



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

## **Esercitazione 05 - Sistemi aperti**

*Esercizio 06* ([link registrazione](#) min. 58)

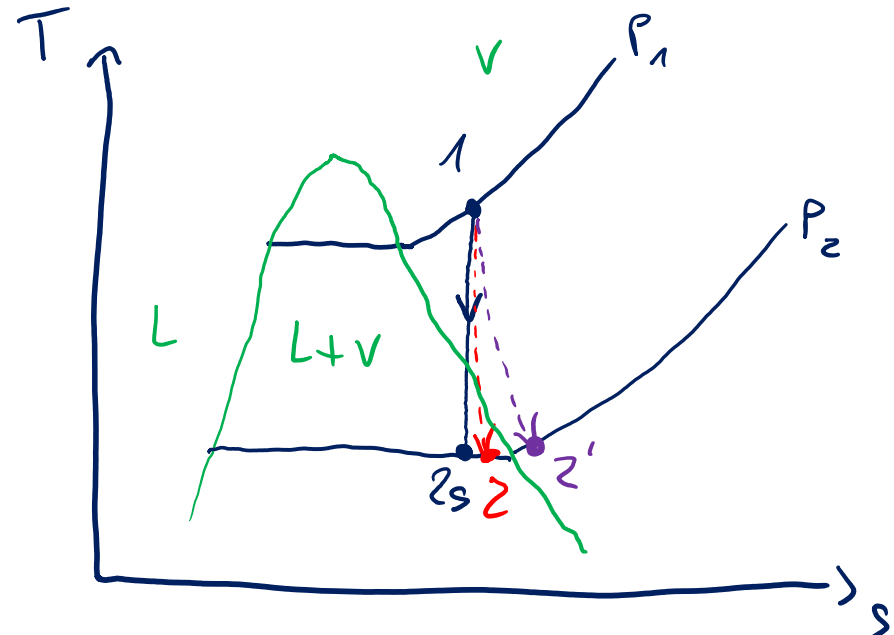
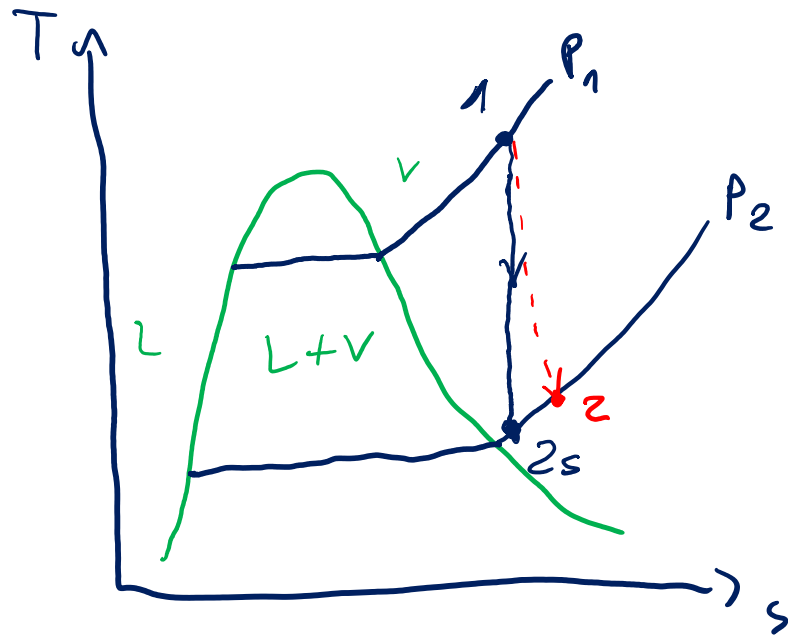
**Corso di Fisica Tecnica**  
**a.a. 2019-2020**

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

## Esercizio 06

5.6. [base] Determinare il lavoro specifico prodotto con l'espansione di vapore d'acqua in una turbina a vapore che opera adiabaticamente e in regime stazionario con rendimento isoentropico di espansione 0.85. Determinare inoltre l'entropia specifica generata per irreversibilità. Nelle condizioni di ingresso in turbina il vapore si trova a 200 bar e 600 °C, mentre allo scarico la pressione è di 2 bar.

$$[l_T = 913 \text{ kJ/kg}; s_{irr} = 0.4096 \text{ kJ/kgK}]$$



## Esercizio 06

$$T_1 = 600^\circ\text{C}$$

$$P_1 = 200 \text{ bar}$$

$$P_2 = 2 \text{ bar}$$

$$\eta_T = 0,85$$

$$\frac{dM}{dt} = \dot{m}_1 - \dot{m}_2 \Rightarrow \dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$$

$$\frac{dE}{dt} = \dot{m}(h_1 - h_2) + \dot{Q} - \dot{L}_e$$

$$\frac{dS}{dt} = \dot{m}(s_1 - s_2) + \dot{S}_e + \dot{S}_{irr}$$

$$\begin{cases} \dot{L}_T = \dot{L}_e = \dot{m}(h_1 - h_2) \\ \dot{S}_{irr} = \dot{m}(s_2 - s_1) \end{cases}$$

$$\text{STATO ? ?} \quad \text{CASO IDEALE} \quad s_{2s} = s_1 \quad P_{2s} = P_2$$

## Esercizio 06

TAB. VAP. SURR.

$$h_1 = 3535,5 \text{ kJ/kg}$$

$$s_1 = 6,5043 \text{ kJ/kgK}$$

$$\text{STATO } 2s: \quad s_{2s} = s_1 = 6,5043 \text{ kJ/kgK}$$

$$P_{2s} = P_2 = 2 \text{ bar}$$

$$s_{Ls}(2 \text{ bar}) = 1,5301 \text{ kJ/kgK}$$

$$s_{Vs}(2 \text{ bar}) = 7,1268 \text{ kJ/kgK}$$

$$\left. \begin{array}{l} s_{Ls} < s_{2s} < s_{Vs} \\ \text{STATO BIFASE} \end{array} \right\}$$

$$x_{2s} = \frac{s_{2s} - s_{Ls}}{s_{Vs} - s_{Ls}} = 0,889$$

$$h_{2s} = h_{Ls} + x_{2s} (h_{Vs} - h_{Ls}) = 504,7 + 0,889 (2706,3 - 504,7)$$

## Esercizio 06

$$h_{2s} = 2461,4 \text{ kJ/kg}$$

$$l_{T,10}^{\rightarrow} = h_1 - h_{2s} = 1074,1 \text{ kJ/kg}$$

$$l_T^{\rightarrow} = h_1 - h_2$$

$$\eta_T = \frac{l_T^{\rightarrow}}{l_{T,10}^{\rightarrow}} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_{2s}} \Rightarrow h_2 = h_1 - \eta_T (h_1 - h_{2s})$$

$$h_2 = 3535,5 - 0,85 \times 1074,1 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 2622,5 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{ls}(2 \text{ bar}) = 504,7 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{vs}(2 \text{ bar}) = 2706,3 \text{ kJ/kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} h_{ls}(2 \text{ bar}) = 504,7 \text{ kJ/kg} \\ h_{vs}(2 \text{ bar}) = 2706,3 \text{ kJ/kg} \end{array} \right\} h_{ls} < h_2 < h_{vs} \Rightarrow \text{STATO 2 BIFASE}$$

$$x_2 = \frac{h_2 - h_{2s}}{h_{vs} - h_{ls}} = 0,962$$

$$s_2 = s_{ls} + x_2 (s_{vs} - s_{ls}) = 6,9139 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\dot{S}_{\text{IRR}} = \dot{m} (s_2 - s_1)$$

$$S_{\text{IRR}} = \frac{\dot{S}_{\text{IRR}}}{\dot{m}} = s_2 - s_1 = 0,4096 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$