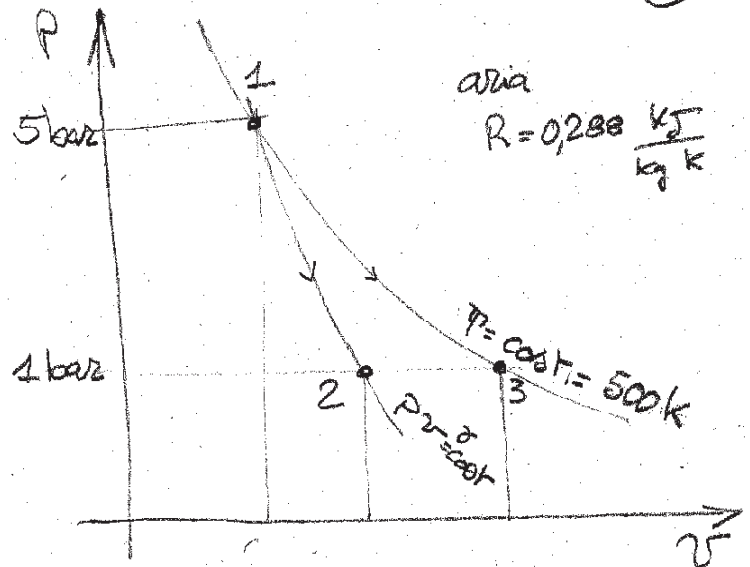


①

Calcolare il lavoro e il calore scambiato con l'ambiente secondo le due trasformazioni in diverse, sia per un sistema chiuso, sia per un sistema aperto



$$v_1 = \frac{R P_1}{P_1} = 0,288 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot \frac{500 \text{K}}{500 \text{kPa}} = 0,288 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

Sistema chiuso  $du = \delta q - \delta l \quad / \quad \delta l = p dv$

1) isoterma  $\rightarrow du = 0 \rightarrow \delta q = p dv \rightarrow \int_1^3 \delta q = \int_{v_1}^{v_3} \frac{R P}{v} dv$

$$q_{13} = R P \cdot \ln \frac{v_3}{v_1}$$

$$v_3 = \frac{R P}{P_3} = v_1 \cdot 5 = 1,44 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \quad \Rightarrow \quad P_1 = 5 P_3$$

$$\Rightarrow q_{13} = l_{13} = 231,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

2) adiabatica  $\rightarrow q = 0 \rightarrow du = -\delta l$

$$-l_{12} = c_v (T_2 - T_1)$$

$$P_1 v_1^\gamma = P_2 v_2^\gamma \rightarrow \begin{cases} P_1 v_1^\gamma = P_2 v_2^\gamma \\ P v = R P \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{R P_1}{P_1}\right)^\gamma \cdot P_1 = \left(\frac{R P_2}{P_2}\right)^\gamma \cdot P_2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \\ \downarrow \\ 313,1 \text{ K}$$

$$\Rightarrow l_{12} = \frac{5}{2} R \cdot (T_1 - T_2) \\ \downarrow \\ 131,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

**Sistema aperto**  $dh = \delta q - \delta e / \delta e = v dp$  (2)

1) isoterma  $\rightarrow dh = 0 \rightarrow \delta q = \delta e$

il lavoro del sistema aperto  $\equiv$  con quello del sistema chiuso

$$e_{13}^{ap} = e_{13}^{ch} = q = 231,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

2) adiabatica  $\rightarrow q = 0 \rightarrow dh = -\delta e$

$$dh = c_p dT$$

$$\Delta h_{12} = c_p (T_2 - T_1) = \frac{7}{2} R \cdot (313,1 - 500) = -188,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$e_{12} = -\Delta h_{12} = +188,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	(9)		(e)	
	chiuso	aperto	chiuso	aperto
isoterma	231,8	231,8	231,8	231,8
adiabatica	0	0	134,6	188,4

$-\Delta u$   $\nearrow$   $-\Delta h$