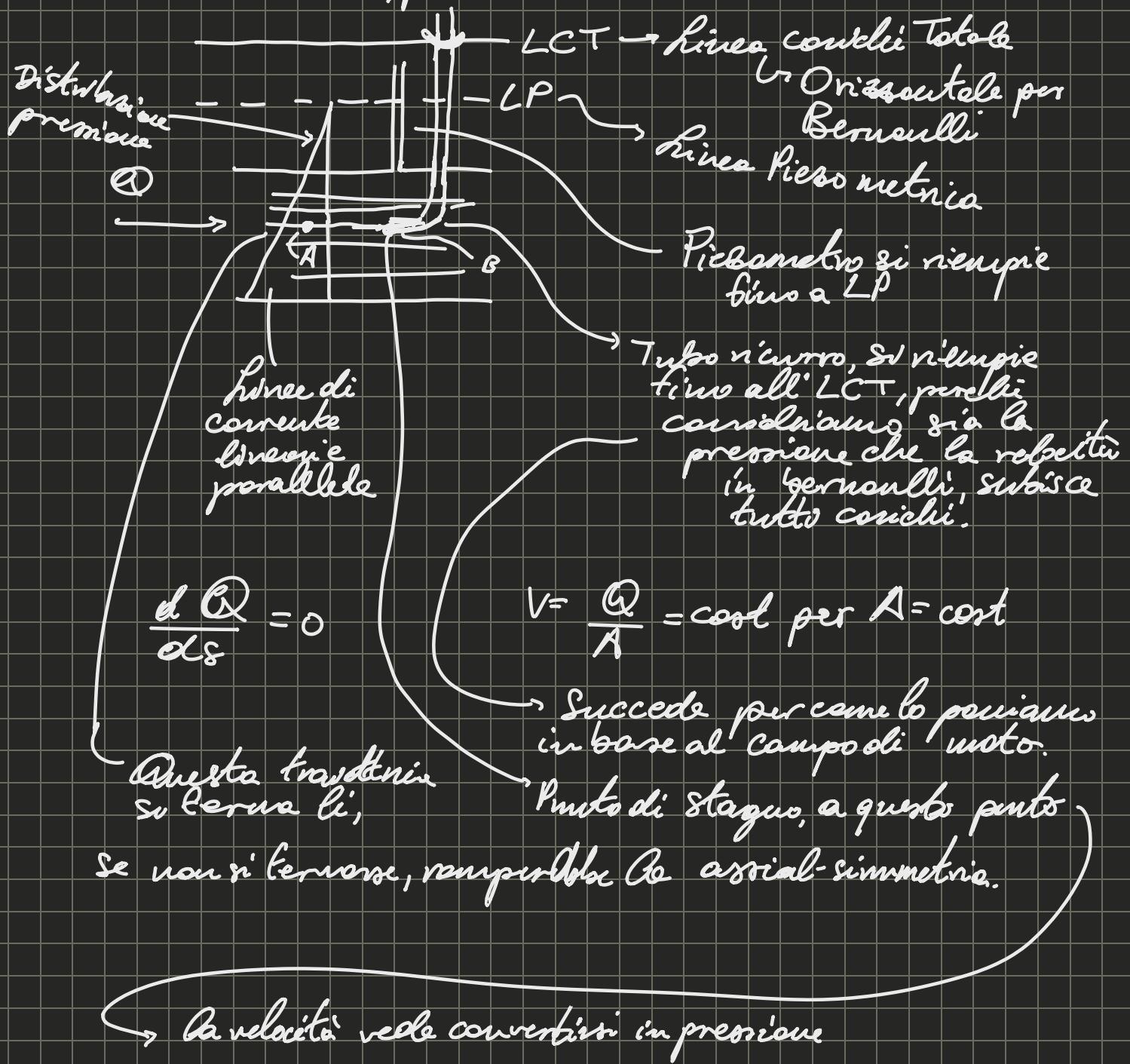


Lezione 5

Ultima volta

- ↳ Prima applicazione del principio di Bernoulli
- ↳ Venturimetro

Seconda Applicazione di Bernoulli → Tubo di Pitot



$$z_A + \frac{P_A}{\rho g} + \frac{V_A^2}{2g} = z_B + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g}$$

LCT p_{ci}

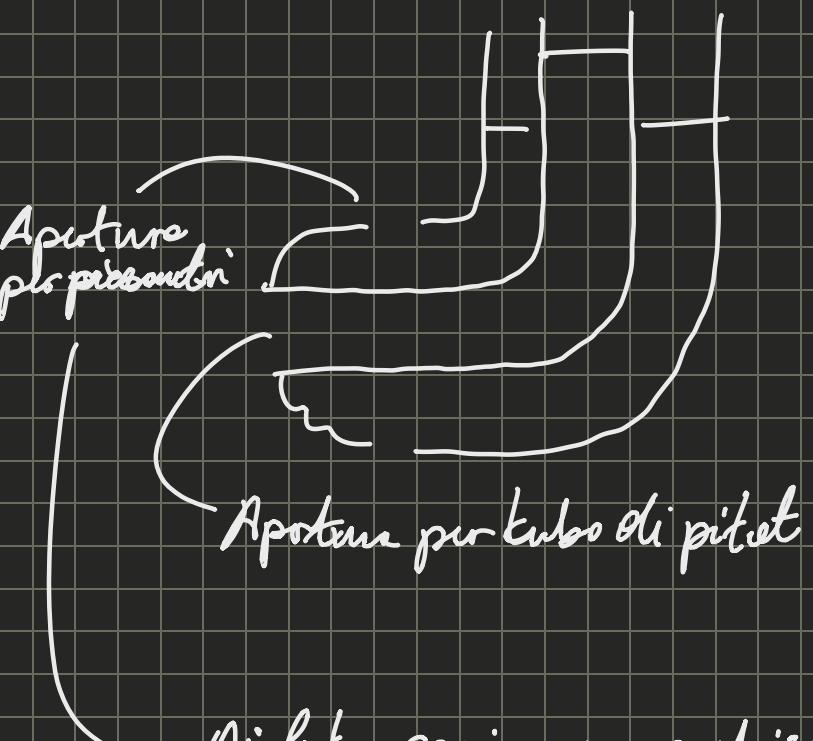
Al punto B la velocità è zero.
Perché il fluido è fermo

→ p_{ci} di B = LCT del fluido

È utile strumento di misura perché scopriamo che

$$V_A = \sqrt{2g(z_B + \frac{P_B}{\rho g} - z_A - \frac{P_A}{\rho g})}$$

Ci permette di misurare la velocità del fluido nel tubo.



È un dispositivo compatto, è usato sia negli aerei che nelle formule 1, per calcolare la velocità

le leggi di Bernoulli

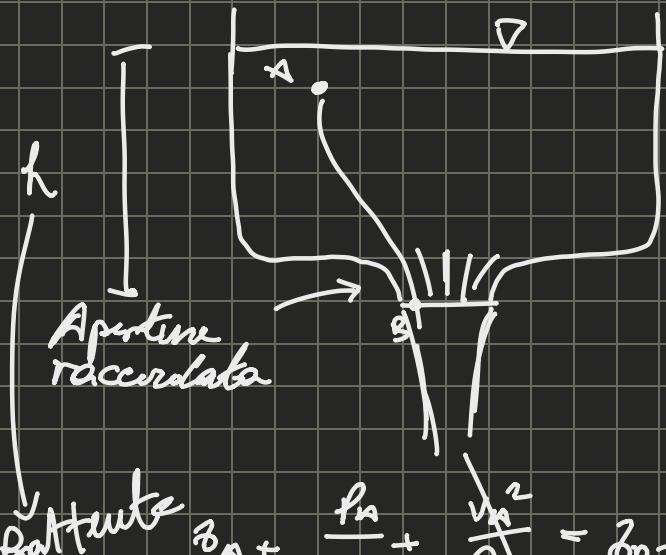
Si usano queste perché l'errore non è alto, quando l'oggetto è piccolo.

Lo si usa perché possiamo usare questi strumenti, sono piccoli quindi dissipano poco.

In corso inciui controlliamo l'aria bisognosa fare degli altri calcoli data la sua compattabilità e la velocità alta.

Procedimento Altimetro → Contenitore Bucato ed esce solo.

Oscuro



Non funziona nell'acqua permanente.

Facciamo l'ipotesi di un serbatoio di oggetti per questo contenitore permanente.

→ E più vere più è grande rispetto al buco

$$\text{Battente } z_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} = z_B + \frac{p_B}{\gamma} + \frac{v_B^2}{2g}$$

→ O perché abbiano $p=0$ al contenitore incattolito con l'ambiente, e al buco sia una catena con l'ambiente

→ prendiamo A abbastanza lontano dal buco tale che lo possiamo prendere come 0

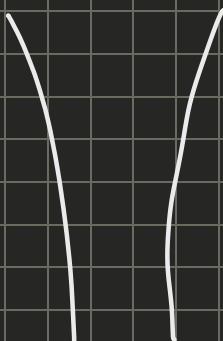
→ v_B nel buco perché le correnti sono lineari e perché $\delta=0$ su tutta la superficie del buco

$$v_B = \sqrt{2g \left(z_A + \frac{p_A}{\gamma} - z_B \right)} \rightarrow \text{Velocità termocellano}$$

Più alto è il battente più veloce è la doppia del
pelo libero e più massa esce.

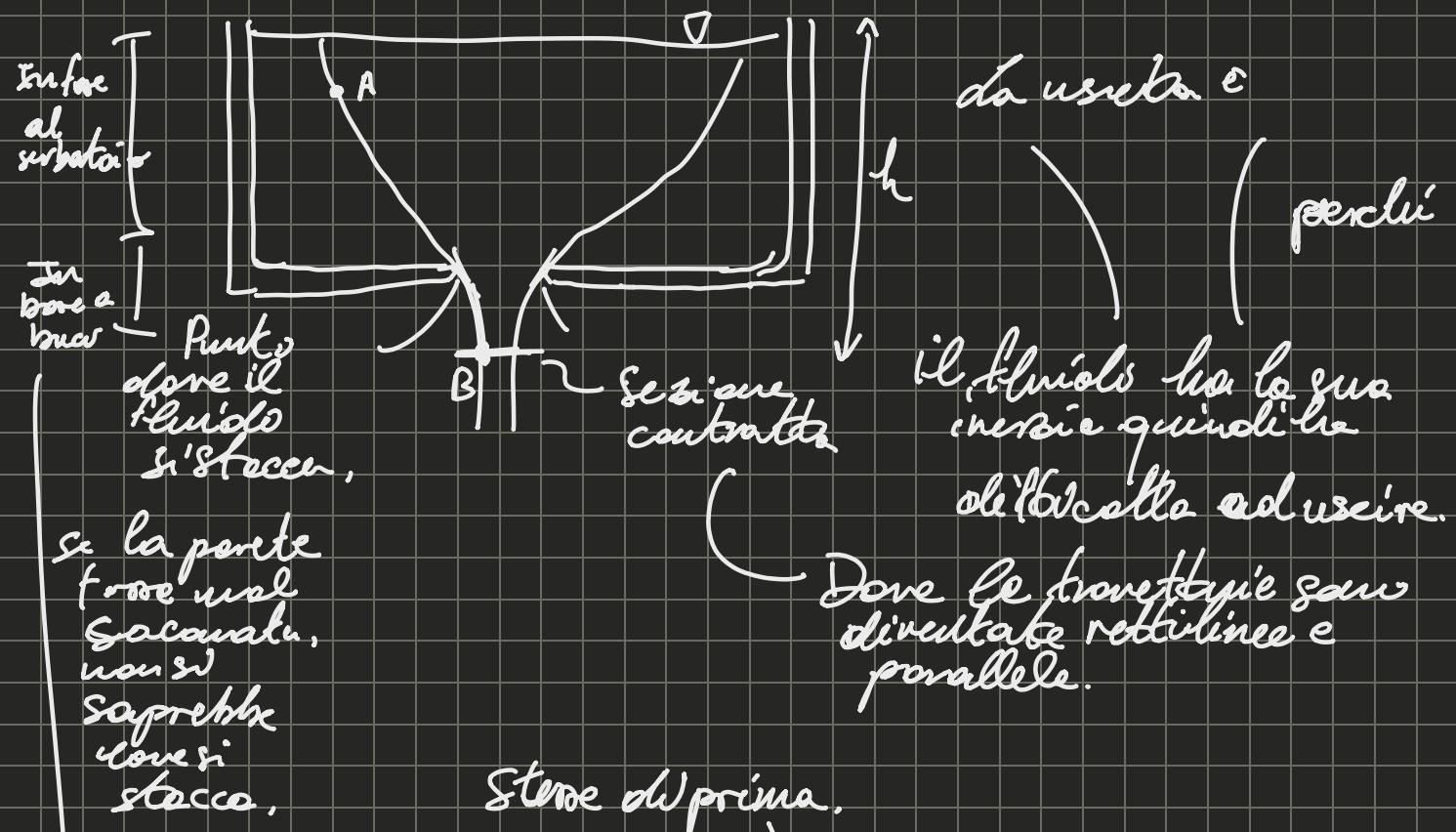
$$Q = V_s A_B$$

→ La velocità è maggiore più alto è il cono.



Si stringe perché accelera,
quindi per la portata totale
deve stringersi.

Esempio : Boccaro non ricordato



$$Z_A + \frac{P_A}{\rho g} + \frac{V_A^2}{2g} = Z_B + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g}$$

$$V_B = \sqrt{2gh}$$

↳ L'è ingenerato perché non sappiamo dove direzionare lineari.

$$h = 2A + \frac{\rho n}{\gamma} - z_B$$

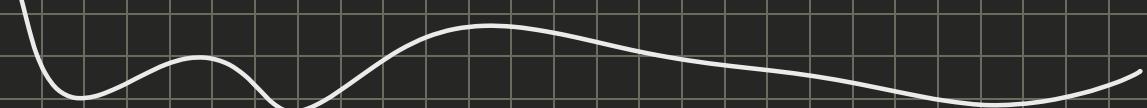
→ Stanno facendo l'ipotesi che sia trascurabile, è vero si il serbatoio è alto non è vero se non lo è.

Conosciamo l'area del buco, non quella della sezione contratta.

$$Q = C_c \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{2gh}$$

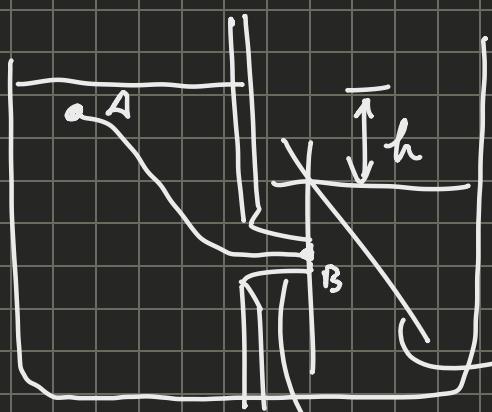
Solo questo va bene

Coefficiente di contrazione



E lo stesso un esempio di flusso libero

Caso : Flusso Rigurgitato



↳ Quando c'è qualcosa che blocca una serie di flussi

→ Distribuzione di pressione

Vena contratta sommersa

→ Ha una pressione che la controlla.

stesodipresso

$$z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} = z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g}$$

per del fluido a destra

per delle simmetrie

$P_B \neq 0$, perché c'è un cono conico.

Non abbiamo più la quota del buco perché la parte

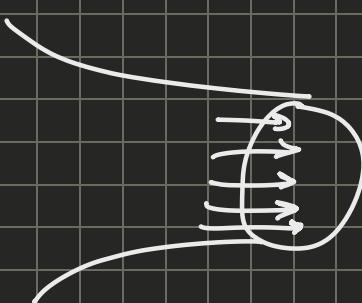
$$V_B = \sqrt{2gh}$$

$$Q = C_c \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{2gh}$$

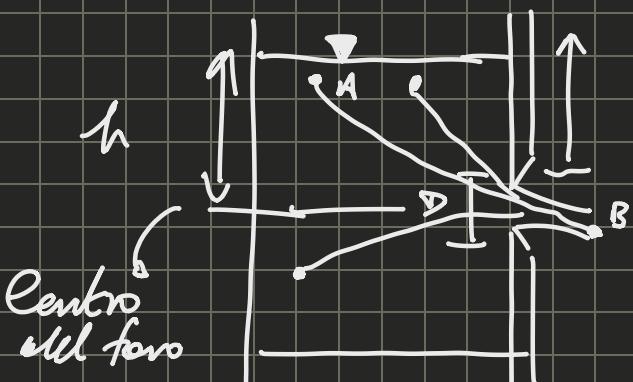
11:29

a destra è il per del fluido a destra,
e a sinistra è il per del fluido a sinistra,
quindi h è la differenza fra i due per.

Sulle sezioni la velocità è costante perché $z + \frac{P}{\gamma}$ è costante



Caso : Flusso libero da Parete Verticale



Il più complicato perché h non è costante.

Le particelle in alto nelle sezioni contrattate sono più lente di quelle più vicine

$$z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} = z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g}$$

$$V_B = \sqrt{2g \left(z_0 - \frac{P_A}{\gamma} - z_A \right)}$$

PCI

Sta dove lo mettiamo noi.

Cambia in base al punto che consideriamo

Prendiamo > concepiù piccolo delle
altezze sopra del buco del serbatoio,
possiamo allora trascurare le variazioni
e le non-linearità della velocità.

$$Q = C_c \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{2gh} \rightarrow \text{Risultato}\newline \text{approssimato}\newline \text{ragionevole.}$$

Coefficiente di Efflusso

$$C_c \approx C_v$$

$$< 1$$

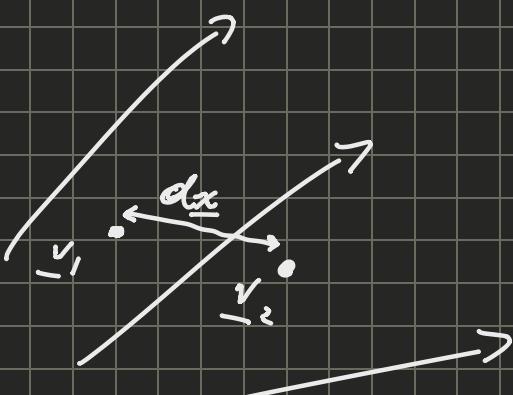
Bisogna calibrarlo per calcolare le
perdite energetiche, in ogni caso.

$\phi = p \stackrel{?}{=} \rightarrow$ Fluido Perfetto
 $\phi = ? \rightarrow$ Quelli che abbiamo già guardato
 ↳ Funziona solo quando l'oggetto è piccolo.
 Fluido Reale
 ? Newtoniano \leftrightarrow Stokessiano (Incomponibile)
 Legame Correttivo alle fluidi viscosi.
 Non li dimostriamo perché sono modelli.
 → Facciamo ipotesi e creiamo delle equazioni e guardiamo dove ci portano.
 → Tanti fluidi si comportano così.

[12:10]

Fluido Reale Stokessiano - Newtoniano

↳ Definiamo per primi le velocità di deformazione
 ↳ Per poter determinare gli stessi di deformazione
 Prendiamo un fluido e un campo di moto



La velocità nel punto 2, sarà la velocità del punto sviluppato in serie.

$$\underline{v}_2 = \underline{v}_1 + \text{grad } \underline{v} \Big|_{\underline{x}} \underline{dx}$$

↑
Torsione
↓
Spazio tra i due

$$\text{grad } \underline{v} = \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial x} & \frac{\partial w}{\partial x} \\ \frac{\partial u}{\partial y} & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{\partial w}{\partial y} \\ \frac{\partial u}{\partial z} & \frac{\partial v}{\partial z} & \frac{\partial w}{\partial z} \end{bmatrix} = \underline{\underline{D}}$$

Ricchiamo questo
perché vogliamo
arrivare ad un certo
punto che noi (studenti)
non sappiamo
per ora

$$= \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) & \frac{\partial w}{\partial z} \end{bmatrix}$$

$\underline{\underline{D}} =$

Matrice simmetrica
 ↓
 avranno
 non e
 uguali
 altra
 aggiungiamo
 una matrice
 antisimmetrica
 per avere
 uguali anche

$$+ \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial z} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x} \right) & 0 & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y} \right) & 0 \end{bmatrix}$$

$\uparrow \underline{\underline{R}}$

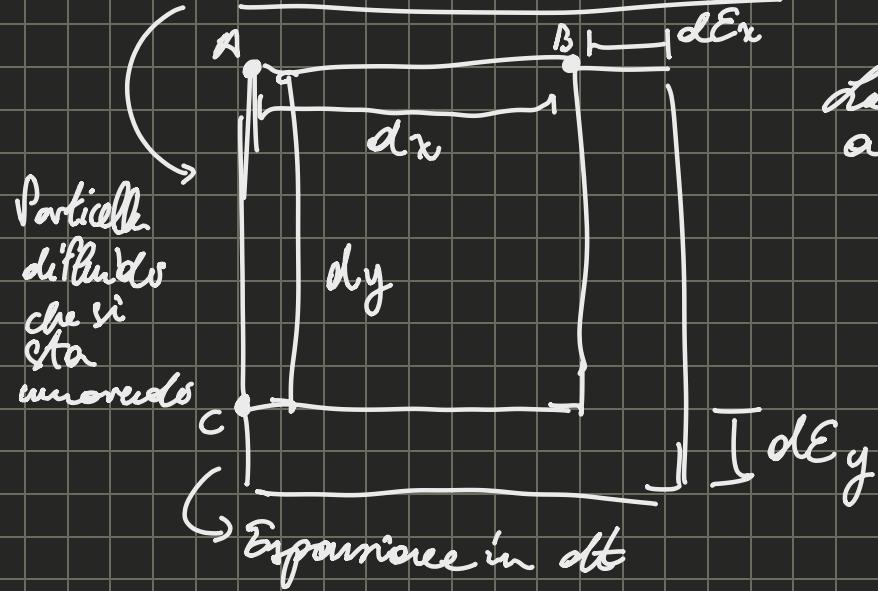
Perché abbiamo fatto questo?

In $\underline{\underline{D}}$ ci sono velocità di deformazione e $\underline{\underline{R}}$ sono

velocità angolare

12:30

Perché possiamo dire che \underline{D} è tensore delle velocità di deformazione?



Particella diffonda che si sta muovendo

di particelle può tendere a sfiorarsi.

↳ In altre parole:

↳ Espansione e contrazione per la sua compattibilità

↳ Stretto/Attinto

Vogliamo trovare la velocità di sfiorarsi

$$\frac{dE_x}{dt} = \frac{(u_B - u_A) dt}{dx dt} = \frac{\partial u}{\partial x} \rightarrow \text{sens velocità di deformazione}$$

$$\frac{dE_y}{dt} = \frac{(u_C - u_A) dt}{dy dt} = \frac{\partial u}{\partial y} \rightarrow \text{data alle contrazioni e espansione}$$

dE_x nasce perché A e B si spostano in x a velocità diverse

↳ Se non c'è differenza nelle velocità non c'è deformazione

Gli elementi sulla diagonale di \underline{D} sono le velocità di contrazione ed espansione

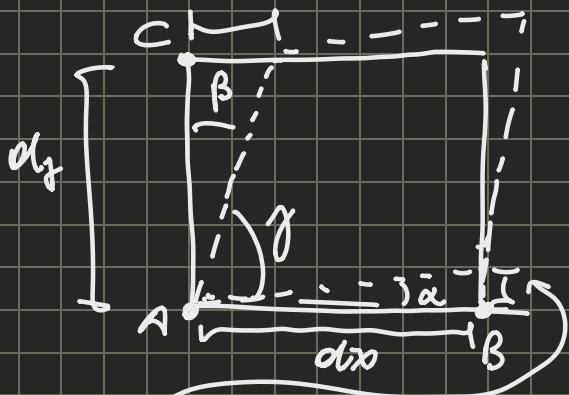
Sono le deformazioni normali.

[12:40]

Prendiamo allora questa soluzione di sforzazione



Sistema effetto
dell'attacco



A interessano gli angoli perché
la deformazione non è molto
Primo era 90° ora per sfiorando
vale γ

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{dx}{dt} - \frac{d\beta}{dt} = -\frac{(v_B - v_A) dt}{dx dt} - \frac{(u_C - u_A) dt}{dy dt}$$

$\tan \alpha = \alpha$ per α piccolo \rightarrow visto che stiamo guardando da

Esistono però A e B si muovono a velocità
diverse non in x ma in y

$$\text{quindi } dx = \frac{(v_B - v_A) dt}{dy}$$

$$\frac{dy_z}{dt} = -\left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right)$$

Velocità di
deformazione
angolari per
sforzazione

$$\frac{\partial \alpha_x}{\partial t}$$

$$\frac{-1}{2} \frac{d\gamma_z}{dt}$$

Velocità
di
deformazione
per espansione

$$\frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right)$$

$$e \quad D = \begin{vmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) & \frac{\partial w}{\partial z} \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) & \frac{\partial w}{\partial z} & \end{vmatrix}$$

R → diviso da atti di moto di rotazione
rigido in cui non occorrono detorsioni,
quindi non ci importa.

Passo successivo a D

$\phi = f(D)$ → Legame Costitutivo derivato dalle
velocità di detorsione.

Funzione delle velocità di detorsione per
trovare tensione degli sforzi ϕ