Lezione 1 19/09

-

Le proprietà del Fluido (

Densità → dipende da Te

comprimibilità → nel nostro c
desdimen

definite sia dal punto di

Equazione di stato dei F

-Equazione indefinita de

26/09

Ci sono 3 situazion

- La superficie A co
- "
- "

Guardiamo il I CASO

area d

$P_{sul\ fondo} \cdot A = Spi$

legge di Stevino

$\rho g h$

II CASO superficie vert

Per il calcolo del centro di spint[e] po[...]
momenti rispetto all'asse x e[...]

Inanzitutto caratterizzo
(rispetto ai 2 assi)

η (y)
ξ (x)

le mie incognite

come in [...]

$$\Sigma M_y = |S| \xi = \int_A p x \, dA = [...]$$

integrale delle sp[...]

del mo[...]

$$\xi = \frac{\gamma \cdot sen(\alpha) \int_A x^2 d[...]}{S}$$

(allo stesso modo procedo c[...]

Fortunatamente il valo
conosciute.

ad esempio per il rett an

per i tabulati vedi slide
il punto è che non dip

nota: Se la superf
asse baricen
$\eta = 0$

noi lavoreremo quasi s

Ora andiamo a con

SUPERFICI CURVE

la differenza tra le 2 equazioni
integrali, cioè delle forze e in

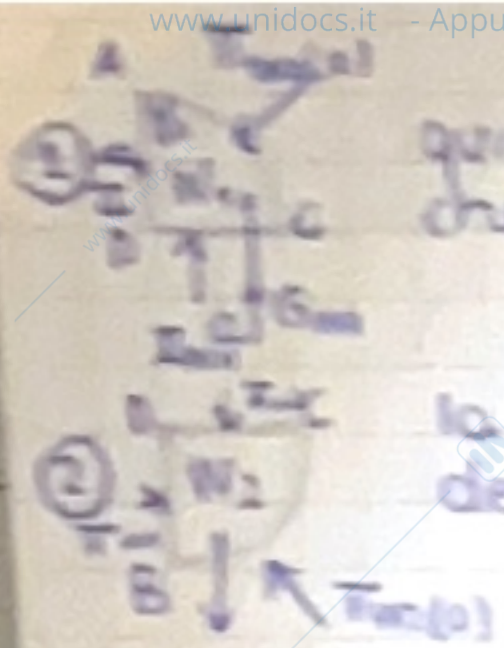
2 approcci $\Big<$ equazione glo.
risol. di un eq.

$$\underbrace{\int_W \rho F \, dW}_{G} + \underbrace{\int_A P_n \, dA}_{\Pi} = 0$$

Forze di sup.

Forze di massa

Esempio di applicazione



quindi ricaviamolo porzione di
che agisce qua : $G_{W1} + \overline{\Pi}_{W1} = 0$

la stessa cosa per l'altra p
del volume di controllo

③ G è il baricentro della porzione e risult
perché in opposizione con il sistema d
sempre bene esplicitare)

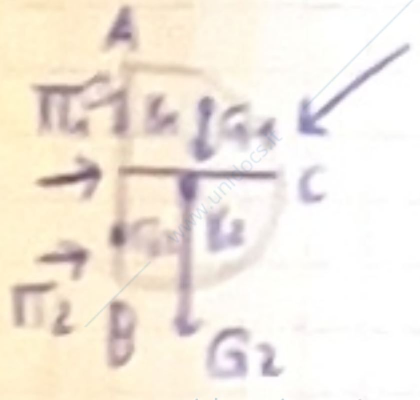
Comunque l'equ. diventa $G_{W1} + \overline{\Pi}_{W1}(0) + \overline{\Pi}_{W}$

② $G_{W2} + \overline{\Pi}_{W2} = \underline{0}$

$$G_{W2} + \overline{\Pi}_{W2}(0) + \overline{\Pi}_{W2}(1) + \overline{\Pi}_{W2}(2) = \underline{0}$$

~~se~~ noto che $\overline{\Pi}_{W1}(2)$ e $\overline{\Pi}_{W2}(2)$ si ann

Insomma farlo separatamente è ugu
<u>per intero</u> il volume di controllo:



$S_0 = \overline{\Pi}_0$

$$G + \overline{\Pi} = 0$$

$$\downarrow$$

$$G_1 + G_2 + \overline{\Pi}_0 + \overline{\Pi}_1 + \overline{\Pi}_2 = 0$$

• ne
Fat
chi

LA VISCOSITÀ. definiamola sperimentalmen

due lastre pian
un fluido in qu
ferma la lastr
muovere la las

la facciamo mu
forza e con
piccola (dell'
anche l'interca

Quello che succede, è che il fluido riman
alla lastra sopra che a quello sotto, so
la condizione di aderenza che si può tr
che la velocità delle particelle del fluido
velocità del solido

La logica è di misurare (in qualche modo, im
velocità e vediamo che finchè l'intercapec
il profilo delle velocità risulta lineare

Questo moto è definito in regime lineare.

$$\tilde{\tau} = \frac{F}{A} = \mu \frac{\partial V}{\partial y}$$ → prende il nome di legge di

dove μ = viscosità che è il c
tra lo s
velocit
dello

↳ SFORZO TANGENZIALE

retta tau con inclinazione μ

- è stata scoperta sperimentalmente
- μ dipende anche dalla temperatura, m

Un fluido che segue questa legge si chi
no

cosa mi sta dicendo? In un preciso istante di tempo conservano la velocità lungo x

↳ se la moltiplico per una velocità, mi dice la velocità con cui si sta propagando l'inf. lungo x

notate che se abbiamo a che fare con un flu[ido]
è evidente che se prendo la generica particella che sto muovendosi lungo la propria traiett., [...] come la sua densità varia

↳ e in questo caso mi interessa $\frac{d\rho}{dt} = \frac{d\rho}{dt} + \frac{d\rho}{dx} u$

↳ e ogni termine mi sta dicendo qualcosa (come [...]

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

quindi: ↳ la chiamerò matrice dei tensori delle velocità di def.

$\frac{A-A^T}{2}$ sarà una matrice emisimmetrica

→ Le cosa mi interessa per le proprietà che simmetriche.

Ora andiamo a vedere il significato fisic
per poi legarlo alla deformazione.

che tipo di deformazioni conosco? ad esemp
traslazio

es. $dx \cdot dy \cdot \frac{\partial w}{\partial z} dz\, dt$ → mi esce un infinitesimo di ordine 4

(sulle slide ho tutte le moltiplicazioni) ma è che mi rimangono 3 prodotti di ordine 4 e il superiore

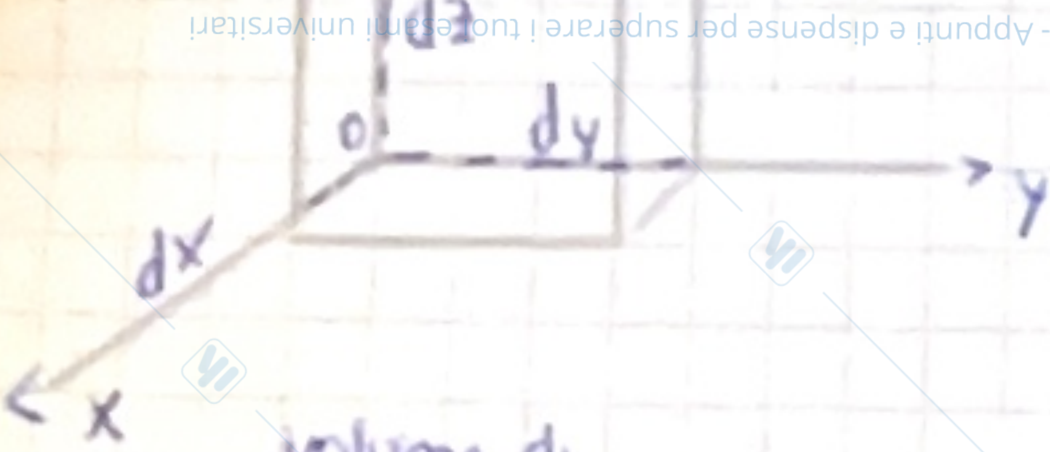
per cui posso scrivere: $dW = \boxed{\frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial x}} dt \cdot$ [illegible]

e posso definire la variazione unitaria

$$\frac{dW}{W} = \left(\frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial x}\right) dt$$

se ora divido la velocità di

ciò significa che se ho a che fare con fluido incom[...]
(cioè non ho variaz. di volume)



del processo di moto e
del fluido. Questo leg
equazione di continui

volume di controllo infinitesimo

Quello che vado a s

- massa che entra
- massa che esce
- variaz.

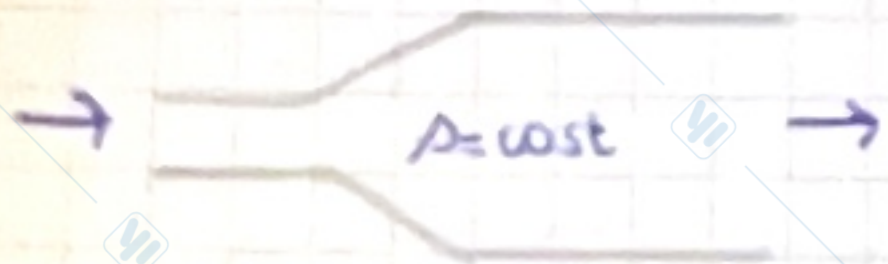
Qual è la massa iniziale? $\underbrace{\rho}_{\downarrow} \underbrace{dx\,dy\,dz}_{\downarrow} = M_0$

in dt varrà $M = M_0$ + qualcosa densità volume

$$\hookrightarrow = \rho + \frac{d\rho}{dt}(dx\,dz\,dy) \quad (\mathrm{II})$$

Quindi la massa accumulato positivamente o neg

Tubo con divergenza



$Q_e = Q_u$

vedremo poi nel dettaglio

moto permanente

↳ questo concetto ci servirà per scopi ingegneri

se per un qualche motivo ho variaz di ρ allora

in pratica esempi in cui posso applicare equa di conservazione della massa vado a approx nel term Taylor

massa dopo dt

$$= \rho A + \frac{\partial \rho A}{\partial t} dt\, ds$$

Faccio la differenza tra le 2 e trovo il termine di accumulo

FORMULAZIONE conservazione della massa p... equaz. di flusso:

$$\frac{\partial \rho Q}{\partial s} + \frac{\partial \rho A}{\partial t} = 0$$

equazione diffe... soddisfatta da... grandezze in... (nel nostro caso...

se fluido è incomprimibile: $\rho = cost$

se il moto è permanente $\partial Q/\partial s = 0$ ossia portat...

puntualizzazioni su $\overline{M}$: - da M possiamo vede[...]
il vettore V_n è dirett[...]
l'interno o verso l'[...]

e vediamo il vettore $\rho V \, V_n dA$

↓ sicuramente è diretto come [...]
velocità

si comporta come π, una for[...]
esterno che agisce verso l'~~este~~[...]
l'interno

Ora inseriamole nell'equaz. di eulero per moto uniforme

$$\begin{cases} \rho\left(F_s - \frac{dV}{dt}\right) = \frac{\partial P}{\partial s} \\ \rho\left(F_n - \frac{V^2}{r}\right) = \frac{\partial P}{\partial n} \\ \rho\left(F_b - 0\right) = \frac{\partial P}{\partial b} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \rho\left(-g\frac{\partial z}{\partial s} - \frac{dV}{dt}\right) = \frac{\partial P}{\partial s} \\ \rho\left(-g\frac{\partial z}{\partial n} - \frac{V^2}{r}\right) = \frac{\partial P}{\partial n} \\ \rho\left(-g\frac{\partial z}{\partial b}\right) = \frac{\partial P}{\partial b} \end{cases}$$

andiamo a scrivere in termini di forza gravit.

Ora includiamo l'ipotesi di fluido incomprimibile (quindi $\rho = cost.$)

posso scrivere

$$\begin{cases} \partial/\partial s\left[z + \frac{P}{\gamma}\right] = -\frac{1}{g}\frac{dV}{dt} \\ \partial/\partial n\left[z + \frac{P}{\gamma}\right] = -V^2/gr \\ \partial/\partial b\left[z + \frac{P}{\gamma}\right] = 0 \rightarrow \end{cases}$$

$\frac{V_e A_e}{A_u} = V_u$ (con V grande intendo la velocità media)

tutta questa men per dire che l linea rie e orizzon (nelle zone de tubature)

siccome $A_e > A_u$ allora $\frac{A_e}{A_u} > 1$

allora $V_u > V_e$

visto che non ci sono sforzi $\tilde{\tau}$ e v è costante in tutte le dire possiamo dire che la velocità media coincide con la velocità locale

ovvero l'altezza cinetica in B sarà > dell'altezza

Ho così visto che se voglio modificare l'energia u inserire un tronco di convergenza/divergenza (se stringo la sezione aumento la velocità) di coriolis)

(moto unif. turbol. $\alpha \simeq 1$
laminare $\alpha = 2$) $\Rightarrow \alpha =$

Lezione 7 8/11 **FLUIDI REALI**

iniziamo con un approccio molto semplice ossi[a]
di moto monodimensionale.

FLUIDI reali $\rightarrow$ $H \neq cost$
ho viscosità, sforzi tangenzi[ali]

Evidenza sperimentale:

la linea dei carichi totali associata alla corrente di[...]
di un fluido reale non sarà costante, avendo [...]
di energia il carico tende a diminuire

(r/D)

allora se ho 2 variabili gli esperimenti da far
che è fattibile

Adesso allora cerchiamo il legame tra J
adimensionali che ho appena detto

$$J = \underbrace{\lambda\left(Re, \frac{r}{D}\right)}\frac{V^2}{2gD}$$ formula di Da

"coeff. di resistenza" → lambda funzione

la sua formulazione dipende da cose tra
il tipo di movimento, le caratt. della con

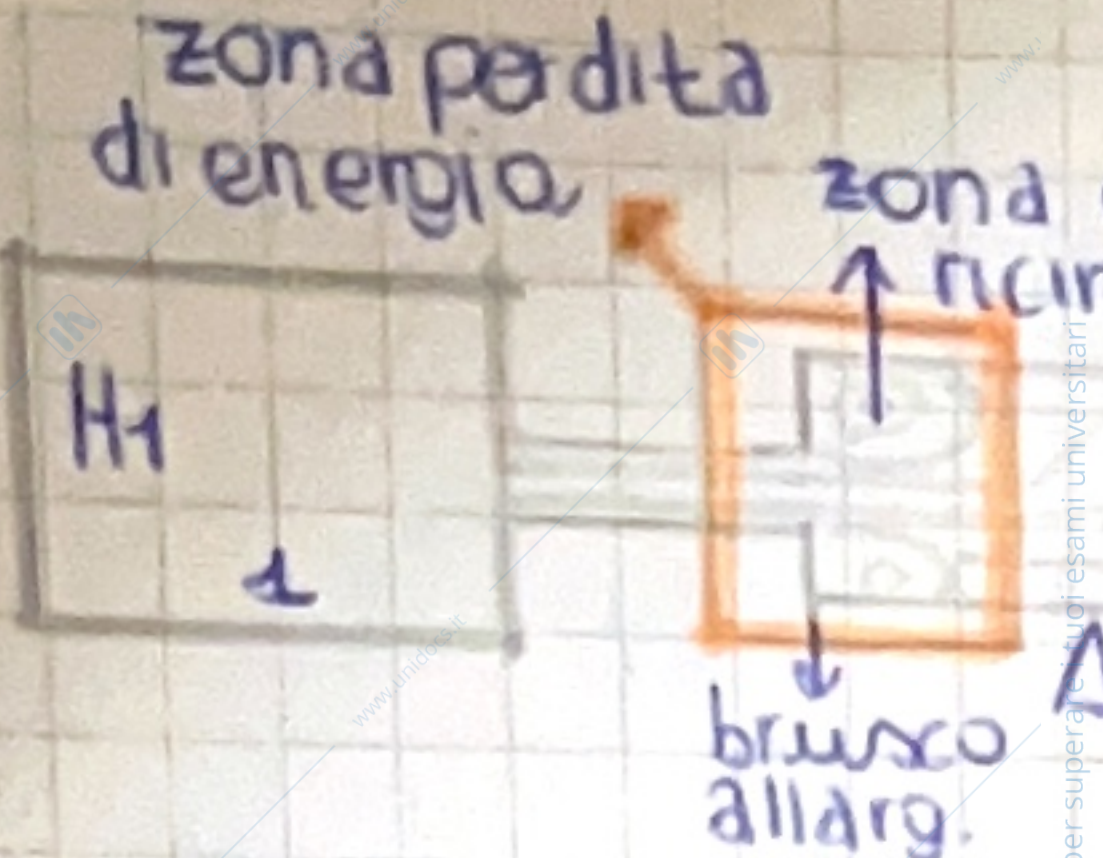
... laminare.

- non mi interessa la scabrezza, in moto dipende solo da Re

e in moto turbolento invece mi aspetto che dalla scabrezza, perché? perché ho compon trasversali che ci interagiscono.

(↓ situazio

Sperimentalmente, per un valore di scabrezza osservo che fino a un certo numero di R si comporta come se il tubo fosse liscio, a discostarsi aumentando per poi assestarsi



la domanda che
che riusciamo a cor

problema ingegner

Sappiamo che
per un fluido

concentriamoa
in zone caratte