



POLITECNICO
MILANO 1863

Esercitazione 03 – Stati bifase

Esercizio 08 ([link registrazione](#))

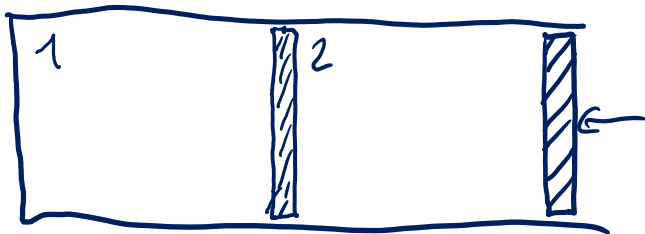
Corso di Fisica Tecnica
a.a. 2019-2020

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

Esercizio 08

- 3.8. [intermedio] In un serbatoio a pressione costante e pari a 10 bar vengono miscelati, adiabaticamente, una massa di 4 kg di ghiaccio a temperatura di $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ con una massa di 0,4 kg di vapore surriscaldato alla temperatura di $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determinare le condizioni finali del sistema.

[equilibrio liquido – solido con frazione liquida $x_L = 0.634$]



$$i: M_1 = 4 \text{ kg}$$

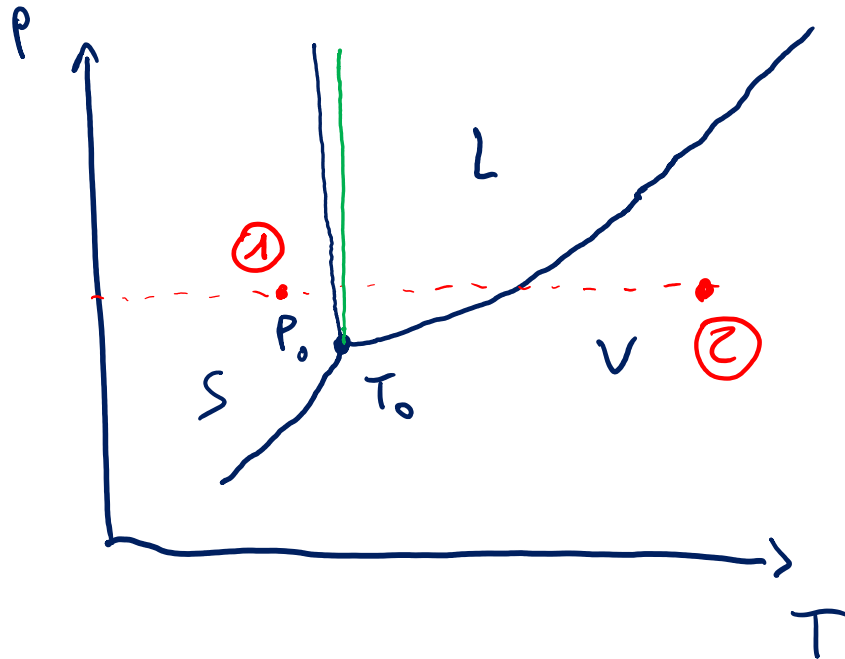
$$T_1 = -40^{\circ}\text{C}$$

$$M_2 = 0,4 \text{ kg}$$

$$T_2 = 200^{\circ}\text{C}$$

$$P_{\text{sc}} = 10 \text{ bar}$$

$$f: ?$$



IPOTESI

- STATI IN FASE SOLIDA E LIQUIDA SONO VICINO AL PUNTO TRIPLO
- VAP. SURR. \rightarrow TABELLE
- CURVA LIMITE L-S

$$T_{\text{SAT},LS} = \text{const} = T_0$$

$$\rightarrow \Delta u = q_{j_0}^{\text{L}} - L \rightarrow$$

$$\Delta u = -P\Delta v$$

$$\Delta H = 0$$

$$H_f = H_i$$

Esercizio 08

$$M_g h_g = M_1 h_1 + M_2 h_2$$

$$M_g = M_1 + M_2$$

$$\rightarrow h_2 = 2826,8 \text{ kJ/kg} \quad (10 \text{ bar}, 200^\circ\text{C})$$

$$\rightarrow h_1 = h_0 + h_{\text{fus}} + c_G (T_1 - T_0) + v_f (P_1 - P_0)$$

$$h_1 = 0 - 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 2,093 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} (-40^\circ\text{C} - 0,01^\circ\text{C})$$

$$+ 0,00109 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} (10 \text{ bar} - 0,00611 \text{ bar}) \times \frac{100000 \frac{\text{Pa}}{\text{bar}}}{1000 \frac{\text{J}}{\text{kJ}}}$$

$$h_1 = -415,7 \text{ kJ/kg}$$

$$h_f = \frac{M_1 h_1 + M_2 h_2}{M_1 + M_2} = -120,9 \text{ kJ/kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_f = 10 \text{ bar} \\ h_f = -120,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{array} \right) \text{ STATO ?}$$

→ Entalpia liq. sat. della transizione liquido-solido a 10 bar

$$h_{LS} = h_0 + c_L (\underbrace{T_{\text{sat}}}_{=T_{\text{SAT,LS}} \approx T_0} - T_0) + v_L (P - P_0)$$

$$h_{LS} = 0 + 0,0010002 (10 - 0,00611) \frac{100000}{1000} = 1 \text{ kJ/kg}$$

Esercizio 08

$$h_f < h_{2s} \quad \text{finale} \begin{cases} \text{BIFASE L+S} \\ \text{SOLIDO} \end{cases}$$

→ Entalpia del ghiaccio saturo a 10 bar

$$h_{gs} = h_0 + h_{LST} + c_g (\cancel{T_{LST}} - T_0) + v_g (P - P_0)$$

$$h_{gs} = 0 - 333 + 0,00109 (10 - 0,00611) \frac{100\,000}{1000}$$

$$h_{gs} = -331,9 \text{ kJ/kg}$$

$$\rightarrow h_{gs} < h_f < h_{2s} \Rightarrow \text{BIFASE L+S}$$

$$x_2 = \frac{h_f - h_{gs}}{h_{2s} - h_{gs}} = 0,634$$