27.09.2019

FLUIDODINAMICA

LA FLUIDODINAMICA

La fluidodinamica è la scienza che studia:

- moto dei fluidi
- forze che si scambiano un fluido ed un corpo a causa del moto relativo

tali forze vengono chiamate FORZE FLUIDODINAMICHE ed in particolare, se il fluido in questione è l'aria, si parla di AERODINAMICA.

Lo studio di queste forze serve a stabilire la giusta progettazione di:

- motori $\Rightarrow$ flussi interni
- ali $\Rightarrow$ flussi esterni

master COPY COPISTERIA

ELEMENTI DI FISICA DEI FLUIDI

La materia può essere classificata secondo tre categorie come segue:

- SOLIDO ha forma e volume propri
- LIQUIDO ha volume proprio ma non forma propria
- GAS non ha né volume né forma propri

ma la fluidodinamica si interessa esclusivamente dei fluidi, in cui rientrano le ultime due categorie

DEF: UN FLUIDO È UNA SOSTANZA CHE SI DEFORMA CONTINUAMENTE SOTTO L'AZIONE DI FORZE TANGENZIALI, ANCHE INFINITESIME

In altre parole, i fluidi possono reagire ad azioni di tipologia:

- TANGENZIALE mediante MOTO E DEFORMAZIONE
- NORMALE mediante EQUILIBRIO STATICO

dove le azioni normali alla propria superficie sono chiamate FORZE DI PRESSIONE.

Quindi la mancanza di un volume proprio da parte dei fluidi è legato al concetto che i fluidi si deformano durante il loro moto.

Per questo motivo, non è possibile ottenere equilibrio nei fluidi se sono presenti azioni tangenziali, anche infinitesime, poiché queste determinano il movimento del fluido, quindi la sua deformazione.

Le diverse proprietà della materia dipendono dalla struttura microscopica, ovvero dai legami intermolecolari

- SOLIDI: le molecole sono organizzate in RETICOLI (strutture ordinate), per cui presentano una mobilità molto limitata

ciò spiega il fatto che essi mantengano volume e forma propri, almeno finché non viene spezzato il legame tra le molecole;

- LIQUIDI: le molecole sono organizzate in diversi gruppi "ordinati", ma all'interno dei quali la mobilità interna delle molecole è maggiore rispetto ai solidi

tali gruppi ordinati si muovono significativamente l'uno rispetto all'altro

questa particolare struttura contenisce ai liquidi proprietà intermedie rispetto a gas e solidi;

- GAS: le molecole si muovono liberamente su distanze (cammino libero medio) molto maggiori delle distanze tra le molecole nei solidi

in particolare per i gas perfetti le interazioni tra molecole avvengono solo tramite collisioni, attraverso le quali esse scambiano quantità di moto ed energia.

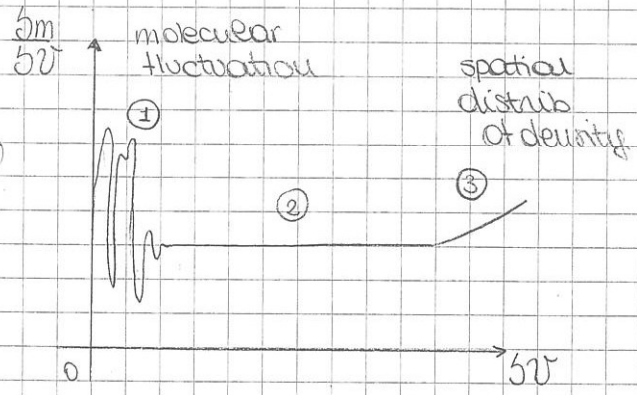
IPOTESI DI MEZZO CONTINUO

La tipologia di descrizione dei fluidi che la fluidodinamica opera è macroscopica, non molecolare.

Infatti la fluidodinamica classica si basa sull'ipotesi che il comportamento macroscopico di un fluido possa essere descritto considerandolo come MEZZO CONTINUO, cioè non tenendo conto del comportamento delle singole molecole.

Tracciamo il grafico che rappresenta il rapporto tra la massa di un volume di fluido ed il suo volume, in funzione del volume preso in considerazione.

Si possono dunque individuare tre diverse zone



nel grafico, a cui sono associati altrettanti comportamenti:

① a volumi molto piccoli ie δm misurato è la massa delle molecole contenute in δV

queste molecole possono avere anche masse diverse e se si prende in considerazione un diverso δV cambia significativamente ie numero di molecole di cui misuro la massa

questo risulta in oscillazioni random

② ie δV considerato è abbastanza grande da contenere un numero elevato di molecole, tale che le variazioni random nel numero di molecole considerate non sono significative

questo porta la misurazione ad essere indipendente da δV

③ la misurazione δm/δV incrementa o diminuisce quando si considera un δV non più puntiforme

queste variazioni sono dovute alla possibilità che ci sia una diversa distribuzione spaziale delle molecole.

volume microscopico ↳ rispetto a i molec

volume macroscopico

L'ipotesi di mezzo continuo si basa sull'esistenza della zona ② per cui è possibile definire

DEF: PARTICELLA FLUIDA È UN VOLUMETTO ELEMENTARE DI FLUIDO ABBASTANZA PICCOLO DA ESSERE CONSIDERATO INFINITESIMO RISPETTO ALLE VARIAZIONI SPAZIALI MISURABILI DELLE GRANDEZZE MACROSCOPICHE, MA SUFFICIENTEMENTE GRANDE DA POTER CONTENERE UN NUMERO DI MOLECOLE ABBASTANZA ELEVATO PER FAR SÌ CHE IL VALORE DI OGNI GRANDEZZA RISULTI STATISTICAMENTE STAZIONARIO

la prima condizione mi assicura che non ci si trovi in zona ③, mentre la seconda che non ci si trovi in zona ①

Il valore di una qualsiasi grandezza fisica in un certo punto P corrisponde quindi al VALORE MEDIO di tale grandezza misurata all'interno delle particella di fluido di cui P è il baricentro.

L'ipotesi di mezzo continuo è verificata se il fluido è "abbastanza denso", ovvero se abbiamo in un volume ristretto un numero significativo di particelle; ipotesi verificata per i casi di interesse pratico.

esempio: prendiamo in considerazione un cubo di lato 10^{-3} mm di aria

al livello del mare contiene $2{,}7 \cdot 10^{7}$ molecole, quindi è verificata l'ipotesi di mezzo continuo (quota volo crociera)

per altezze comprese tra gli 80 ed i 90 km, lo stesso cubo contiene un numero significativamente minore di molecole, per cui l'ipotesi non è verificata (navette aerosp)

master COPY

master COPY

1.bis

DEFINIZIONE DI GRANDEZZE

DENSITÀ

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

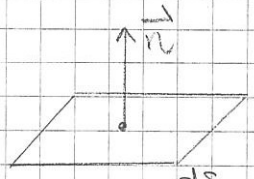
dove se introduco una terna di riferimento cartesiana $\mathcal{T} \equiv (O; x, y, z)$ posso individuare un punto nello spazio come $P \equiv (x_P, y_P, z_P)$, dove è centrata la particella fluida di volume $\delta V'$

VOLUME SPECIFICO

$$v(P) := \frac{1}{\rho(P)} \qquad [L]^3[M]^{-1} \quad m^3/kg$$

inverso della densità definita sopra (sempre con l'ipotesi che si possa parlare di particella fluida)

PRESSIONE



Grandezza scalare legata alle forze normali agenti su una superficie.

Se definiamo la forza agente normalmente ad una superficie come segue allora abbiamo

$$\vec{F_n} = -p\vec{n}\,dS = -p\vec{dS}$$

da cui si ottiene che la pressione vale:

$$p := \frac{|\vec{F_n}|}{dS} \qquad [F][S]^{-1} \simeq [M][L]^{-1}[T]^{-2}$$

$$N/m^2 = Pa = kg/ms^2$$

in generale possiamo indicare alternativamente questa grandezza con SFORZO o TENSIONE, che indica la forza per unità di superficie.

Le grandezze appena introdotte sono sufficienti per descrivere la caratteristica che distingue i gas dai liquidi: la comprimibilità.

Tutti quando il fluido è in moto, a causa di forze tangenziali che agiscono su di esso, avvengono variazioni di velocità significative, che modificano la densità del fluido.

Si introduce, per valutare tale variazione, un coefficiente