

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. veljače 2016.

Srednje škole – 2. grupa Rješenja i smjernice za bodovanje

Upute za bodovanje: Ovdje je prikazan jedan način rješavanja zadatka. 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 (9 bodova)

$$V = 0.00001 \text{ m}^3, \rho_k = 3000 \text{ kg/m}^3, \rho = 1000 \text{ kg/m}^3, g = 10 \text{ m/s}^2$$

Bez primjene vanjske sile F vrijedi:

$$G = F_u + \alpha v \quad (2 \text{ boda})$$

pa je konstanta proporcionalnosti:

$$\alpha = \frac{G - F_u}{v}$$

$$\text{Primjenom sile } F \text{ vrijedi: } G + \alpha 3v = F_u + F \quad (2 \text{ boda})$$

$$\text{Uvrštavanjem izraza za } \alpha: 4G - 4F_u = F \quad (1 \text{ bod})$$

Uzimajući u obzir izraze za težinu kuglice i silu uzgona:

$$G = mg = V\rho_k g \quad (1 \text{ bod})$$

$$F_u = V\rho g \quad (1 \text{ bod})$$

$$\text{Tražena sila je: } F = 4Vg(\rho_k - \rho) \quad (1 \text{ bod})$$

$$F = 0.8 \text{ N} \quad (1 \text{ bod})$$

2. zadatak (10 bodova)

Poznato: $V_i, p_i (i = 1, 4), T_o, T$

Nakon uspostave stacionarnog stanja, tlak u svim dijelovima je jednak:

$$p_1' = p_2' = p_3' = p_4' \equiv p \quad (1 \text{ bod})$$

Jednadžbe stanja idealnog plina prije i nakon:

$$\frac{p_i V_i}{T_o} = n_i R \quad \frac{p_i' V_i'}{T} = n_i R \quad (1 \text{ bod})$$

$$(*) \quad V_1' = \frac{p_1 V_1 T}{p T_o} \quad (1 \text{ bod})$$

$$(**) \quad V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = V_1' + V_2' + V_3' + V_4' \quad (1 \text{ bod})$$

$$\text{Uvrštavanjem } (*) \text{ u } (**): \frac{p_1 V_1 T}{p T_o} + \frac{p_2 V_2 T}{p T_o} + \frac{p_3 V_3 T}{p T_o} + \frac{p_4 V_4 T}{p T_o} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$\text{Traženi konačni tlak je: } p = \frac{T}{T_o} \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3 + p_4 V_4}{V_1 + V_2 + V_3 + V_4} = \frac{T}{T_o} \frac{\sum_{i=1}^4 p_i V_i}{\sum_{i=1}^4 V_i} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\text{Prema } (*) \text{ traženi volumeni su: } V_1' = p_1 V_1 \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3 + p_4 V_4} = p_1 V_1 \frac{\sum_{i=1}^4 V_i}{\sum_{i=1}^4 p_i V_i} \quad (1 \text{ bod})$$

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. veljače 2016.

$$V_2' = p_2 V_2 \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3 + p_4 V_4} = p_2 V_2 \frac{\sum_{i=1}^4 V_i}{\sum_{i=1}^4 p_i V_i} \quad (1 \text{ bod})$$

$$V_3' = p_3 V_3 \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3 + p_4 V_4} = p_3 V_3 \frac{\sum_{i=1}^4 V_i}{\sum_{i=1}^4 p_i V_i} \quad (1 \text{ bod})$$

$$V_4' = p_4 V_4 \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3 + p_4 V_4} = p_4 V_4 \frac{\sum_{i=1}^4 V_i}{\sum_{i=1}^4 p_i V_i} \quad (1 \text{ bod})$$

3. zadatak (11 bodova)

$m = 0.008 \text{ kg}$, $L = 0.5 \text{ m}$, $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

Početno, trokut koji čine niti i spojnica kuglica (r) je jednakostranični:

$$r = L \quad (1 \text{ bod})$$

$$\frac{F_{\text{coul}}}{G} = \frac{\frac{L}{2}}{L \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \quad (1 \text{ bod})$$

Uvrštavanjem izraza: $F_{\text{coul}} = k \frac{q_1 q_2}{L^2}$ i $G = mg$ (1 bod)

(a) $q_1 q_2 = \frac{\sqrt{3} mg L^2}{3k} = 1.283 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2$ (1 bod)

Nakon što kuglice zauzmu drugi položaj, trokut koji čine niti i spojnica kuglica (R) je jednakokrani pravokutni trokut, a naboj svake kuglice je q:

(b) $q = \frac{q_1 + q_2}{2}$ (1 bod)

$$R = L\sqrt{2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$F_{\text{coul}} = G \quad (1 \text{ bod})$$

$$k \frac{q^2}{2L^2} = mg \text{ pa je } q = L\sqrt{mg/2k} \quad (1 \text{ bod})$$

(c) $q = 2.108 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ (1 bod)

Na temelju (a-c): $q_1 = 3.886 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ (1 bod)

$$q_2 = 3.301 \cdot 10^{-7} \text{ C} \quad (1 \text{ bod})$$

4. zadatak (9 bodova)

$p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $T_1 = 303 \text{ K}$, $Q = 16000 \text{ J}$, $n = 4 \text{ mol}$, $c_p = 29.2 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$, $R = 8.314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$

Budući da je obavljeni rad nula, toplina predana plinu jednaka je promjeni unutarnje energije plina:

$$Q = \Delta U \quad (1 \text{ bod})$$

$$\Delta U = n \cdot c_v \cdot \Delta T \quad (1 \text{ bod})$$

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. veljače 2016.

$$c_v = c_p - R = (29.2 - 8.314) \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 20.886 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\Delta t = \frac{Q}{n \cdot c_{m,v}} = \frac{16000 \text{ J}}{4 \text{ mol} \cdot 20.886 \frac{\text{J}}{\text{molK}}} = 191.52 \text{ K}$$

$$T_2 = T_1 + \Delta t \quad (1 \text{ bod})$$

$$T_2 = 494.52 \text{ K} \quad (2 \text{ boda})$$

Za izohornu promjenu vrijedi: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad (1 \text{ bod})$

$$p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = \frac{200000 \text{ Pa} \cdot 494.52 \text{ K}}{303 \text{ K}} = 326415.84 \text{ Pa} \quad (2 \text{ boda})$$

5. zadatak (11 bodova)

$$m_1 = 0.005 \text{ kg}, m_2 = 0.010 \text{ kg}, q_1 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ C}, q_2 = -8 \cdot 10^{-8} \text{ C}, d_o = 0.2 \text{ m}, d = 0.12 \text{ m}, k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

a) Zakon očuvanja energije: $k \frac{q_1 q_2}{d_o} = k \frac{q_1 q_2}{d} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad (2 \text{ boda})$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2kq_1 q_2 (d - d_o)}{d d_o m_2}} = 0.15492 \text{ m/s} \approx 0.155 \text{ m/s} \quad (1 \text{ bod})$$

Relativna brzina: $v = v_2 - v_1 = 0.155 \text{ m/s} - 0 = 0.155 \text{ m/s} \quad (1 \text{ bod})$

b) Zakon očuvanja energije $k \frac{q_1 q_2}{d_o} = k \frac{q_1 q_2}{d} + \frac{m_2 v_2^2}{2} + \frac{m_1 v_1^2}{2} \quad (2 \text{ boda})$

Zakon očuvanja količine gibanja: $0 = m_2 v_2 + m_1 v_1 \quad (2 \text{ boda})$

$$(\text{ili } 0 = m_2 v_2 - m_1 v_1)$$

Rješavanjem sustava kojeg čine jednačbe zakona očuvanja:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2kq_1 q_2 m_2 (d - d_o)}{d d_o m_1 (m_1 + m_2)}} = 0.17889 \text{ m/s} \approx 0.179 \text{ m/s} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v_2 = -\frac{m_1}{m_2} v_1 = -0.0895 \text{ m/s} \quad (1 \text{ bod})$$

$$(\text{ili } v_2 = \frac{m_1}{m_2} v_1 = 0.0895 \text{ m/s})$$

Relativna brzina: $v = v_2 - v_1 = -0.0895 \text{ m/s} - 0.179 \text{ m/s} = -0.2685 \text{ m/s} \quad (1 \text{ bod})$

$$(\text{ili } v = v_2 + v_1 = 0.0895 \text{ m/s} + 0.179 \text{ m/s} = 0.2685 \text{ m/s})$$

Napomena: U rješenjima je uzeto da je pozitivan smjer smjer gibanja kuglice 2 tj $v_2 > 0$. Naravno, priznaje se i ako učenici uzmu da je to negativan smjer.