

Srednje škole – 2. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

Upute za bodovanje: Ovdje je prikazan jedan način rješavanja zadataka. Ako učenici riješe zadatak drugačijim, a fizikalno ispravnim načinom, treba im dati puni broj bodova predviđen za taj zadatak. Ako učenici ne napišu posebno svaki ovdje predviđeni korak, a vidljivo je da su ga napravili, treba im dati bodove kao da su ga napisali.

1. Zadatak (14 bodova)

- A) Primjenjujemo Bernoullijevu jednadžbu između točke A smještene blizu površine fluida u spremniku i točke L smještene okomito ispod otvora, na udaljenosti L od nje.

a. Slučaj:

$$\frac{p_A}{\rho} + \frac{v_A^2}{2} + g(H + L) = \frac{p_L}{\rho} + \frac{v_L^2}{2} \quad (2 \text{ boda})$$

U ovome slučaju: $p_A = p_L = p_{atm}$ i $v_A \approx 0$

Dakle:

$$v_L = \sqrt{2g(H + L)} = 14.0 \text{ m/s} \quad (2 \text{ boda})$$

b. Slučaj:

Bernoullijeva jednadžba napisana između površine fluida u spremniku i točke L na izlazu iz cijevi napisana je točno kao i prije i još uvijek postoji: $p_A = p_L = p_{atm}$. Iz ovoga zaključujemo da su dvije brzine identične.

(2 boda)

- B) Ovaj put pišemo Bernoullijevu jednadžbu između točke koja se nalazi blizu površine i točke B koja se nalazi u izlaznom dijelu spremnika.

a. Slučaj:

$$\frac{p_A}{\rho} + \frac{v_A^2}{2} + g(H + L) = \frac{p_B}{\rho} + \frac{v_B^2}{2} + gL \quad (2 \text{ boda})$$

Gdje $p_A = p_B = p_{atm}$, dakle

$$v_B = \sqrt{2gH} = 9.90 \text{ m/s} \quad (2 \text{ boda})$$

b. Slučaj:

I dalje vrijedi Bernoullijeva jednadžba, a zbog jednadžbe kontinuiteta, brzina u cijevi mora biti konstantna, s obzirom na to da je fluid nekompresibilan, a presjek je konstantan. Dakle, imamo $v_B = \sqrt{2g(H + L)}$. Brzina protoka iz spremnika je stoga veća u slučaju b.

(2 boda)

C) Protok u dva slučaja je:

$$Q_a = \pi \frac{d^2}{4} \sqrt{2gH} = 0.311 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_b = \pi \frac{d^2}{4} \sqrt{2g(H+L)} = 0.440 \text{ m}^3/\text{s} \quad (2 \text{ boda})$$

Dakle veći je u slučaju b.

2. Zadatak (8 bodova)

Kad je tlak plina stalan, a mijenja se temperatura (izobarna promjena), obujam dane mase plina mijenjat će se prema Gay-Lussacovu zakonu, $\frac{V}{T} = \text{konst.}$ (1 bod)

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

$$m = \rho V \quad (1 \text{ bod})$$

Neka je V_1 obujam zraka na temperaturi T_1 , a V_2 obujam zraka nakon hlađenja. Budući da je tlak stalan (izobarna promjena!), slijedi:

$$V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} \quad (2 \text{ boda})$$

Promjena obujma je dakle:

$$\Delta V = V_1 - V_2 = V_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \quad (2 \text{ boda})$$

Masa vode koja će ući u bocu je:

$$m = \rho V = m V_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = 0.2 \text{ kg} \quad (2 \text{ boda})$$

3. Zadatak (12 bodova)

Da bi sustav splav + dječaci plutao, sila uzgona mora biti jednaka ukupnoj težini dječaka i splava. U ravnoteži vrijedi (u smjeru sile teže):

$$\sum F = F_U \quad (2 \text{ boda})$$

Sila uzgona jednaka je težini obujma istisnute tekućine. Ako je V obujam jednog trupca i n broj trupaca, u najgorem slučaju (trupci u potpunosti uronjeni u vodu), obujam istisnute vode je jednostavno nV . Dakle za silu uzgona vrijedi:

$$F_U = \rho_{\text{vode}} n V g \quad (2 \text{ boda})$$

Gdje je:

$$V = \pi (d/2) l \quad (2 \text{ boda})$$

Ukupna težina je zbroj težinadječaka i trupaca:

$$F_{ukupna} = F_{dječaci} + F_{debla} = 3mg + n\rho_{drvo}Vg \quad (2 \text{ boda})$$

Uz uvjet da je sila uzgona jednaki težini tri dječaka i n trupaca, dobivamo broj trupaca potrebnih da dječaci sa splavi plutaju:

$$n\rho_{voda}Vg = 3mg + n\rho_{drvo}Vg$$

Slijedi:

$$n(\rho_{voda}V - \rho_{drvo}V) = 3m$$

Iz toga:

$$n = \frac{3m}{V(\rho_{voda} - \rho_{drvo})} \cong 6.6 \quad (2 \text{ boda})$$

Dobivena vrijednost n nije cijeli broj. To znači da samo 6 trupca, čak i potpuno uronjena, nisu dovoljna da trojicu dječaka drže na površini vode. Tako da su najmanje sedam trupca potrebna da dječaci budu u zraku. (2 boda)

4. Zadatak (8 bodova)

Možemo postaviti sustav jednadžbi s nepoznatim koeficijentom termičke ekspanzije. Za linearnu termičku ekspanziju vrijedi jednadžba:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

Dakle za svaku šipku vrijedi:

$$\alpha_A = \frac{\Delta L_A}{L_A \Delta T_A} = 5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\alpha_B = \frac{\Delta L_B}{L_B \Delta T_B} = 5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\alpha_C = \frac{\Delta L_C}{L_C \Delta T_C} = 2.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1} \quad (2 \text{ boda})$$

Dakle A i B su od istog materijala ali C ne. (2 boda)

5. Zadatak (8 bodova)

Veličine kojima opisujemo stanje plina označit ćemo indeksima 1 za početno stanje, 2 kad ispuštimo plin i 3 nakon zagrijavanja plina.

Na klip djeluju tri sile: gravitacijska sila prema dole, sila kojom plin u cilindru djeluje na klip i sila zbog atmosferskog tlaka. Zbog ravnoteže sila vrijedi:

$$Sp_{atm} + mg = Sp_1$$

(2 boda)

Slijedi $p_1 = 100981 \text{ Pa}$.

Početni broj molova plina računamo primjenom jednadžbe stanja idealnog plina:

$$p_1 V_1 = n_1 R T_1, \quad \text{pri čemu je } V_1 = S h_1$$

Slijedi:

$$n_1 = \frac{p_1 V_1}{R T_1} = 0.410 \text{ mol}$$

U stanju 2 tlak i temperatura plina su kao i u stanju 1, ali broj molova plina u posudi se smanjio pa je i volumen manji. Tlak mora biti isti jer i dalje vrijedi ravnotežni uvjet:

$$Sp_{atm} + mg = Sp_2$$

Kada klip miruje na visini h_2 , vrijedi:

$$p_2 V_2 = n_2 R T_2, \quad \text{pri čemu je } T_1 = T_2, V_2 = S h_2 \text{ i } p_1 = p_2 \quad \textbf{(1 bod)}$$

$$n_2 = \frac{p_2 V_2}{R T_2} = 0.328 \text{ mol} \quad \textbf{(2 boda)}$$

Povećanjem temperature plina, klip se vraća na početnu visinu i tada vrijedi:

$$p_3 V_3 = n_3 R T_3, \quad \text{pri čemu je } n_3 = n_2, V_3 = V_1 \text{ i } p_3 = p_2 \quad \textbf{(1 bod)}$$

Slijedi:

$$\frac{p_3 V_3}{n_3 R} = T_3 = 370.19 \text{ K}$$

Temperatura plina mora se povećati za $370.19 \text{ K} - 296.15 \text{ K} = 74.04 \text{ K}$.

(2 boda)