FISICA TECNICA

RICEVIMENTO: venerdì pomeriggio dalle 3:30 in poi (mandare mail)

ORALE: può durare anche più ore

LIBRI: "elementi di fisica tecnica per l'ingegneria" Mazan (ci sono esercizi svolti)

"Elementi di fisica tecnica" Cengel

"Fisica tecnica" Latrofa

PROGRAMMA

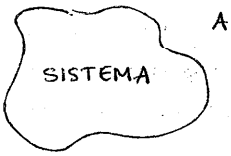
- Termodinamica
- Fluidodinamica
- Trasmissione del calore

master COPY

I principi della termodinamica valgono dal mondo micro a quello macroscopico.
Quelli fondamentali sono: • conservazione energia (I principio)
• trasformazioni reversibili (II principio)

SISTEMA = oggetto con un certo volume di spazio che stiamo analizzando

AMBIENTE = ciò che sta fuori dal sistema (il mondo oggetto di studio)

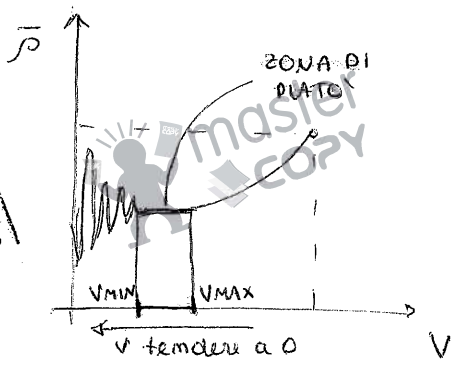


E' quindi necessario capire quale è il sistema e per quale oggetto scrivere le equazioni.
SISTEMA APERTO → permette lo scambio di massa fra sistema e ambiente (si considera aperto se abbiamo almeno un ingresso e un'uscita)
Non consideriamo lo spazio tra i singoli oggetti come spazio vuoto, ma come spazio continuo.
CAMPO = è una funzione del tempo e dello spazio
Si definisce "stazionario" un campo che non dipende dal tempo; i campi vettoriali sono 3 campi scalari.
Per le grandezze termodinamiche parlare di campo continuo è una forzatura, perché ad esempio la densità non è un campo continuo, dato che la materia non è continua, diluita nello spazio (infatti le particelle contengono il vuoto).
Per definire ciò che è CONTINUO partiamo dalla massa: la variabile che dipende dalla massa è la densità.

GRANDEZZE INTENSIVE = valide localmente e non si possono sommare (densità)
GRANDEZZE ESTENSIVE = sono sommabili (es. massa, volume)

In questa materia ci interessa conoscere più che la densità media, la densità in ogni punto dello spazio, quindi vogliamo conoscere il CAMPO di densità:
La densità media è $\bar{\rho} = \frac{m}{V}$; la densità locale è $\rho(x,y,z,t) = \lim_{V \to 0} \frac{m}{V}$

cioè faccio tendere a 0 il volume, quindi riducendolo a un punto. E considero la massa relativa a quel volume infinitesimo.



Man mano che il volume diminuisce la densità non è detto che rimanga costante, perché la $\bar{\rho}$ potrebbe cambiare se si considera un area più piccola

Quindi potrebbe diminuire e tendere al valore di densità locale.

Problema: se faccio tendere a 0 il volume potrei incontrare poche particelle dato che il vuoto aumenta.

Quindi se considero un volumetto piccolo dove ci sono pochissime particelle non ho informazioni stabili, perché potrebbero variare nel tempo. Quindi la grandezza che stiamo trattando non è statisticamente stazionaria e non ci dà informazioni utili, ma potrebbe variare in base al caso. (CIOÈ POTREI RESTRINGERMI A UN PUNTO DOVE NON HO PARTICELLE O DOVE NE HO SOLO UNA, DIPENDE DAL CASO)
È necessario quindi che mi fermo a tendere il volume non 0, ma un po' più grande dove ho una densità locale stazionaria, ma nemmeno avere V troppo grande perché in quel caso non avrei densità locale, ma densità media.
Devo stare in una ZONA DI PLATO', dove V_{max} è dell'ordine del centimetro e V_{MIN} è dell'ordine di 10^{-8} metri. Il volume massimo può spostarsi a sinistra in base al problema pratico e al fenomeno fisico che analizziamo.
Riassumendo: con eccezione dell'aumento di V_{MIN} e diminuzione del V_{MAX}, possiamo sempre considerare la zona di Platò per tutti i fenomeni che vogliamo analizzare. Il primo caso si trova quando siamo in ambienti sottovuoto (dove il volume minimo che devo prendere per avere una giusta quantità di particelle deve necessariamente aumentare). Ad esempio in zone elevate dell'atmosfera.
Il secondo caso è quello in cui il V_{max} diventa piccolo, cioè quando ho grandezze che variano su scale piccolissime, come nelle onde d'urto (dove avvengono dei salti delle grandezze termodinamica) dove ho forti gradienti delle grandezze in spazi piccolissimi. Infatti non analizzeremo le onde ma solo i salti delle grandezze

Simbologia:

① Grandezze intensive
STAMPATELLO MAIUSCOLO
es. V = volume specifico $= \frac{1}{\rho}$

② Grandezze estensive
CORSIVO MAIUSCOLO
es. $\mathcal{V}$ = volume

③ quando parliamo di una proprietà che vale in un punto dello spazio e in un tempo (funzioni di stato)
Le funzioni di linea invece dipendono dalla storia precedente (es. posizione)
Per le differenze infinitesime delle funzioni di stato usiamo il (d)
Per le quantità infinitesime delle funzioni di linea uso il (δ)
Es. $d\rho$, δQ

FUNZIONI DI STATO

Lo stato di un sistema è una configurazione del sistema basata su determinate proprietà. Temperatura, pressione, densità sono grandezze che definiscono lo stato di un sistema termodinamico.
Non è sempre necessario conoscerle tutte, ma a volte si possono ricavare da altre ad esempio derivando.

Se il sistema termod. è SEMPLICE, sono necessarie (2) grandezze per definire il suo stato. (Semplice se è monocomponente: se valgono i fenomeni fisici meccanici deve in più dir la temperatura).

Tutte le altre funzioni di stato si possono trovare attraverso relazioni da quelle due. Le due variabili in questione sono: DENSITÀ e TEMPERATURA.

Non diciamo pressione e temperatura perché la pressione talvolta dipende dalla temperatura. Anzi c'è una relazione biunivoca fra p e T, cioè se comanco una comando anche l'altra.

LE FUNZIONI DI STATO sono pressione temperatura e densità.

LE FUNZIONI DI LINEA sono calore scambiato e lavoro

Una funzione di stato qualunque a allora è differenziabile, cioè posso fare il differenziale (variazione infinitesima) da. Se faccio integrale ciclico $\oint da$ partendo da un punto A e tornando nello stesso punto ottengo che $\boxed{\oint da = 0}$



(I) Funzione è di stato $\iff \oint da = 0$ (deve valere $\forall$ circuito si scelga)

Invece per le funzioni di linea questa osservazione non è valida $\oint \partial b \neq 0$
Ad esempio la lunghezza del circuito non è una funz. di stato perché $\oint \partial l \neq 0$
Altra proprietà delle funzioni di stato: (II) $\int_{C_1}^{B,A} da = \int_{C_2}^{B,A} da$ (è uguale sia che vado da A a B percorrendo il tratto C_1 sia C_2) $= (a_B - a_A)$

Quindi se ho una grandezza di stato posso calcolare la variazione tra due punti.
Non posso invece parlare di variazione di una funzione di linea (ad esempio non dico variazione di calore o lavoro!)
Per ogni grandezza estensiva posso sempre ricavare tramite un rapporto la corrispondente grandezza intensiva. Ad esempio:

- massa → divido per volume e ottengo densità
- volume → divido massa, volume specifico
- energia → diviso massa, energia specifica per unità di massa (specifica è sempre per unità di massa).

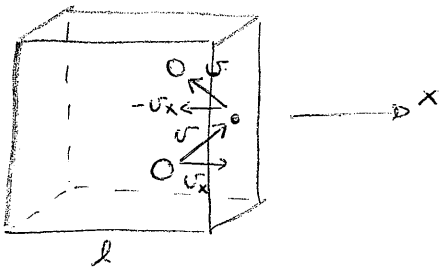
master COPY

TEMPERATURA

PRINCIPIO O DELLA TERMODINAMICA?
Vale la proprietà transitiva per la temperatura: cioè se il corpo 1 è in equilibrio termico con un corpo 2 e il corpo 2 è in equilibrio termico con il corpo 3, allora il corpo 1 è in equilibrio termico con il corpo 3.

Nel nostro corso siamo più interessati a se l'energia interna aumenta o diminuisce, mentre non ci interessa la quantità effettiva di energia interna.
Possiamo conoscere ciò che ci interessa dell'energia interna di un sistema, cioè la sua variazione attraverso la temperatura e la densità.
La temperatura gioca sull'energia microscopica: ad esempio un gas ideale ha molecole che si muovono più velocemente se la temperatura aumenta. Quindi capiamo che la temperatura è legata all'energia interna del sistema per i gas.
Conoscere la T è come conoscere la E insomma.

Prendiamo un recipiente cubico di aria interno cioè un gas perfetto con particelle che fanno urti elastici con le pareti e tra loro.



Sulle pareti del contenitore agisce una pressione legata agli urti elastici fra le molecole e il contenitore. L'impulso su una parete è dato da:

$I_x = mv_x$ $\left.\right\}$ dove v_x è la componente lungo x della velocità della particella
$-m(-v_x)$

quindi $I_x = mv_x - m(-v_x) = 2mv_x$. Sia τ il tempo di durata dell'urto

$\frac{I_x}{\tau} = F$ dove F è la forza che agisce sulla parete.

Il tempo τ è molto breve, se considero un tempo più lungo, la particella incontrerà dopo molto tempo un altra parete. Se consideriamo che nel recipiente ci sono tantissime particelle, allora possiamo considerare la forza media, considerando il tempo tra un urto e quello successivo
Quindi τ sia il tempo tra un urto e il successivo ed è $\bar{\tau} = \frac{2\ell}{v_x}$ quindi:

$\bar{F} = \frac{2mv_x \cdot v_x}{2\ell}$ quindi la forza media è $\frac{mv_x^2}{\ell}$.

La pressione media è $p = \frac{mv_x^2}{\ell \ell^2} = \frac{mv_x^2 \cdot n}{3}$ (n = densità volumetrica di particelle, V = volume)

Quindi $pV = npmv_x^2$

La velocità di una particella è $v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$ dove v_x^2, v_y^2 e v_z^2 sono in media le stesse nel complesso delle particelle (sono dipendenti dalla probabilità)
Quindi posso scrivere $v^2 = 3v_x^2$ quindi $v_x^2 = \frac{v^2}{3}$ e diventa $pV = npm\frac{v^2}{3} \cdot \frac{2}{2} = np\frac{mv^2}{2}\frac{2}{3}$

$\frac{mv^2}{2}$ = energia cinetica

Vogliamo trovare una relazione fra T del gas e la sua energia cinetica dato che la T la posso misurare facilmente, mentre la e. cinetica è difficile da misurare (è microscopica).

Im particolare sono direttamente proporzionali:

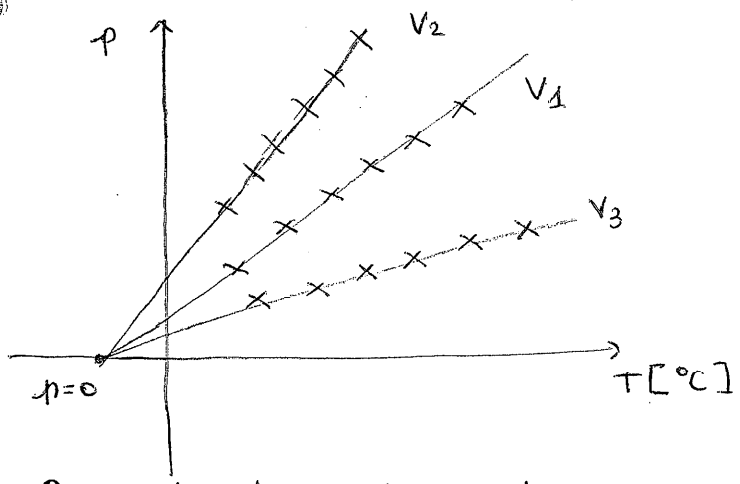
$\mathcal{E}_c$ molecola $= \left(\frac{3}{2}\right) K_B \, T$

- T: misurata in kelvin
- K_B: cost. di Boltzmann $1{,}38 \cdot 10^{-23}$ J/K
- $\frac{3}{2}$ perché ho 3 gradi di libertà (x, y, z), se me avevo 1 metteva solo $\frac{1}{2}$

$K = °C + 273{,}15$

Sostituisco: $pV = n_p K_B T$ EQUAZIONE DI STATO DEI GAS PERFETTI

Si poteva arrivare allo stesso risultato sperimentalmente: considero un recipiente con un gas e deve essere chiuso e rigido. Lo scaldo e lo raffreddo. Misuro la in funzione di T e ottengo i seguenti punti: c'è un andamento lineare



Se considero temperature più basse arrivo alla pressione $p=0$, ma questo vorrebbe dire che non ci sono più urti sulle pareti, cioè che le molecole stanno ferme. Questo è un po' strano: questo punto corrisponde alla temperatura di $-273{,}15$ °C cioè lo ZERO ASSOLUTO. Questo è un limite invalicabile, quindi stabiliamo che nella termod. le temperature devono essere superiori a $-273{,}15$°C.

Ora misuriamo di nuovo la T e la p a un altro volume, osserviamo che anche questa curva finisce nello zero assoluto e anche ad altri volumi si ottiene sempre lo stesso risultato! Tutte le rette vanno a convergere nello zero assoluto.

Sia $n_p = n N_A$ (n: numero moli), $N_A K_B = R^*$ $\Rightarrow$ $pV = nR^*T$ dove R^* = costante universale dei gas = 8,314 J/mol K

Useremo maggiormente un'altra forma dell'equazione sostituendo alle moli la massa $n = \frac{m}{MM}$ e otteniamo $p = \left(\frac{m}{V}\right) \cdot \left(\frac{R^*}{MM}\right) T \Rightarrow p = \rho R_G T$ (è quella che useremo)

- MM: massa molecolare del gas
- ρ
- R_{GAS} = costante del gas

$R_{ARIA} = \frac{8{,}314}{0{,}029} = 287 \frac{J}{kg\,K}$ ← RICORDA