LUNEDÍ 28 SETTEMBRE 2015 LEZIONE n° 1

email : mv.selvetti@ing.unipi.it
tel : 050 2217262
Ufficio: Via Caruso, 8
Ricevimento: giovedì mattina
Libro: "ELEMENTS OF FLUID DYNAMICS"

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Di cosa si occupa la fluidodinamica?

Calcola le forze che si scambiano fluidi e corpi in moto reciproco tra loro

Quando il fluido è l'aria si entra in una branca dell'aerodinamica che è la fluidodinamica

COS'È UN FLUIDO?

- solidi → forma e volume propri
- liquidi → volume proprio, no forma propria } FLUIDI
- gas → no forma no volume propri

IMPORTANTE
DEF. DI FLUIDO: sostanza che si deforma sotto l'azione di forze tangenziali (applicate parallelamente alla superficie del fluido stesso) anche infinitesime

Un fluido in quiete non può essere soggetto a forze tangenziali perché si muoverebbe; le uniche forze ammissibili sono quelle normali, o di pressione

La pressione è una quantità scalare

$$[p] = \frac{[F]}{[L]^2} \qquad \text{nel S.I.} \rightarrow N/m^2$$

Se prendiamo una superficie (FIG.1) e ne prendiamo una porzione infinitesima si definisce normale e si indica con $\hat{n}$ la direzione ortogonale a quella porzione infinitesima.

Per convenzione è diretta verso l'esterno

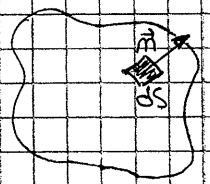


FIG. 1

$\vec{dF} = -p\hat{n}dS$ → forza che agisce su dS. C'è il segno ⊖ perché la pressione è definita contro il corpo quindi opposta alla normale

STRUTTURA MOLECOLARE

Solidi: i solidi hanno mobilità molto ridotta con le loro molecole che sono fisse ai reticoli

gas: le molecole sono libere di muoversi su distanze molto maggiori delle distanze delle molecole dei solidi

GAS PERFETTI → INTERAGISCONO solo per collisione

liquidi: gruppi di molecole di struttura ordinata; si muovono poco l'una rispetto all'altra

La definizione di fluido comunque prescinde dalle strutture microscopiche

Definizione di mezzo continuo

↳ si può fare solo se risulta definita la "PARTICELLA FLUIDA"

Prendiamo la densità $\rho = \frac{\delta m}{\delta V}$

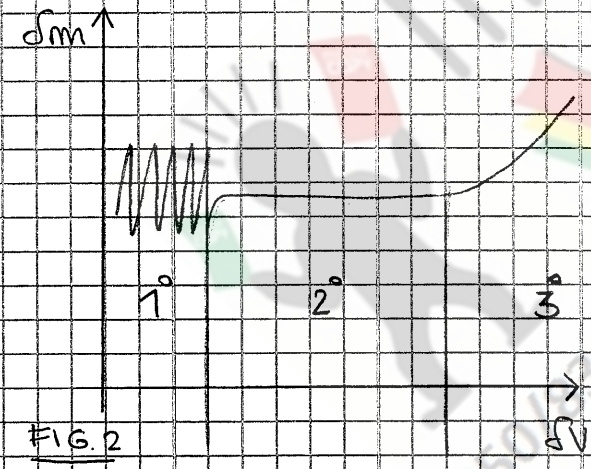


FIG. 2

ci accorgiamo che se grafichiamo δm in funzione di δV si ottiene una curva come quella in FIG. 2

Per quale ragione si ottiene una curva di quel tipo?

Distinguiamo 3 pezzi di grafico

nel 1° tratto il volume è molto piccolo e ho un n° piccolo di molecole

La media della massa è random e dunque si hanno oscillazioni causate da numero insufficiente di molecole

Nel 2° tratto ho tante molecole, se allungo di poco il volume non cresce poi così tanto la massa che si stabilizza e rimane pressoché costante

Nel 3° tratto il volume diventa grande e colgo le variazioni macroscopiche

La PARTICELLA FLUIDA è definita nella parte stazionaria:

è un volumetto di fluido $\delta V'$ sufficientemente piccolo da essere considerato puntiforme ma sufficientemente grande da far sì che la media delle varie grandezze misurate sulle molecole sia statisticamente stazionaria

Questo fenomeno è legato alla rarefazione del fluido

Con i fluidi a quote non eccessivamente elevate, nel nostro caso circa entro 80-90 km dal livello del mare, vale sempre e comunque l'ipotesi di continuo

TOPIC

Per le navette spaziali in rientro dall'atmosfera bisogna fare ragionamenti diversi

La 1ª proprietà ricavabile è la densità, definita

$$\rho(P) = \lim_{\delta V \to \delta V'} \frac{\delta m}{\delta V} \qquad [\rho] = \frac{[M]}{[L]^3} \quad \frac{kg}{m^3}$$

$\delta V \to \delta V'$: TENDE ALLA PARTICELLA FLUIDA

Stretta conseguenza della definizione di densità è il volume specifico che è l'inverso della densità stessa

$v = 1/\rho$ Sono legate, queste due quantità, alla comprimibilità di un fluido

FLUIDO INCOMPRIMIBILE ⟶ ρ = COSTANTE

I liquidi in generale sono incomprimibili

Per avere un'idea della comprimibilità esiste il coefficiente di comprimibilità

$$K = -\frac{1}{v}\left(\frac{dv}{dp}\right)$$

Tanto più grande è K quanto più il fluido è comprimibile

K_0 si può calcolare a T costante o a S costante

↳ cambia il valore numerico a seconda della scelta, ma non l'ordine di grandezza

ACQUA

$p = 1\ atm = 101325\ Pa\ \left(\frac{N}{m^2}\right)$

$T = 15°C$

$K = 5 \cdot 10^{-7}\ \frac{1}{Pa}$

ARIA

$K = 10^{-3}$ in condizioni standard

Equazioni di stato (lega variabili termodinamiche)

liquidi → ρ = costante $\quad \rho_{H_2O} = 1000\ kg/m^3$

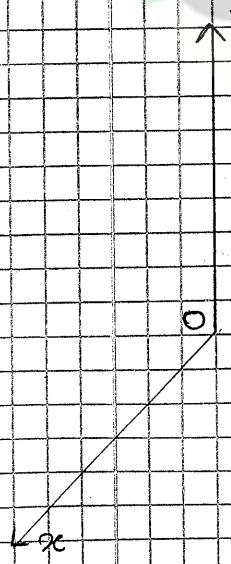
gas → $pV = RT \Rightarrow p = \rho RT$

R è definito come $R = \frac{\mathcal{R}}{M}$ → costante universale dei gas
→ massa molare dell'aria

$287{,}1\ \frac{m^2}{s^2 \cdot K}$

(TT) → Temperatura → è indice dell'agitazione termica delle molecole

$\vec{v}$ → velocità → si identifica con 3 componenti



$$\begin{cases} \vec{v}(P) = (u, v, w) \\ \sigma \equiv (0, x, y, z) \end{cases}$$

oppure

$$\begin{cases} \sigma \equiv (0, x_1, x_2, x_3) \\ \vec{v}(P) = (u_1, u_2, u_3) \end{cases}$$

Forze che si scambiano un corpo e un fluido

FORZE
- DI CONTATTO
- DI VOLUME O DI MASSA

Le seconde sono dovute a campi di accelerazione, sono indipendenti dal moto del fluido stesso

Sono proporzionali a massa e volume

La forza-peso è una di queste

$\vec{f}$ forza di volume per unità di massa → è proprio un'accelerazione

↓

è $\vec{g}$ nel caso della forza-peso

Sono forze note a priori e non danno problemi

Le forze di contatto sono invece dovute al contatto del volume di fluido in moto con un altro fluido o con pareti solide

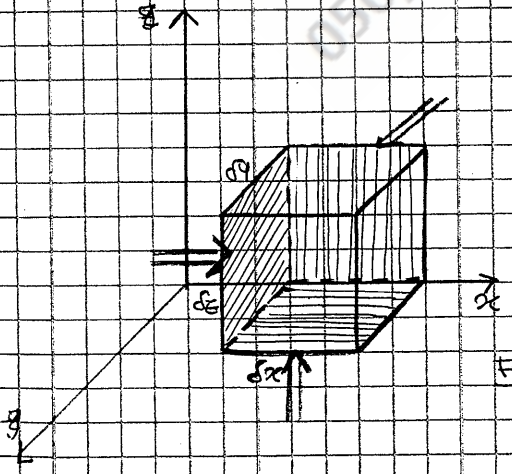
Si dividono a loro volta come già visto in

- FORZE NORMALI
- FORZE TANGENZIALI

Sono in comune di solito

STATICA DEI FLUIDI

Legge di Pascal e di Stevino



Trascurando variazioni di quota abbiamo

FIG. 3