



POLITECNICO
MILANO 1863

Esercitazione 03 – Stati bifase

Esercizio 03 ([link registrazione](#))

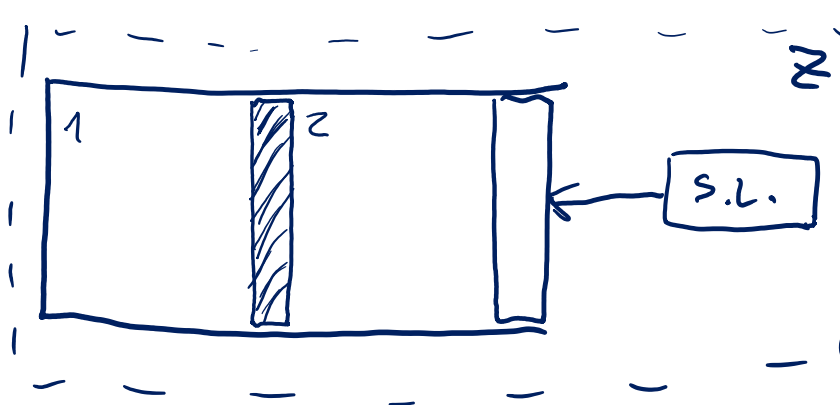
Corso di Fisica Tecnica
a.a. 2019-2020

Prof. Gaël R. Guédon
Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano

Esercizio 03

- 3.3. [avanzato] Un sistema composto è costituito da due recipienti 1 e 2 interagenti entrambi con una sorgente di lavoro a pressione $P = 1$ bar. Il recipiente 1 contiene una massa $M_1 = 2$ kg di vapore d'acqua umido con titolo $x_1 = 0.8$. Il recipiente 2 contiene una massa M_2 di vapore surriscaldato alla temperatura $T_2 = 150$ °C. Si chiede: la massa M_2 di vapore surriscaldato necessaria per ottenere vapore saturo dalla miscelazione adiabatica del contenuto dei due recipienti, il lavoro assorbito o prodotto del processo di miscelazione e la variazione di entropia.

$$[M_2 = 8.95 \text{ kg}; L_{SL}^{\rightarrow} = -149.4 \text{ kJ}; \Delta S_{TOT} = 150.2 \text{ kJ/K}]$$



$$i: M_1 = 2 \text{ kg}$$

$$x_1 = 0.8$$

$$M_2 = ?$$

$$T_2 = 150^\circ\text{C}$$

$$V, \text{ SURR.}$$

$$P_{SL} = 1 \text{ bar}$$

$$f: M_f = M_1 + M_2$$

$$x_f = 1$$

VAP. SATURO

Esercizio 03

- $M_f = M_1 + M_2$

- $\Delta U = U_f - U_i = Q^{\leftarrow} - L^{\rightarrow}$ con $L^{\rightarrow} = P_{sl}(V_f - V_i)$
perché $P_{sl} = \text{cost}$

$$U_f - U_i = Q^{\leftarrow} - P_{sl}(V_f - V_i)$$

$$U_f + P_f V_f - (U_i + P_i V_i) = Q^{\leftarrow} \Rightarrow H_f - H_i = Q^{\leftarrow}$$

• 2° approccio

$$\begin{cases} du = \delta q^{\leftarrow} - \delta l^{\rightarrow} & \rightarrow \delta q^{\leftarrow} = du + \delta l^{\rightarrow} = du + P dv \\ h = u + Pv & \rightarrow dh = du + P dv + v dP \end{cases}$$

Esercizio 03

$$\delta q^{\leftarrow} = dh - \cancel{P dv} - v dP + \cancel{P dv}$$

$$\delta q^{\leftarrow} = dh - v dP \quad \text{ma } P = \text{cost}$$

$$\delta q^{\leftarrow} = dh \quad \text{in questo caso}$$

$$H_f - H_i = \cancel{q^{\leftarrow}} \quad \text{adiabatico}$$

$$H_f = H_i$$

$$\rightarrow M_f h_f = M_1 h_1 + M_2 h_2$$

$$(M_1 + M_2) h_f = M_1 h_1 + M_2 h_2$$

$$M_1 (h_f - h_1) = M_2 (h_2 - h_f) \quad \Rightarrow \quad M_2 = M_1 \frac{h_f - h_1}{h_2 - h_f}$$

Esercizio 03

$$h_1(P_{SL}, x_1): h_1 = h_{LS} + x_1 (h_{VS} - h_{LS})$$

$$h_1 = 417,5 + 0,8 (2675,4 - 417,5) = 2223,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_2(P_{SL}, T_2): h_2 = 2776,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_f(P_{SL}, x_f): h_f = h_{VS} = 2675,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$M_2 = M_1 \frac{h_f - h_1}{h_2 - h_f} = \underline{8,95 \text{ kg}}$$

Esercizio 03

$$\bullet \quad L^{\rightarrow} = P_{SL} (v_f - v_i) \quad V = M v$$

$$L^{\rightarrow} = P_{SL} \left[(M_1 + M_2) v_f - (M_1 v_1 + M_2 v_2) \right]$$

$$v_1 = 1,3552 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_2 = 1,9363 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_f = 1,6937 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$L^{\rightarrow} = \underline{\underline{-149,4 \text{ J}}}$$

Esercizio 03

$$\Delta S = S_Q^{\leftarrow} + S_{irr} \quad S_Q^{\leftarrow} = 0 \quad \text{adiabatico}$$

$$\Delta S = S_{irr}$$

$$\Delta S = S_f - S_i = (M_1 + M_2) s_f - (M_1 s_1 + M_2 s_2)$$

$$s_1 = 6,1484 \text{ kJ/kgK}$$

$$s_2 = 7,6137 \text{ kJ/kgK}$$

$$s_f = 7,3598 \text{ kJ/kgK}$$

$$\Delta S = 150,2 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \Rightarrow S_{irr} > 0 \quad \text{PROCESSO IRREVERSIBILE}$$