

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2022.

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 (10 bodova)

Ako je A površina klipa u stanju ravnoteže, u početnome stanju, vrijedi:

$$p_{\text{atm}} = \frac{p_{\text{atm}}}{4} + \frac{M_0 g}{A} \quad (2 \text{ boda})$$

Slijedi:

$$\frac{M_0 g}{A} = \frac{3p_{\text{atm}}}{4} \quad (1 \text{ bod})$$

U konačnom stanju možemo pisati:

$$p_{\text{atm}} = p_1 + \frac{(M_0/3)g}{A} \quad (1 \text{ bod})$$

Iz čega slijedi:

$$p_1 = p_a - \frac{p_a}{4} = \frac{3p_a}{4} = 0.75p_a = 3p_0 \quad (2 \text{ boda})$$

Radi se o adijabatskom procesu, dakle možemo pisati:

$$p_0 V_0^\gamma = p_1 V_1^\gamma \quad \text{gdje} \quad \gamma = \frac{5}{3} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\frac{p_a}{4} V_0^\gamma = \frac{3}{4} p_a V_1^\gamma$$

Iz čega:

$$V_1 = \frac{V_0}{3^{3/5}} = 0.517V_0 \quad (2 \text{ boda})$$

2. Zadatak (10 bodova)

Za riješiti ovaj zadatak možemo uspostaviti sustav jednačbi sa dvije nepoznanice. Znajući da se radi o istom metalu u oba slučajeve možemo pisati:

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2022.

$$\begin{cases} 200g \cdot c_s \cdot (T - 12)^\circ\text{C} = 275g \cdot c \cdot (12 - 10)^\circ\text{C} \\ 250g \cdot c_s \cdot (T - 14)^\circ\text{C} = 168g \cdot c \cdot (14 - 10)^\circ\text{C} \end{cases} \quad (3 \text{ boda})$$

Slijedi:

$$\begin{cases} 200c_s(T - 12) = 550c \\ 250c_s(T - 14) = 672c \end{cases}$$

Ako se izrazi omjer toplinskih kapaciteta:

$$\begin{cases} c_s/c = \frac{550}{200(T-12)} \\ c_s/c = \frac{672}{250(T-14)} \end{cases} \quad (2 \text{ boda})$$

Dakle:

$$\frac{11}{4(T-12)} = \frac{336}{125(T-14)} \quad (3 \text{ boda})$$

Iz čega dobije se da:

$$T = \frac{3122}{31} = 100.7^\circ\text{C} \quad (2 \text{ boda})$$

3. Zadatak (10 bodova)

Za silu podloge R vrijedi:

$$R = mg - S \quad (1 \text{ boda})$$

gdje S je sila uzgona. Ako se uzmu u obzir gustoća vode, površina presjeka šipke i njezin uronjeni dio:

$$R = \rho A l g - \rho_{voda} A l_{ur} g = A l g \left(\rho - \frac{l_{ur}}{l} \rho_{voda} \right) = mg \left(1 - \frac{l_{ur}}{l} \frac{\rho_{voda}}{\rho} \right) \quad (2 \text{ boda})$$

Kako se šipka može gibati oko osi položaj ravnoteže naći će se na određenom kutu ϑ , za koji je suma momenta sile teže i sile uzgona prema centru jednaka nula:

$$\rho A l g \frac{l}{2} \sin \theta = \rho_{voda} A l_{im} g \left(l - \frac{l_{ur}}{2} \right) \sin \theta \quad (2 \text{ boda})$$

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2022.

Slijedi:

$$\rho l^2 = 2\rho_{voda} l l_{ur} - \rho_{voda} l_{ur}^2, \Rightarrow \left(\frac{l_{ur}}{l}\right)^2 - 2\frac{l_{ur}}{l} + \frac{\rho}{\rho_{voda}} = 0$$

Odatle:

$$\frac{l_{ur}}{l} = 1 \pm \sqrt{1 - \frac{\rho}{\rho_{voda}}} = 1 \pm 0.632$$

Uzimamo u obzir fizikalno smisljeno rješenje (predznak '-'):

$$\frac{l_{ur}}{l} = 0.368 \quad \text{(3 boda)}$$

Sila podloge je:

$$R = mg \left(1 - \frac{l_{ur} \rho_{voda}}{\rho}\right) = 1.14N \quad \text{(2 boda)}$$

4. Zadatak (6 bodova)

Jednadžba koji povezuje prosječnu kinetičku energiju molekula (mikroskopsku) s temperaturom (veličina koja opisuje makroskopsko svojstvo) je:

$$\frac{1}{2} m v_{qm}^2 = \frac{3}{2} kT$$

Iz čeka srednja kvadratna brzina je:

$$v_{qm} = \sqrt{\frac{3kT_H}{m_H}} \quad \text{(2 boda)}$$

Možemo dakle pisati

$$\frac{3kT_{He}}{m_{He}} = \frac{3kT_H}{m_H}$$

Znamo da $m_{He} = 2m_H$, dakle

$$T_{He} = 2T_H = 2 \times 293K = 586K = 313^\circ C \quad \text{(2 boda)}$$

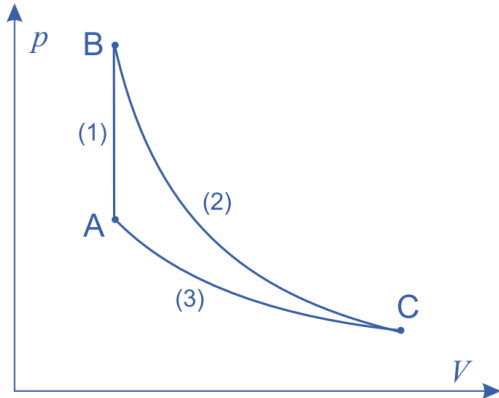
Za molekule dušika vrijedi:

$$\frac{3kT_{He}}{m_{He}} = \frac{3kT_N}{m_N}$$

$$\text{Slijedi: } T_N = T_{He} \cdot \frac{m_N}{m_{He}} = 586K \cdot 7 = 4102K \quad \text{(2 boda)}$$

5. Zadatak (14 bodova)

Graf ciklusa je:



(2 boda)

a) Znamo da je proces (2) adijabatski, a (3) izotermni, dakle možemo pisati:

$$(2) \quad p_C V_C^\gamma = p_B V_B^\gamma = 2p_A V_A^\gamma \quad \text{gdje } \gamma = 5/3 \text{ pošto se radi o jedno atomskom plinu}$$

$$(3) \quad p_C V_C = p_A V_A$$

Ako podijelimo međusobno prethodne jednadžbe dobije se:

$$V_C = 2^{3/2} V_A = 2\sqrt{2} V_A = 2.83 V_A$$

(2 boda)

Za tlak vrijedi:

$$p_C = 2^{-3/2} p_A = \frac{\sqrt{2}}{4} p_A = 0.3536 p_A$$

(2 boda)

b) Učinkovitost je $\eta = L/Q_{aps}$, to je omjer između izvršenog rada i apsorbirane topline. Tijekom ciklusa, u transformaciji (1) apsorbirana toplina je $Q_1 > 0$; u (2), koja je adijabatska, nema izmjene topline ($Q_2 = 0$), a u (3), izotermnoj kompresiji, oslobađa se toplina i $Q_3 < 0$. Prema prvom zakonu termodinamike, s obzirom da se u zatvorenom ciklusu unutarnja energija ne mijenja, možemo pisati:

$$\Delta U = Q - L = 0$$

$$L = Q = Q_{abs} + Q_{osl}$$

Slijedi:

$$\eta = \frac{Q_{ass} + Q_{osl}}{Q_{ass}} = 1 + \frac{Q_{osl}}{Q_{ass}} = 1 + \frac{Q_3}{Q_1}$$

(2 boda)

Ako uzmemo u obzir jednadžbe stanja za dane procese dobijemo:

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2022.

$$Q_1 = nc_V \Delta T = \frac{3}{2} V_A (p_B - p_A) = \frac{3}{2} p_A V_A$$

$$Q_3 = nRT_A \ln \frac{V_A}{V_C} = p_A V_A \ln \frac{V_A}{V_C} \quad (2 \text{ boda})$$

Možemo sad izračunati učinkovitost ciklusa:

$$\eta = 1 + \frac{2}{3} \ln \frac{V_A}{V_C} = 1 - \ln 2 = 0.3069 = 30.69\% \quad (2 \text{ boda})$$

c) Učinkovitost ciklusa je $\eta = L/Q_{ops}$, snaga je dan kao rad po jedinici vremena. Ako je N broj ciklusa napravljeni u rasponu vremena Δt

$$P = \frac{NL}{\Delta t} = Lf = \eta Q_{ass} f = 1.38 \text{ kW} \quad (2 \text{ boda})$$