



POLITECNICO
MILANO 1863

Esercitazione 05 - Sistemi aperti

Esercizio 13 ([link registrazione](#))

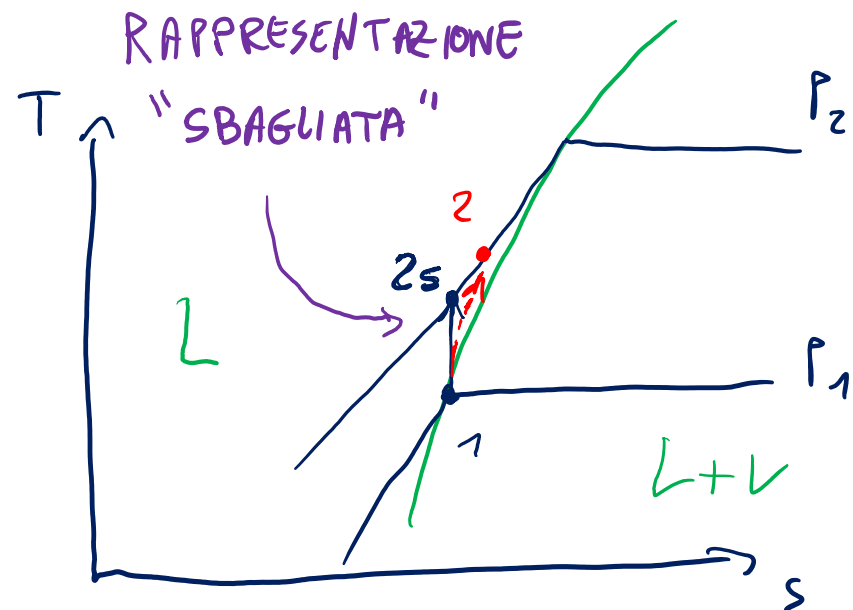
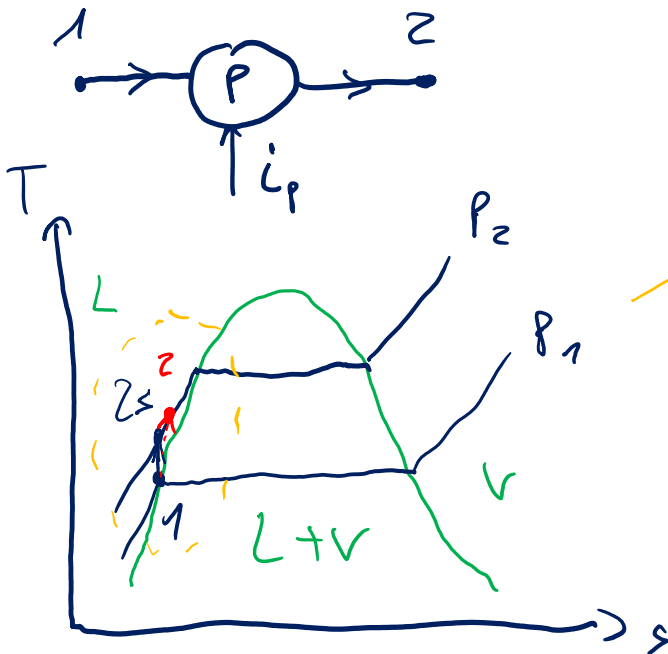
Corso di Fisica Tecnica
a.a. 2019-2020

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

Esercizio 13

5.13. [intermedio] Si vuole pompare una portata di 2 kg/s di acqua da condizioni di liquido saturo a temperatura di 30 °C sino alla pressione di 100 bar. Il rendimento isoentropico di compressione è pari a 0.9. Determinare la temperatura di uscita dalla pompa, la potenza assorbita e l'entropia prodotta per irreversibilità.

$$[T_2 = 30.27^\circ\text{C}; \dot{L}^- = 22.30 \text{ kW}; \dot{S}_{irr} = 7.3534 \text{ W/K}]$$



Esercizio 13

DATI

$$T_1 = 30^\circ\text{C}$$

$$\dot{m} = 2 \text{ kg/s}$$

1: LIQ, SATURO

$$P_1 = P_{\text{sat}}(T_1) = 0,042415 \text{ bar}$$

$$P_1 = ?$$

$$T_2 = ?$$

$$P_2 = 100 \text{ bar}$$

$$\eta_r = 0,9 \rightarrow \eta_P = \frac{l_{P,\text{REV}}}{l_{P,\text{REALE}}} = \frac{h_{zs} - h_1}{h_2 - h_1}$$

$$\Rightarrow h_2 = h_1 + \frac{h_{zs} - h_1}{\eta_P}$$

$$h_1 = h_{zs}(T_1) = 125,7 \text{ kJ/kg}$$

Esercizio 13

$$h_{2s} = ? \quad h(P, T) = h_{LS}(T) + v(P - P_{SAT}(T))$$

$$h_{2s}(P_2, T_{2s}) = ? \quad T_{2s} = ?$$

$$\frac{dS}{dT} = \dot{m}(s_1 - s_{2s}) + \underbrace{\dot{S}_Q}_0 + \underbrace{\dot{S}_{IRR}}_0 \quad \dot{m}(s_1 - s_{2s}) = 0$$

REV

$$\Delta S = 0 \quad \text{LIQ. INC. PERF.} \quad \Delta S = c \ln \frac{T_{2s}}{T_1} = 0$$

$$\Rightarrow T_{2s} = T_1$$

$$h_{2s}(P_2, T_{2s}) = h_{LS}(T_1) + v(T_1) \cdot (P_2 - P_{SAT}(T_1))$$

Esercizio 13

$$v(T_1) = 0,001004 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$h_{2s} = 125,7 + 0,001004 \times (100 - 0,042415) \times \frac{100000}{1000}$$

$$h_{2s} = 135,7 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 125,7 + \frac{135,7 - 125,7}{0,9}$$

$$h_2 = 136,8 \text{ kJ/kg}$$

$$T_2 = ?$$

$$h_2(P_2, T_2) = h_{2s}(P_{\text{SAT}}(T_2)) + v(P_2 - P_{\text{SAT}}(T_2))$$

Esercizio 13

Approssimazione $P_{SAT}(T_2) \approx P_{SAT}(T_1)$ perché $h_2 \approx h_{2s}$

$$h_2 = h_{2s}(P_{SAT}(T_2)) + v(P_2 - P_{SAT}(T_1))$$

$$h_{2s}(P_{SAT}(T_2)) = 136,8 - 0,001004 \times (100 - 0,042415) \times \frac{100\,000}{1000}$$

$$h_{2s}(P_{SAT}(T_2)) = 126,8 \text{ kJ/kg}$$

$$h_A(T_A = 30^\circ\text{C}) = 125,7 \text{ kJ/kg}$$

$$h_B(T_B = 35^\circ\text{C}) = 146,6 \text{ kJ/kg}$$

$$T_2 = T_A + \frac{T_B - T_A}{h_B - h_A} (h_2 - h_A) = 30 + \frac{35 - 30}{146,6 - 125,7} (126,8 - 125,7)$$

$$T_2 = 30,26^\circ\text{C}$$

$$\dot{m}(s_1 - s_2) + \dot{S}_{\text{irr}} = 0$$

$$\dot{S}_{\text{irr}} = \dot{m}(s_2 - s_1) = \dot{m} c \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$c = 4186 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$$

$$\dot{S}_{\text{irr}} = 2 \times 4186 \times \ln \left(\frac{30,26 + 273,15}{30 + 273,15} \right)$$

$$\dot{S}_{\text{irr}} = 7,177 \text{ W/K}$$