3.

Nr.	Soluție, rezolvare	Pun-ctaj
a)	Pentru variația energiei interne $\Delta U_{1231} = \Delta U_{21'32} = \Delta U_{121'31} = 0$, **(0,1 p.)** Pentru lucrul mecanic efectuat $L_{1231} = \frac{1}{2}(p_{max} - p_{min})(V_{max} - V_{min}) = \frac{1}{2} p_{min} V_{min} (k-1)(m-1)$ **(1 p.)** $L_{21'32} = L_{1231}$, **(0,1 p.)** $L_{121'31} = 2L_{1231}$, **(0,1 p.)** $Q = \Delta U + L$ **(0,4 p.)** $\Rightarrow$ Pentru căldura schimbată $\Rightarrow$ $Q_{1231} = L_{1231}$, **(0,1 p.)** $Q_{21'32} = L_{21'32}$ **(0,1 p.)** $Q_{121'31} = L_{121'31}$ **(0,1 p.)**	**2 p.**
b)	$pV = \nu RT$ **(0,3 p.)** Pentru transformarea $1 \to 2 \to 3 \to 1$: $L_{1231} = Q_{1231} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} \Rightarrow Q_{23} = Q_{1231} - Q_{12} - Q_{31}$ **(0,5 p.)** (1) $Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1) = \frac{i}{2} \nu R \left(\frac{p_{max} V_{min}}{\nu R} - \frac{p_{min} V_{min}}{\nu R} \right) = 3(k-1) p_{min} V_{min}$ **(0,6 p.)** (2) $Q_{31} = \nu C_p (T_1 - T_3) = \frac{i+2}{2} \nu R \left(\frac{p_{min} V_{min}}{\nu R} - \frac{p_{min} V_{max}}{\nu R} \right) = -4(m-1) p_{min} V_{min}$ **(0,6 p.)** (3) Din (1) – (3): $Q_{23} = \frac{1}{2}\left[(k-1)(m-1) - 6(k-1) + 8(m-1)\right] p_{min} V_{min} = \frac{1}{2}\left[km + 7(m-k) - 1\right] p_{min} V_{min}$ **(0,5 p.)** $L_{1231} = L_{12} + L_{23} + L_{31}$, $L_{12} = 0$, $L_{23} = L_{1231} - L_{31}$ **(0,5 p.)** (4) $L_{31} = p_{min}(V_{min} - V_{max}) = -p_{min} V_{min} (m-1)$ **(0,5 p.)** (5) Din (4) – (5): $L_{23} = \frac{1}{2}\left[(k-1)(m-1) + 2(m-1)\right] p_{min} V_{min} = \frac{1}{2}(m-1)(k+1) p_{min} V_{min}$ **(0,5 p.)** (6) $\Delta U_{23} = Q_{23} - L_{23} = \frac{1}{2}\left[km + 7(m-k) - 1 - (m-1)(k+1)\right] p_{min} V_{min} = 3(m-k) p_{min} V_{min}$ **(1 p.)**	**5 p.**
c)	$\eta = \frac{L}{Q_1}$ **(0,1 p.)** Pentru transformarea ciclică $1 \to 2 \to 3 \to 1$: $Q_1 = Q_{12} + Q_{23} = 3\left[(k-1) + (m-k)\right] p_{min} V_{min} = 3(m-1) p_{min} V_{min}$ **(0,5 p.)** $\eta_1 = \frac{\frac{1}{2} p_{min} V_{min} (k-1)(m-1)}{3(m-1) p_{min} V_{min}} = \frac{k-1}{6} = \frac{1}{6} \approx 0,17 \Rightarrow \eta_1 \approx 17\%$ **(0,4 p.)** Pentru transformarea ciclică $2 \to 1' \to 3 \to 2$: $Q_1 = Q_{21'} = \nu C_p (T_{1'} - T_2) = 4(p_{max} V_{max} - p_{max} V_{min}) = 4k(m-1) p_{min} V_{min}$ **(0,5 p.)** $\eta_2 = \frac{\frac{1}{2} p_{min} V_{min} (k-1)(m-1)}{4k(m-1) p_{min} V_{min}} = \frac{k-1}{8k} = \frac{1}{16} \approx 0,06 \Rightarrow \eta_2 \approx 6\%$ **(0,4 p.)** Pentru transformarea ciclică $1 \to 2 \to 1' \to 3 \to 1$: $Q_1 = Q_{12} + Q_{21'} = \left[3(k-1) + 4k(m-1)\right] p_{min} V_{min}$ **(0,5 p.)** $\eta = \frac{p_{min} V_{min} (k-1)(m-1)}{\left[3(k-1) + 4k(m-1)\right] p_{min} V_{min}} = \frac{(k-1)(m-1)}{3(k-1) + 4k(m-1)} = \frac{1 \cdot 3}{3 \cdot 1 + 4 \cdot 2 \cdot 3} = \frac{1}{9} \approx 0,11 \quad \eta \approx 11\%$ **(0,5 p.)** $\eta_1 > \eta > \eta_2$ **(0,1 p.)**	**3 p.**
	Total:	**10p**