

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)

$$R = 1 \text{ cm}, M = 1 \text{ g}, m = 4 \text{ g}$$

a) Kugla lebdi, pa je ukupna težina kugle jednaka uzgonu:

$$(M + m)g = F_u \quad (2 \text{ boda})$$

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

Iz gornjih izraza za gustoću tekućine se dobije:

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

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

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

$$(M + m')g = F_u \quad (1 \text{ bod})$$

$$F_u = \frac{3}{4} \left(\frac{4}{3}R^3 \right) \pi g \rho \quad (2 \text{ boda})$$

Iz gornjih izraza dobije se da je masa žive:

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

pa iz kugle treba odliti

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

2. zadatak (11 bodova)

$$H = 300 \text{ m}, h = 50 \text{ m}, a = 6 \text{ m/s}^2, g = 9.81 \text{ m/s}^2, c = 4190 \text{ J/(kgK)}$$

a) Prema zakonu očuvanja energije za kap kiše mase M vrijedi:

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

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

$$v^2 = 2a(H - h) \quad (2 \text{ boda})$$

Sređivanjem napisanih izraza dobiva se:

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

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

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

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

$$mgh = mc\Delta t \quad (2 \text{ boda})$$

pa se svakoj kapljici tijekom padanja povisi temperatura za:

$$\Delta t = \frac{gh}{c} = 0.117^\circ \text{C} \quad (2 \text{ boda})$$

3. zadatak (11 bodova)

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

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

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

Uzevši u obzir da je protok vode stalan

$$S_o v_o = Sv$$

dobiva se:

Posuda A:
$$v = \frac{\sqrt{2(H - h_1)g}}{\sqrt{1 - \left(\frac{S}{S_o}\right)^2}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v = 1.261 \text{ m/s} \quad (1 \text{ bod})$$

Posuda C:
$$v = \frac{\sqrt{2(H - h_2)g}}{\sqrt{1 - \left(\frac{S}{S_o}\right)^2}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v = 0.630 \text{ m/s} \quad (1 \text{ bod})$$

U posudi B voda neće istjecati jer je $(H - h_1)g\rho = 784.8 \text{ Pa} < p_{at} = 10^5 \text{ Pa}$. (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, $T_1 = 800 \text{ K}$, $M_1 = 48 \text{ g/mol}$, $M_2 = 32 \text{ g/mol}$, $c_2 = 800 \text{ J/(kgK)}$, $Q_o = 140 \text{ J/mol}$, V je volumen posude, m je masa plina i ona se ne mijenja.

Vrijede jednadžbe stanja idealnog plina:

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

Uzevši u obzir da vrijedi:

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

za omjer tlakova se dobiva:

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

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

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

$$\begin{aligned} Q &= mc_2 \Delta T = mc_2 (T_2 - T_1) & (1 \text{ bod}) \\ &= n_1 Q_o = \frac{m}{M_1} Q_o \end{aligned}$$

Temperatura kisika je:

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

Na temelju relacije (*), dobiva se

$$\begin{aligned} \frac{p_2}{p_1} &= \frac{M_1}{M_2} + \frac{Q_o}{M_2 c_2 T_1} & (2 \text{ boda}) \\ &= 1.507 \end{aligned}$$

Dakle, tlak se povećá 1.507 puta. (1 bod)

5. zadatak (7 bodova)

Početno je nit napeta silom:

$$F_N = Mg \quad (1 \text{ bod})$$

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:

$$F'_N = Mg + k \frac{Qq}{D^2} \quad (1 \text{ bod})$$

Budući da je zadano $F'_N = 3F_N$, iznos naboja postavljene kuglice je:

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