

# ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2021.

## 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 (10 bodova)

Prsten i kugla imaju jednak promjer pri ravnotežnoj temperaturi; pamteći zakon linearnog širenja, može se napisati:

$$l_0^{Al} (1 + \alpha_{Al}(T_k - T_p)) = l_0^{Cu} (1 + \alpha_{Cu} T_k) \quad (2 \text{ boda})$$

Slijedi za  $T_k$

$$T_k (l_0^{Al} \alpha_{Al} - l_0^{Cu} \alpha_{Cu}) = l_0^{Cu} - l_0^{Al} + l_0 \alpha_{Al} T_p^{Al}$$

$$T_k = \frac{1 - 1.002 + 1.002 \times 23 \cdot 10^{-6} \times 100}{1.002 \times 23 \cdot 10^{-6} - 1 \times 17 \cdot 10^{-6}} = 50.4^\circ C \quad (2 \text{ boda})$$

Aluminijska kugla preda količinu topline

$$|Q| = m^{Al} (kg) \times 900 \frac{J}{kgK} \times 49.6K \quad (2 \text{ boda})$$

Bakreni prsten primi količinu topline

$$Q = 0.020kg \times 386 \frac{J}{kgK} \times 50.4^\circ C \quad (2 \text{ boda})$$

izjednačavanjem dviju jednadžbe dobiva se masa kugle

$$m = \frac{0.020kg \times 386 \frac{J}{kgK} \times 50.4^\circ C}{900 \frac{J}{kgK} \times 49.6K} = 8.72 \cdot 10^{-3} kg = 8.72g \quad (2 \text{ boda})$$

### 2. Zadatak (8 bodova)

Jednadžbe gibanja su za x i y os su:

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t = 161 \text{ km/h} \cdot t$$

$$y(t) = y_0 - \frac{1}{2}gt^2 = 1.7 \text{ m} - 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 \quad (2 \text{ boda})$$

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2021.

a) Vrijedi da:

$$x(t_1) = \frac{d}{2} = v_{0x}t_1 \text{ dakle } t_1 = \frac{d}{2v_{0x}} = \frac{18.3 \text{ m}}{89.4 \text{ m/s}} = 0.205 \text{ s} \quad (1 \text{ bod})$$

b) Vrijedi da:

$$x(t_2) = d = v_{0x}t_2 \text{ dakle } t_2 = \frac{d}{v_{0x}} = \frac{18.3 \text{ m}}{44.7 \text{ m/s}} = 0.41 \text{ s}$$

$$\text{Slijedi } t_2 - t_1 = 0.41 \text{ s} - 0.205 \text{ s} = 0.205 \text{ s} \quad (1 \text{ bod})$$

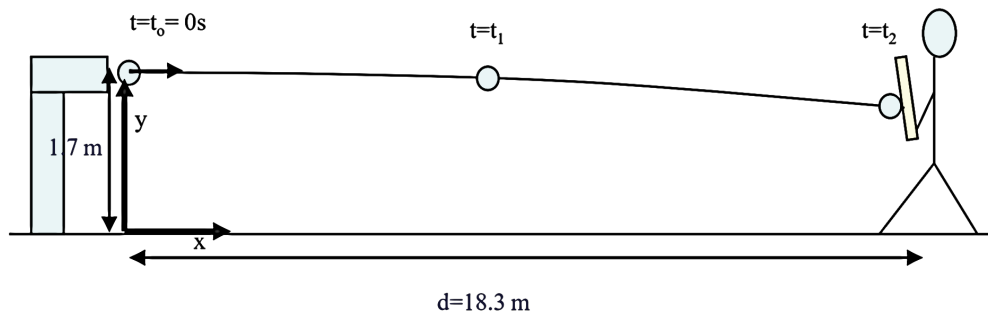
c) Za  $y(t_1)$

$$y(t_1) = 1.7 \text{ m} - \frac{9.8 \cdot (0.205)^2}{2} \text{ m} = 1.70 \text{ m} - 0.21 \text{ m} = 1.49 \text{ m} \quad (1 \text{ bod})$$

d) Za  $y(t_2)$

$$y(t_2) = 1.7 \text{ m} - \frac{9.8 \cdot (0.41)^2}{2} \text{ m} = 1.70 \text{ m} - 0.82 \text{ m} = 0.88 \text{ m} \quad (1 \text{ bod})$$

e) Prikaz putanje izgleda na slijedeći način:



(2 boda)

3. Zadatak (12 bodova)

Koristeći zakon o idealnom plinu možemo pisati:

$$P_A = nR \frac{T_A}{V_A} = (0,120 \text{ mol})(8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})) \frac{301 \text{ K}}{1,00 \text{ L}} = 3,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_B = T_A = 301 \text{ K (izotermni proces)}$$

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2021.

$$P_B = P_A \frac{V_A}{V_B} = (3,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}) \frac{1,00 \text{ L}}{0,50 \text{ L}} = 6,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_C = P_B \text{ (izobarni proces)}$$

$$V_C = V_B \frac{T_C}{T_B} = (0,50 \text{ L}) \frac{500 \text{ K}}{301 \text{ K}} = 0,83 \text{ L}$$

$$T_D = T_C = 500 \text{ K (izotermni proces)}$$

$$V_D = V_C \frac{P_C}{P_D} = (0,83 \text{ L}) \frac{6,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{3,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 1,66 \text{ L}$$

Dakle:

	$T(\text{K})$	$P(\text{Pa})$	$V(\text{L})$
A	301	<b>3.00X10<sup>5</sup></b>	1.00
B	<b>301</b>	<b>6.00X10<sup>5</sup></b>	0.50
C	500	<b>6.00X10<sup>5</sup></b>	<b>0.83</b>
D	<b>500</b>	<b>3.00X10<sup>5</sup></b>	<b>1.66</b>

(4 boda)

Znamo da vrijede:

$$W_{izoterma} = nRT \ln \frac{V_k}{V_p}$$

$$W_{izobara} = P\Delta V$$

$$\Delta U = nRc_V\Delta T$$

Dakle ima se da:

	$\Delta U(\text{J})$	$W(\text{J})$	$Q(\text{J})$
A→B	<b>0</b>	<b>-208</b>	
B→C	<b>298</b>	<b>198</b>	
C→D	<b>0</b>	<b>346</b>	
D→A	<b>-298</b>	<b>-198</b>	

(4 boda)

## ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2021.

Koristeći prvi princip termodinamike možemo izračunati  $Q$

	$\Delta U(J)$	$W(J)$	$Q(J)$
A→B	0	-208	<b>-208</b>
B→C	298	198	<b>496</b>
C→D	0	346	<b>346</b>
D→A	-298	-198	<b>-496</b>

**(2 boda)**

Učinkovitost ciklusa je dakle:

$$L = 138\text{J}$$

$$Q_C = 496\text{J} + 346\text{J} = 842\text{J}$$

$$\eta = \frac{138\text{J}}{842\text{J}} = 16\%$$

**(2 boda)**

#### 4. Zadatak ( 10 bodova)

- a) Iz jednadžbe stanja plina, znajući da je broj molova dan s  $n = N/N_A$ , gdje je  $N$  broj traženih atoma, a  $N_A$  Avogadrov broj, ima se

$$pV = NkT \text{ gdje } k = R/N_A$$

Dakle

$$N_{\text{He}} = \frac{p_{\text{He}}V_{\text{He}}}{kT_{\text{He}}} = 2,44 \times 10^{22}$$

$$N_{\text{Ne}} = \frac{p_{\text{Ne}}V_{\text{Ne}}}{kT_{\text{Ne}}} = 1,47 \times 10^{22}$$

**(2 boda)**

Kinetička energija molekula plina, koji je monatomski, podudara se s translacijskom energijom.

Stoga:

$$E = \frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}m\overline{v^2} \Rightarrow 3RT = N_A m\overline{v^2} = M\overline{v^2} \text{ gdje je } M \text{ molarna masa plina}$$

## ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2021.

Slijedi:

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}, \text{ za helij je } 1.37 \times 10^3 \text{ ms}^{-1} \text{ a za neon je } 0.786 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}. \quad (2 \text{ boda})$$

- b) Volumen smjese dvostruko je veći od volumena svakog plina. Svaki plin ima parcijalni tlak koji je polovica početnog tlaka. Dakle, ukupno je tlak smjese uvijek jednak atmosferskim tlakom.

$$T = \frac{pV}{Nk} \text{ gdje } N = N_{\text{He}} + N_{\text{Ne}} = 3.91 \times 10^{22}$$

$$T = 375 \text{ K} \quad (3 \text{ boda})$$

- c) Ukupna unutarnja varijacija energije zbroj je unutarnje varijacije energije svakog plina.

$$\Delta U = \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{\text{Ne}}$$

$$\Delta U_{\text{He}} = n_{\text{He}} C_V \Delta T_{\text{He}} = \frac{3}{2} k N_{\text{He}} \Delta T_{\text{He}} = 38 \text{ J}$$

$$\Delta U_{\text{Ne}} = \frac{3}{2} k N_{\text{Ne}} \Delta T_{\text{Ne}} = -38 \text{ J}$$

$$\text{Dakle } \Delta U = 0 \quad (3 \text{ boda})$$

Kako i treba biti s obzirom na prvi zakon termodinamike, jer nema izmjene topline s okolinom, i nije izvršen nikakav rad.

### 5. Zadatak (10 bodova)

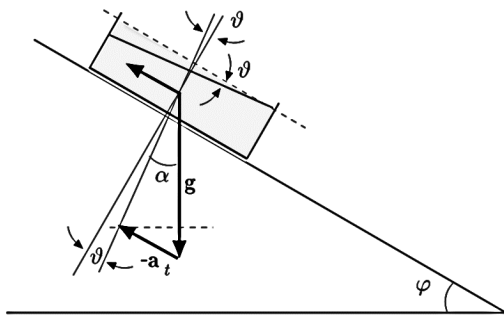
U referentnom sustavu spremnika postoji ravnoteža između površinskih sila tekućine i unutrašnje sile; ove zadnje su uzrokovane težinom tekućine i vučne sile. Zbroj tih sila je pravokutan na izobaričnu površinu tekućine. Ubrzanje vuče je  $a_t = g \sin \vartheta$ , suprotno ubrzanju kojim se pomiče posuda niz kosine. Zbroj vektora  $g$  i  $a_t$  je pravokutan na nagnutu ravninu i prema tome na slobodnu površinu tekućine.

U slučaju trenja vučna sila je:

$$a_t = g \sin \varphi - \mu g \cos \varphi = 7.76 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ boda})$$

Zbroj vektora  $g$  i  $a_t$  mora biti pravokutan prema slobodnoj površini tekućine, ali nije pravokutan prema nagnutoj ravnini.

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2021.



**(2 boda)**

Kut  $\alpha$  koji sila teže stvara s normalom na slobodnu površinu tekućine, vidi sliku; može se pisati putem slijedeće jednadžbe:

$$\tan \alpha = \frac{a_t \cos \varphi}{g - a_t \sin \varphi} = 1.256$$

**(2 boda)**

Znamo da  $\theta = \varphi - \alpha$

$$\theta = 60 - \arctan(1.256) = 8,53^\circ$$

**(4 boda)**

Ako bi se koristila pravila trigonometrije u prethodnim jednadžbama može se dokazati da:

$$\tan \theta = \mu$$

Dakle:

$$\theta = 8,53^\circ$$