 790 \text{ kg/m}^3, \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad V = ?$$

Budući da tlak u tekućini ovisi o dubini, na tijelo uronjeno u tekućinu djeluje tekućina odozdo većom silom nego odozgo, tj. na tijelo djeluje uzgon. Za uzgon vrijedi Arhimedov zakon:

$$F_{uz} = \rho_t \cdot g \cdot V,$$

gdje je ρ_t gustoća tekućine, g ubrzanje sile teže, V obujam uronjenog dijela tijela.

Obujam komada željeza iznosi:

$$F_{uz} = \rho \cdot g \cdot V \Rightarrow V = \frac{F_{uz}}{\rho \cdot g} = \frac{1.5 \text{ N}}{790 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1.936 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 1.936 \cdot 10^{-1} \text{ dm}^3 = 0.1936 \text{ dm}^3.$$

Vježba 104

Odredi obujam komada željeza na koji, kad ga uronimo u alkohol, djeluje uzgon veličine 3 N. (gustoća željeza $\rho = 790 \text{ kg/m}^3$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rezultat: 0.3871 dm³.

Zadatak 105 (Goran, tehnička škola)

Komad stakla ima u zraku težinu 1.4 N, a u vodi 0.84 N. Nađi gustoću stakla. (gustoća zraka $\rho_z = 1.293 \text{ kg/m}^3$, gustoća vode $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$)

Rješenje 105

$$G_z = 1.4 \text{ N}, \quad G_v = 0.84 \text{ N}, \quad \rho_z = 1.293 \text{ kg/m}^3, \quad \rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad \rho_s = ?$$

Budući da tlak u tekućini ovisi o dubini, na tijelo uronjeno u tekućinu djeluje tekućina odozdo većom silom nego odozgo, tj. na tijelo djeluje uzgon. Za uzgon vrijedi Arhimedov zakon:

$$F_{uz} = \rho_t \cdot g \cdot V,$$

gdje je ρ_t gustoća tekućine, g ubrzanje sile teže, V obujam uronjenog dijela tijela.

Težina tijela G jest sila kojom tijelo zbog Zemljina privlačenja djeluje na horizontalnu podlogu ili ovjes. Za slučaj kad tijelo i podloga, odnosno ovjes, miruju ili se gibaju jednoliko po pravcu s obzirom na Zemlju, težina tijela je veličinom jednaka sili teži:

$$G = m \cdot g.$$

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

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

Težina stakla G iznosi:

$$G = m \cdot g \Rightarrow G = \rho_S \cdot g \cdot V.$$

Težina stakla u zraku G_z jednaka je razlici težine stakla G i uzgona zraka F_{uz} :

$$G_z = G - F_{uz} \Rightarrow G_z = m \cdot g - \rho_z \cdot g \cdot V \Rightarrow G_z = \rho_S \cdot V \cdot g - \rho_z \cdot g \cdot V \Rightarrow G_z = g \cdot V \cdot (\rho_S - \rho_z).$$

Težina stakla u vodi G_v jednaka je razlici težine stakla G i uzgona vode F_{uz} :

$$G_v = G - F_{uz} \Rightarrow G_v = m \cdot g - \rho_v \cdot g \cdot V \Rightarrow G_v = \rho_S \cdot V \cdot g - \rho_v \cdot g \cdot V \Rightarrow G_v = g \cdot V \cdot (\rho_S - \rho_v).$$

Podijelimo dobivene jednadžbe i izračunamo gustoću stakla ρ_S :

$$\begin{aligned} \frac{G_z}{G_v} &= \frac{g \cdot V \cdot (\rho_S - \rho_z)}{g \cdot V \cdot (\rho_S - \rho_v)} \Rightarrow \frac{G_z}{G_v} = \frac{g \cdot V \cdot (\rho_S - \rho_z)}{g \cdot V \cdot (\rho_S - \rho_v)} \Rightarrow \frac{G_z}{G_v} = \frac{\rho_S - \rho_z}{\rho_S - \rho_v} \Rightarrow G_z \cdot (\rho_S - \rho_v) = G_v \cdot (\rho_S - \rho_z) \Rightarrow \\ &\Rightarrow G_z \cdot \rho_S - G_z \cdot \rho_v = G_v \cdot \rho_S - G_v \cdot \rho_z \Rightarrow G_z \cdot \rho_S - G_v \cdot \rho_S = G_z \cdot \rho_v - G_v \cdot \rho_z \Rightarrow \\ &\Rightarrow \rho_S \cdot (G_z - G_v) = G_z \cdot \rho_v - G_v \cdot \rho_z \Rightarrow \rho_S \cdot (G_z - G_v) = G_z \cdot \rho_v - G_v \cdot \rho_z \quad / \cdot \frac{1}{G_z - G_v} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \rho_S = \frac{G_z \cdot \rho_v - G_v \cdot \rho_z}{G_z - G_v} = \frac{1.4 \text{ N} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 0.84 \text{ N} \cdot 1.293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1.4 \text{ N} - 0.84 \text{ N}} = 2498.06 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}. \end{aligned}$$

Vježba 105

Komad stakla ima u zraku težinu 2,8 N, a u vodi 1,68 N. Nađi gustoću stakla. (gustoća zraka $\rho = 1.293 \text{ kg/m}^3$, gustoća vode $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)

Rezultat: 2498.06 kg/m^3 .

Zadatak 106 (Ante, srednja škola)

Radiosonda ima obujam 10 m^3 i napunjena je vodikom. Koliko tešku radioaparaturu može ponijeti ako ona sama ima masu 600 g? (gustoća zraka $\rho = 1.293 \text{ kg/m}^3$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rješenje 106

$V = 10 \text{ m}^3$, $m = 600 \text{ g} = 0.6 \text{ kg}$, $\rho = 1.293 \text{ kg/m}^3$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $F = ?$
 Budući da tlak u tekućini ovisi o dubini, na tijelo uronjeno u tekućinu djeluje tekućina odozdo većom silom nego odozgo, tj. na tijelo djeluje uzgon. Za uzgon vrijedi Arhimedov zakon:

$$F_{uz} = \rho_t \cdot g \cdot V,$$

gdje je ρ_t gustoća tekućine, g ubrzanje sile teže, V obujam uronjenog dijela tijela.



Težina tijela G jest sila kojom tijelo zbog Zemljina privlačenja djeluje na horizontalnu podlogu ili ovjes. Za slučaj kad tijelo i podloga, odnosno ovjes, miruju ili se gibaju jednoliko po pravcu s obzirom na Zemlju, težina tijela je veličinom jednaka sili teži:

$$G = m \cdot g.$$

Težina G_r radioaparature koju sonda može ponijeti jednaka je razlici sile uzgona F_{uz} zraka i težini G sonde:

$$G_r = F_{uz} - G \Rightarrow G_r = \rho \cdot g \cdot V - m \cdot g \Rightarrow G_r = g \cdot (\rho \cdot V - m) =$$

$$= 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot \left(1.293 \frac{kg}{m^3} \cdot 10 m^3 - 0.6 kg \right) = 120.96 N.$$

Vježba 106

Radiosonda ima obujam $20 m^3$ i napunjena je vodikom. Koliko tešku radioaparaturu može ponijeti ako ona sama ima masu $1200 g$? (gustoća zraka $\rho = 1.293 kg/m^3$, $g = 9.81 m/s^2$)

Rezultat: 241.91 N.

Zadatak 107 (Valentina, gimnazija)

Brzina protjecanja vode kroz široki dio horizontalne vodovodne cijevi jest $50 cm/s$. Kolika je brzina vode u produžetku iste cijevi koji ima 2 puta manji promjer?

Rješenje 107

$$v_1 = 50 cm/s = 0.5 m/s, \quad d_1 = 2 \cdot d_2, \quad v_2 = ?$$

Količinu tekućine I koja prođe u jedinici vremena s nekim presjekom cijevi površine S zovemo jakost struje. Ona iznosi:

$$I = S \cdot v = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot v,$$

gdje je d promjer cijevi, v brzina protjecanja. U stacionarnom toku I je konstanta. Zato vrijedi:

$$I_1 = I_2 \Rightarrow S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2.$$

Brzina vode v_2 u produžetku cijevi iznosi:

$$\begin{aligned} S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{S_1 \cdot v_1}{S_2} &\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{površina kruga} \\ S = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \end{array} \right] \Rightarrow v_2 = \frac{\frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} \cdot v_1}{\frac{d_2^2 \cdot \pi}{4}} \Rightarrow v_2 = \frac{d_1^2 \cdot v_1}{d_2^2} \Rightarrow v_2 = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \cdot v_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow v_2 = \left(\frac{2 \cdot d_2}{d_2} \right)^2 \cdot v_1 \Rightarrow v_2 = \left(\frac{2 \cdot d_2}{d_2} \right)^2 \cdot v_1 &= 2^2 \cdot 0.5 \frac{m}{s} = 2 \frac{m}{s}. \end{aligned}$$

Vježba 107

Brzina protjecanja vode kroz široki dio horizontalne vodovodne cijevi jest $100 cm/s$. Kolika je brzina vode u produžetku iste cijevi koji ima 2 puta manji promjer?

Rezultat: 4 m/s.

Zadatak 108 (Valentina, gimnazija)

Koliki je rad utrošen na svladavanje trenja pri prenošenju $25 cm^3$ vode u horizontalnoj cijevi od mjesta na kojemu je tlak $4 \cdot 10^4 Pa$ do mjesta s tlakom $2 \cdot 10^4 Pa$?

Rješenje 108

$$V = 25 cm^3 = [25 : 1000000] = 0.000025 m^3, \quad p_1 = 4 \cdot 10^4 Pa, \quad p_2 = 2 \cdot 10^4 Pa, \quad W = ?$$

Rad utrošen na svladavanje trenja pri prenošenju fluida obujma V od mjesta na kojemu je tlak p_1 do mjesta s tlakom p_2 iznosi:

$$W = \Delta p \cdot V \Rightarrow W = (p_1 - p_2) \cdot V.$$

Rad utrošen za svladavanje trenja iznosi:

$$W = \Delta p \cdot V \Rightarrow W = (p_1 - p_2) \cdot V = (4 \cdot 10^4 Pa - 2 \cdot 10^4 Pa) \cdot 0.000025 m^3 = 0.5 J.$$

Vježba 108

Koliki je rad utrošen na svladavanje trenja pri prenošenju $50 cm^3$ vode u horizontalnoj cijevi od mjesta na kojemu je tlak $4 \cdot 10^4 Pa$ do mjesta s tlakom $2 \cdot 10^4 Pa$?

Rezultat: 1 J.

Zadatak 109 (Marin, tehnička škola)

Na svladavanje trenja pri premještanju 0.05 dm^3 vode u horizontalnoj cijevi od mjesta na kojemu je tlak $4 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ do nekoga drugog mjesta utrošen je rad 0.5 J . Koliki je tlak na drugome mjestu?

Rješenje 109

$$V = 0.05 \text{ dm}^3 = [0.05 : 1000] = 0.00005 \text{ m}^3, \quad p_1 = 4 \cdot 10^4 \text{ Pa}, \quad W = 0.5 \text{ J}, \quad p_2 = ?$$

Rad utrošen na svladavanje trenja pri prenošenju fluida obujma V od mjesta na kojemu je tlak p_1 do mjesta s tlakom p_2 iznosi:

$$W = \Delta p \cdot V \Rightarrow W = (p_1 - p_2) \cdot V.$$

Tlak na drugome mjestu p_2 iznosi:

$$\begin{aligned} W = \Delta p \cdot V \Rightarrow W &= (p_1 - p_2) \cdot V \Rightarrow W = (p_1 - p_2) \cdot V \cdot \frac{1}{V} \Rightarrow p_1 - p_2 = \frac{W}{V} \Rightarrow \\ \Rightarrow -p_2 &= \frac{W}{V} - p_1 \Rightarrow -p_2 = \frac{W}{V} - p_1 \cdot (-1) \Rightarrow p_2 = -\frac{W}{V} + p_1 \Rightarrow p_2 = p_1 - \frac{W}{V} = \\ &= 4 \cdot 10^4 \text{ Pa} - \frac{0.5 \text{ J}}{0.00005 \text{ m}^3} = 3 \cdot 10^4 \text{ Pa}. \end{aligned}$$

Vježba 109

Na svladavanje trenja pri premještanju 0.05 dm^3 vode u horizontalnoj cijevi od mjesta na kojemu je tlak $3 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ do nekoga drugog mjesta utrošen je rad 0.5 J . Koliki je tlak na drugome mjestu?

Rezultat: $2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.

Zadatak 110 (Denis, srednja škola)

Kolika je brzina istjecanja 10^{-3} m^3 zraka koji se nalazi pod tlakom $1.44 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ u prostor napunjen zrakom pri tlaku $0.96 \cdot 10^4 \text{ Pa}$? (gustoća zraka $\rho = 1.293 \text{ kg/m}^3$)

Rješenje 110

$$V = 10^{-3} \text{ m}^3, \quad p_1 = 1.44 \cdot 10^4 \text{ Pa}, \quad p_2 = 0.96 \cdot 10^4 \text{ Pa}, \quad \rho = 1.293 \text{ kg/m}^3, \quad v = ?$$

Rad utrošen na svladavanje trenja pri prenošenju fluida obujma V od mjesta na kojemu je tlak p_1 do mjesta s tlakom p_2 iznosi:

$$W = \Delta p \cdot V \Rightarrow W = (p_1 - p_2) \cdot V.$$

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

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

Kad tijelo obavlja rad, mijenja mu se energija. Promjena energije tijela jednaka je utrošenom radu. Tijelo mase m i brzine v ima kinetičku energiju:

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

Budući da je kinetička energija istjecanja zraka jednaka utrošenom radu na svladavanju trenja pri prenošenju zraka obujma V od mjesta na kojemu je tlak p_1 do mjesta s tlakom p_2 , brzina istjecanja zraka iznosi:

$$\begin{aligned} E_k = W \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 &= (p_1 - p_2) \cdot V \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = (p_1 - p_2) \cdot V \cdot \frac{2}{m} \Rightarrow \\ \Rightarrow v^2 &= \frac{2 \cdot (p_1 - p_2) \cdot V}{m} \cdot \sqrt{\quad} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot (p_1 - p_2) \cdot V}{m}} \Rightarrow \left[\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V \right] \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot (p_1 - p_2) \cdot V}{\rho \cdot V}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot (p_1 - p_2) \cdot V}{\rho \cdot V}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot (p_1 - p_2)}{\rho}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot (1.44 \cdot 10^4 - 0.96 \cdot 10^4 \text{ Pa})}{1.293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} = 86.166 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Uočite da je obujam V u zadatku suvišan.

Vježba 110

Kolika je brzina istjecanja $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ zraka koji se nalazi pod tlakom $1.44 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ u prostor napunjen zrakom pri tlaku $0.96 \cdot 10^4 \text{ Pa}$? (gustoća zraka $\rho = 1.293 \text{ kg/m}^3$)

Rezultat: 86.166 m/s.

Zadatak 111 (Davor, srednja škola)

Na kojoj dubini u vodi će zračni mjehur imati 2 puta manji polumjer u odnosu na njegov polumjer u površinskom sloju vode ako je vanjski tlak $p_a = 1005 \text{ mbar}$? Gustoća vode je 1000 kg/m^3 , a ubrzanje sile teže 9.81 m/s^2 . Pretpostavite da je temperatura vode konstantna bez obzira na dubinu.

Rješenje 111

$$R = 2 \cdot r, \quad p_a = 1005 \text{ mbar} = [1005 \cdot 10^{-3} \text{ bar} = 1005 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5] = 1005 \cdot 10^2 \text{ Pa} =$$

$$= 100500 \text{ Pa}, \quad \rho = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad T = \text{konst.}, \quad h = ?$$

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

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

odnosno

$$p \cdot V = \text{konst. kod } t = \text{konst.}$$

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 ,

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

Obujam zračnog mjehura u površinskom sloju vode je:

$$V_0 = \frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi \Rightarrow V_0 = \frac{4}{3} \cdot (2 \cdot r)^3 \cdot \pi \Rightarrow V_0 = \frac{4}{3} \cdot 8 \cdot r^3 \cdot \pi \Rightarrow V_0 = \frac{32}{3} \cdot r^3 \cdot \pi.$$

Obujam zračnog mjehura na dubini h u vodi iznosi:

$$V_1 = \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi.$$

U površinskom sloju vode je vanjski tlak

$$p_a.$$

U vodi na dubini h tlak je

$$p_1 = p_a + \rho \cdot g \cdot h.$$

Budući da je temperatura stalna (izotermna promjena), vrijedi:

$$p_a \cdot V_0 = p_1 \cdot V_1 \Rightarrow p_a \cdot V_0 = (p_a + \rho \cdot g \cdot h) \cdot V_1 \Rightarrow p_a \cdot \frac{32}{3} \cdot r^3 \cdot \pi = (p_a + \rho \cdot g \cdot h) \cdot \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_a \cdot \frac{32}{3} \cdot r^3 \cdot \pi = (p_a + \rho \cdot g \cdot h) \cdot \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi \cdot \frac{3}{4 \cdot r^3 \cdot \pi} \Rightarrow 8 \cdot p_a = p_a + \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\rho \cdot g \cdot h = p_a - 8 \cdot p_a \Rightarrow -\rho \cdot g \cdot h = -7 \cdot p_a \quad | \cdot \left(\frac{-1}{\rho \cdot g} \right) \Rightarrow h = \frac{7 \cdot p_a}{\rho \cdot g} =$$

$$= \frac{7 \cdot 100500 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 71.71 \text{ m.}$$

Vježba 111

Na kojoj dubini u vodi će zračni mjehur imati 2 puta manji polumjer u odnosu na njegov polumjer u površinskom sloju vode ako je vanjski tlak $p_a = 1000 \text{ mbar}$? Gustoća vode je 1000 kg/m^3 , a ubrzanje sile teže 9.81 m/s^2 . Pretpostavite da je temperatura vode konstantna bez obzira na dubinu.

Rezultat: 71.36 m.

Zadatak 112 (Melita, srednja škola)

Komad aluminija obješen je na niti i zatim potpuno uronjen u posudu s vodom. Ako je masa aluminija 1 kg , a njegova gustoća $2.7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, koliki je omjer napetosti niti prije i poslije uranjanja? (gustoća vode je $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$)

Rješenje 112

$$m = 1 \text{ kg}, \quad \rho_a = 2.7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3, \quad \rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3, \quad F_1 : F_2 = ?$$

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

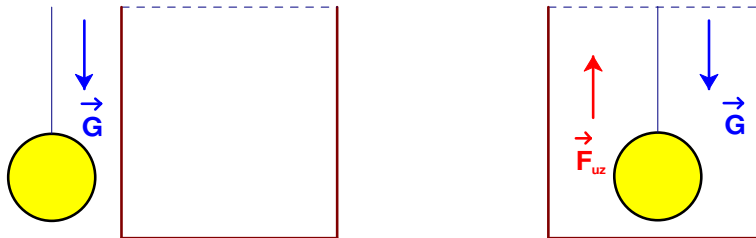
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V.$$

Budući da tlak u tekućini ovisi o dubini, na tijelo uronjeno u tekućinu djeluje tekućina odozdo većom silom nego odozgo, tj. na tijelo djeluje uzgon. Za uzgon vrijedi Arhimedov zakon:

$$F_{uz} = \rho_t \cdot g \cdot V,$$

gdje je ρ_t gustoća tekućine, g ubrzanje sile teže, V obujam uronjenog dijela tijela. Težina tijela G jest sila kojom tijelo zbog Zemljina privlačenja djeluje na horizontalnu podlogu ili ovjes. Za slučaj kad tijelo i podloga, odnosno ovjes, miruju ili se gibaju jednoliko po pravcu s obzirom na Zemlju, težina tijela je veličinom jednaka sili teži:

$$G = m \cdot g.$$



Kada je komad aluminija na niti u zraku, napetost niti F_1 uvjetovana je težinom G aluminija:

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = G \\ G = m \cdot g \end{array} \right\} \Rightarrow F_1 = m \cdot g.$$

Kada je komad aluminija na niti potpuno uronjen u posudu s vodom, napetost niti F_2 jednaka je razlici težine G aluminija u zraku i uzgona vode F_{uz} :

$$F_2 = G - F_{uz} \Rightarrow F_2 = m \cdot g - \rho_v \cdot g \cdot V_a \Rightarrow F_2 = m \cdot g - \rho_v \cdot g \cdot \frac{m}{\rho_a} \Rightarrow F_2 = m \cdot g \cdot \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho_a} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_2 = m \cdot g \cdot \frac{\rho_a - \rho_v}{\rho_a}.$$

Omjer napetosti niti prije i poslije uranjanja iznosi:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m \cdot g}{m \cdot g \cdot \frac{\rho_a - \rho_v}{\rho_a}} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{m \cdot g}{m \cdot g \cdot \frac{\rho_a - \rho_v}{\rho_a}} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{\frac{\rho_a - \rho_v}{\rho_a}} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho_a}{\rho_a - \rho_v} =$$

$$= \frac{2.7 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2.7 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1.59.$$

Vježba 112

Komad bakra obješen je na niti i zatim potpuno uronjen u posudu s vodom. Ako je masa bakra 1 kg, a njegova gustoća 8900 kg/m³, koliki je omjer napetosti niti prije i poslije uranjanja? (gustoća vode je ρ_v = 1000 kg/m³)

Rezultat: 1.13.

Zadatak 113 (Goran, gimnazija)

Koliko debelu stijenku mora imati šuplja željezna kugla vanjskog promjera 20 cm da bi lebdjela u vodi? (gustoća željeza ρ = 7500 kg/m³, gustoća vode ρ_v = 1000 kg/m³, g = 9.81 m/s²)

Rješenje 113

$$2 \cdot R = 20 \text{ cm} \Rightarrow R = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}, \quad \rho = 7500 \text{ kg/m}^3, \quad \rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3,$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad d = ?$$

Obujam kugle polumjera r iznosi:

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

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

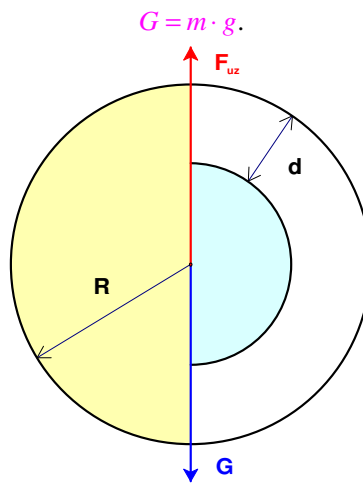
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V.$$

Budući da tlak u tekućini ovisi o dubini, na tijelo uronjeno u tekućinu djeluje tekućina odozdo većom silom nego odozgo, tj. na tijelo djeluje uzgon. Za uzgon vrijedi Arhimedov zakon:

$$F_{uz} = \rho_t \cdot g \cdot V,$$

gdje je ρ_t gustoća tekućine, g ubrzanje sile teže, V obujam uronjenog dijela tijela.

Težina tijela G jest sila kojom tijelo zbog Zemljina privlačenja djeluje na horizontalnu podlogu ili ovjes. Za slučaj kad tijelo i podloga, odnosno ovjes, miruju ili se gibaju jednoliko po pravcu s obzirom na Zemlju, težina tijela je veličinom jednaka sili teži:



Obujam ΔV stijenke dobije se da od obujma cijele kugle, polumjera R, oduzmemo obujam šupljine, polumjera R – d:

$$\Delta V = \frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi - \frac{4}{3} \cdot (R-d)^3 \cdot \pi.$$

Uzgon kugle u vodi iznosi:

$$F_{uz} = \rho_v \cdot g \cdot V \Rightarrow F_{uz} = \rho_v \cdot g \cdot \frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi.$$

Težina šuplje kugle je:

$$G = m \cdot g \Rightarrow G = \rho \cdot \Delta V \cdot g \Rightarrow G = \rho \cdot g \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi - \frac{4}{3} \cdot (R-d)^3 \cdot \pi \right).$$

Šuplja kugla lebdi u vodi jer je uzgon po iznosu jednak njezinoj težini:

$$\begin{aligned} F_{uz} = G &\Rightarrow \rho_v \cdot g \cdot \frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi = \rho \cdot g \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi - \frac{4}{3} \cdot (R-d)^3 \cdot \pi \right) \quad /: g \Rightarrow \\ &\Rightarrow \rho_v \cdot \frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi = \rho \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi - \frac{4}{3} \cdot (R-d)^3 \cdot \pi \right) \Rightarrow \\ &\rho_v \cdot \frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi = \rho \cdot \frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi - \rho \cdot \frac{4}{3} \cdot (R-d)^3 \cdot \pi \Rightarrow \\ &\Rightarrow \rho_v \cdot \frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi = \rho \cdot \frac{4}{3} \cdot R^3 \cdot \pi - \rho \cdot \frac{4}{3} \cdot (R-d)^3 \cdot \pi \quad /: \frac{3}{4 \cdot \pi} \Rightarrow \rho_v \cdot R^3 = \rho \cdot R^3 - \rho \cdot (R-d)^3 \Rightarrow \\ &\Rightarrow \rho \cdot (R-d)^3 = \rho \cdot R^3 - \rho_v \cdot R^3 \Rightarrow \rho \cdot (R-d)^3 = (\rho - \rho_v) \cdot R^3 \quad /: \frac{1}{\rho \cdot R^3} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{(R-d)^3}{R^3} = \frac{\rho - \rho_v}{\rho} \Rightarrow \left(\frac{R-d}{R} \right)^3 = \frac{\rho - \rho_v}{\rho} \quad /: \sqrt[3]{} \Rightarrow \frac{R-d}{R} = \sqrt[3]{\frac{\rho - \rho_v}{\rho}} \quad /: R \Rightarrow \\ &\Rightarrow R-d = R \cdot \sqrt[3]{\frac{\rho - \rho_v}{\rho}} \Rightarrow R - R \cdot \sqrt[3]{\frac{\rho - \rho_v}{\rho}} = d \Rightarrow d = R - R \cdot \sqrt[3]{\frac{\rho - \rho_v}{\rho}} \Rightarrow d = R \cdot \left(1 - \sqrt[3]{\frac{\rho - \rho_v}{\rho}} \right) = \\ &= 0.1 \text{ m} \cdot \left(1 - \sqrt[3]{\frac{7500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{7500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} \right) = 0.00466 \text{ m} = 4.66 \text{ mm}. \end{aligned}$$

Vježba 113

Koliko debelu stijenku mora imati šuplja željezna kugla vanjskog promjera 30 cm da bi lebdjela u vodi? (gustoća željeza $\rho = 7500 \text{ kg/m}^3$, gustoća vode $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rezultat: 6.99 mm.

Zadatak 114 (Ana, gimnazija)

Na kružni klip polumjera 4 cm djeluje sila od 20 N. Kolika sila će se dobiti ako je polumjer drugog klipa 8 cm?

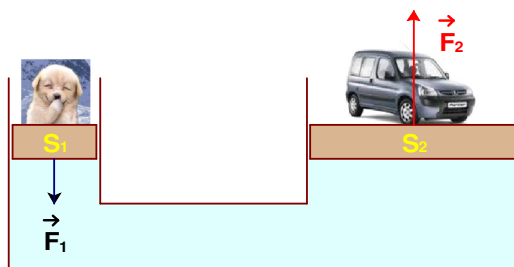
Rješenje 114

$$r_1 = 4 \text{ cm}, \quad F_1 = 20 \text{ N}, \quad r_2 = 8 \text{ cm}, \quad F_2 = ?$$

Hidraulički tlak je vanjski tlak na tekućinu koji se jednako prenosi u tekućini na sve strane (Pascal). Za djelovanje tlaka na bilo koje dvije površine u tekućini možemo zapisati

$$p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}.$$

Pomoću hidrauličkog tijeska (preše) malom silom proizvodimo veliku silu. Sila na veliki klip je toliko puta veća koliko je puta veća njegova površina od površine malog klipa.



Sila F_2 iznosi:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \cdot S_2 \Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{površina kruga} \\ S = r^2 \cdot \pi \end{array} \right] \Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \frac{r_2^2 \cdot \pi}{r_1^2 \cdot \pi} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \frac{r_2^2 \cdot \pi}{r_1^2 \cdot \pi} \Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \frac{r_2^2}{r_1^2} \Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 = 20 \text{ N} \cdot \left(\frac{8 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} \right)^2 = 80 \text{ N}.$$

Vježba 114

Na kružni klip polumjera 3 cm djeluje sila od 20 N. Kolika sila će se dobiti ako je polumjer drugog klipa 6 cm?

Rezultat: 80 N.

Zadatak 115 (Ana, gimnazija)

Idealni plin temperature 27°C , volumena 3 l i tlaka 0.2 MPa ohladimo na 10°C i zbijemo na volumen 1 dm^3 . Koliki je tada tlak?

Rješenje 115

$$t_1 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 273 + t_1 = 273 \text{ K} + 27 \text{ K} = 300 \text{ K}, \quad V_1 = 3 \text{ l} = 3 \text{ dm}^3 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3,$$

$$p_1 = 0.2 \text{ MPa} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad t_2 = 10^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 273 + t_2 = 273 \text{ K} + 10 \text{ K} = 283 \text{ K},$$

$$V_2 = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3, \quad p_2 = ?$$

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

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

što vrijedi za određenu masu plina. To je jedan od oblika plinskog zakona.

Tlak p_2 iznosi:

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

$$= 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{10^{-3} \text{ m}^3} \cdot \frac{283 \text{ K}}{300 \text{ K}} = 566000 \text{ Pa} = 566 \text{ kPa} = 0.566 \text{ MPa}.$$

Vježba 115

Idealni plin temperature 27°C , volumena 6 l i tlaka 0.2 MPa ohladimo na 10°C i zbijemo na volumen 2 dm^3 . Koliki je tada tlak?

Rezultat: 566 kPa.

Zadatak 116 (Ana, gimnazija)

Kolika je masa plina koji se nalazi pri tlaku 30 kPa i temperaturi 50°C ? Molarna masa plina je

$$4 \text{ g/mol i volumen } 2 \text{ l. (plinska konstanta } R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}})$$

Rješenje 116

$$p = 30 \text{ kPa} = 3 \cdot 10^4 \text{ Pa}, \quad t = 50 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273 + t = 273 \text{ K} + 50 \text{ K} = 323 \text{ K},$$
$$M = 4 \text{ g/mol} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}, \quad V = 2 \text{ l} = 2 \text{ dm}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, \quad R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}, \quad m = ?$$

Jedna od jednađbi plinskog stanja glasi

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

gdje je p tlak plina, V obujam plina, m masa plina, M molarna masa plina, T termodinamička temperatura plina, R plinska konstanta čija je vrijednost

$$R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}.$$

Masa plina iznosi:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \quad / \cdot \frac{M}{R \cdot T} \Rightarrow m = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T} =$$
$$= \frac{3 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}{8.31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 323 \text{ K}} = 0.0000894 \text{ kg} = 0.0894 \text{ g} = 89.4 \text{ mg}.$$

Vježba 116

Kolika je masa plina koji se nalazi pri tlaku 15 kPa i temperaturi 50 °C? Molarna masa plina je 4 g/mol i volumen 4 l.

Rezultat: 89.4 mg.

Zadatak 117 (Ana, gimnazija)

Kolika je količina tvari kisika u posudi volumena 0.5 l pri tlaku 120 kPa i temperaturi 33 °C? (plinska konstanta $R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$)

Rješenje 117

$$V = 0.5 \text{ l} = 0.5 \text{ dm}^3 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3, \quad p = 120 \text{ kPa} = 1.2 \cdot 10^5 \text{ Pa},$$
$$t = 33 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273 + t = 273 \text{ K} + 33 \text{ K} = 306 \text{ K}, \quad R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}, \quad n = ?$$

Ako je poznata množina n idealnog plina jednađba stanja glasi:

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

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

$$R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}.$$

Količina tvari n iznosi:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad / \cdot \frac{1}{R \cdot T} \Rightarrow n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} =$$
$$= \frac{1.2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{8.31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 306 \text{ K}} = 0.024 \text{ mol}.$$

Vježba 117

Kolika je količina tvari kisika u posudi volumena 1 l pri tlaku 60 kPa i temperaturi 33 °C?

Rezultat: 0.024 mol.

Zadatak 118 (Ivan, tehnička škola)

Koliki je unutrašnji promjer cijevi kroz koju protječe 20 litara vode u minuti brzinom 1 m/s?

Rješenje 118

$$V = 20 \text{ l} = 20 \text{ dm}^3 = 0.02 \text{ m}^3, \quad t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}, \quad v = 1 \text{ m/s}, \quad d = ?$$

Površina kruga promjera d glasi:

$$S = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}.$$

Kada fluid (tekućina ili plin) struji kroz cijev presjeka S pri čemu je unutrašnje trenje zanemarivo (idealni fluid), brzina je u svim točkama presjeka S jednaka v . Za vrijeme t kroz presjek S prođe volumen fluida

$$V = S \cdot v \cdot t.$$

Volumni protok (jakost struje) fluida definira se izrazom

$$q = \frac{V}{t} \quad \text{ili} \quad q = S \cdot v.$$

Protok je volumen koji u jedinici vremena prođe kroz promatrani presjek.

Unutrašnji promjer d cijevi iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} q = S \cdot v, \quad S = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \\ q = \frac{V}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} q = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot v \\ q = \frac{V}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot v = \frac{V}{t} \quad / \cdot \frac{4}{\pi \cdot v} \Rightarrow d^2 = \frac{4 \cdot V}{t \cdot \pi \cdot v} \quad / \sqrt{\quad} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{t \cdot \pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.02 \text{ m}^3}{60 \text{ s} \cdot \pi \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 0.0206 \text{ m} = 20.6 \text{ mm}.$$

Vježba 118

Koliki je unutrašnji promjer cijevi kroz koju protječe 40 litara vode za 2 minute brzinom 1 m/s?

Rezultat: 20.6 mm.

Zadatak 119 (Petra, gimnazija)

Guma kotača na temperaturi 7°C napumpana je zrakom i ima tlak $2 \cdot 10^5$ Pa. Koliki je tlak zraka u gumi na temperaturi 40°C ? Pretpostavljamo da je obujam gume kotača konstantan. Apsolutna nula je -273°C .

Rješenje 119

$$t_1 = 7^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 273 + t_1 = 273 \text{ K} + 7 \text{ K} = 280 \text{ K}, \quad p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa},$$

$$t_2 = 40^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 273 + t_2 = 273 \text{ K} + 40 \text{ K} = 313 \text{ K}, \quad p_2 = ?$$

Izohorno stanje plina znači da je obujam stalan. Mijenja li se temperatura nekoj masi plina stalnog obujma (*izohorna promjena*), mijenjat će se tlak plina prema Charlesovom (Šarl) zakonu:

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

U apsolutnoj ljestvici temperature taj zakon ima oblik

$$\frac{p}{T} = \frac{p_0}{T_0},$$

odakle za različita stanja možemo pisati

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$$



Budući da je obujam stalan, tlak zraka p_2 u gumi na temperaturi T_2 iznosi:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \cdot T_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 313 \text{ K}}{280 \text{ K}} = 2.24 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

Vježba 119

Guma kotača na temperaturi 7°C napumpana je zrakom i ima tlak $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Koliki je tlak zraka u gumi na temperaturi 40°C ? Pretpostavljamo da je obujam gume kotača konstantan. Apsolutna nula je -273°C .

Rezultat: $4.47 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Zadatak 120 (Petra, gimnazija)

Ako se nekom idealnom plinu temperatura poveća za 20% uz konstantan volumen, tlak mu se poveća za 10^4 Pa . Koliki je početni tlak plina?

Rješenje 120

$$T_2 = T_1 + 20\% \cdot T_1 = T_1 + 0.20 \cdot T_1 = 1.20 \cdot T_1, \quad p_2 = p_1 + 10^4, \quad p_1 = ?$$

Izohorno stanje plina znači da je obujam stalan. Mijenja li se temperatura nekoj masi plina stalnog obujma (*izohorna promjena*), mijenjat će se tlak plina prema Charlesovom (Šarl) zakonu:

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

U apsolutnoj ljestvici temperature taj zakon ima oblik

$$\frac{p}{T} = \frac{p_0}{T_0},$$

odakle za različita stanja možemo pisati

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$$

Budući da je obujam plina stalan, početni tlak p_1 iznosi:

$$\begin{aligned} \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} &\Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \cdot T_1 \cdot T_2 \Rightarrow p_1 \cdot T_2 = p_2 \cdot T_1 \Rightarrow p_1 \cdot 1.20 \cdot T_1 = (p_1 + 10^4) \cdot T_1 \quad /: T_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow 1.20 \cdot p_1 &= p_1 + 10^4 \Rightarrow 1.20 \cdot p_1 - p_1 = 10^4 \Rightarrow 0.20 \cdot p_1 = 10^4 \quad /: 0.20 \Rightarrow p_1 = 50000 \text{ Pa} = 5 \cdot 10^4 \text{ Pa}. \end{aligned}$$

Vježba 120

Ako se nekom idealnom plinu temperatura poveća za 40% uz konstantan volumen, tlak mu se poveća za 10^4 Pa . Koliki je početni tlak plina?

Rezultat: $2.5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.