

2ª LEZIONE

COORDINATE O VARIABILI DEL SISTEMA: coordinate meccaniche → posizione, velocità (del sistema rispetto ad un riferimento inerziale esterno al sistema)

coordinate termodinamiche → pressione (p), volume (v), temperatura (T) e altre deducibili da queste (entalpia, entropia, energia interna)

TRASFORMAZIONE IN CUI LO STATO FINALE COINCIDE CON QUELLO INIZIALE IN CUI $\Delta U = 0$; $Q = L$

TRASFORMAZIONE CICLICA

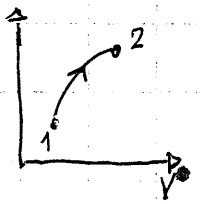
F funzione di stato del sistema espressa in funzione delle coordinate del sistema che mi fanno comodo

$\oint dF = 0$ qualunque sia il ciclo descritto dal sistema

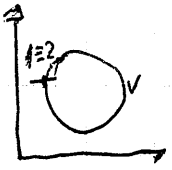
In queste condizioni dF si dice differenziale esatto

Se una trasf. descritta dal sistema si sviluppa lentamente la trasf. si può classificare come una successione di stati di equilibrio.

Si rappresenta così:



la maggior parte delle trasf. termodinamiche sono di questo tipo.



trasf. ciclica, quindi chiusa

CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA: TANTO Q ASSORBITO TANTO LAVORO PRODOTTO

PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

Rappresenta un'espressione quantitativa del principio di conservazione dell'energia (fabbisogno energetico di un edificio è un'applicazione di tale principio)

SISTEMI CHIUSI

Per ogni sistema esiste una grandezza E (funzione di stato) detta energia totale. La variazione di E in dT si può scrivere come:

① $\boxed{dE = dQ - dL}$ scambio termico $\leftarrow dQ$; scambio dinamico $\leftarrow dL$ } scambi energetici effettuati dal sistema nell'intervallo di tempo



Lo scambio termico è positivo ($Q>0$) se viene fornito calore al sistema // dinamico " ($L>0$) se il sistema compie lavoro sull'esterno.

Dalla (1):

$$\frac{dE}{dT} = Q - L$$

con: $Q = \frac{dQ}{dT}$ (potenza termica); $L = \frac{dL}{dT}$ (potenza dinamica)

L'ENERGIA INTERNA U è la somma delle energie microscopiche di un sistema (energia cinetica dovuta al moto di agitazione termica, energia potenziale associata alle interazioni fra molecole)
Tale energia è una funzione di stato dipende solo dallo stato del sistema ma non dalle trasformazioni subite. L'energia interna di un gas perfetto non è solo in funzione della temperatura, non in funzione di V, p e

Se Σ risulta isolato: $dQ = dL = 0$ ciò implica che $dE = 0$
L'energia totale in un sistema isolato si conserva.

(e. cinetica, e. potenziale)

② $\boxed{E = E_c + E_p + U}$ E_c, E_p: termini energetici macroscopici

U: energia interna

$E_c = \frac{1}{2} m w^2$ → velocità del baricentro del sistema

$E_p = mgz$ → quota



U è funzione di stato, è quella parte di E che dipende dalla particolare struttura interna del sistema

Se $U = f$(variabili termodinamiche) dipende dalle variabili termodinamiche

Dalla ① e ② →

③ $dU + dE_c + dE_p = dQ - dL$ si usa per sistemi chiusi

Se: $dE_c \cong dE_p \cong 0$ se i termini macroenergetici sono trascurabili

$\Rightarrow$ ④ $dU = dQ - dL$

Se abbiamo un sistema isolato e in quiete → termini m. trascurabili

$dQ, dL = 0$

$dU = 0$

variaz. energia interna

NOTA:
Tutte queste grandezze introdotte si riferiscono all'unità di massa

Se il sistema descrive un ciclo:

dalla ① $\Rightarrow$ $\oint dE = \oint dQ - \oint dL$

per definizione è $= 0$

$\Rightarrow$ ⑤ $\boxed{Q = L}$ avendo posto $Q = \oint dQ$

$L = \oint dL$

Questa uguaglianza è l'ammontare totale del calore scambiato con l'esterno è equiv. al lavoro complessivamente scambiato dal sistema

↓

PRINCIPIO DI EQUIVALENZA TRA CALORE E LAVORO

Non viene data una def. di energia interna ma con la ③ solo un modo di calcolare non il valore assoluto, ma solo le variazioni, cioè la U resta determ. a meno di una costante additiva.

OSSERVAZIONI:

Nella ③ tutte le grandezze U, E_c, E_p, Q, L sono grand. energetiche, riferite normalmente rispetto all'unità di massa, $\left(\frac{J}{Kg}\right)$ → joul!

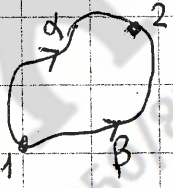
dU = variazione infinitesima di U

- U è funzione di stato
- ΔU è un differenziale esatto

$$\Delta U = \int_1^2 dU = U(2) - U(1)$$

dallo stato di equilibrio 1 allo 2

Dipende dallo stato iniziale e finale e non dalla particolare trasformazione seguita per passare dallo stato 1 e 2



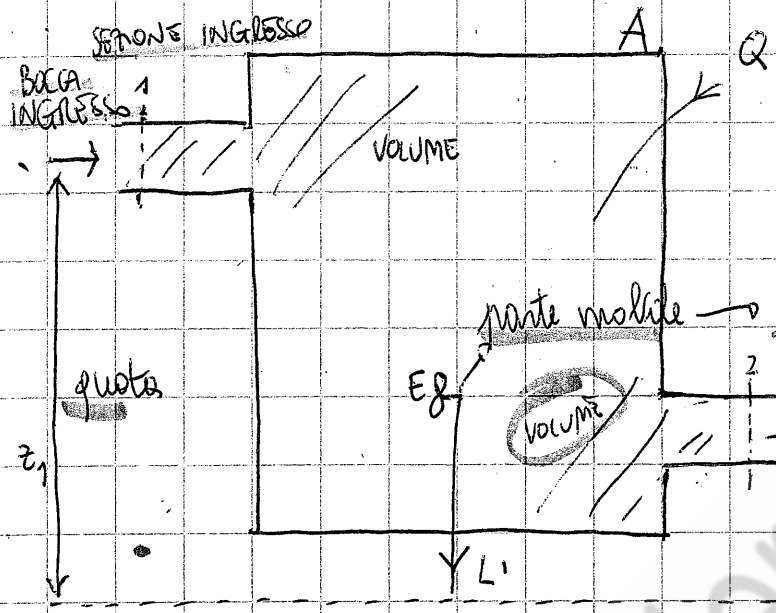
dQ e dL = quantità infinitesime

Q e L non sono funzioni di stato

$Q_{12} = \int_1^2 dQ$; $L_{12} = \int_1^2 dL$ dipendono dagli stati 12 e da α e β

master COPY COPISTERIA

PRIMO PRINCIPIO PER SISTEMI APERTI



frontiera

A = parte rigida e impermeabile (contorno)

parte mobile → permette scambio di lavoro con l'esterno

le bocche possono essere di qualsiasi numero

Attraverso la frontiera è possibile uno scambio termico con l'esterno

Bilancio energetico ②

" di massa ① attraverso le bocche avviene uno scambio di massa

① sia: τ ; $M = M(t)$ massa contenuta nel volume di controllo

$d\tau$: dm_1, dm_2 → masse che esce (massa scaricata all'esterno) attraverso la bocca di uscita

massa che entra attraverso la sezione 1

$$dM = dm_1 - dm_2 \qquad \frac{dM}{d\tau} = \frac{dm_1}{d\tau} - \frac{dm_2}{d\tau}$$

Poniamo $G_1 = \frac{dm_1}{d\tau}$ dimensionalmente sono $\frac{kg}{s}$; $G_2 = \frac{dm_2}{d\tau}$ (portate in massa)

$$\frac{dM}{d\tau} = G_1 - G_2 = -(G_2 - G_1)$$

N.B. per convenzione positive le portate in uscita e negative quelle in entrata