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:

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

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

$$v_L = \sqrt{2g(H+L)} = 14.0\ m/s$$ **(2 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:

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

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

$$v_B = \sqrt{2gH} = 9.90\ m/s$$ **(2 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:

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

$$Q_b = \pi \frac{d^2}{4}\sqrt{2g(H+L)} = 0.440\ m^3/s$$ **(2 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, $\frac{V}{T} = konst.$ **(1 bod)**

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

$$m = \rho V$$ **(1 bod)**

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

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

Promjena obujma je dakle:

$$\Delta V = V_1 - V_2 = V_1 (1 - \frac{T_2}{T_1})$$ **(2 boda)**

Masa vode koja će ući u bocu je:

$$m = \rho V = mV_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = 0.2\ kg$$ **(2 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):

$$\sum F = F_U$$ **(2 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:

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

Gdje je:

$$V = \pi\,(d/2)\,l$$ **(2 boda)**

Ukupna težina je zbroj trežinadječaka i trupaca:

$$F_{ukupna} = F_{dječaci} + F_{debla} = 3mg + n\rho_{drvo}Vg$$ **(2 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:

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

Iz toga:

$$n = \frac{3m}{V(\rho_{voda} - n\rho_{drvo})} \cong 6.6$$ **(2 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:

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

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

$$\alpha_C = \frac{\Delta L_C}{L_C \Delta T_C} = 2.5 \times 10^{-6} C^{-1}$$ **(2 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 ispustimo 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 Pa.

Početni broj molova plina računamo primjenom jednadžbe stanja idealnog plina:

$$p_1V_1 = n_1RT_1, \qquad pri\ čemu\ je\ V_1 = Sh_1$$

Slijedi:

$$n_1 = \frac{p_1V_1}{RT_1} = 0.410\, mol$$ **(2 boda)**

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:

$$p_2V_2 = n_2RT_2, \qquad pri\ čemu\ je\ T_1 = T_2, V_2 = Sh_2\ i\ p_1 = p_2$$

$$n_2 = \frac{p_2V_2}{RT_2} = 0.328\, mol$$ **(2 boda)**

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

$$p_3V_3 = n_3RT_3, \qquad pri\ čemu\ je\ n_3 = n_2, V_3 = V_1\ i\ p_3 = p_2$$

Slijedi:

$$\frac{p_3V_3}{n_3R} = T_3 = 370.19K$$

Temperatura plina mora se povećati za 370.19 K – 296.15 K = 74.04 K. **(2 boda)**