



ZVEZA ZA TEHNIČNO KULTURO SLOVENIJE

Izbor slovenske ekipe za EUSO 2013

Državno tekmovanje

26. januar 2013



Čas reševanja: 120 minut.

Dovoljeni pripomočki: računalno, ravnilo, kotomer, šestilo, kemični svinčnik, radirka.

Merila za ocenjevanje

Napako kaznujemo samo enkrat. V nadaljnjih izračunih iz napačno izračunane vmesne količine vrednotimo postopek.

Če končni rezultat nima ustrezne enote ali ima več kot eno mesto preveč ali premalo, točke za rezultat ne dodelimo.

1.1 V katero skodelico tehtnice moramo postaviti utež, da je tehtnica spet v ravnovesju? Določite gostoto kvadra, ki je potopljen v vodi.

Pravilni odgovor: V DESNO - 1 točka.

Enakost sil - 1 točka.

$$F_{\text{vzgon}} = F_1$$

Prostornina telesa - 1 točka.

$$\rho_{\text{voda}} g V = m_1 g$$
$$V = \frac{m_1}{\rho_{\text{voda}}} = 20 \text{ cm}^3$$

Gostota telesa - 1 točka.

$$\rho = \frac{m_k}{V} = 2,7 \text{ g/cm}^3$$

Skupaj: 4 TOČKE.

1.2 Na kolikšni razdalji od leve skodelice mora biti podprta prečka?

Ravnovesje navorov - 1 točka.

$$(F_{\text{H}_2\text{O}} + F_1) r_1 = F r_2$$

Enačba, ki povezuje ročici in L - 1 točka.

$$r_2 = 2L - r_1$$

Izraz za r_1 - 1 točka.

$$r_1 = \frac{2FL}{F_{\text{H}_2\text{O}} + F_1 + F}$$

Pravilno vstavljeni izrazi za sile ali vrednosti - 1 točka.

Rezultat - 1 točka.

$$r_1 = \frac{2mL}{2m + m_1} = 18,2 \text{ cm}$$

Skupaj: 5 TOČK.

1.3 Kolikšno maso pokaže tehtnica, ko kroglica miruje na dnu posode?

Masa kroglice - 1 točka.

$$m_{\text{kroglice}} = \rho V = 35,6 \text{ g}$$

Masa, ki jo pokaže tehtnica - 1 točka.

$$m = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{kroglice}} = \rho V = 135,6 \text{ g}$$

Skupaj: 2 TOČKI.

1.4 Kolikšno maso kaže tehtnica med enakomernim padanjem kroglice v vodi? Odgovor utemeljite.

Rezultat - 1 točka.

$$m = 135,6 \text{ g (kakor pri nalogi 1.3)}$$

Utemeljitev - 1 točka.

Ker je gibanje kroglice enakomerno, mora biti vsota sil, ki delujejo na sistem, enaka nič. Tehtnica torej tudi med enakomernim padanjem kroglice kaže vsoto mase posode z vodo in mase kroglice. (Enako kot v 1.3, ko kroglica miruje in je rezultanta sil, ki delujejo na sistem, prav tako nič.)

Skupaj: 2 TOČKI.

2.1 Izračunajte število molekul poltežke vode (HDO) in število molekul težke vode (D₂O).

Masa ledenika - 1 točka.

$$m = \rho V = 920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 20000 \text{ m} \cdot 500 \text{ m} \cdot \frac{500 \text{ m}}{2} = 2,30 \cdot 10^{12} \text{ kg}$$

Število molekul ali množina vode - 1 točka.

$$N(\text{H}_2\text{O} + \text{HDO} + \text{D}_2\text{O}) \approx N(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m N_A}{M} = 7,69 \cdot 10^{37}$$
$$n(\text{H}_2\text{O} + \text{HDO} + \text{D}_2\text{O}) \approx n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = 1,28 \cdot 10^{14}$$

Število molekul poltežke vode (ugotovitev, da je razmerje 2 : 6400) - 1 točka.

$$N(\text{HDO}) = \frac{2N(\text{H}_2\text{O})}{6400} = 2,4 \cdot 10^{34}$$

Število molekul težke vode (ugotovitev, da je razmerje 1 : 6400²) - 1 točka.

$$N(\text{D}_2\text{O}) = \frac{N(\text{H}_2\text{O})}{6400^2} = 1,9 \cdot 10^{30}$$

Skupaj: 4 TOČKE.

2.2 Izračunajte, pri kateri temperaturi bi se zaradi lastnega pritiska talil led na dnu ledenika na njegovem izviru.

Tlak - 1 točka.

$$p = \rho_{\text{led}} g h = 4,51 \text{ MPa}$$

Sprememba molskega volumna - 1 točka.

$$\Delta V = M \left(\frac{1}{\rho_{\text{voda}}} - \frac{1}{\rho_{\text{led}}} \right) = -1,565 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$$

Temperatura zmrzišča - 1 točka.

$$T_2 = \frac{T_z \Delta V \Delta p}{\Delta H} + T_z = 272,83 \text{ K} = -0,32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Skupaj: 3 TOČKE.

2.3 Izračunajte vsoto translacijske kinetične energije vseh molekul zraka v enem kubičnem metru.

Tlak ali število molekul ali množina zraka v enem kubičnem metru - 1 točka.

$$p = p_0 \exp\left(\frac{-gM(h-h_0)}{RT_0}\right) = 42356 \text{ Pa}$$

Zapis enačbe za translacijsko energijo molekule - 1 točka.

$$W_k = \frac{3}{2}kT$$

Energija - 1 točka.

$$W_k = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}pV = 64 \text{ kJ}$$

Skupaj: 3 TOČKE.

2.4 Koliko bi moral znašati koeficient lepenja?

Ravnovesje sil - 0,5 točke.

$$F_d = F_l$$

Sila lepenja (zadostuje prva enakost) - 0,5 točke.

$$F_l = F_s k_l = F_g k_l \cos \alpha$$

Koeficient lepenja - 1 točka.

$$k_l = \tan \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

Skupaj: 2 TOČKI.

2.5 Koliko bi pri neaklimatiziranem belcu znašala saturacija hemoglobina?

Tlak - 1 točka.

$$p = p_0 \exp\left(\frac{-gM(h-h_0)}{RT_0}\right) = 35,0 \text{ kPa}$$

Parcialni tlak kisika (ugotovitev, kako ga izračunamo iz celokupnega tlaka) - 1 točka.

$$p_{O_2} = p \cdot 0,21 = 7,35 \text{ kPa}$$

Odčitek z grafa v ustreznih mejah - 1 točka.

$$\text{saturacija} = [86 \% ; 88 \%]$$

Skupaj: 3 TOČKE.

2.6 Kateri izmed grafov opisuje lastnosti hemoglobina pri šerpah? Kako visoko bi se lahko dvignil dobro pripravljen šerpa?

Pravilni odgovor: A - 1 točka. Odčitkov z napačne krivulje v nadaljevanju ne kazujemo dodatno.

Odčitek z grafa v ustreznih mejah - 1 točka.

$$p_{O_2} = [5,8 \text{ kPa}; 6,2 \text{ kPa}]$$

Višina - 1 točka.

$$h = \frac{RT_0}{-gM} \ln\left(\frac{p_{O_2}}{0,21 \cdot p_0}\right) + h_0 = [9198 \text{ m}; 9696 \text{ m}]$$

Skupaj: 3 TOČKE.

2.7 Koliko gramov glukoze bi porabil vsako sekundo za vzdrževanje normalne telesne temperature v teh pogojih?

Polmer krogle ali njena površina - 1 točka.

$$r = \sqrt[3]{\frac{4m}{3\rho\pi}} = 0,256 \text{ m}$$
$$S = 4\pi r^2 = 0,823 \text{ m}^2$$

Sevanje črnega telesa - 1 točka.

$$P_s = \sigma S (T_{\text{alpinist}}^4 - T_{\text{okolice}}^4) = 293 \text{ W}$$

Prevajanje toplote - 1 točka.

$$r_1 = 0,256 \text{ m}$$
$$r_2 = 0,406 \text{ m}$$
$$P_p = \frac{4\pi\lambda r_1 r_2 \Delta T}{r_2 - r_1} = 16,8 \text{ W}$$

Izračun mase ali "masnega toka" iz toplotnega toka - 1 točka.

$$\frac{m}{t} = \frac{M(P_s + P_p)}{\Delta H} = 0,020 \text{ g s}^{-1}$$
$$m = \frac{M(P_s + P_p)t}{\Delta H} = 0,020 \text{ g}$$

Skupaj: 4 TOČKE.

2.8 Kako oddaljeno je po ravni črti obzorje od vrha Mount Everesta?

Pravilen nastavek Pitagorovega izreka - 1 točka.

$$L^2 + R^2 = (R + h)^2$$

Razdalja - 1 točka.

$$L = \sqrt{(R + h)^2 - R^2} = 336 \text{ km}$$

Skupaj: 2 TOČKI.

2.9 Izračunajte prostorninski delež dušikovega(II) oksida.

Konstanta ravnotežja pri novi temperaturi - 1 točka.

$$K_{p,2} = K_{p,1} \exp\left(\frac{-\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)\right) = 2,30 \cdot 10^{-24}$$

Tlak na višini - 1 točka.

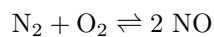
$$p = p_0 \exp\left(\frac{-gM(h - h_0)}{RT_0}\right) = 31,0 \text{ kPa}$$

Parcialni tlak kisika in dušika - 1+1 točka.

$$p_{\text{O}_2} = p \cdot 0,21 = 6,49 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{N}_2} = p \cdot 0,79 = 24,11 \text{ kPa}$$

Zapis reakcije ali konstante ravnotežja - 1 točka.



$$K_p = \frac{p_{\text{NO}}^2}{p_{\text{N}_2} p_{\text{O}_2}}$$

Parcialni tlak dušikovega(II) oksida iz konstante - 1 točka.

$$p_{\text{NO}} = \sqrt{K_p p_{\text{N}_2} p_{\text{O}_2}} = 1,90 \cdot 10^{-8} \text{ Pa}$$

Prostorninski delež dušikovega(II) oksida - 1 točka.

$$\varphi = \frac{p_{\text{NO}}}{p} = 6,14 \cdot 10^{-13}$$

Skupaj: 7 TOČK.

3.1 Obkrožite, ali je posamezna trditev pravilna ali napačna.

Vsi trije pravilni odgovori - 2 točki. Dva pravilna odgovora in en manjkajoč ali nepravilen odgovor - 1 točka. Vse ostale kombinacije - 0 točk.

3.1		B			D		F	
-----	--	---	--	--	---	--	---	--

Skupaj: 2 TOČKI.

3.2-3.4 Obkrožite pravilni odgovor.

Vsak pravilni odgovor - 1 točka.

3.2				Č		
3.3		B				
3.4						E

Skupaj: 3 TOČKE.

3.5 Obkrožite, ali je posamezna zapisana trditev pravilna ali napačna.

Vsak pravilni odgovor - 0,5 točke.

A		NAPAČNO
B		NAPAČNO
C	PRAVILNO	
Č		NAPAČNO
D		NAPAČNO
E		NAPAČNO
F	PRAVILNO	
G		NAPAČNO
H	PRAVILNO	

Skupaj: 4,5 TOČKE.

3.6 Obkrožite, ali je posamezna zapisana trditev pravilna ali napačna.

Vsak pravilni odgovor - 0,5 točke.

A		NAPAČNO
B		NAPAČNO
C		NAPAČNO
Č		NAPAČNO
D	PRAVILNO	
E	PRAVILNO	
F		NAPAČNO
G		NAPAČNO
H	PRAVILNO	
I	PRAVILNO	
J	PRAVILNO	
K		NAPAČNO
L		NAPAČNO

Skupaj: 6,5 TOČKE.