OPĆINSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 29.01.2018.

Srednje škole – 2. skupina

VAŽNO: Tijekom ispita **ne smijte imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule…)**. Za pisanje, koristite kemijsku olovku ili nalivpero. ***Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora***.

1. zadatak (8 bodova)

Crijevo za zalijevanje ima unutarnji promjer 2 cm i njime struji voda brzinom 1 m/s.
Na završnom dijelu cijevi, gdje izlazi voda, nalazi se 24 rupa kružnog presjeka. Promjer svake rupe je 1,2 mm. Odredite brzinu vode koja izlazi iz rupa.

2. zadatak (14 bodova)

Za popunjavanje bazena koriste se dvije različite pumpe različitog protoka. Druga pumpa trebala bi raditi 2 sata dulje od prve da bi napunila bazen, ukoliko bi sama radila. Uz istovremeni rad obje pumpe, ukupno vrijeme za punjenje bazena je 1 sat i 20 min. Koliko dugo bi pumpe trebale raditi pojedinačno da bi svaka zasebno napunila bazen?

3. zadatak (8 bodova)

Na gornjem rubu cilindrične posude nalazi se disk od kositra (koeficijent linearne termičke ekspanzije $\alpha = 22\times10^{-6}\ °C^{-1}$) . Polumjer posude je r = 15 cm na temperaturi od T = 300 K, i disk prekriva rub s viškom od Δr = 0,1 mm i visina diska je mnogo manja od dubine posude.
Kolika treba biti temperatura diska kako bi upao u posudu?

4. zadatak (12 bodova)

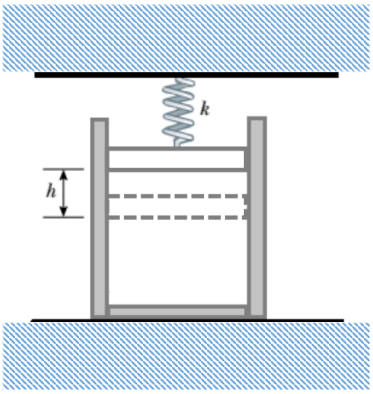
Tijelo mase m = 500 g, čija gustoća je dvostruko veća od vode, objesi se pomoću nerastezljivog užeta i potpuno uroni u posudu punu vode. Tijelo se nalazi na visini h = 1 m od dna posude. Izračunajte:

a) napetost užeta $\boldsymbol{T}$;
b) *brzinu* $\boldsymbol{v}$ kojom tijelo padne na dno posude nakon što se uže presiječe.

5. zadatak (8 bodova)

U cilindru koji stoji na podlozi nalazi se pomični klip koji je spojen pomoću opruge s elastičnom konstantom $2{,}00\times10^{3}$ N/m za fiksnu točku na strop (vidi sliku) . Na početku, kada je cilindar napunjen sa 5,00 L idealnog plina pri tlaku od 1,00 atm (1,00 atm = 101300 Pa) i temperaturi od 20,0 ° C, klip je u ravnoteži i opruga je u opuštenom stanju.

a) Klip ima površinu od 0,010 m^2, kliže bez trenja i ima zanemarivu masu. Koliko će se klip pomaknuti ako se temperatura povisi na 250 ° C?
b) Koji je tlak plina pri temperaturi 250 ° C?



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:

$[(3/4) \cdot V - Q_2] \cdot t = Q_2 \cdot (t + 2)$ **(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:

$3t^2 - 2t - 8 = 0$ **(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:

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

$P_p = P_0$, $V_p = 5.00 \times 10^{-3}$ 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)**