



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

# Esercitazione 01 - Bilanci e Equazione di Stato

*Esercizio 06* ([link registrazione](#))

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

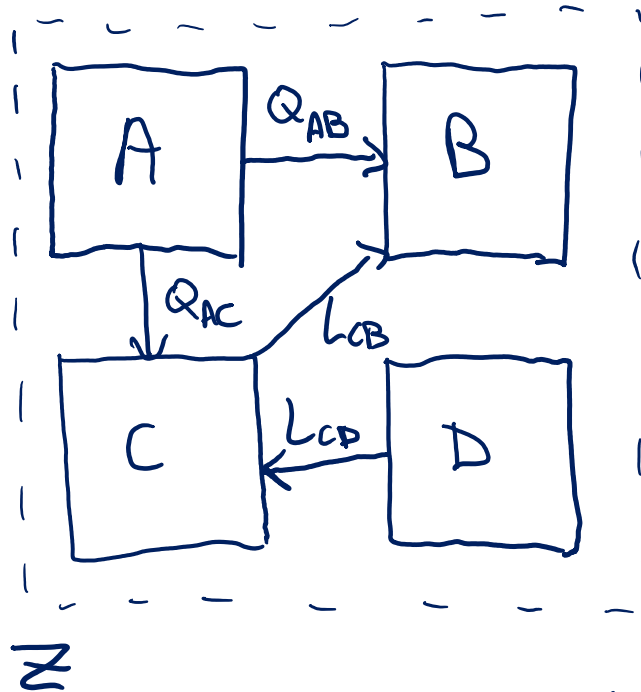
***Prof. Gaël R. Guédon***  
Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano

## Esercizio 06

**1.6.** *[intermedio]* Un sistema composto è costituito da quattro sottosistemi A, B C e D. Il sottosistema A cede un calore  $Q_{AB} = 300$  kcal al sottosistema B ed un calore  $Q_{AC} = 120$  kcal al sottosistema C. Il sottosistema C fornisce un lavoro  $L_{CB} = 230$  kJ al sottosistema B ed assorbe un lavoro  $L_{CD} = 400$  kJ dal sottosistema D. Si chiede di determinare le variazioni di energia interna ed il segno delle variazioni di entropia dei quattro sottosistemi e del sistema completo ipotizzando che nei quattro sottosistemi si abbiano trasformazioni internamente reversibili.

$$[\Delta U_A = -1758.1 \text{ kJ}; \Delta U_B = 1485.8 \text{ kJ}; \Delta U_C = 672.3 \text{ kJ}; \Delta U_D = -400 \text{ kJ}; \\ \Delta U_{TOT} = 0 \text{ kJ}; \Delta S_A < 0; \Delta S_B > 0; \Delta S_C > 0; \Delta S_D = 0; \Delta S_{TOT} \geq 0]$$

## Esercizio 06



$$Q_{AB} = 300 \text{ kcal} = 1256 \text{ kJ}$$

$$Q_{AC} = 120 \text{ kcal} = 502 \text{ kJ}$$

$$L_{CB} = 230 \text{ kJ}$$

$$L_{CD} = 400 \text{ kJ}$$

$$\begin{cases} \Delta U_i = \sum Q_i^{\leftarrow} - \sum L_i^{\rightarrow} \\ \Delta S_i = \sum S_{Q_i}^{\leftarrow} + S_{irr,i} \end{cases}$$

## Esercizio 06

TRASf. Intern. Rev.  $\forall i \quad \Delta S_i = \sum S_{Q_i}^{\leftarrow}$

Hyp.  $T_i = \text{costante} \quad \forall i \quad \Delta S_i = \sum \frac{Q_i^{\leftarrow}}{T_i}$

$z$  è isolato  $\left\{ \begin{array}{l} \Delta U_z = \sum_i \Delta U_i = 0 \\ \Delta S_z = \sum_i \Delta S_i \geq 0 \end{array} \right.$

A:  $Q_{AB} = Q_{AB}^{\rightarrow} \quad Q_{AC} = Q_{AC}^{\rightarrow} \quad (Q^{\leftarrow} = -Q^{\rightarrow})$

$$\Delta U_A = \sum Q_A^{\leftarrow} - \sum L_A^{\rightarrow} = Q_{AB}^{\leftarrow} + Q_{AC}^{\leftarrow} = -Q_{AB}^{\rightarrow} - Q_{AC}^{\rightarrow} = -Q_{AB} - Q_{AC}$$

$$\Delta U_A = -1256 - 502 = -1758 \text{ kJ}$$

$$\Delta S_A = -\frac{Q_{AB}}{T_A} - \frac{Q_{AC}}{T_A} < 0 \quad \text{kJ/K}$$

## Esercizio 06

$$B: Q_{AB} = \overset{\leftarrow}{Q}_{AB} \quad L_{CB} = \overset{\leftarrow}{L}_{CB}$$

$$\Delta U_B = \overset{\leftarrow}{Q}_{AB} - \overset{\rightarrow}{L}_{CB} = \overset{\leftarrow}{Q}_{AB} + \overset{\leftarrow}{L}_{CB} = Q_{AB} + L_{CB} = 1256 + 230 = 1486 \text{ kJ}$$

$$\Delta S_B = \frac{Q_{AB}}{T_B} > 0 \text{ kJ/K}$$

$$C: Q_{AC} = \overset{\leftarrow}{Q}_{AC} \quad L_{CB} = \overset{\rightarrow}{L}_{CB} \quad L_{CD} = \overset{\leftarrow}{L}_{CD}$$

$$\Delta U_C = \overset{\leftarrow}{Q}_{AC} - \overset{\rightarrow}{L}_{CB} - \overset{\rightarrow}{L}_{CD} = \overset{\leftarrow}{Q}_{AC} - \overset{\rightarrow}{L}_{CB} + \overset{\leftarrow}{L}_{CD} = Q_{AC} - L_{CB} + L_{CD}$$

$$\Delta U_C = 502 - 230 + 400 = 672 \text{ kJ}$$

$$\Delta S_C = \frac{Q_{AC}}{T_C} > 0 \text{ kJ/K}$$

## Esercizio 06

$$D: \Delta U_D = -L_{CD}^{\rightarrow} = -L_{CD} = -400 \text{ kJ}$$

$$L_{CD} = L_{CD}^{\rightarrow}$$

$$\Delta S_D = 0 \quad \text{kJ/K}$$

## Esercizio 06

$$\Delta U_z = 0$$

$$\Delta S_z = \sum_i \Delta S_i = -\frac{Q_{AB}}{T_A} - \frac{Q_{AC}}{T_A} + \frac{Q_{AB}}{T_B} + \frac{Q_{AC}}{T_C} = S_{irr,z}$$

3 CASI

- $T_A = T_B = T_C$  :  $\Delta S_z = 0$  SISTEMA OPERA REVERSIBILMENTE
- $T_A > T_B$  ,  $T_A > T_C$  :  $\Delta S_z > 0$  SCAMBI AVVENGONO CON  $\Delta T$  FINITE
- $T_A < T_B$  ,  $T_A < T_C$  :  $\Delta S_z < 0$  IMPOSSIBILE