

**Srednje škole – 2. grupa**  
**Rješenja i smjernice za bodovanje**

Upute za bodovanje: Ovdje je prikazan jedan način rješavanja zadataka. Ako učenici riješe zadatak drugačiji način, a fizikalno pravilan način, 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 (15 bodova)**

A) Sa slike možemo vidjeti da je:

$$V_1 = V_2 + V_h = 0.2 \cdot 10^{-3} + 10^{-3} = 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Masa mješavine pri usisu je, imajući u obzir da za mješavinu plina vrijedi:

$R_{spec} = R/M$ , gdje  $M$  je molarna masa mješavine plina

$$m_1 = \frac{p_1 V_1}{R_{spec} T_1} = 1.28 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \quad (1 \text{ bod})$$

B) Omjer kompresije je

$$\rho = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1.2}{0.2} = 6$$

Iz čega slijedi:

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^k = \rho^k \rightarrow p_2 = p_1 \rho^k = 1058 \text{ kPa} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1} = \rho^{k-1} \rightarrow T_2 = T_1 \rho^{k-1} = 604 \text{ K} \quad (2 \text{ boda})$$

C) Kod procesa 2-3 primjena toplina je:

$$Q_s = Q_{23} = m_1 L_c = 2.383 \text{ kJ}$$

Ali isto vrijedi

$$Q_{23} = m c_v (T_3 - T_2) \rightarrow T_3 = T_2 + \frac{Q_{23}}{m c_v} = 2846 \text{ K} \quad (2 \text{ boda})$$

Za izohorni proces vrijedi:

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2} \rightarrow p_3 = p_2 \frac{T_3}{T_2} = 4985 \text{ kPa} \quad (2 \text{ boda})$$

D) Za adijabatski proces 3-4 slijedi

$$\frac{T_3}{T_4} = \left( \frac{V_4}{V_3} \right)^{k-1} = \left( \frac{1.2}{0.2} \right)^{0.35} = 1.87$$

$$T_4 = \frac{T_3}{1.87} = 1520 \text{ K} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\frac{p_3}{p_4} = \left( \frac{V_4}{V_3} \right)^k = 11.2$$

$$p_4 = \frac{p_3}{11.2} = 445 \text{ kPa} \quad (2 \text{ boda})$$

E) Ako izračunamo ispuštenu toplinu i rad

$$Q_i = Q_{41} = m_1 c_v (T_1 - T_4) = -1.27 \text{ kJ}$$

$$L = Q_s - |Q_i| = \text{kJ}$$

Dakle slijedi:

$$\eta = \frac{L}{Q_s} = 0.467$$

Također možemo izračunati na slijedeći način

$$\eta = 1 - \frac{1}{\rho^{k-1}} = 0.466 \quad (2 \text{ boda})$$

## 2. Zadatak (8 bodova)

Površina prozora je

$$S = bh = 2.7 \text{ m}^2 \quad (2 \text{ boda})$$

Snaga što se gubi kroz prozor je:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \rho \frac{S}{l} \Delta T = 1 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \frac{2.7 \text{ m}^2}{3 \text{ mm}} 20 \text{ K} = 18 \text{ kW} \quad (2 \text{ boda})$$

Toplina potrebna za kompenzirati taj gubitak je:

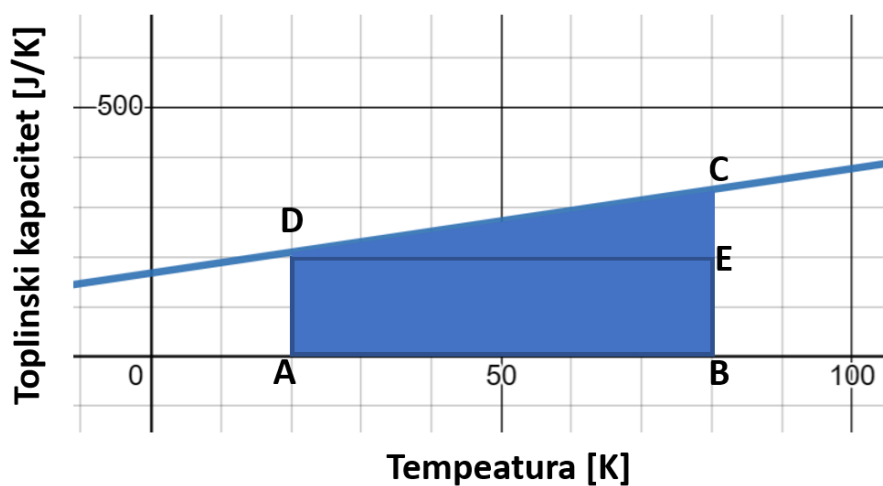
$$\Delta Q = P \cdot \Delta t = 54 \text{ kWh} \quad (2 \text{ boda})$$

Iz čega možemo izračunati trošak grijanja:

$$\text{Cijena} = C \cdot \Delta Q = 0,18 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 9,72 \text{ €} \quad (2 \text{ boda})$$

### 3. Zadatak (7 bodova)

Jednadžbu koja treba nacrtati je  $C(T) = 2,1 T + 167,4$ , koja opisuje pravac.



(3 boda)

Količina topline koju apsorbira tijelo kada njegova temperatura prijeđe s  $T_1 = 20^\circ\text{C}$  na  $T_2 = 80^\circ\text{C}$  dana je površinom trapeza ABCD.

Možemo računati

$$BC = C(T_2) = 2,1 \cdot 353 + 167,4 = 909 \text{ J/K}$$

$$AD = C(T_1) = 2,1 \cdot 293 + 167,4 = 783 \text{ J/K}$$

$$DE = T_2 - T_1 = 353 - 293 = 60 \text{ K} \quad (2 \text{ boda})$$

Iz čega slijedi

$$Q = \text{Površina} = \frac{BC+AD}{2} \cdot DE = 50760 \text{ J} \quad (2 \text{ boda})$$

### 4. Zadatak (10 bodova)

Računamo toplinu koju apsorbira led da se otopi, možemo pisati jednadžbu:

$$Q_{\text{otpušten}} = Q_{\text{apsorbiran}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t_{\text{konačna}}) = m_2 \cdot L_{\text{led}} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\text{Rješenje jednadžbe je: } t_{\text{konačna}} = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 - m_2 \cdot C_f}{m_1 \cdot c_1} = 4.7^\circ\text{C} \quad (2 \text{ boda})$$

Za izračun konačne temperature sustava mora se uzeti u obzir i toplina koju apsorbira tekućina nakon topljenja leda

$$Q_{\text{otpušten}} = Q_{\text{apsorbiran}} \quad (1 \text{ bod})$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t_{\text{početna}} - t_{\text{ravnoteži}}) = m_2 \cdot L_{\text{led}} + m_2 \cdot c_{\text{voda}} \cdot (t_{\text{ravnoteži}} - t_{\text{početna}}) \quad (2 \text{ boda})$$

Iz čega proizlazi

$$t_{\text{ravnoteži}} = 4^\circ\text{C} \quad (2 \text{ boda})$$

## 5. Zadatak (10 bodova)

Tražena minimalna površina biti će pri maksimalnoj učinkovitosti termičkog stroja. Dakle učinkovitost Carnotovog procesa. (2 boda)

Dakle možemo pisati

$$\eta = 1 - \frac{T_0}{T} = 0.19 \quad (2 \text{ boda})$$

Dakle potrebna snaga je

$$q = \frac{P}{\eta} = \frac{10^3}{0.19} = 5263\text{W} \quad (2 \text{ boda})$$

Znamo da je snaga vezana uz tok topline

$$\phi = \frac{q}{A} \quad (2 \text{ boda})$$

Iz čega možemo izračunati minimalnu površinu

$$A = \frac{q}{\phi} = \frac{5263}{600} = 8.77\text{m}^2 \quad (2 \text{ boda})$$