



POLITECNICO
MILANO 1863

Esercitazione 03 – Stati bifase

Esercizio 09 ([link registrazione](#))

Corso di Fisica Tecnica
a.a. 2019-2020

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

Esercizio 09

3.9. *[intermedio]* Un sistema ad autoclave per la sterilizzazione (schematizzabile come un recipiente chiuso con pareti rigide ed adiabatiche) è diviso in due sezioni comunicanti tra loro tramite una valvola inizialmente chiusa. La sezione 1 contiene $M_1 = 500$ g di vapore saturo di refrigerante R134a alla pressione $P_1 = 6$ bar, mentre nella sezione 2 si trova una miscela liquido-vapore dello stesso refrigerante (titolo $x_2 = 0.8$ e massa $M_2 = 1$ kg) alla pressione $P_2 = 14$ bar.

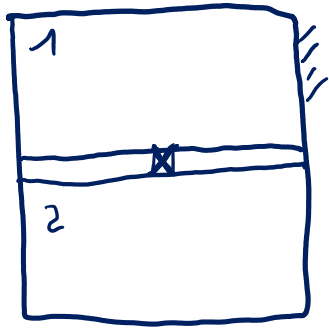
Ad un certo momento, la valvola viene aperta e dopo alcuni momenti, il refrigerante si porta alla pressione $P_3 = 10$ bar. Con l'ausilio delle tabelle, si chiede:

- Di impostare l'equazione di bilancio energetico per il sistema.
- Il volume della sezione 1 e della sezione 2 dell'autoclave.
- Lo stato finale (stato 3) (volume specifico, temperatura ed eventualmente titolo) del refrigerante.
- La quantità di calore scambiata con l'ambiente.

$$[V_1 = 0.0172 \text{ m}^3; V_2 = 0.0115 \text{ m}^3; v_3 = 0.01908 \text{ m}^3/\text{kg}; T_3 = 39.39 \text{ }^\circ\text{C}; \\ x_3 = 0.89; Q = 11 \text{ kJ}]$$

○

Esercizio 09



$$i: M_1 = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$$

$$P_1 = 6 \text{ bar} = 0,6 \text{ MPa}$$

$$x_1 = 1$$

$$M_2 = 1 \text{ kg}$$

$$x_2 = 0,8$$

$$P_2 = 14 \text{ bar} = 1,4 \text{ MPa}$$

$$f: P_3 = 10 \text{ bar} = 1 \text{ MPa}$$

$$M_3 = M_1 + M_2$$

STATO ?

$$\Delta U = Q^{\leftarrow} - L^{\rightarrow}$$

$$Q^{\leftarrow} = 0 \quad \text{adiabatico}$$

$$L^{\rightarrow} = 0 \quad v = \text{cost}$$

$$u_f - u_i = 0 \Rightarrow (M_1 + M_2)u_f - (M_1 u_1 + M_2 u_2) = 0$$

Esercizio 09

$$\bullet u_1 = u_{vs}(0,6 \text{ MPa}) = 224,2 \text{ kJ/kg}$$

$$v_1 = v_{vs}(0,6 \text{ MPa}) = 0,0343 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\bullet u_2 \rightarrow u_{vs}(1,4 \text{ MPa}) = 238,7 \text{ kJ/kg}$$

$$u_{ls}(1,4 \text{ MPa}) = 108,3 \text{ kJ/kg}$$

$$x_2 = 0,8$$

$$u_2 = u_{ls} + x_2(u_{vs} - u_{ls}) = 212,6 \text{ kJ/kg}$$

$$v_2 \rightarrow v_{vs}(1,4 \text{ MPa}) = 0,01411 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_{ls}(1,4 \text{ MPa}) = 0,00092 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_2 = v_{ls} + x_2(v_{vs} - v_{ls}) = 0,0115 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Esercizio 09

$$\bullet u_f = \frac{M_1 u_1 + M_2 u_2}{M_1 + M_2} = 216,48 \text{ kJ/kg}$$

$$u_{vs} (1 \text{ MPa}) = 233 \text{ kJ/kg}$$

$$u_{ls} (1 \text{ MPa}) = 88,82 \text{ kJ/kg}$$

$$u_{ls} < u_f < u_{vs}$$

STATO VAPORE UMIDO

$$x_f = \frac{u_f - u_{ls}}{u_{vs} - u_{ls}} = 0,89$$

$$T_f = T_{\text{SAT}}(P_F) = 39,39 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$V_1 = M_1 v_1 = 0,5 \times 0,0343 = 0,0172 \text{ m}^3$$

$$V_2 = M_2 v_2 = 1 \times 0,0115 = 0,0115 \text{ m}^3$$

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = M_1 v_1 = 0,5 \times 0,0343 = 0,0172 \text{ m}^3 \\ V_2 = M_2 v_2 = 1 \times 0,0115 = 0,0115 \text{ m}^3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} V_3 = V_1 + V_2 = 0,0286 \text{ m}^3 \\ v_3 = \frac{V_3}{M_1 + M_2} = 0,01908 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \end{array}$$