OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. 1. 2012.

Srednje škole – 2. skupina

1. zadatak (10 bodova)
Ako u staklenu šuplju kuglu vanjskog promjera 2 cm i mase 1 g stavimo 4 g žive, kugla će lebdjeti u tekućini nepoznate gustoće.

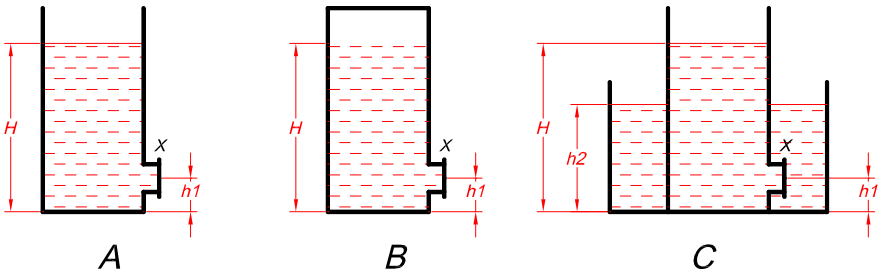
a) Izračunajte gustoću nepoznate tekućine
b) Koliko grama žive treba odliti iz kugle da bi kugla plivala u nepoznatoj tekućini tako da joj je četvrtina volumena iznad površine tekućine?

2. zadatak (11 bodova)
Kap kiše počinje padati s visine 300 m u odnosu na tlo. Kap pada jednoliko ubrzano akceleracijom 6 m/s^2. Na visini 50 m od tla kap se raspršiti na šest malih kapljica koje nastavljaju padati stalnom brzinom prema tlu.

a) Za koliko je temperatura kapi u trenutku raspršivanja veća od početne temperature kapi na visini 300 m?
b) Za koliko se tijekom pada poveća temperatura svake nastale kapljice?

Specifični toplinski kapacitet vode je 4190 J/(kgK).

3. zadatak (11 bodova)
Na slikama su prikazane tri jednake posude u koje je ulivena voda. Sve posude imaju oblik kvadra čija je baza dimenzija 6 cm x 6 cm i u svima je razina vode početno jednaka i iznosi H. Posuda B je poklopljena i u prostoru između vode i poklopca je vakuum. Posuda A i C su otvorene. Posuda C je uronjena u vodu tako da je ventil X ispod razine vode. U svim se posudama ventil X nalazi na istoj visini h_1 i površina presjeka mu je 4 cm^2. Za svaku posudu izračunajte brzinu istjecanja vode u trenutku kada se ventil X otvori. Atmosferski tlak je 10^5 Pa, H = 10 cm, h_1 = 2 cm, h_2 = 8 cm, gustoća vode je 1000 kg/m^3.



4. zadatak (11 bodova)
U zatvorenoj, toplinski izoliranoj, posudi nalazi se plin ozon (O_3) na temperaturi 527°C. Nakon nekog vremena sav ozon prijeđe u kisik (O_2). Izračunajte koliko se puta poveća tlak u posudi ako se pri pretvorbi jednog mola ozona u kisik oslobodi 140 J topline.
Uzmite da je specifični toplinski kapacitet kisika 800 J/(kgK). Molarna masa ozona je 48 g/mol, a kisika 32 g/mol.

5. zadatak (7 bodova)
Pozitivno nabijena kuglica mase M i naboja Q visi na niti izolatora. Na udaljenosti D ispod kuglice stavimo drugu kuglicu. Obje kuglice su zanemarivih dimenzija. Koliki mora biti po veličini i predznaku naboj te kuglice da bi se napetost niti povećala 3 puta?

OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. siječnja 2012.

Srednje škole – 2. skupina
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 (10 bodova)
R = 1 cm, M = 1 g, m = 4 g
a) Kugla lebdi, pa je ukupna težina kugle jednaka uzgonu:

$$(M+m)g = F_u \qquad \textbf{(2 boda)}$$

$$F_u = Vg\rho = \frac{4}{3}R^3\pi g\rho \qquad \textbf{(1 bod)}$$

Iz gornjih izraza za gustoću tekućine se dobije:

$$\rho = \frac{M+m}{\frac{4}{3}R^3\pi} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

$$\rho = 1.194\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1194\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

b) Da bi kugla plivala tako da joj jedna četvrtina volumena bude iznad tekućine, masa žive mora biti m'

$$(M+m')g = F_u \qquad \textbf{(1 bod)}$$

$$F_u = \frac{3}{4}(\frac{4}{3}R^3)\pi g\rho \qquad \textbf{(2 boda)}$$

Iz gornjih izraza dobije se da je masa žive:

$$m' = R^3\pi\rho - M = 2.75\text{g} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

pa iz kugle treba odliti

$$\Delta m = m - m' = 1.25\text{g} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

2. zadatak (11 bodova)
H = 300 m, h = 50 m, a = 6 m/s^2, g = 9.81 m/s^2, c = 4190 J/(kgK)
a) Prema zakonu očuvanja energije za kap kiše mase M vrijedi:

$$MgH = Mgh + \frac{Mv^2}{2} + Mc\Delta t \qquad \textbf{(2 boda)}$$

Budući da kap pada jednoliko ubrzano, brzna kapi kiše na visini h je:

$$v^2 = 2a(H-h) \qquad \textbf{(2 boda)}$$

Sređivanjem napisanih izraza dobiva se:

$$\Delta t = \frac{(g-a)(H-h)}{c} \qquad \textbf{(2 boda)}$$

$$\Delta t = 0.227^{\circ}\text{C} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

b) Budući da nastale kapljice padaju stalnom brzinom, prema zakonu očuvanja energije za svaku kapljicu mase m vrijedi:

$$mgh = mc\Delta t' \qquad \textbf{(2 boda)}$$

pa se svakoj kapljici tijekom padanja povisi temperatura za:

$$\Delta t = \frac{gh}{c} = 0.117^{\circ}\mathrm{C} \qquad \textbf{(2 boda)}$$

3. zadatak (11 bodova)

Primjenom Bernoullijevog teorema na gornju površinu vode (v_o, H) i otvor X (v, h_1) dobivamo:

Posuda A: $$p_{at} + (H - h_1)g\rho + \frac{\rho v_o^2}{2} = p_{at} + \frac{\rho v^2}{2} \qquad \textbf{(2 boda)}$$

Posuda C: $$p_{at} + (H - h_1)g\rho + \frac{\rho v_o^2}{2} = p_{at} + \frac{\rho v^2}{2} + (h_2 - h_1)g\rho \qquad \textbf{(2 boda)}$$

Uzevši u obzir da je protok vode stalan

$$S_o v_o = Sv$$

dobiva se:

Posuda A: $$v = \sqrt{\frac{2(H - h_1)g}{1 - (\frac{S}{S_o})^2}} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

$$v = 1.261\,\mathrm{m/s} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

Posuda C: $$v = \sqrt{\frac{2(H - h_2)g}{1 - (\frac{S}{S_o})^2}} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

$$v = 0.630\,\mathrm{m/s} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

U posudi B voda neće istjecati jer je $(H - h_1)g\rho = 784.8\,\mathrm{Pa} < p_{at} = 10^5\,\mathrm{Pa}$. **(3 boda)**

(Ili: Bernoullijeva jednadžba primijenjena na posudu B, $(H - h_1)g\rho + \frac{\rho v_o^2}{2} = p_{at} + \frac{\rho v^2}{2}$, daje negativno rješenje za kvadrat brzine pa je zaključak da voda neće istjecati iz posude)

4. zadatak (11 bodova)

Indeks 1 odnosi se na ozon, indeks 2 na kisik, T_1 = 800 K, M_1 = 48 g/mol, M_2 = 32 g/mol, c_2 = 800 J/(kgK), Q_o = 140 J/mol, V je volumen posude, m je masa plina i ona se ne mijenja.

Vrijede jednadžbe stanja idealnog plina:

$$p_1 V = n_1 R T_1 \quad \text{i} \quad p_2 V = n_2 R T_2 \qquad \textbf{(1 bod)}$$

Uzevši u obzir da vrijedi:

$$n_1 = \frac{m}{M_1} \quad \text{i} \quad n_2 = \frac{m}{M_2} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

za omjer tlakova se dobiva:

(*) $$\frac{p_2}{p_1} = \frac{M_1 T_2}{M_2 T_1}$$ **(2 boda)**

Pri pretvorbi ozona u kisik oslobodila se toplina Q zbog čega se kisiku povećala temperatura i konačno iznosi T_2:

$$Q = mc_2 \Delta T = mc_2 (T_2 - T_1)$$ **(1 bod)**

$$= n_1 Q_o = \frac{m}{M_1} Q_o$$

Temperatura kisika je:

$$T_2 = T_1 + \frac{Q_o}{M_1 c_2} = 803.6\text{K}$$ **(3 boda)**

Na temelju relacije (*), dobiva se

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{M_1}{M_2} + \frac{Q_o}{M_2 c_2 T_1}$$ **(2 boda)**

$$= 1.507$$

Dakle, tlak se poveća 1.507 puta. **(1 bod)**

5. zadatak (7 bodova)

Početno je nit napeta silom:

$$F_N = Mg$$ **(1 bod)**

Da bi se napetost niti povećala, kuglica koja se stavlja ispod obješene kuglice mora biti negativno nabijena. **(2 boda)**

Kada se ispod obješene stavi negativno nabijena kuglica napetost je:

$$F_N^{'} = Mg + k\frac{Qq}{D^2}$$ **(1 bod)**

Budući da je zadano $F_N^{'} = 3F_N$, iznos naboja postavljene kuglice je:

$$q = \frac{2MgD^2}{kQ}$$ **(3 boda)**