FENOMENI di TRASPORTO

riguardano il trasporto di certe quantità
- Energia
- Quantità di moto
- materia

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Ci sono **2 meccanismi** fondamentali per il Trasporto di queste quantità

① TRASPORTO CONVETTIVO → associato al movimento della materia

② TRASPORTO DIFFUSIVO → meccanismo di tipo molecolare dove non vi è materia che si muove ma vi è solo agitazione termica → legata all'energia cinetica delle particelle

Es. BARRETTA TERMICAMENTE ISOLATA alle pareti laterali



Dopo un tempo sufficientem. lungo avremo un andamento di T nella barretta:



$T = a - X \cdot b$

$T = 80°C - X \cdot b$

$20°C = 80°C - L \cdot b \rightarrow b = \frac{80-20}{L}$

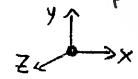
Il calore si Trasferisce dal punto + caldo a quello + freddo.
Se non continuiamo a riscaldare con le piastre, si arriverà a un EQUILIBRIO TERMICO in cui tutto si porterà ad una T intermedia.

Le PARTICELLE:



- nei GAS → sono libere di muoversi
- nei SOLIDI → vibrano (AGITAZIONE TERMICA) → oscillano intorno alla loro posizione
  ↳ sussiste ad una qualsiasi T maggiore dello Zero Kelvin.

Assimiliamo una particella a un punto materiale



x, y, z le 3 coordinate cartesiane

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

TEOREMA dell'EQUIPARTIZIONE dell'ENERGIA:

> Ogni tipo di molecola ha un certo numero di gradi di libertà n, che sono i modi indipendenti con i quali la molecola può immagazzinare Energia. Ciascuno di questi gradi di libertà è associato a un'energia di $\frac{1}{2}KT$ per ogni molecola

Per il MOTO TRASLAZIONALE → ci sono 3 gradi di libertà, corrispondenti ai 3 assi ⊥
Per il MOTO ROTAZIONALE → una molecola monoatomica non ruota ⇒ non possiede En. rotaz.
// biatomica può ruotare attorno al suo centro solo attorno ai 2 assi ⊥ alla congiungente fra gli atomi
↳ ha 2 gradi di libertà rotazionali

Energia cinetica di un punto materiale

$E = n \frac{1}{2} KT$ → costante di Boltzmann: $K = \frac{R}{N_A}$

n° gradi di libertà

- MOLECOLA MONOATOMICA: $n = 3$ → $E = \frac{3}{2} KT$
- MOLECOLA BIATOMICA: $n = 7$ → $E = \frac{7}{2} KT$



3 in senso Traslatorio (di traslaz.) → x, y, z
3 di rotazione (intorno ai 3 assi)
1 → distanza della congiungente i 2 assi (L) (⇒ di vibrazione)

FLUIDI

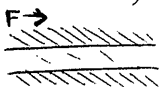
Proprietà dei FLUIDI (che li distinguono dai solidi)

- sono DEFORMABILI (OSS. In realtà sono un po' tutti deformabili, anche i solidi: cambia l'intensità di deformazione! Il solido rigido non esiste)
- non resistono a deformazioni (meccaniche) → si deformano indefinitamente

≠ I solidi sono in grado di resistere ad una deformazione (si deformano limitatamente, fino a un certo punto)

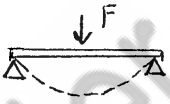
FLUIDI:

Corrispondenza tra SFORZO e VELOCITÀ di deformazione ($F \propto v$)
La Forza di deformaz. influenza la v di deformaz. (↑F, ↑v)



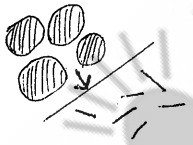
SOLIDI:

Corrispondenza biunivoca tra SFORZO e DEFORMAZIONE ($F \propto \varepsilon$)



MATERIALI TISSOTROPICI → materiali che alla stessa T possono comportarsi sia da SOLIDI che da FLUIDI a seconda dello sforzo a cui sono sottoposti

es. CATRAME → costituito da lamelle di grafite impacchettate



Se rompo l'ordine (impacchettatura) applicando uno sforzo il solido diventa liquido (si comporta come un fluido)

Questo comportamento dipende dall'intensità delle Forze di V.der Waals. Quando le lamelle sono vicine ho alte forze di V.d.W., per questo ho una forza altamente coesiva (la F di coesione tra lamelle fa sì che si comporti come solido).
Applicando una F, si ha uno sfasamento => ho una diminuz. della F di coesione e per questo ho comportamento da liquido.

I FLUIDI si distinguono in

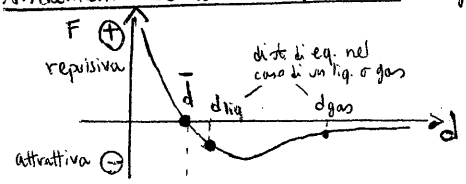
GAS → comprimibili (si possono comprimere)

LIQUIDI → incomprimibili

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Per capire la differenza tra i 2, bisogna capire la struttura molecolare

Andamento della F di interazione in funzione della distanza



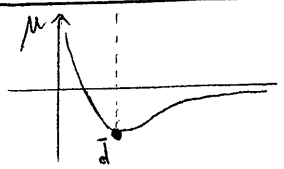
in opposiz. alle $F_{repulsive}$ dovute a orbitali molecolari ($F_{elettrostatica}$)

F di V.d.W = F. di interaz. molecola-molecola → sono repulsive a piccola distanza e attrattive a d maggiori

All'equilibrio la F è minima!

$\bar{d}$ = distanza media in cui F=0 (dist. di F nulla) (media xk particelle si muovono)

Andamento del potenziale di interazione



Il potenziale elettrico ha lo stesso andamento e presenta un minimo alla distanza di equilibrio

$\mu = \int F$

Questo quando tutto è STATICO!

PROBLEMA: Le particelle non sono ferme, ma si muovono per MOTO TRASLAZIONALE nel caso di solidi, ROTAZIONALE nel caso di fluidi
Muovendosi in tutte le direzioni, la loro distanza aumenta nel tempo!
La distanza non aumenta linearmente nel tempo poiché le particelle si muovono di moto caotico (NON rettilineo uniforme), ma ↑ con la √ del tempo.

$$\langle \bar{d} \rangle \simeq \alpha \sqrt{t}$$

- Energia termica tende ad allontanarle
- F di V.d.Waals tende ad avvicinarle (F. di richiamo)

→ Si stabilisce un EQUILIBRIO STATICO che avviene ad una data $d_{eq} > \bar{d}$
=> Non mi trovo più ad un minimo di U ma ad un minimo di G.

Differenza tra LIQUIDI e GAS

- Per LIQUIDI: d_{eq} e $\bar{d}$ sono molto vicine (d_{eq} è prossima alla distanza di forza nulla $\bar{d}$)
- Per GAS: $d_{eq} >> \bar{d}$ => posso comprimere i gas sono + comprimibili

⇓ Non posso comprimere + di tanto perché sono già vicine a $\bar{d}$.

Differenza tra SOLIDI e LIQUIDI

- SOLIDI → le particelle possono muoversi poco rispetto alla posizione di equilibrio
  La distanza di oscillazione vibrazionale è molto + piccola di d_e => struttura bloccata (resistente a def.)
- LIQUIDI → Le particelle possono migrare + liberamente
  La distanza di vibraz. è dell'ordine di grandezza di d_e => struttura non bloccata (NON resistente alle deformaz.)

Ogni MEZZO è un mezzo discreto, con la materia concentrata al centro di ogni atomo e il resto è vuoto
Noi però consideriamo i mezzi: UNIFORMI, ovvero con la materia distribuita in maniera omogenea e uniforme.

CORPO OMOGENEO → la massa effettiva occupa precisi spazi
CORPO MACROMOGENEO → qualsiasi punto prendiamo comprenderà sicuramente un atomo o molecola

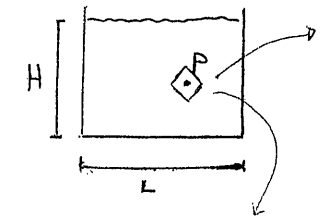
In alcuni casi non è possibile assumere la macromogeneità
es. Moto in mezzi POROSI
RAZZO che viaggia negli strati alti dell'atmosfera
↳ Nell'atmosfera si muove in un mezzo macromogeneo, infatti le particelle hanno fra loro una distanza intermolecolare molto inferiore alle dimensioni razzo.
Salendo, l'aria diventa + rarefatta => razzo si muove nel VUOTO e urta particelle discrete.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

IL TRASPORTO DELLA QUANTITÁ DI MOTO → x descrivere il moto di un fluido quando è sollecitato da forze.

La quantità di moto è un vettore: $\vec{q} = m \cdot \vec{v}$, che nel caso di trasporto convettivo viene trasportato dal moto del corpo, che si muove a v costante.

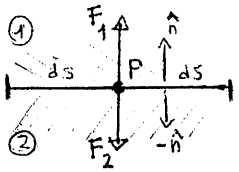
FLUIDO IN QUIETE



Siamo in condizioni STATICHE
Consideriamo un punto P e tracciamo una superficie ideale piccola rispetto alle caratteristiche del recipiente (L, H)

In condizioni STATICHE le F di contatto che si scambiano 2 porzioni dello stesso fluido, separate da 1 superficie ideale, sono sempre ⊥ alla superficie di separazione

La F di contatto σ di superficie è proporzionale all'estensione della superficie, è diretta sup normalmente alla superficie stessa ed ha sempre carattere di compressione.
↳ nel caso di fluido statico NN si esercitano F di Trazione



$F_1 = F_{2\to1}$ (F che 2 esercita sulla porzione 1) → uguali e opposte
$F_2 = F_{1\to2}$

PRESSIONE $P = \frac{F}{A}$ (Forza per unità di superficie) → è 1 scalare ed è sempre ⊕

Definiamo n il versore normale alla superficie



$\frac{\vec{F}_n}{S} = \sigma P \cdot n$ → xk F diretta verso il basso e versore verso l'alto

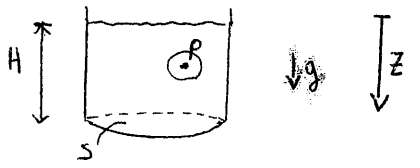
Per convenzione si prende ⊕ la Forza che fluido dalla parte del versore n esercita su fluido sotto!

$dP = \frac{|\vec{F}_n(P)|}{dS}$ → La F che nel punto P, il fluido che si trova dalla parte di n esercita sulla parte di fluido sotto (⊥ alla superficie) (è un vettore che è funzione del punto ⇒ campo vettoriale)

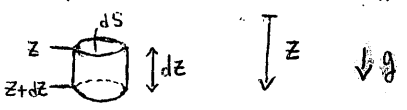
La Pressione in uno stesso punto è indipendente dall'orientamento del piano, ma dipende solo da quale punto nello spazio è considerato. (il valore dip. dal punto)

$P = f(P)$ campo scalare

FLUIDO SOGGETTO ALLA FORZA DI GRAVITÁ, IN QUIETE



Prendiamo una porzione di fluido: un cilindretto di piccolo diametro, di area dS e h infinitesima dz.
Fissiamo l'asse z verso il basso.



BILANCIO DI FORZE lungo z

$$F_p + F_{parete\ sup} + F_{parete\ inf} = 0$$

- F_p: Forza PESO (verso il basso)
- $F_{parete\ sup}$: Forza della parete super. (verso il basso)
- $F_{parete\ inf}$: Forza della parete inferiore (verso l'alto)

→ è fermo! $\Sigma F = 0$

oss. $F_{parete\ laterale} = 0$ (non contribuiscono lungo z)

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

$$dm \cdot g + P_{|z} \cdot dS + (-P_{|z+dz} \cdot dS) = 0$$

dm = "massa"; $P_{|z}$ applicata in z

$$\rho \cdot dS\,dz \cdot g + P_{|z} \cdot dS - P_{|z+dz} \cdot dS = 0$$

$$\rho g\, dz = P_{|z+dz} - P_{|z}$$

è il DIFFERENZIALE della Pressione in z_0: $\frac{dP}{dz}|_{z_0} \cdot dz$

poiché: $P_{|z+dz} = P_z + \frac{dP}{dz}|_{z_0} \cdot dz$

$$\rho g\, dz = \frac{dP}{dz}|_{z_0} \cdot dz$$

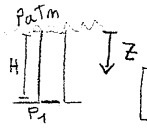
$$\boxed{\frac{dP}{dz} = \rho g}$$ LEGGE DI STEVINO

integrando

$$\boxed{P(z) - P(z_0) = \rho g (z - z_0)}$$

La P aumenta con z

Es°



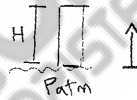
$$\boxed{P_1 - P_{atm} = \rho g H}$$

Se avessi preso l'asse z verso l'alto avrei avuto stessa cosa ma di segno opposto

$$\boxed{\frac{dP}{dz} = -\rho g}$$

$$\boxed{P(z) - P(z_0) = -\rho g (z - z_0)}$$

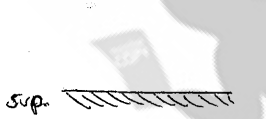
Es°:



$$\boxed{P_1 - P_{atm} = -\rho g H}$$

Consideriamo questa equazione per un FLUIDO COMPRIMIBILE

GAS



La densità dell'aria non è costante, ma varia da punto a punto

$$\rho = \frac{1}{v} = \frac{1}{\frac{RT}{P}} = \frac{P}{RT}$$

$$\boxed{Pv = RT}$$

LEGGE GAS PERFETTI

con v = Volume specifico

Legge di Stevino: $\boxed{\frac{dP}{dz} = -\rho g}$

$$\frac{dP}{dz} = -\frac{P}{RT} \cdot g$$

integro

$$\int \frac{dP}{P} = -\int \frac{g}{RT} \cdot dz$$

$$\ln \frac{P(z)}{P(z_0)} = -\frac{g}{RT}(z - z_0)$$

condizione: $z_0 = 0 \rightarrow P(z_0) = P_{atm}$

$$\ln \frac{P(z)}{P_{atm}} = -\frac{g}{RT} \cdot z$$

$$\boxed{P(z) = P_{atm} \cdot e^{-\frac{g}{RT} \cdot z}}$$

Oss. P alla profondità h:

$$\boxed{P = P_0 + \rho g h}$$



P all'altezza d

$$\boxed{P = P_0 - \rho g d}$$



MASTER COPY
Tel. 050 831 2126
Cell. 388 9837745