

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 (8 bodova)

a) Uzimajući u obzir energiju otpuštenu prema spremniku niske temperature:

$$|Q_c| = 8000J$$

Učinkovitost ciklusa je:

$$\eta = \frac{w}{|Q_h|} = 1 - \frac{|Q_c|}{|Q_h|} = 0,250 \quad (2 \text{ boda})$$

Iz toga slijedi da je energija oslobođena od spremnika više temperature:

$$|Q_h| = \frac{|Q_c|}{1-\eta} = 10,7 \text{ kJ} \quad (2 \text{ boda})$$

b) Rad za svaki ciklus je:

$$W = |Q_h| - |Q_c| = 2667J \quad (2 \text{ boda})$$

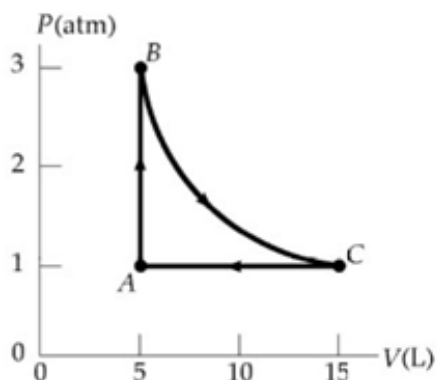
Uzimajući u obzir da $P = W/\Delta t$

Dobije se:

$$\Delta t = \frac{W}{P} = 0,533 \text{ s} \quad (2 \text{ boda})$$

2. Zadatak (14 bodova)

a) Graf pocesa prikazan je na sljedećoj slici:



(1 bod)

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 06.03.2018.

b) Broj molova se može izračunati iz jednadžbe idealnog plina za stanje A:

$$n = \frac{p_A V_A}{RT_A} = 0,203 \text{ mol} \quad (1 \text{ bod})$$

Stanje A:

$$p_A = 1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_A = 5.00 \text{ L} = 5.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_A = 300 \text{ K} \quad (1 \text{ bod})$$

Stanje B:

$$p_B = 3 \text{ atm} = 3 \times 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 3.04 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_B = 5.00 \text{ L} = 5.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_B = p_B V_B / nR = 900 \text{ K} \quad (1 \text{ bod})$$

Stanje C:

$$p_C = p_A = 1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_C = nRT_C / p_C = 15 \text{ L}$$

$$T_C = T_B = 900 \text{ K} \text{ budući da je transformacija B} \rightarrow \text{C izoterma.} \quad (1 \text{ bod})$$

c) Da bi se izračunao rad W koji obavi plin, te toplina Q i promjena unutarnje energije ΔU , u svakom koraku može se napisati:

A→B :

$$W_{AB} = 0 \text{ za izokorni proces} (V_A = V_B)$$

$$(\Delta U)_{AB} = U_B - U_A$$

$$= 3/2 nRT_B - 3/2 nRT_A$$

$$= 3/2 nR(T_B - T_A) = 1.52 \times 10^3 \text{ J}$$

$$Q_{AB} = (\Delta U)_{AB} + W_{AB} = (\Delta U)_{AB} = 1.52 \times 10^3 \text{ J} \text{ iz prvog zakona termodinamike.} \quad (2 \text{ boda})$$

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 06.03.2018.

B→C :

$$W_{BC} = nRT_C \ln \frac{V_C}{V_B} = 1,67 \times 10^3 J$$

$$(\Delta U)_{BC} = U_C - U_B = 3/2 nR(T_C - T_B) = 0 \quad \text{izotermi proces}$$

$$Q_{BC} = (\Delta U)_{BC} + W_{BC} = W_{BC} = 1.67 \times 10^3 J \quad (2 \text{ boda})$$

C→A :

$$W_{CA} = p_A(V_A - V_C) = -1,01 \times 10^3 J$$

$$(\Delta U)_{CA} = U_A - U_C = 3/2 nR(T_A - T_C) = -1.52 \times 10^3 J$$

$$Q_{CA} = \Delta U + W = -2.53 \times 10^3 J \quad (2 \text{ boda})$$

Za ukupni ciklus uzimajući u obzir sve doprinose:

$$W_{TOT} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = 0.66 \times 10^3 J \quad (1 \text{ bod})$$

$$(\Delta U) = 0 = (\Delta U)_{AB} + (\Delta U)_{BC} + (\Delta U)_{CA} = 0 \quad (1 \text{ bod})$$

$$Q_{TOT} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 1.52 \times 10^3 J + 1.67 \times 10^3 J - 2.53 \times 10^3 J = 0.66 \times 10^3 J \quad (1 \text{ bod})$$

3. Zadatak (8 bodova)

Na oba tijela djeluje sila teža, uzgon i sila opruge:

$$F_1 = Mg - \rho_v Vg$$

$$F_2 = mg - \rho_v Vg \quad (2 \text{ boda})$$

Budući da sistem lebdi, ukupna sila $F_1 + F_2$ mora biti jednaka nuli.

Izduženije opruge prati jednadžbu:

$$k\Delta x = F_1 = -F_2 \quad (2 \text{ boda})$$

Slijedi:

$$-k\Delta x = mg - \rho_v Vg$$

$$\rho_v = \frac{mg + k\Delta x}{Vg} = 1,00 \text{ g/cm}^2 \quad (2 \text{ boda})$$

Slijedi:

$$M = 2\rho_v V - m = 1,56 \text{ kg} \quad (2 \text{ boda})$$

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 06.03.2018.

4. Zadatak (12 bodova)

a) Primjenom zakona očuvanja energije može se izračunati brzina kojom je loptica izbačena:

$$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2 \quad (1 \text{ bod})$$

Zatim primjenom očuvanja količine gibanja dobivamo brzinu kojom se klip spušta:

$$m v + M V = 0$$

Slijedi:

$$kx^2 = MV^2 + \frac{M^2}{m}V^2 \quad (2 \text{ boda})$$

$$V = -\frac{x}{M} \sqrt{\frac{km}{1+\frac{m}{M}}} \quad (2 \text{ boda})$$

Za daljnje računanje može se aproksimirati $V = -\frac{x}{M} \sqrt{km}$ budući da $M \gg m$, ali priznaje se i rješenje bez ove aproksimacije.

Dodatni tlak kojim klip djeluje na plin je onda:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{MV}{S\Delta t} = \frac{x}{S\Delta t} \sqrt{km} = 1,00 \text{ kPa} \quad (2 \text{ boda})$$

b) Ako je proces izoterman, možemo pisati (gdje je p_0 tlak uzrokovan težinom klipa a h_p i h_k početna i konačna visina klipa od dno posude):

$$(p_0 + p_a)S h_p = (p_0 + p + p_a)S h_k \quad (1 \text{ bod})$$

$$\frac{h_k}{h_p} = \frac{p_0 + p_a}{p_0 + p + p_a}$$

Postotak spuštanja klipa je:

$$\frac{\Delta h}{h} 100 = \frac{p}{p_0 + p + p_a} 100 \quad (1 \text{ bod})$$

Ako vrijedi:

$$p_0 = \frac{Mg}{S} = 980 \text{ Pa} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\frac{\Delta h}{h} 100 = 1\% \quad (2 \text{ boda})$$

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 06.03.2018.

5. Zadatak (8 bodova)

Toplina koju apsorbira voda jednaka je toplini koju je predalo olovo:

$$Q_{H_2O} = -Q_{Pb} \quad (2 \text{ boda})$$

Olovo se hladi od 300 ° C do 100 ° C, iz čega slijedi

$$Q_{Pb} = m_{Pb}c_{Pb}(100^\circ\text{C} - T_{pPb}) = -51200 \text{ J} \quad (2 \text{ boda})$$

Q_{H_2O} je zbroj topline Q_1 potrebne da se voda zagrije do 100 ° C i topline Q_2 potrebne da masa vode m ispari.

$$Q_1 = m_{H_2O}c_{H_2O}(100^\circ\text{C} - T_{pH_2O}) = 10465 \text{ J},$$
$$Q_2 = m\lambda_v \quad (2 \text{ boda})$$

Iz toga slijedi:

$$m\lambda_v = -Q_{Pb} - Q_1 = 40735 \text{ J}$$

$$m = 0,018 \text{ kg} \quad (2 \text{ boda})$$