

Primo principio della termodinamica

- 1) Concetti di base
- 2) **PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA**
- 3) *Secondo principio della termodinamica*
- 4) *Stati di equilibrio stabile*
- 5) *Diagramma energia-entropia*
- 6) *Lavoro, non-lavoro e calore*
- 7) *Macchine termiche*
- 8) *Sistemi semplici*
- 9) *Proprietà di sostanze pure all'ES*
- 10) *Sistemi aperti*
- 11) *Exergia e rendimento exergetico*
- 12) *Aria umida*

Primo principio ed energia

Principio: affermazione non dimostrabile, la cui validità deriva dalla correttezza delle sue implicazioni.

Primo principio della termodinamica

1. Qualunque coppia di stati A_1 e A_2 di un qualunque sistema A può sempre essere connessa mediante un processo meccanico (PM).
Indicando con z_2-z_1 la variazione di quota prodotta dal PM su un grave di massa m nel campo gravitazionale uniforme di accelerazione g ,
2. il prodotto $mg(z_2-z_1)$ assume lo stesso valore per tutti i PM che connettono i due stati A_1 e A_2 .

La principale conseguenza del primo principio della termodinamica è che per ogni sistema A in ogni suo stato A_1 è definita la proprietà **energia**

$$E_1 = E_0 - m g (z_1 - z_0)$$

con A_0 stato di riferimento ed E_0 valore arbitrariamente assegnato ad A_0

Energia

$$E_1 = E_0 - m g (z_1 - z_0)$$

Dimensioni dell'energia:

$$[\text{energia}] = \frac{[\text{massa}] \times [\text{lunghezza}]^2}{[\text{tempo}]^2}$$

Unità di misura (S.I.) dell'energia: **joule**

$$1 \text{ J} = \frac{1 \text{ kg} \times 1 \text{ m}^2}{1 \text{ s}^2}$$

a.a. 12/13

SEI-EdTA - Primo principio della termodinamica v. 1.1

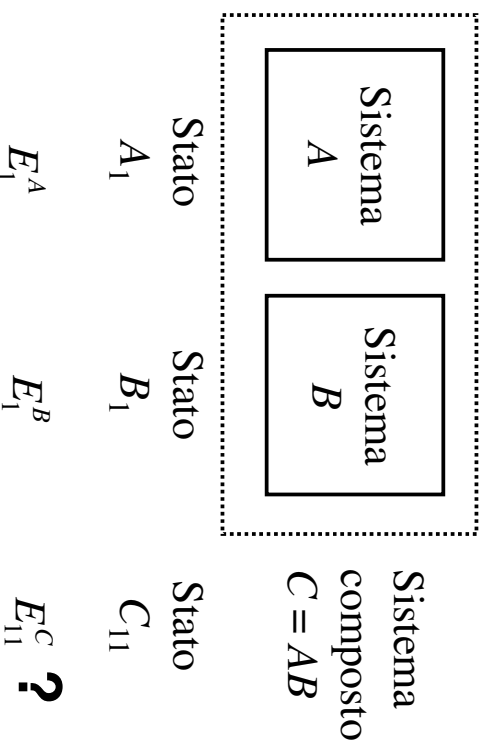
3

Sistema composto

Chiameremo **sistema composto**, l'insieme di due (o più) sistemi.

$$C = AB$$

A e B sono sottosistemi di C.



a.a. 12/13

SEI-EdTA - Primo principio della termodinamica v. 1.1

4

Energia: proprietà

Additività dell'energia: considerati due sistemi A e B e il sistema composto C , $C=AB$, per ogni stato

$$E_{11}^C = E_1^A + E_1^B$$

Conservazione dell'energia

- Ogni processo spontaneo è un processo meccanico (in cui il grave non varia la propria quota, $\Delta z = 0$)

$$E_2^A - E_1^A = -mg\Delta z = 0 \Rightarrow E_2^A = E_1^A$$

- In ogni processo spontaneo l'energia del sistema si conserva.
- L'energia di ogni sistema isolato si conserva.

a.a. 12/13

SEI-EdTA - Primo principio della termodinamica v. 1.1

5

Energia: proprietà

Trasferibilità dell'energia: si consideri il sistema isolato C composto dai sottosistemi A e B e un processo in cui lo stato di A cambia da A_1 ad A_2 e quello di B da B_1 a B_2

$$\text{Cisolato} \Rightarrow E_{22}^C = E_{11}^C$$

$$\text{additività} \Rightarrow E_2^A - E_1^A = -(E_2^B - E_1^B)$$

- La variazione di energia di A è opposta a quella di B , perciò l'energia si è trasferita da B ad A (oppure viceversa)
- Indicheremo con $E_{12}^{A\leftarrow B}$ l'energia ceduta da B ad A durante il processo dallo stato 1 allo stato 2

$$E_2^A - E_1^A = E_{12}^{A\leftarrow B}$$

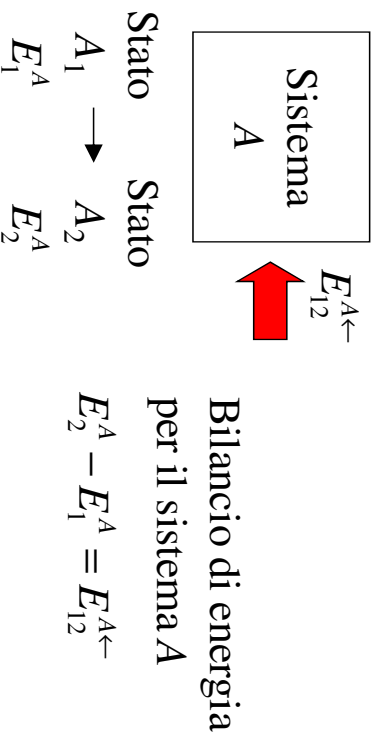
$$E_2^B - E_1^B = -E_{12}^{A\leftarrow B} = E_{12}^{B\leftarrow A}$$

a.a. 12/13

SEI-EdTA - Primo principio della termodinamica v. 1.1

6

Energia: equazione di bilancio



a.a. 12/13

SEI-EdTA - Primo principio della termodinamica v. 1.1

7

Energia: equazione di bilancio

$$E_2^A - E_1^A = E_{12}^{A\leftarrow}$$

- $E_{12}^{A\leftarrow}$ energia che A riceve dall'ambiente durante il processo dallo stato 1 allo stato 2
- oppure
- $$E_2^A - E_1^A = -E_{12}^{A\rightarrow}$$

- $E_{12}^{A\rightarrow}$ energia che A cede all'ambiente durante il processo dallo stato 1 allo stato 2
- Posto $t_1 = t$, $t_2 = t + \Delta t$, per Δt tendente a zero

$$\frac{dE^A}{dt} = \dot{E}^{A\leftarrow}$$

- $\dot{E}^{A\leftarrow}$ ($\dot{E}^{A\rightarrow}$) potenza istantanea che A riceve dall'ambiente (cede a) o flusso di energia entrante in A (uscende da)

a.a. 12/13

SEI-EdTA - Primo principio della termodinamica v. 1.1

8

Potenza

Dimensioni della potenza:

$$[\text{potenza}] = \frac{[\text{energia}]}{[\text{tempo}]}$$

Unità di misura (S.I.) della potenza: **watt**

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

a.a. 12/13

SEI-EdTA - Primo principio della termodinamica v. 1.1

9

Moto perpetuo di prima specie

Energia scambiata in un PM

$$A_1 \xrightarrow{m} A_2$$

$$E_2^A - E_1^A = -mg(z_2 - z_1) = W_{12}^{A\leftarrow}$$

Impossibilità del moto perpetuo di prima specie (**MP1S**)

Non è possibile realizzare una macchina che operando ciclicamente produca come unico effetto nell'ambiente la variazione di quota di un grave.

Non è possibile produrre o distruggere energia

a.a. 12/13

SEI-EdTA - Primo principio della termodinamica v. 1.1

10