OPČINSKO (GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 29 siječnja 2018.

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 (8 bodova)

Uzimajući u obzir jednadžbu kontinuiteta možemo napisati da je protok kroz točku 1 (u cijevi) jednak protoku kroz točku 2 (izlaz rupica):

$$Q_1 = Q_2$$ **(1 bod)**

Iz toga slijedi:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$ **(1 bod)**

Na kraju cijevi nalazi se n rupica promjera d_2 tako da je ukupna površina jednaka:

$A_2 = n \cdot \pi \cdot (d_2/2)^2$ **(2 boda)**

Na početku cijevi:

$A_1 = \pi \cdot (d_1/2)^2$ **(2 boda)**

Iz jednadžbe kontinuiteta dobivamo vrijednost konačne brzine

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} = 11{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$ **(2 boda)**

2. Zadatak (14 bodova)

Pogledajmo (volumne) protoke Q_1 i Q_2 dvije pumpi.
Protok Q definirana je kao omjer volumena fluida koji proteče u nekom vremenu i tog vremena:

Q = volumen / vrijeme

Stoga se ukupni volumen vode koji proteče kroz prvu pumpu može izraziti kao produkt protoka i ukupnog vremena potrebnog za punjenje spremnika.
Ako je t vrijeme potrebno da prva pumpa napuni bazen, vrijedi:

$V = Q_1 \cdot t$ **(1 bod)**

Slično tome, drugoj pumpi potrebno joj vrijeme (t + 2) h za punjenje spremnika volumena V:

$V = Q_2 \cdot (t + 2)$ **(1 bod)**

Iz toga slijedi:

$Q_1 \cdot t = Q_2 \cdot (t + 2)$ **(1 bod)**

Kada dvije pumpe rade istodobno, ukupni protok se sumira i volumen je jednak:

t = 1 h 20 m = (1 + (20/60)) h = 80/60 h = 4/3 h

$V = (Q_1 + Q_2) \cdot 4/3$ **(2 boda)**

Pomoću prethodne jednadžbe izrazimo Q_1: $Q_1 = (3/4) \cdot V - Q_2$ **(2 boda)**

Napravimo supstituciju: $Q_1 \cdot t = Q_2 \cdot (t + 2)$

I dobije se:

$[(3/4) \cdot V - Q_2] \cdot \mathrm{t} = Q_2 \cdot (t + 2)$ **(2 boda)**

Gdje je: $V = Q_2 \cdot (t + 2)$

Rješavanjem jednadžbe, slijedi:

$$\left[\frac{3}{4} \cdot Q_2 \cdot (t+2) - Q_2\right] \cdot t = Q_2 \cdot (t+2)$$

Iz koje slijedi:

$3\,t^2 - 2t - 8 = 0$ **(2 boda)**

Odbacivanjem negativnog rješenja koje nema fizičko značenje, dobije se vrijeme 2 h. **(2 boda)**
To znači da će prva pumpa raditi 2 sata dok će druga raditi duže od 2 sata, u biti 2h + 2h = 4 h **(1 bod)**

3. Zadatak (8 bodova)
Da bi disk upao u cilindar potrebno je smanjenje njegove površine, tako da konačna površina bude:

$S_f = \pi \cdot r^2$ **(2 boda)**

Krenuvši od početne površine:

$S_0 = \pi(r + \Delta r)^2$ **(2 boda)**

Uzimajući u obzir izraz za termalnu ekspanziju površine:

$S_f = S_0(1 + 2 \cdot \alpha\Delta T)$

$$\Delta T = \frac{\frac{S_f}{S_0} - 1}{2 \cdot \alpha}$$ **(2 boda**

Uvrštavajući zadane vrijednosti u jednadžbu dobije se:

ΔT= -30,27 K, dakle konačna temperatura je: T_f = 300 K – 30, 27K = 269,73 **(2 boda)**

Ako se za rješenju zadatka koristi linearna termička ekspanzija i dobije se istu vrijednost temperature, priznaje se rješenje.

4. Zadatak (12 bodova)

a) Za izračunavanje napetosti užeta primjenjuje se uvjet ravnoteže sila:

$$\vec{F}_{net} = \vec{T} + \vec{F}_A + \vec{F}_g = 0$$ **(2 boda)**

gdje je $\boldsymbol{F_A}$ sila uzgona a $\boldsymbol{Fg}$ gravitacijska sila. Projekcijom vektorske jednadžbe na os *y* dobivamo:

$$T + F_A - F_g = 0$$
$$T = F_g - F_A = mg - m_f g = (\rho - \rho_f)Vg$$ **(2 boda)**

Znajući da tijelo ima dvostruko veću gustoću od vode, dobivamo:

$$\begin{aligned} T &= (\rho - \rho_f)Vg \\ &= (2\rho_f - \rho_f)Vg \\ &= \rho_f Vg = \rho_f \frac{m}{2\rho_f} g \\ &= \frac{mg}{2} = \frac{0.5kg}{2} \times 9.8\, m/s^2 = 2.45\, N \end{aligned}$$ **(2 boda)**

b) Nakon rezanja užeta, na tijelo djelule sila različita od nule:

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_A + \vec{F}_g = m\vec{a}$$ **(2 boda)**

Projiciranjem prethodne jednadžbe na os *y* dobivamo ubrzanje tijela:

$$\begin{aligned} F_A - F_g &= ma \\ a &= \frac{F_A - F_g}{m} \\ &= \frac{m_f g - mg}{m} \\ &= \frac{(\rho_f - \rho)Vg}{\rho V} = \frac{(\rho_f - 2\rho_f)}{2\rho_f} g = -\frac{g}{2} \end{aligned}$$ **(2 boda)**

Brzina kojom tijelo dosegne dno posude, počevši s visine *h* = 1 m, je:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(y - y_0) = -2ah = 2\frac{g}{2}h = gh$$
$$v = \sqrt{gh} = 3.13\ m/s$$ **(2 boda)**

5. Zadatak (8 bodova)

a) Početni uvjeti su:

$P_p = P_0$, $V_p = 5.00 \times 10^{-3}\ \mathrm{m}^3$, $T_p = 293$ K

Konačno stanje je:
$P_k = P_0 + F/A$ = 1 atm + $(k \cdot h)/A$, $V_k = V_p + A \cdot h$, T_k =523 K

Gdje P_0 = 1 atm

Iz jednadžbe idealnog plina:

$$\frac{p_p V_p}{T_p} = \frac{p_k V_k}{T_k}$$ **(2 boda)**

Supstitucijom se dobiva:

$$\frac{p_0 + \frac{kh}{A}}{p_0} \cdot \frac{V_p + Ah}{V_p} = \frac{T_p}{T_k}$$ **(2 boda)**

Slijedi:

$$kh^2 + \left(Ap_0 + \frac{kV_p}{A}\right)h + p_0 V_p - \frac{T_p}{T_k} = 0$$ **(2 boda)**

Koje ima za rješenje h = 16,9 cm.

b) Može se koristiti jednadžba za tlak, dana na početku:

P_k = 1 atm + $(k \cdot h)/A$ = 1,35x10^5 Pa **(2 boda)**