

Problema 1.

Nr.	Răspuns	Pun- ctaj
a)	<p>Pentru relația randamentului mașinii termice $1^{\circ}2^{\circ}3^{\circ}4^{\circ}1$</p> $\eta = \frac{L}{Q_{123}} \quad (1) \quad (0,2 \text{ p.})$ <p>Pentru determinarea lucrului mecanic cu aria ciclului</p> $L = (p_2 - p_1)(V_4 - V_1) = 4p_0V_0 \quad (2) \quad (0,4 \text{ p.})$ <p>Determinarea căldurii primite:</p> $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23} \quad (0,3 \text{ p.}) \quad Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1) \quad (0,1 \text{ p.}) \quad Q_{23} = \nu C_p (T_3 - T_2) \quad (0,1 \text{ p.})$ $C_V = \frac{i}{2}R = \frac{5}{2}R \quad (0,1 \text{ p.}) \quad C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{7}{2}R \quad (0,1 \text{ p.}) \quad pV = \nu RT \quad (0,1 \text{ p.})$ <p>Pentru obținerea valorii pentru Q_{123}</p> $Q_{123} = \frac{5}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1) + \frac{7}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_2) = \frac{5}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) + \frac{7}{2}(p_3V_3 - p_2V_2) =$ $= \frac{5}{2}(3p_0V_0 - p_0V_0) + \frac{7}{2}(3p_0 \cdot 3V_0 - 3p_0V_0) = 26p_0V_0 \quad (3) \quad (1,0 \text{ p.})$ <p>Pentru determinarea din (1) – (3) a randamentului</p> $\eta = \frac{4p_0V_0}{26p_0V_0} = \frac{2}{13} \approx 0,154 \quad \eta = 15,4\% \quad (0,1 \text{ p.})$	2,5 p.
b)	<p>Pentru observarea că lucrul mecanic efectuat în ciclul $1^{\circ}2^{\circ}3^{\circ}1$ este jumătate din lucrul efectuat în ciclul $1^{\circ}2^{\circ}3^{\circ}4^{\circ}1$ și relația (1) devine</p> $\eta_1 = \frac{L}{2Q_{123}} = \frac{\eta}{2} \approx 0,077 \quad \eta_1 = 7,7\% \quad (0,2 \text{ p.}) \quad (1)$ <p>Pentru relația randamentului mașinii termice care funcționează după ciclul $1^{\circ}3^{\circ}4^{\circ}1$</p> $\eta_2 = \frac{L}{2Q_{13}} \quad (4) \quad (0,1 \text{ p.})$ <p>Pentru observarea că în conformitate cu principiul I al termodinamicii aplicat la ciclul $1^{\circ}2^{\circ}3^{\circ}1$ avem</p> $Q_{123} - Q_{13} = \frac{L}{2} \quad (0,5 \text{ p.}) \quad \Rightarrow \quad Q_{13} = Q_{123} - \frac{L}{2} \quad (5) \quad (0,2 \text{ p.})$ <p>Pentru obținerea din (4) cu ajutorul relațiilor (2), (3) și (5)</p> $\eta_2 = \frac{L}{2Q_{13}} = \frac{L}{2Q_{123} - L} = \frac{4p_0V_0}{52p_0V_0 - 4p_0V_0} = \frac{1}{12} \approx 0,083 \quad \eta_2 = 8,3\% \quad (0,5 \text{ p.})$	1,5 p.
c)	<p>Pentru definiția variației entropiei:</p> $\Delta S_{13} = \int_{st.1}^{st.3} \frac{\delta Q}{T} \quad (6) \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru principiul I al termodinamicii</p> $\delta Q = dU + \delta L = \frac{i}{2}\nu R dT + p dV = \frac{5}{2}\nu R dT + \frac{\nu RT}{V} dV \quad (7) \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru calculul din (6) și (7) a variației entropiei:</p> $\Delta S_{13} = \frac{5}{2}\nu R \int_{T_1}^{T_3} \frac{dT}{T} + \nu R \int_{V_1}^{V_3} \frac{dV}{V} = \nu R \left(\frac{5}{2} \ln \frac{T_3}{T_1} + \ln \frac{V_3}{V_1} \right) \quad (8) \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru determinarea T_3/T_1:</p> $\frac{\nu RT_3}{\nu RT_1} = \frac{p_3V_3}{p_1V_1} = \frac{9p_0V_0}{p_0V_0} = 9 \quad (0,4 \text{ p.})$ <p>Pentru calculul numeric al variației entropiei</p> $\Delta S_{13} = 1 \cdot 8,31 \left(\frac{5}{2} \ln 9 + \ln 3 \right) = 8,31 \cdot 6 \cdot \ln 3 \approx 54,8 \frac{\text{J}}{\text{K}} \quad (0,1 \text{ p.})$	2,0 p.

<p>d)</p>	<p>Pentru observarea că la variația presiunii și volumului, acestea se măresc de același număr de ori k, unde k este un număr care variază de la 1 până la ∞:</p> $V_3 = V_4 = kV_1 = kV_0 \quad (9) \quad (0,5 \text{ p.})$ $p_2 = p_3 = kp_1 = kp_0 \quad (10) \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru obținerea lucrului mecanic cu ajutorul relațiilor (2), (9) și (10)</p> $L = (k-1)p_0(k-1)V_0 = (k-1)^2 p_0V_0; \quad (11) \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru obținerea căldurii primite cu ajutorul relațiilor (3), (9) și (10):</p> $Q_{123} = \frac{5}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) + \frac{7}{2}(p_3V_3 - p_2V_2) = \frac{5}{2}(kp_0V_0 - p_0V_0) + \frac{7}{2}(kp_0 \cdot kV_0 - kp_0V_0) =$ $= \frac{5}{2}(k-1)p_0V_0 + \frac{7}{2}(k^2 - k)p_0V_0 = \frac{1}{2}(k-1)(7k+5)p_0V_0 \quad (12) \quad (1,5 \text{ p.})$ <p>Pentru obținerea din (1), (11) și (12) a relației pentru randamentul ciclului în funcție de k:</p> $\eta = \frac{L}{Q_{123}} = \frac{2(k-1)^2 p_0V_0}{(k-1)(7k+5)p_0V_0} = \frac{2(k-1)}{(7k+5)} \quad (13) \quad (0,5 \text{ p.})$ <p>Pentru obținerea limitelor de variație a valorilor randamentului</p> $k \rightarrow 1 \quad \Rightarrow \quad \eta = \lim_{k \rightarrow 1} \frac{2(k-1)}{(7k+5)} = 0 \quad (0,2 \text{ p.})$ $k \rightarrow \infty \quad \Rightarrow \quad \eta = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{2(k-1)}{(7k+5)} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{2\left(1 - \frac{1}{k}\right)}{\left(7 + \frac{5}{k}\right)} = \frac{2}{7} \approx 0,286 \quad (0,3 \text{ p.})$	<p>4,0 p.</p>
<p style="text-align: right;">Total 10,0 p.</p>		