MF - L01

Guardiamo i fluidi che integiscono con la roba, di solito non senza contenitore, a volte ci importano come i fluidi reagiscono con i fluidi

Maggiore interesse, quando i fluidi si muovono

Applicazione più banale è il tubo, ci sono molti casi che riusciamo pensare, dati i nostri usi molto comuni di fluidi ogni giorno.

Principi della conservazione della massa e quantità di moto.

Ci sono tanti modelli che possiamo scrivere, dobbiamo usare quello giusto.

Possiamo guardare globalmente o puntualmente

↳ Ogni modo che guardiamo cambia come lo vediamo.

È un caso basilare

Inizio Lezione

Proprietà dei fluidi

↳ Ci permettono di quantificare il fluido matematicamente.

↳ Sono quantità spieganti qualcosa che è visto, per spiegare fenomeni veri

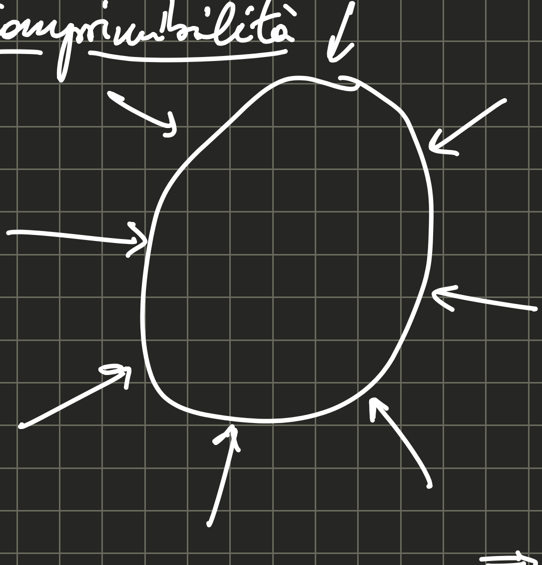
Densità

$\rho \to$ densità $\quad \dfrac{[M]}{[L^3]} = \left[\dfrac{kg}{m^3}\right]$

↳ in funzione in base al fluido

I fluidi sono comprimibili, anche se minimamente
↳ I fluidi hanno resistenze alla compressione diverse.

Comprimibilità



$m = \rho w$ ← volume

Dato che $dm = 0$ per principio di conservazione della massa

$0 = d\rho\, w + \rho\, dw$

$\Rightarrow \dfrac{d\rho}{\rho} = -\dfrac{dw}{w} = \dfrac{dp}{k}$ ← variazione di pressione

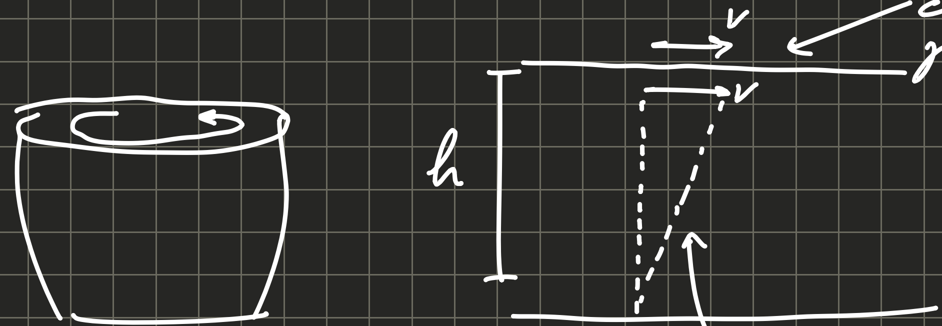
k ↳ modulo di comprimibilità $[Pa]$

u per l'acqua $\sim 10^9$ Pa

per aria $\sim 10^5$ Pa

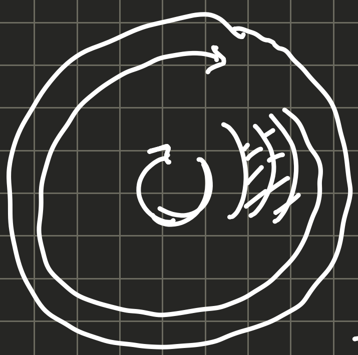
↳ circa stesso dell'atmosfera

Viscosità



Condizione di aderenza, a contatto con una parete il fluido prende la sua velocità

Questa linearità la vedremo



Girando fuori, causa che giri anche nel centro

$\Rightarrow$ i fluidi risentono dell'attrito

$F = \mu \frac{v}{h} A$

Superficie delle lastre

Viscosità dinamica:

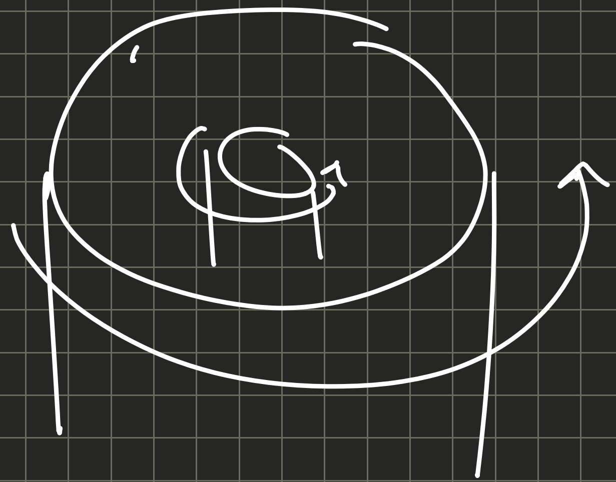
Capacità del fluido di scambiare attrito

$$\frac{[F]}{[L^2]}[T] = [Pa/s]$$

Acqua: 10^{-3}

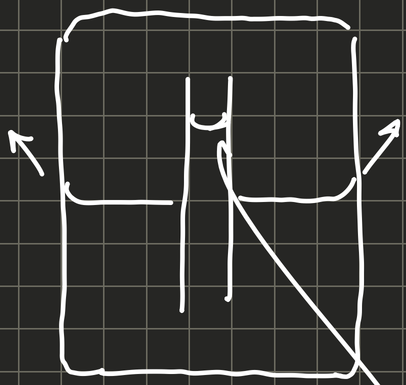
Aria: 10^{-5}

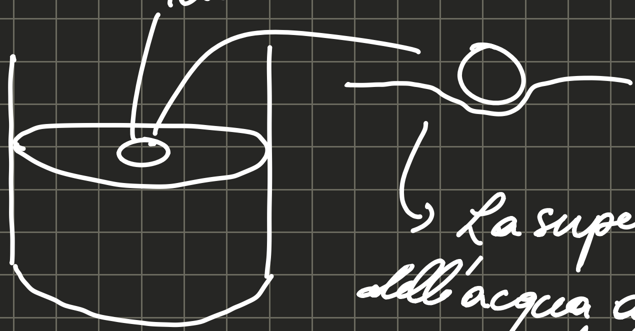
$\nu = \frac{\mu}{\rho}$ → viscosità cinematica



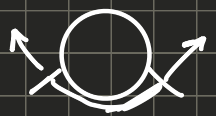
Possiamo misurare la viscosità misurando il momento e la velocità angolare relativa.

Tensione Superficiale





La superficie dell'acqua agisce come un tessuto e copre la graffetta



Tensioni superficiali, l'altezza a cui arriva il fluido è dove questi due si bilanciano

$$\overbrace{\rho g}^{\gamma} w = \rho g \frac{\pi d^2}{4} h$$

Forza superficiale

$$S \pi d \cos\alpha$$

$$\gamma \frac{\pi d^2}{4} h = S \pi d \cos\alpha$$

$$h = \frac{4 s \cos\alpha}{\gamma d}$$

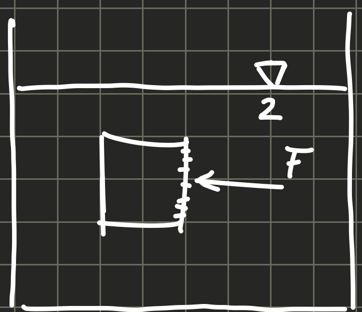
Troviamo l'altezza che raggiunge

Più piccolo il tubo più si alza

$$s = \frac{[F]}{[L]} = \left[\frac{N}{m}\right]$$

Possiamo identificare ogni fluido ora da ρ, μ, k, s

Sforzi



Usiamo una scala dove non vediamo le molecole, ma abbastanza piccola per dire che la stiamo guardando punto per punto

Il pezzo riceve forze da pezzi intorno al pezzo

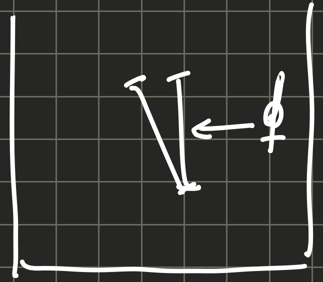
Lo sforzo sarà $\frac{F}{A}$

In realtà lo sforzo sono

$$\lim_{A \to 0} \frac{F}{A} = \vec{\phi}$$

↳ vettore

Dobbiamo considerare anche la direzione della superficie

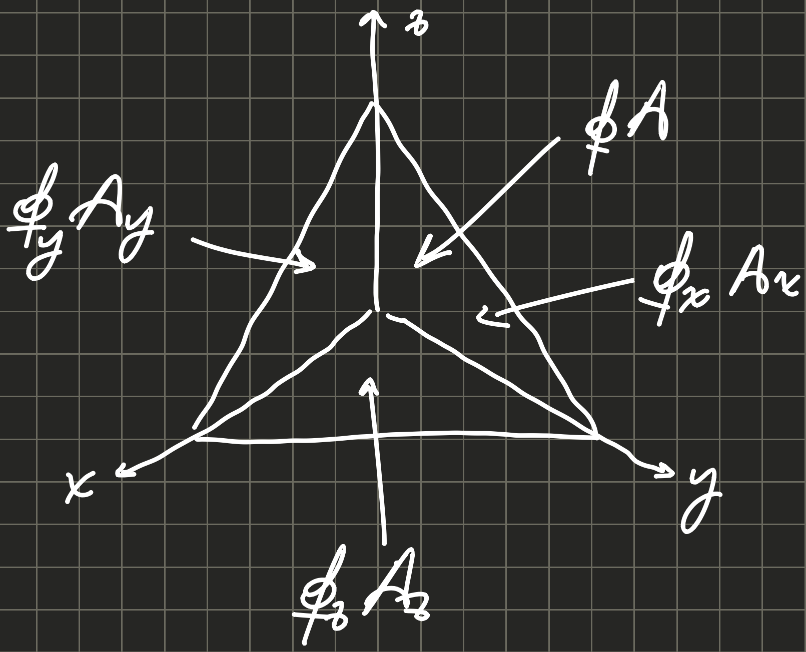


Gli stessi non saranno uguali, lo stress puntuale cambia con l'angolo del pezzo

Tetraedro di Cauchy

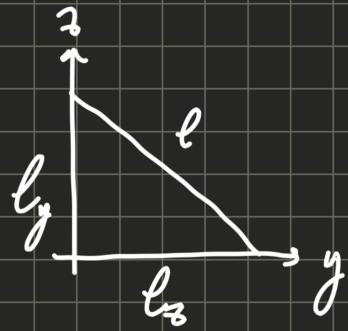
per definire lo stato di stress e i vettori di stress

Penso sia quello che ha detto



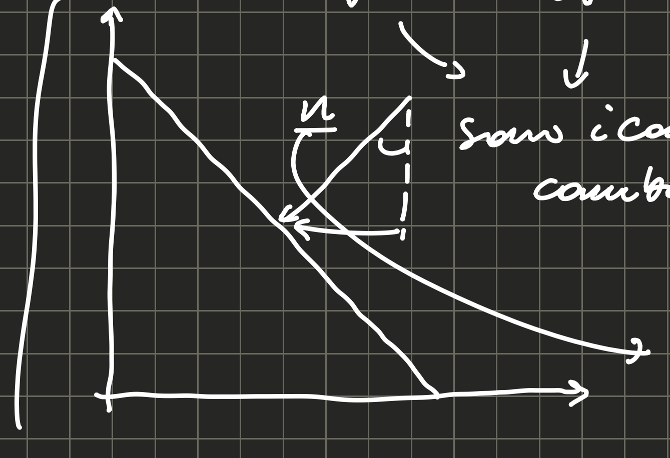
$$\phi A + \phi_x A_x + \phi_y A_y + \phi_z A_z = 0$$

$$\phi A = -\phi_x A_x - \phi_y A_y - \phi_z A_z$$



$$\phi = -\phi_x \underbrace{\frac{A_x}{A}} - \phi_y \underbrace{\frac{A_y}{A}} - \phi_z \underbrace{\frac{A_z}{A}}$$

sono i componenti angolari che cambiano



Vettore normale uscente

$$t = \phi_x n_x + \phi_y n_y + \phi_z n_z$$

⇒ Lo sforzo sulla superficie dipende dalla giacitura della superficie

Gli tre sforzi sono vettori:

$$\underline{\phi}_x = \begin{vmatrix} \phi_{xx} \\ \phi_{xy} \\ \phi_{xz} \end{vmatrix} \qquad \underline{\phi}_y = \begin{vmatrix} \phi_{yx} \\ \phi_{yy} \\ \phi_{yz} \end{vmatrix} \qquad \underline{\phi}_z = \begin{vmatrix} \phi_{zx} \\ \phi_{zy} \\ \phi_{zz} \end{vmatrix}$$

La forma compatta di questa equazione è:

$$\underline{\phi} = \begin{vmatrix} \phi_{xx} & \phi_{xy} & \phi_{xz} \\ \phi_{yx} & \phi_{yy} & \phi_{yz} \\ \phi_{zx} & \phi_{zy} & \phi_{zz} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{vmatrix} = \underline{\underline{\phi}}\, \underline{n}$$

↳ Tensore degli sforzi

$$\underline{\phi} = \underline{\underline{\phi}}\, \underline{n}$$

↳ Ci dice che $\underline{\phi}$ dipende dalla giacitura perché abbiamo $\underline{n}$, al cambiare $\underline{n}$ cambia $\underline{\phi}$

↳ Il tensore degli sforzi / lo stato di sforzo è puntuale, non cambia con la giacitura.

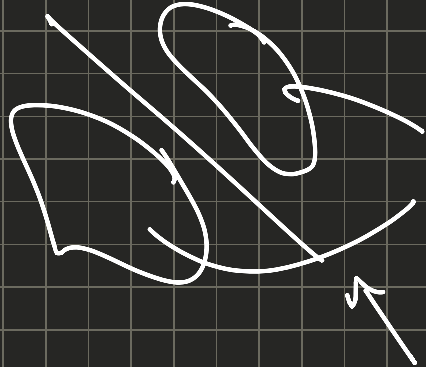
$\underline{\underline{\phi}}$

sforzi perpendicolari

È simmetrico

Sforzi tangenziali

Sulla diagonale principale c'è lo sforzo, fuori c'è la viscosità



Attrito

Compressione

Statica

Nella statica non c'è attrito, perché sono connessi alla velocità, che non abbiamo

Questo implica che $\phi_{xx} = \phi_{yy} = \phi_{zz}$

È isotropo e lo sforzo è uguale in qualunque direzione

possiamo scriverlo come

In statica $\underline{\underline{\phi}} = \begin{bmatrix} p & 0 & 0 \\ 0 & p & 0 \\ 0 & 0 & p \end{bmatrix} = p\,\underline{\underline{I}}$

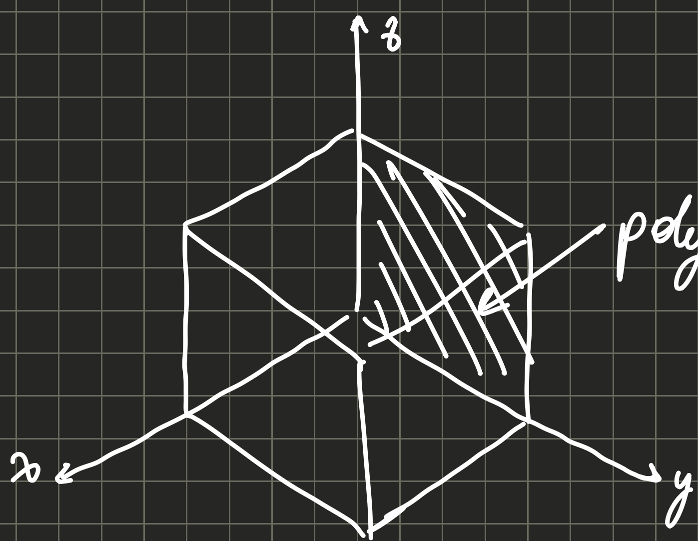
Perde 3 per attrito e due per isotropia

Pressione, è lo sforzo in statica

$$\phi_x = \begin{vmatrix} p \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} \quad \phi_y = \begin{vmatrix} 0 \\ p \\ 0 \end{vmatrix} \quad \phi_z = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ p \end{vmatrix}$$

Equazione Fondamentale

→ Equazione indefinita dell'equilibrio statica ⇒ stiamo lavorando alla scala puntuale.



$p\,dy\,dz$

Come rappresentiamo l'azione di superfice

Sappiamo sicuramente le direzioni dato che siamo in statica e sarà perpendicolare

Sappiamo anche che sarà la pressione

In dinamica sarebbe $F_x = \phi_x A_x$

il caso statico semplifica questo visto che non ci sono componenti tangenziali