Marco Salvetti 28/9/15

marco.salvetti@ing.unipi.it

Telefono 0502217262 (Diretto) - 0502217211 (Centralino)

Via Cerruso 8 EX DIA

Ricevimento: Giovedì Mattina (Comunque una mail)

Materiale Didattico: Lucidi E learning

Libro di Testo: G Buresti "Elements of Fluid Dynamics"

1° Semestre Fluidodinamica Ideale

2° Semestre Fluidodinamica più inerente all'aerodinamica.

Esame Scritto + orale

Compitino Coglie metà dello scritto

Introduzione

Fluidodinamica → Studio del moto dei fluidi

→ Studio delle forze che scambiano i fluidi e i corpi che sono in moto reciproco.

- Cos'è un fluido?
  - Solidi: hanno forma propria e volume proprio.
  - Liquidi: hanno volume proprio, ma non forma propria
  - Gas: né volume né forma propria.

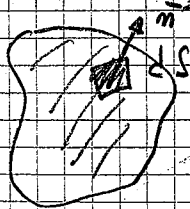
I Fluidi sono corpi che non sono deformabili: liquidi e gas.

Definizione di Fluido: Sostanza che si deforma sotto l'azione di forze tangenziali anche infinitesime.

- Se il fluido è in quiete non può essere soggetto a forze tangenziali. Ho quindi SOLO forze Normali: PRESSIONI.

Pressione: Quantità scalare $\left[\frac{F}{L^2}\right]$

nel sistema internazionale si misura in N/m^2



la normale è per convenzione presa uscente, la pressione lue per convenzione segno meno

$$d\vec{F}_s = -p\,\vec{n}\,dS$$

master COPY COPISTERIA

STRUTTURA MOLECOLARE

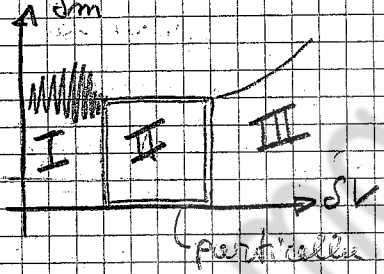
- Solidi: hanno molecole prigioniere in reticoli e hanno mobilità limitate.
- Gas Perfetti: le molecole interagiscono solo tramite collisioni
- Liquidi: hanno legami di tipo elettrostatico, gruppi di molecole hanno una struttura ordinata e si muovono poco rispetto alle altre. I vari gruppi si muovono l'uno rispetto all'altro

→ Ipotesi: Mezzo Continuo: Vale per la Fluidodinamica Classica. Devo descrivere il moto dei fluidi senza tener conto delle strutture molecolari.

Si può fare questo vale la definizione di Particella Fluida.

Esempio

- $\rho \simeq \frac{\delta m}{\delta V}$



Particella Fluida

(I) Ho variazioni dovute al numero di molecole. Con un volume piccolo. Ho poca massa se ho all'interno un pochino δm di tentativi. Le variazioni sono random perché ho un volume troppo piccolo per calcolarne la massa.

(II) Qui ho un numero di molecole tali per cui influiscono poco la massa.

(III) Qui ho variazioni macroscopiche dovute alla T.

Definizione di Particella Fluida è un volumetto di Fluido δV che è sufficientemente piccolo da essere considerato puntiforme rispetto alle variazioni macroscopiche, ma sufficientemente grande da far sì che le medie delle varie grandezze sulle molecole sia statisticamente stazionarie.

Dipende da questo è non perfetto il mio fluido.

Esempio

Aria standard a livello del mare ha $T = 15°C$.

Se prendo un cubetto di lato $2,7 \times 10^{-7}$ Molecole saranno presenti.

Se scelgo di queste ho meno molecole, l'ipotesi fatta va in crisi a 80-90 km.

Densità (in un punto)

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

Volume Specifico: v è l'inverso della densità

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

v, ρ sono legate alla comprimibilità del fluido.

- FLUIDO INCOMPRIMIBILE ρ COSTANTE nè nello spazio che nel tempo: tutti i fluidi sono incomprimibili.
- COEFFICIENTE DI COMPRIMIBILITÀ K Indica della variazione relativa di volume per unità di variazione di pressione
  - $K = -\frac{1}{v}\left(\frac{dv}{dp}\right)_{T=COST \text{ o } S=COST}$ Non cambia l'ordine di grandezza
  - Se $P \uparrow \Rightarrow v \downarrow \Rightarrow K$ Alto: Comprimibile.
  - Se $P \downarrow \Rightarrow v$ non varia $\Rightarrow K$ Basso: Incomprimibile.

Esempio

Acqua $P = 1\ Atm = 101325 \frac{N}{m^2}$, $\frac{N}{m^2} = Pa$

$T = 15°C$

$K = 5 \times 10^{-7}\ Pa^{-1}$.

Aria $K = 10^{-3}\ Pa^{-1}$

Equazione di Stato è l'equazione che mi lega tre grandezze termodinamiche tra di loro.

- Liquidi $\rho = COST$ Acqua $1000\ Kg/m^3$
- Gas Perfetti $P = \rho R T$ dove T è in Kelvin

Dove $R = \frac{\mathcal{R}}{M}$ $\mathcal{R}$ costante

$\frac{N}{m^2} \frac{m^3}{Kg} \frac{1}{K} = \frac{m^2}{s^2 K}$ $2877,1$

$\mathcal{R}$ costante universale

M massa molare

Temperatura $T(P)$ funzione dell'equazione Termica.

Velocità (grandezza legata al moto) per una particella Fluida è un vettore $\vec{V}(P)$. Considero una massa delle ∞^3 delle particelle Fluide.

$\vec{r} = (0, x, y, z)$

$\vec{V}_P (u, v, w)$

master COPY COPISTERIA
MASTER COPY Tel. 050 8312126 Cell. 388 9837745

Forze

Su un pezzo di fluido agiscono
- Forze di Contatto
- Forze di Volume / di Massa

Forze di Volume o di Massa

Sono dovute a campi forze e sono proporzionali al Volume o alla massa, cioè sono causate da Campi di Accelerazione.

Esempio forze peso

Forze di Contatto

Sono le incognite del problema.

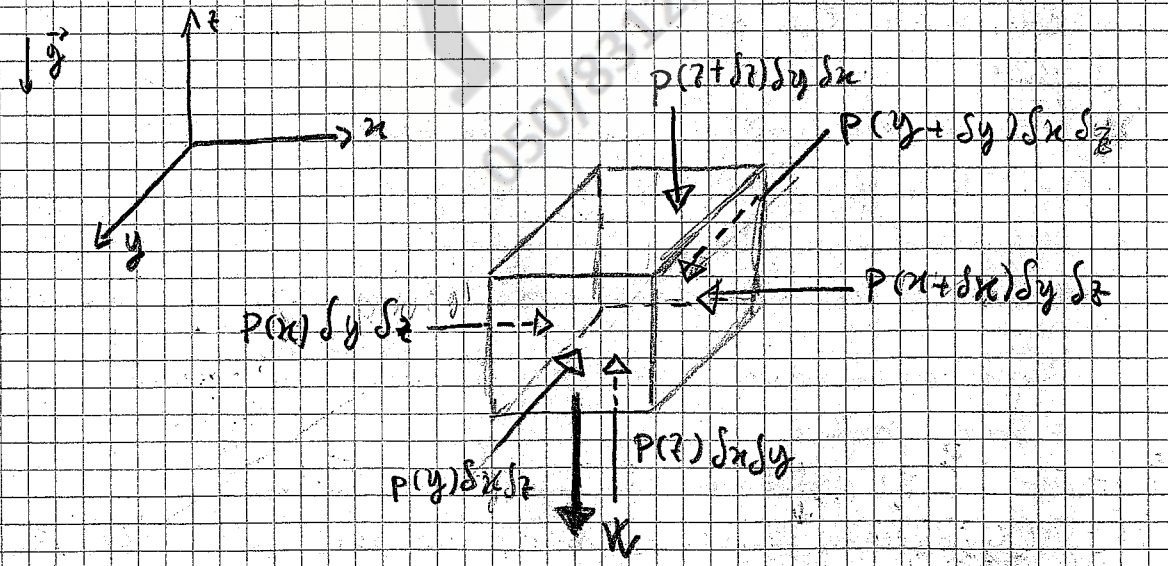
Sono dovute al contatto con:
- Solidi
- Fluidi

di tipo
- Normale (Pressioni): agiscono anche quando il fluido è in quiete.
- Tangenziale: agiscono solo quando il fluido è in moto.

Richiami di Statica

Legge di Laplace - Stevino

Mi dice come varia la pressione nel fluido



Imponiamo la quiete

- Equilibrio in direzione x

$$p(x)\,\delta y\,\delta z - p(x+\delta)\,\delta y\,\delta z = 0$$

MASTER COPY
Tel. 059 8312126
Cell. 388 9837745

- $p(x) = p(x+\delta x)$

- Equilibrio in direzione y

$$-p(y)\delta x \delta z + p(y+\delta y)\delta x \delta z = 0$$

- $p(y) = p(y+\delta y)$

Duplice: la pressione è costante sui piani $\perp \vec{g}$

- Equilibrio in direzione z.

$$-p(z+\delta z)\delta y \delta x + p(z)\delta y \delta x - W = 0$$

Stevino: la pressione è pari alla variazione di quota cambiata di segno e moltiplicata per ρ

$$dp = -\rho g dz.$$

master COPY CORISTERIA

Incomprimibile ρ è costante $\Delta p = -\rho g \Delta z$

Comprimibile $\int_{p(z)}^{p(z+\Delta z)} dp = -\int_{z}^{z+\Delta z} \rho g \, dz$

30/9/15

FORZE SULLA PORZIONE DI FLUIDO

- Di Massa o di Volume dovute a campi di accelerazione
- Di Contatto dovute alla presenza di solidi o altri fluidi.
  - Pressione
  - Tangenziali

STATICA DEI FLUIDI

- Legge di Duplice p è costante sui piani orizzontali.
- Legge di Stevino

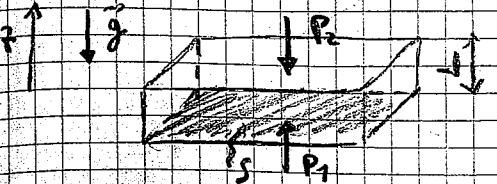
$$p(z+\Delta z) - p(z) = -g \int_{z}^{\Delta z + z} \rho \, dz$$

$$p(z+\Delta z) - p(z) = -g \rho \Delta z \quad \text{caso di } \rho \text{ costante}$$

PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

Un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del volume spostato.

Dimostrazione



$$\begin{cases} F_z = (p_1 - p_2) S & \rho \text{ costante} \\ p_1 = p_2 + \rho g L \\ -F_z = \rho g L S = \rho g V = W_F \end{cases} \quad \text{QED}$$

p_1 agisce sulla base inferiore.

p_2 agisce sulla base superiore.