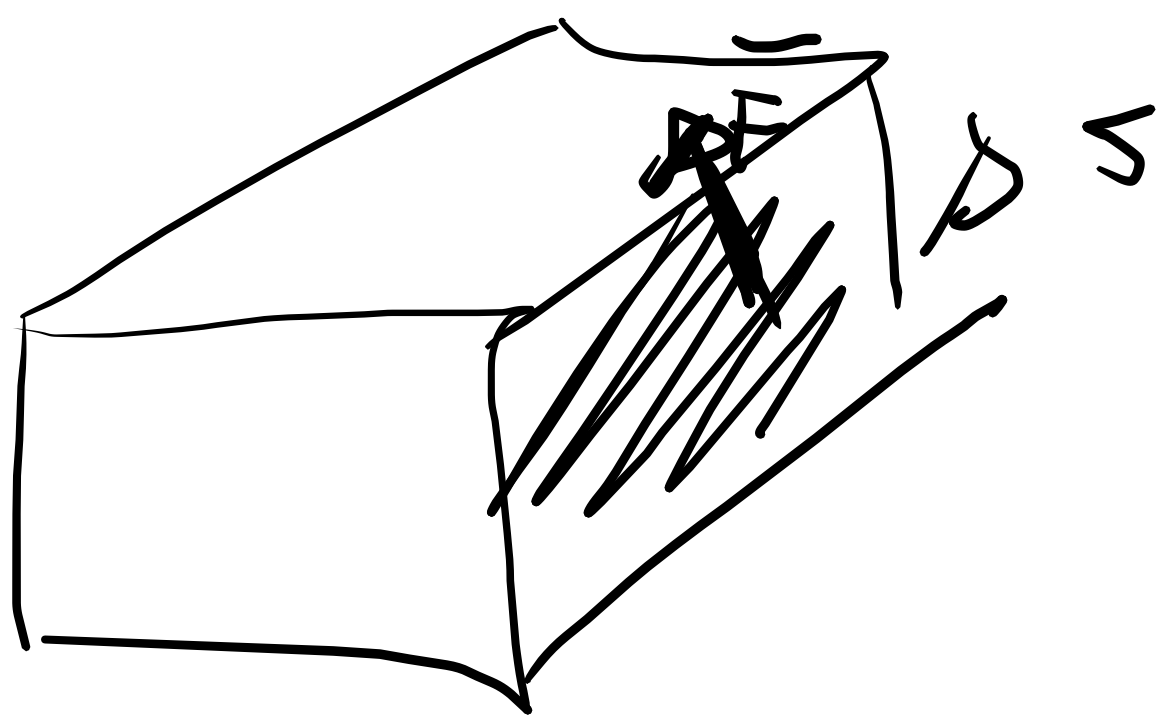


# STATICA e DINAMICA dei FLUIDI

## • Pressione

Consideriamo una forza  $\vec{F}$  agente su d. una piccola superficie  $\Delta S$  approssimativamente piana



definito:

$$p = \frac{F_{\perp}}{\Delta S}$$

dove  $F_{\perp}$  è la forza normale alla superficie  $\Delta S$ .

Nel S.I.  $\frac{N}{m^2} = Pa$  (Pascal)

Alcune conversioni utili:

$$1 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mbar} = 10^3 \text{ bar} = 10^2 \text{ Pa} \rightarrow \text{usato in meteorologia}$$

1 torr =  $\frac{1}{760}$  atm = 133 Pa  $\rightarrow$  usato per esprimere la pressione interna

densità

$$\rho = \frac{m \rightarrow \text{massa}}{V \rightarrow \text{volume}}$$

(rho)

SI:  $\frac{kg}{m^3}$

- I solidi e liquidi sono quasi incompressibili, quindi  $\rho$  non dipende dalla pressione  $\rightarrow \rho(T)$

- I gas si comprimono  $\rightarrow \rho(P, T)$

# Fluidi

PeF: mezzo continuo senza forma propria

↓  
"si adatta al contenitore"

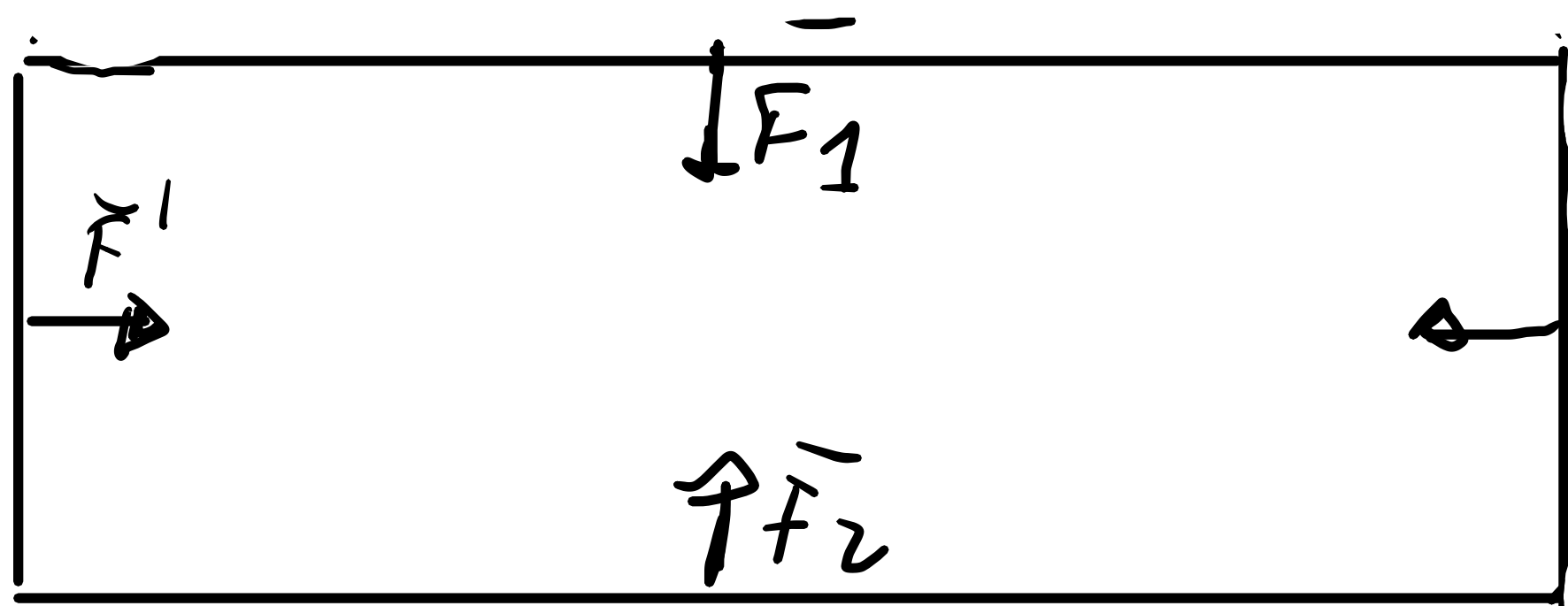
- Nei fluidi le particelle di cui sono composti sono libere di scorrere le une rispetto alle altre.
- Mentre nei solidi le particelle si muovono attorno a delle posizioni ben definite.

La compressibilità implica che  $\rho > 0 \Rightarrow \delta V < 0$

Fluidi  $\begin{cases} \swarrow \text{liquidi} \rightarrow \text{debolmente compressibili} \\ \searrow \text{gas} \rightarrow \text{Estremamente compressibili} \end{cases}$

Fluido in quiete: ogni singola particella si muove ma globalmente l'insieme delle particelle del fluido non si muove ("cm fermo")

IDROSTATICA: parte della meccanica dei fluidi che studia il comportamento dei liquidi in equilibrio statico e le forze che agiscono su corpi che vi sono immersi.



1) Tutte le forze  $\perp$  alla superficie

$$2) F' = F''$$

$$3) F_2 = F_1 + F_p$$

$$\vec{F}_2 = \vec{F}_1 + F_p$$

Usando  $p = \frac{F}{S} \rightarrow P_2 \cdot S' = P_1 \cdot S' + mg$

$$P_2 = P_1 + \frac{m}{S'} g \quad (m = \rho V = \rho S' \cdot h)$$

$$= P_1 + \frac{\rho S' \cdot h}{S'} g = P_1 + \rho g h$$

$$P = P_0 + \rho g h$$

pressione idrostatica

Legge di Stevino

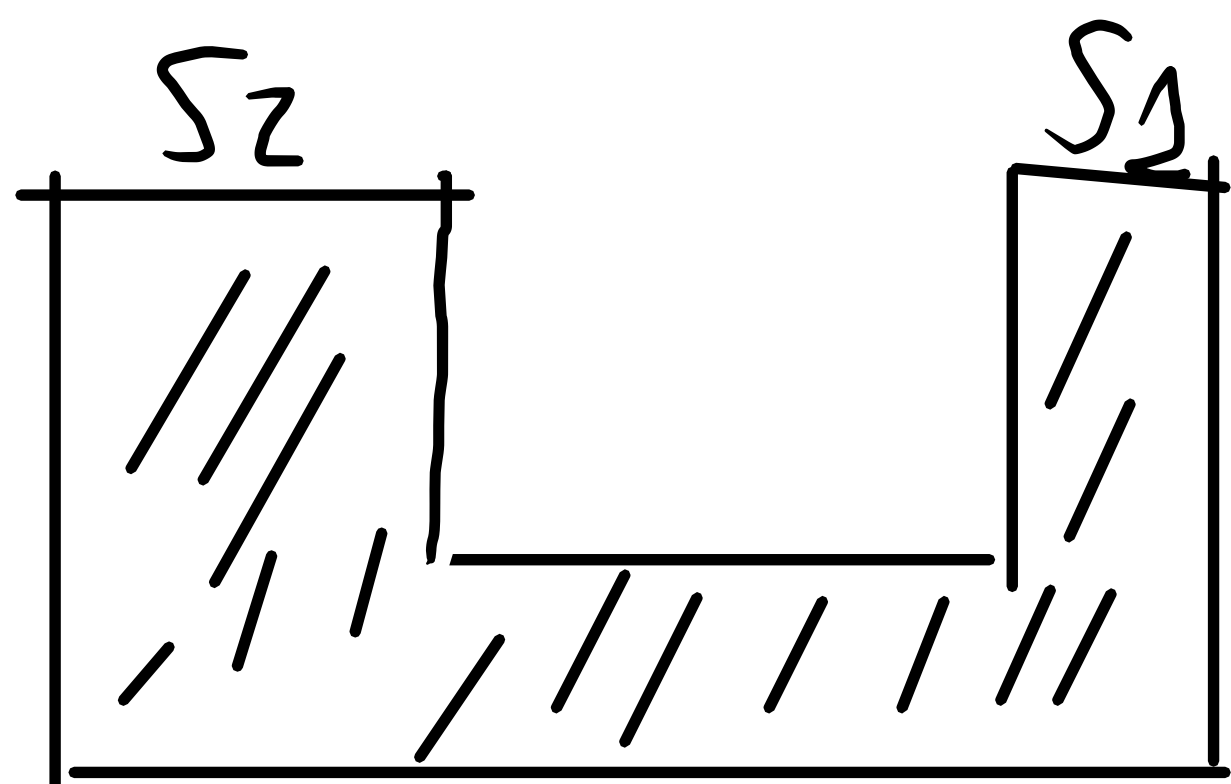
• conseguenza della legge di Stevino:



Legge di Pascal :  $\Delta P = \Delta P_0$

---

Pressi idraulica



$$\Delta P = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

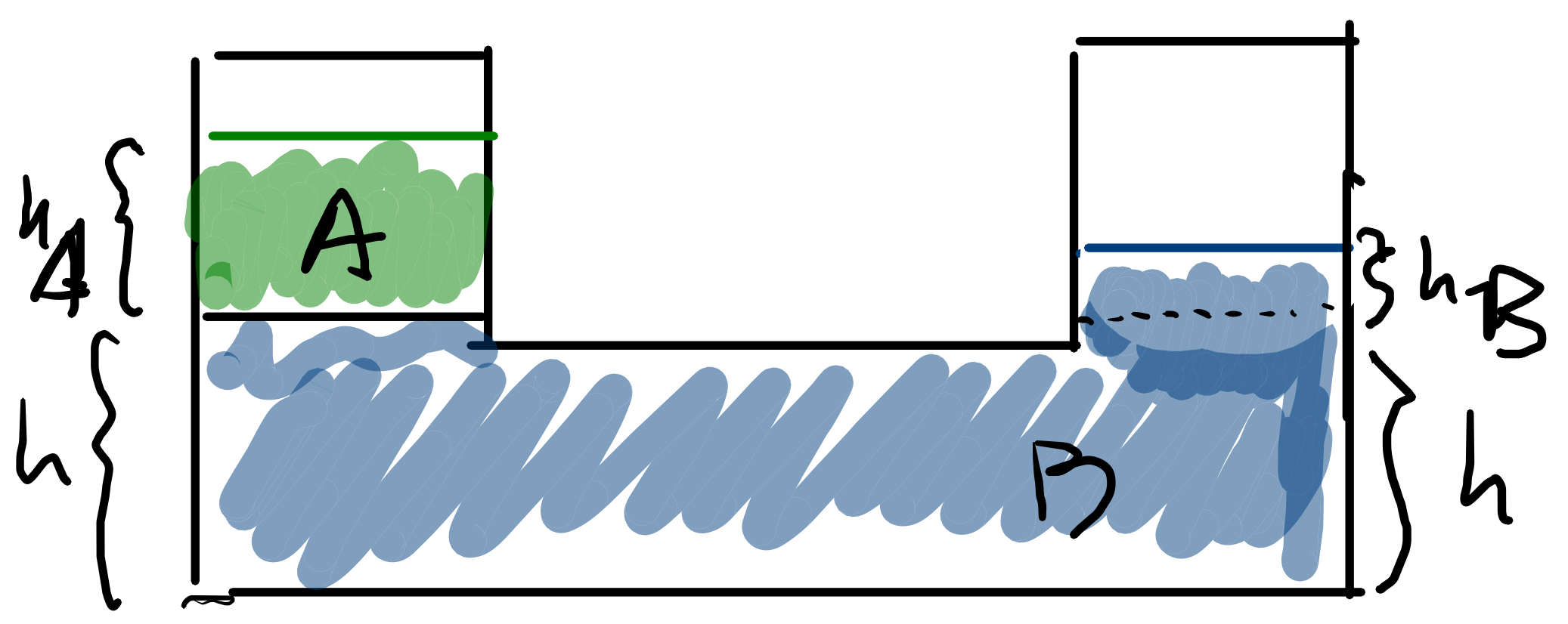
(per la legge di Pascal)

↓

$$F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1$$

Se  $S_2 > S_1 \Rightarrow F_2 > F_1 \Rightarrow$  moltiplica la forza

# Vasi comunicanti

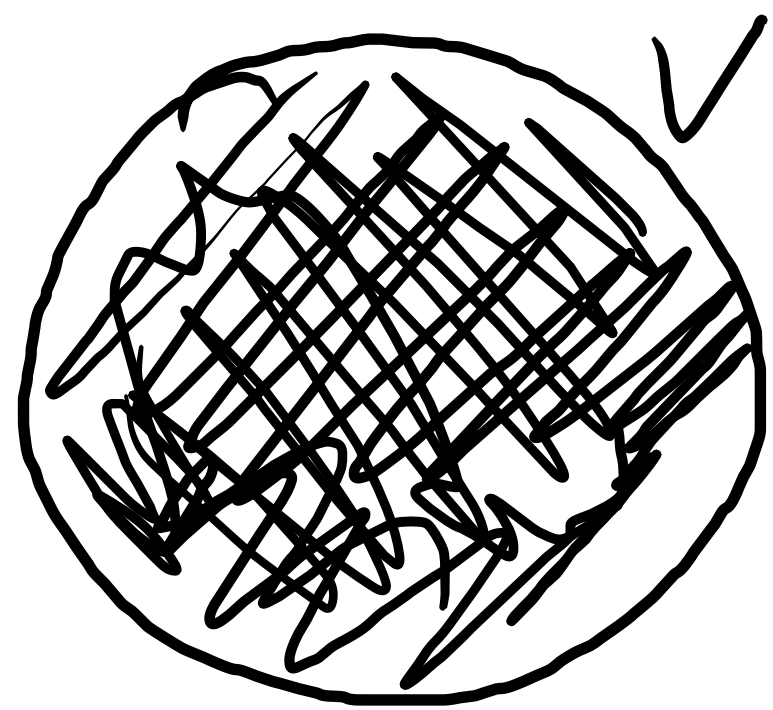


2 liquidi A e B di diversa densità, applichiamo la legge di Stevino

$$p_0 + \cancel{\rho_A g h_A} + \cancel{\rho_B g h} = p_0 + \rho_B g (h_B + \cancel{h})$$

$$\rho_A h_A = \rho_B h_B$$

# Principio di Archimede



Consideriamo un volume  $V$  di un liquido in quiete.

La forza  $\vec{F}_S$  risultante dal liquido circostante, deve essere tale che

$$\vec{F}_S + \vec{F}_p = 0$$

Ne consegue che  $F_S = \rho V g$  (mag)

- Ora possiamo di sostituire la porzione di liquido con un corpo solido

$F_S$   $\downarrow$  la stessa



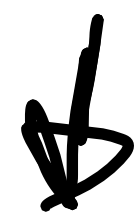
Principio di Archimede: un corpo immerso in un fluido riceve una spinta verticale dal basso verso l'alto pari al peso del fluido spostato

---

Fluidi ideali

Def: fluido incompressibile e privo di viscosità

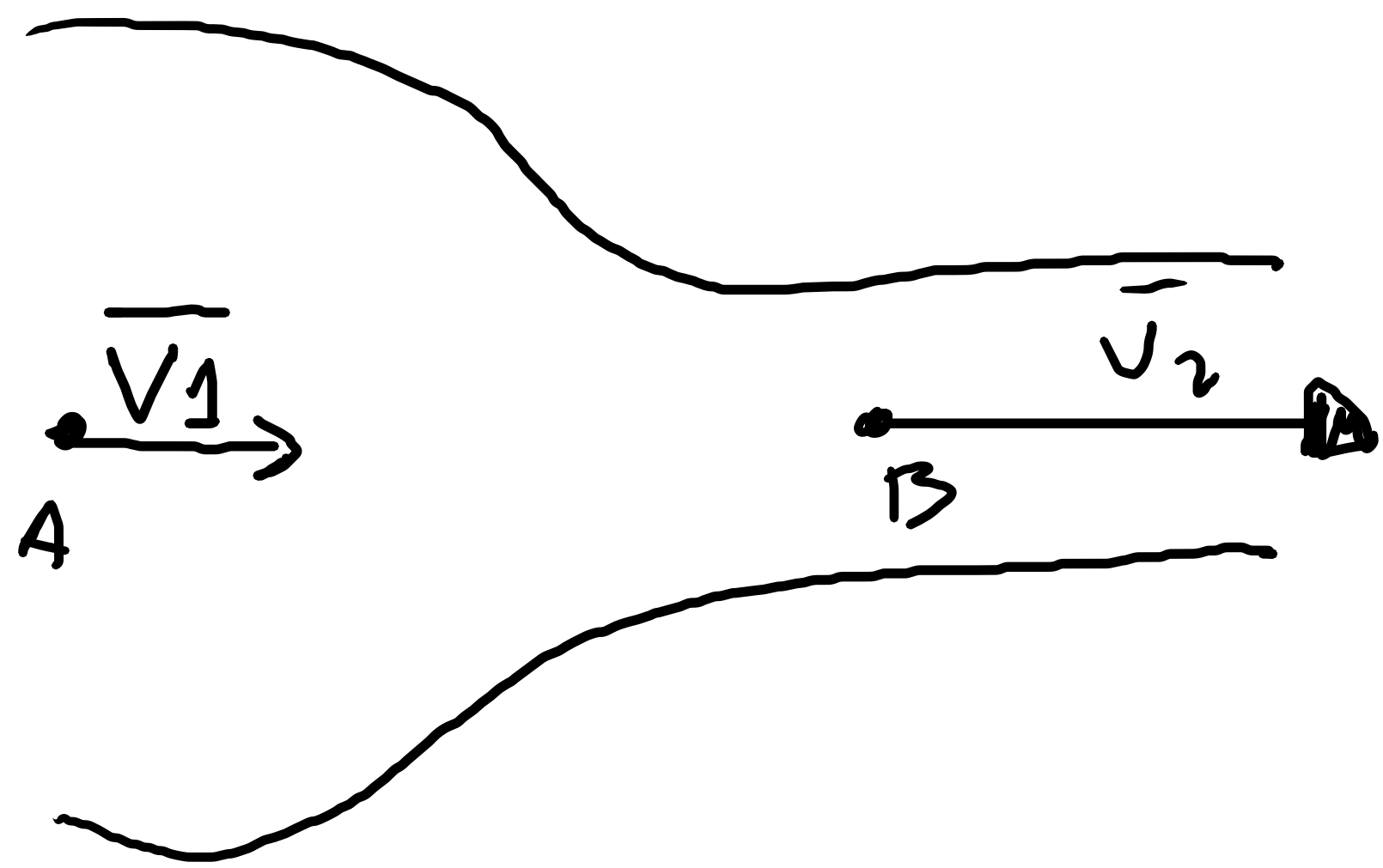
La viscosità è dovuta ai fenomeni d'attrito nello scorrimento di porzioni di liquido l'una sulle altre



Implica la dissipazione di energia meccanica.

In assenza di viscosità il moto conserva l'energia meccanica.

Moto stazionario di un fluido:



$$V_1(t) \neq V_2(t) \quad \forall t$$
$$\begin{cases} V_1(t_1) = V_1(t_2) \\ V_2(t_1) = V_2(t_2) \end{cases} \quad \forall t_1, t_2$$

Portata: quantità di fluido che attraversa la sezione del condotto in un dato uniti di tempo

La portata può essere espressa in massa o volume.

PRINCIPIO DI CONTINUITÀ: in assenza di dilatazioni, in un moto stazionario e non vorticoso la portata è costante

Consideriamo un intervallo di tempo  $\Delta t$  in cui viene trasportata una quantità di fluido

$$\Delta m = \rho \int_{\text{sezione}} l$$

lunghezza del percorso

Per il principio di continuità:

$$\rho S_1 l_1 = \rho S_2 l_2$$

$S_1 \frac{l_1}{\Delta t} = S_2 \frac{l_2}{\Delta t}$

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

Legge della continuità della portata

# Teorema di Bernoulli

PTO in fluido ideale in moto stazionario in un condotto:

$$P + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{costante}$$

$P$   $\rightarrow$  pressione dinamica  
 $\rho g h$   $\rightarrow$  pressione di statica  
 $\frac{1}{2} \rho v^2$   $\rightarrow$  pressione cinetica

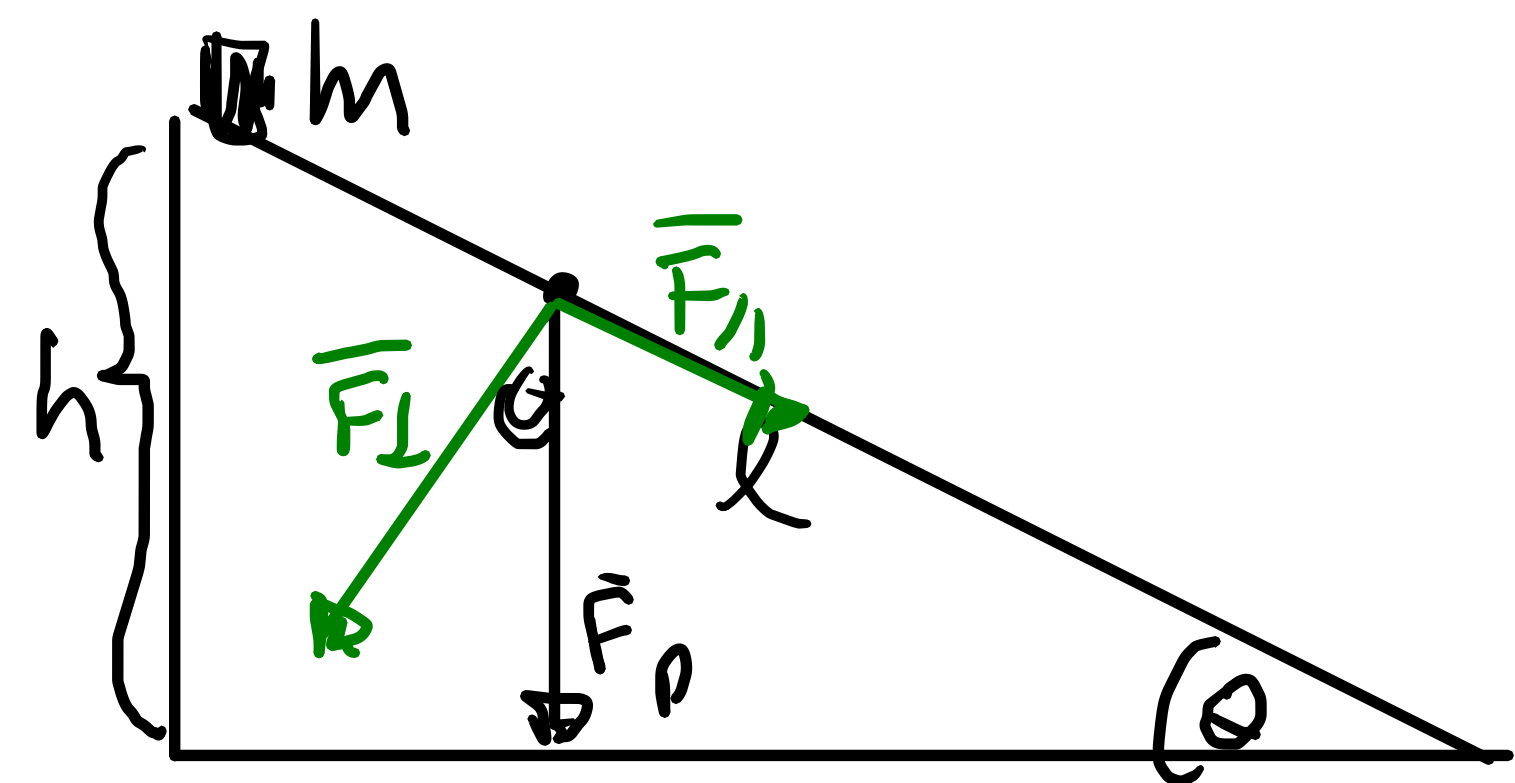
$v = 0 \Rightarrow$  si riduce alla legge di Stevino

$\rightarrow$  Come si misura?



È SERCIZIO LASCIATO PER CASA LA LEZIONE

SCORSA: piano inclinato con attrito.



$$t=0 \Rightarrow K_i = 0 \quad U_i = mgh \Rightarrow E_i = mgh$$

$$t=\tilde{t} \Rightarrow K_f = \frac{1}{2} m v_f^2, \quad U_f = 0 \Rightarrow E_f = \frac{1}{2} m v_f^2$$

Attrito  $E_i \neq E_f$

$$\Delta E = W_d = \vec{F}_A \cdot \vec{s} = -F_A l = -F_A \frac{h}{\sin \theta}$$

$$h = l \sin \theta, \quad F_A = \mu_d \cdot F_{\perp} = \mu_d \cdot F_p \cos \theta = \mu_d m g \cos \theta$$

$$\Delta E = - (\mu_d m g \cos \theta) \frac{h}{\sin \theta} = - \frac{m g h \mu_d}{\tan \theta}$$

$$E_f = K_f = \frac{1}{2} m v_f^2 = E_i + \Delta E = mgh - mgh \left( \frac{\mu_d}{\tan \theta} \right)$$

$$= mgh \left( 1 - \frac{\mu_d}{\tan \theta} \right)$$

$$v_f^2 = 2gh \left( 1 - \frac{\mu_d}{\tan \theta} \right)$$

Alt no method.

$$K_i = 0, K_f = \frac{1}{2} m v_f^2 \Rightarrow \Delta K = W$$

$$F_{\text{tot}, \parallel} = \underbrace{mg \sin \theta}_{F_{\parallel}} - \underbrace{\mu_d mg \cos \theta}_{F_A} = mg (\sin \theta - \mu_d \cos \theta)$$

$$W = F_{\parallel} \frac{h}{\sin \theta} = mgh \left( 1 - \frac{\mu_d}{\tan \theta} \right) \Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} m v_f^2$$

# Potenza

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Lavoro fatto in un  
certo intervallo di tempo

Nel S.I. si misura in  $W$   $1 W = 1 J/s$