

Esercizio

(1)

Un cilindro contiene ossigeno alla pressione di $2,0 \text{ atm}$ e volume $6,0 \text{ lt}$ e la temperatura è 300 K .
Assumere l'ossigeno come gas biatomico ideale.
L'ossigeno è sottoposto alle seguenti trasformazioni:

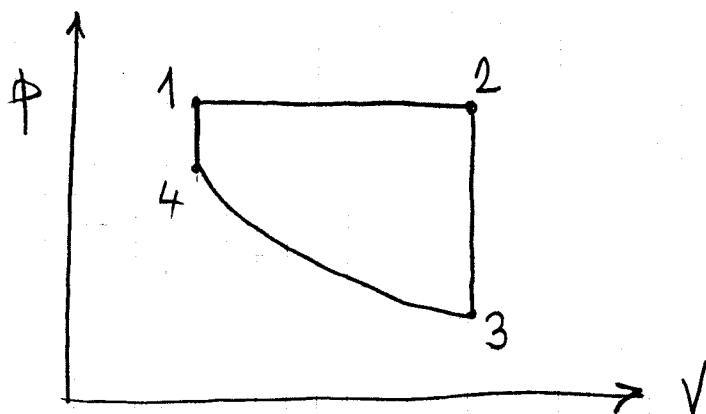
- 1) riscaldato a pressione costante fino ad una temperatura di 500 K
- 2) raffreddato a volume costante fino a 200 K
- 3) compresso a temperatura costante fino ad un volume di $6,0 \text{ lt}$
- 4) riscaldato a volume costante fino a 300 K , riportando così il sistema nello stato iniziale

Determinare:

- a) l'area di superficie sul piano $p-V$
- b) il calore scambiato ed il lavoro in ogni delle trasformazioni
- c) il lavoro ^{netto} fatto dall'ossigeno nel ciclo
- d) l'efficienza della macchina termica avente questo ciclo

Soluzione

a)



$$b) \Delta Q_{1,2} = n c_p (T_2 - T_1)$$

(2)

Per calcolare n faccio riferimento allo stato 1

$$n = \frac{p_1 V_1}{RT_1} = \frac{2,0 \cdot 1,013 \cdot 10^5 \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} = 0,49 \text{ mol}$$

$$\Delta Q_{1,2} = n c_p (T_2 - T_1) = 0,49 \cdot \frac{7}{2} \cdot 8,31 \cdot (500 - 300) = 2850 \text{ J}$$

$$L_{1,2} = p_1 (V_2 - V_1) = p_1 \left(\frac{nRT_2}{p_1} - \frac{nRT_1}{p_1} \right) = nR (T_2 - T_1) = 0,49 \cdot 8,31 \cdot (500 - 300) = 814 \text{ J}$$

$$\Delta Q_{2,3} = n c_v (T_3 - T_2) = 0,49 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot (200 - 500) = -3054 \text{ J}$$

$$L_{2,3} = \phi$$

$$\Delta Q_{3,4} = \Delta U_{3,4} + L_{3,4} = L_{3,4} = \int_{V_3}^{V_4} p dV = nRT_3 \int_{V_3}^{V_4} \frac{dV}{V} =$$

$$= nRT_3 \ln \frac{V_4}{V_3} = nRT_3 \ln \frac{V_1}{V_2} = nRT_3 \ln \frac{T_1}{T_2} =$$

$$= 0,49 \cdot 8,31 \cdot 200 \cdot \ln \frac{300}{500} = -416 \text{ J}$$

$$\Delta Q_{4,1} = n c_v (T_1 - T_4) = 0,49 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot (300 - 200) = 1018 \text{ J}$$

$$L_{4,1} = \phi$$

$$c) L_{TOT} = L_{1,2} + L_{2,3} + L_{3,4} + L_{4,1} = 814 - 416 = 398 \text{ J}$$

$$d) \quad \eta = \frac{L}{\Delta Q_{\text{assorbito}}} = \frac{L}{Q_{12} + Q_{42}} = \frac{398}{814 + 1018} =$$

(3)

$$= 0,217 \rightarrow 21,7\%$$