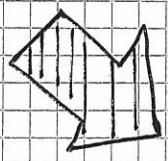
Termodinamica

=> si occupa di vedere cosa succede nello spazio al variare di TEMPERATURA, PRESSIONE, VELOCITÀ... cioè identificare COME VARIA UNA GRANDEZZA in base ai parametri x, y, z.

Ma queste grandezze sono CONTINUE?

Se sì potrei trattarle come CAMPI COSTANTI e quindi sfruttare l'analisi 1

Se no Non si possono trattare come grandezze costanti



IPOTESI del CONTINUO: nella realtà sappiamo che il vuoto è continuo, ma la materia no! Solo nello spazio e tempo si può definire il vuoto, mentre le grandezze termodinamiche non dipendono da spazio e tempo.

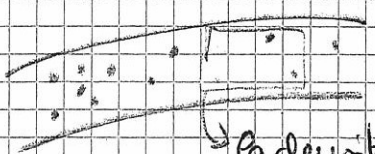
1° CASO LIMITE

Gas rarefatti

= poche molecole di gas in uno spazio finito (SI CREA IL VUOTO x isolamento termico)

⇓

Si abbassa la densità del gas, per cui potrebbe venir meno l'IPOTESI DEL CONTINUO (materia poco densa, dove sarà difficile calcolare la densità)

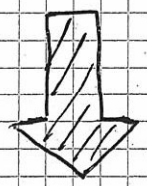


↳ la densità dipende da dove analizzo il gas

↓

Il gas è in movimento, quindi la MISURA NON È STAZIONARIA => LA DENSITÀ VIENE DEFINITA da una probabilità

NON RIESCO ⇐ AD ARRIVARE AD UN SISTEMA CONTINUO



2° CASO LIMITE

Onde d'urto

La materia è anche densa, ma il fenomeno fisico è molto IMPULSIVO. Sembra che ci siano dei salti e non è applicabile il modello del CONTINUO.

Appurate queste eccezioni, si può fare l'IPOTESI DEL CONTINUO

$\rho = \underset{V \to V_0}{\lim} \frac{M}{V}$ V_0 = volumetto piccolo (fino a 10^{-8} m) in base a ciò che studiamo.

densità locale



Grandezze INTENSIVE ed ESTENSIVE

ESTENSIVA o integrale → il valore della grandezza dipende dalla MASSA del sistema. Non occupano un volumetto, ma uno spazio finito anche da un punto di vista macroscopico.
→ sono sommabili, integrabili

INTENSIVA → il valore della grandezza è una FUNZIONE LOCALE. È una proprietà definibile punto per punto

y intensive (stampatello minuscolo)	E estensive (corsivo maiuscolo)
$\rho(x,y,z,t)$ DENSITÀ	M MASSA
$T(x,y,z,t)$ TEMPERATURA	V VOLUME
$p(x,y,z,t)$ PRESSIONE	$E_{cin} = \frac{1}{2} M v^2$ (J) (v del sistema)
$E_c = \frac{1}{2} v^2$ (J/kg) EN. cinetica specifica	

ESTENSIVE ⟹ INTENSIVE ↛ ESTENSIVE
↳ dividendo per la MASSA o per il VOLUME

esempio: IL VOLUME SPECIFICO: v_s

$v_s = \frac{V}{m}$ (divido il volume per la massa)
→ per unità di massa

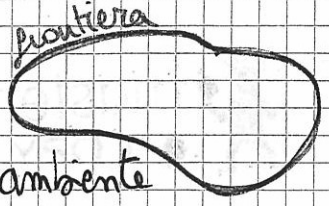
Se facciamo $\lim V \to V_0$ ottengo il VOLUME SPECIFICO $\left(\frac{1}{\rho}\right)$

grandezze intensive ⇒ CAMPO INTENSIVO



Sistema, ambiente

SISTEMA = regione di spazio oggetto d'indagine; la scelta è (o volume di controllo) arbitraria, ma legata comunque all'APPLICAZIONE.

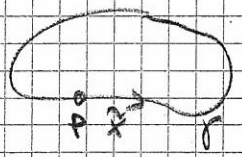


- frontiera = superficie che fa da bordo al volume. Attraverso la frontiera c'è il passaggio da SISTEMA ad AMBIENTE.
- CONDIZIONI AL CONTORNO = condizioni sulla frontiera

La scelta del sistema dipenderà da dove mi torna meglio porre la frontiera.

Funzione di stato

Def matematica $\oint_\gamma da = 0$ Se l'integrale CICLICO sulla curva γ dà 0, significa che a è FUNZIONE DI STATO.

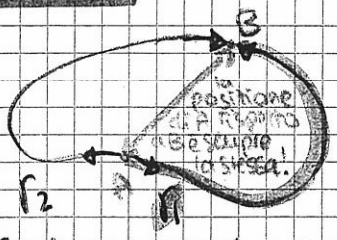


γ = percorso chiuso: si parte da un punto e si torna nello stesso

a è FUNZIONE DI STATO $\Leftrightarrow \oint da = 0 \ \forall \gamma$ (su qualunque percorso)

Si definisce comunque sua proprietà

Corollario



γ_1, γ_2 due percorsi diversi

$$\int_A^B \text{đa} = \int_A^B \text{đa} = a(B) - a(A)$$

γ_1 γ_2

indipendenza dal percorso $\forall \gamma$

differenza tra stato B e stato A

da ⇒ non è proprio un differenziale esatto, ma una QUANTITÀ INFINITESIMA di a: δa

⇓

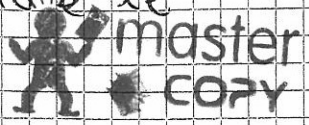
È corretto usare il differenziale se $\oint_\gamma \delta a = 0$

δ → NON SO SE È FUNZIONE DI STATO O NO

d → DAL MOMENTO CHE SO CHE È FUNZIONE DI STATO

Quindi $\forall \gamma \oint_\gamma da = 0 \iff \int_{A\,\gamma_1}^{B} da = \int_{A\,\gamma_2}^{B} da \quad \forall \gamma_1, \gamma_2$

Esempi di funzioni di stato: DENSITÀ, TEMPERATURA, PRESSIONE.
Sono funzioni di stato quando l'integrale ciclico di queste grandezze è 0 (cioè torno nel solito punto e il risultato non è cambiato).

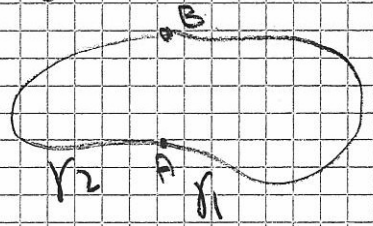


Funzioni di stato e funzioni di linea

Dipendenza da
- POSIZIONE = FUNZIONE DI STATO: si identifica tramite x, y, z dove si trova un punto rispetto agli assi.
- PERCORSO = FUNZIONE DI LINEA: NON è funzione di stato dipende dal percorso γ. L'integrale ciclico in questo caso non mi dà un lavoro nullo

DISTANZA PERCORSA AD UN CIRCUITO ←

Energia potenziale, lavoro



$\mathcal{L}_{\gamma_1} = \mathcal{L}_{\gamma_2}$? **NO** (in generale) ⇒ in generale è una FUNZIONE DI LINEA *

$U_{\gamma_1} = U_{\gamma_2}$? **SI**

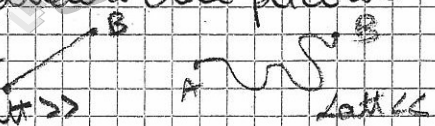
FUNZIONE DI STATO: l'energia potenziale si può attribuire a un punto tramite un CAMPO SCALARE



Le funzioni di stato possono essere → intensive, → estensive

* 

Se c'è Fatt che fa $\mathcal{L}^* < 0$, esso dipenderà dal percorso seguito (è funzione di linea)



Δ → funzione di linea

d → funzione di stato



SISTEMA

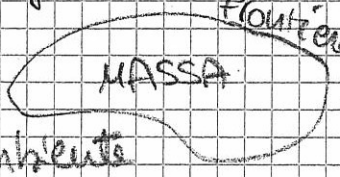
= È qualcosa che scegliamo, a seconda della parte che vogliamo analizzare. Per esempio si preferisce scegliere un SISTEMA CHIUSO dove non c'è trasporto di massa e quindi poss trascurare altre grandezze.

APERTO

= prevede un possibile passaggio di MASSA, che può entrare e uscire o fare entrambe le cose contemporaneamente.

CHIUSO

= non accessibile alla massa, la massa non può attraversare la frontiera.



(SISTEMA IMPERMEABILE ALLA MASSA)

CONDIZIONI (del sistema)

→ meglio scegliere stazionario, risparmio tempo per studiare altre cose!!

TRANSITORIE

= se all'interno del sistema varia almeno una FUNZIONE DI STATO

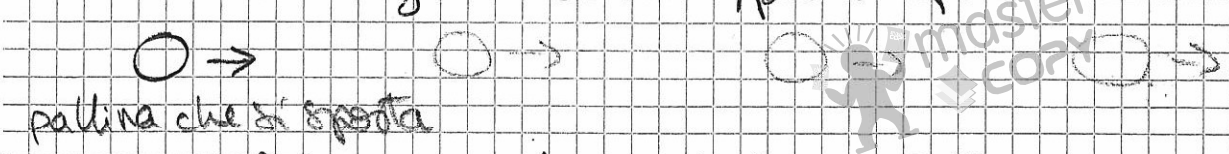
es. TERMODINAMICA in un sistema chiuso

STAZIONARIE

= se tutte le grandezze che lo caratterizzano NON variano nel tempo.

$$T(x, y, z, \cancel{t}) \quad \frac{\partial}{\partial t} = 0 \quad \forall \text{ qualunque grandezza}$$

Sono libero nel scegliere il sistema, per esempio:



pallina che si sposta

punto di rif. osservatore esterno: variazione della massa (in un punto la pallina c'è e dopo un certo istante non c'è più).
= SISTEMA TRANSITORIO

punto di rif. solidale alla pallina: conservazione della massa
= SISTEMA STAZIONARIO ⇒ eq flusso laminare

