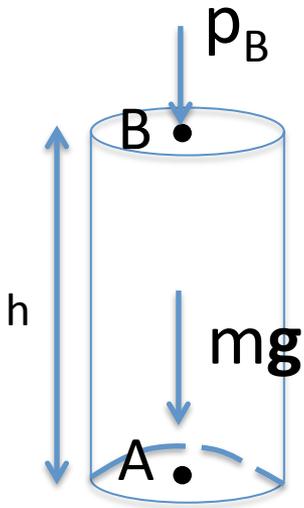


STATICA DEI FLUIDI: LEGGE DI STEVINO

- riguarda gli effetti della gravità su un fluido in quiete.
- Si supponga di considerare una colonna cilindrica di fluido omogeneo (quindi con densità omogenea) di base S e altezza h .
Vogliamo sapere quanto vale la pressione nel punto A alla sua base.



Le pressioni sono forze per unità di superficie. Quindi vediamo le forze che agiscono su A e che determinano la pressione in A.

- Ci sarà la pressione in A dovuta alla forza peso della colonna di fluido sopra A (pressione idrostatica): $m g = \rho (h S) g$
- Ci sarà la forza dovuta alla pressione in B: $F_B = p_B S$
- La pressione in A sarà dovuta alla somma delle due:

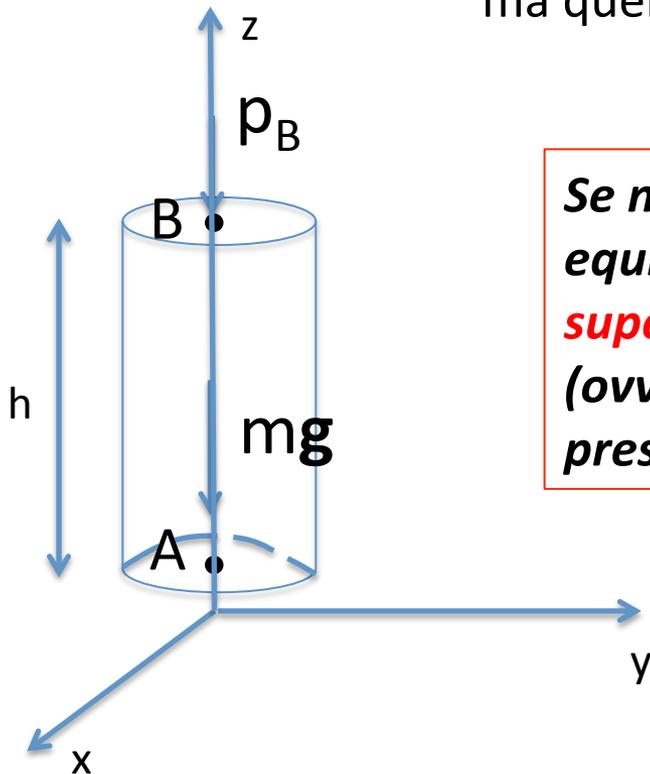
$F_A = p_A S = p_B S + \rho g (h S)$, ovvero dividendo per S per avere le pressioni

$$p_A = p_B + \rho g h$$

Pressione idrostatica

ALCUNE APPLICAZIONI/CONSEGUENZE DELLA LEGGE DI STEVINO

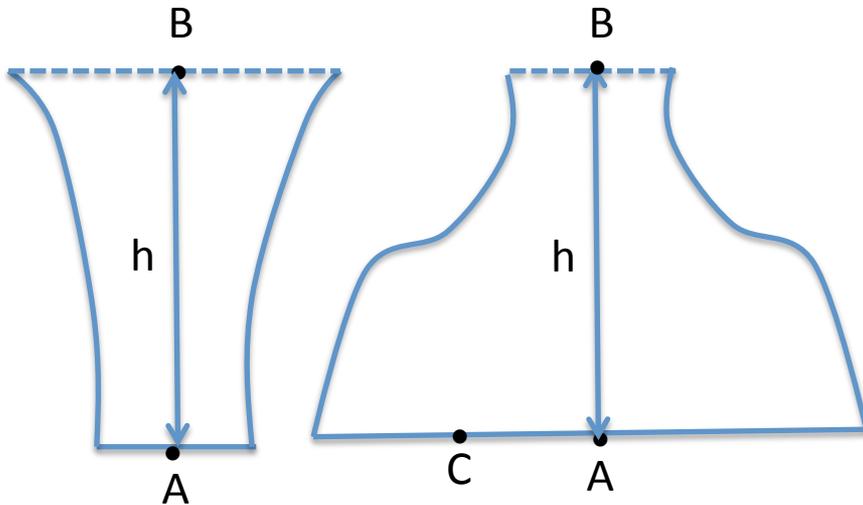
- Intanto si noti che la pressione aumenta all'aumentare della "profondità" (oppure viceversa diminuisce man mano che aumenta la quota).
- Si noti che non c'è dipendenza dalle coordinate orizzontali (x e y), ma quello che conta è solo l'altezza h.



*Se ne deduce che i piani orizzontali in un fluido in equilibrio per effetto della forza di gravità sono **superfici isobariche** (ovvero i punti su un piano orizzontale hanno la stessa pressione)*

ALCUNE APPLICAZIONI/CONSEGUENZE DELLA LEGGE DI STEVINO

- Si noti che nella legge di Stevino non c'è dipendenza dalla forma di eventuali recipienti (è evidente da come è stata ottenuta)
- Ciò vuol dire che nelle due situazioni in figura con due recipienti di forma diversa (che contengono lo stesso fluido) la pressione in A è sempre la stessa



$$p_A = p_B + \rho gh$$

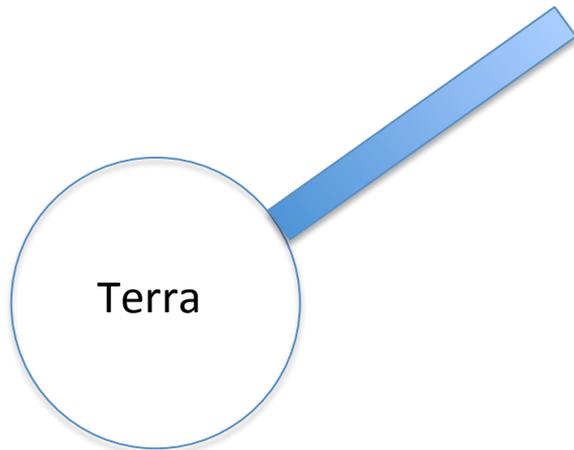
N.B.: $p_A = p_C$ visto che A e C si trovano sullo stesso piano orizzontale.

ALCUNE APPLICAZIONI DELLA LEGGE DI STEVINO

➤ Pressione atmosferica

In base alle legge di Stevino una colonna di fluido in equilibrio esercita per effetto della gravita` una pressione su ogni punto sottostante (pressione idrostatica).

La pressione atmosferica altro non e` se non la pressione idrostatica esercitata su un punto in prossimita` della superficie terrestre da una colonna d`aria che va da questo punto fino agli estremi dell`atmosfera.

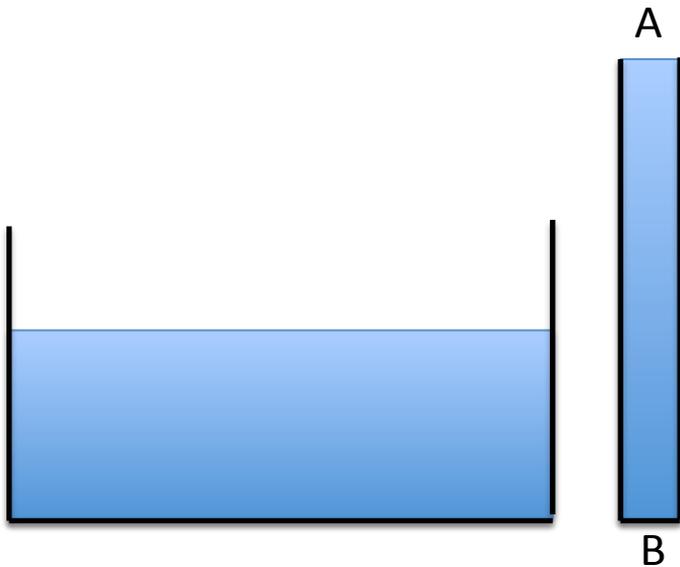


Nel caso dell`atmosfera questa diventa sempre piu` rarefatta man mano che si sale di quota, gia` intorno a 40km di quota la densita` e` qualche per mille di quella a livello del mare.

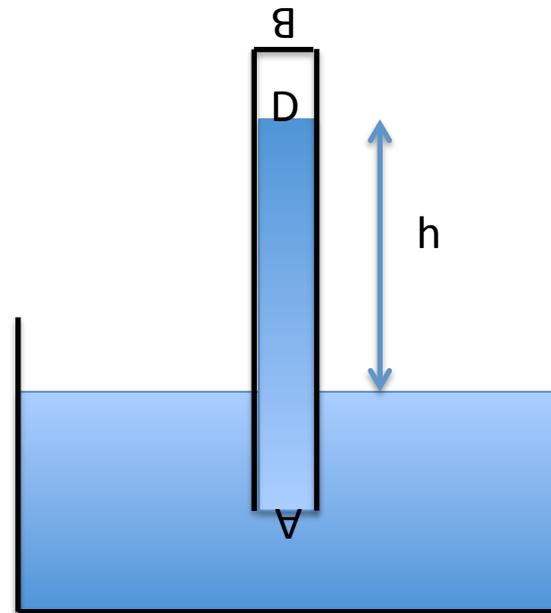
ALCUNE APPLICAZIONI DELLA LEGGE DI STEVINO

➤ Pressione atmosferica: come si misura? Quanto vale a livello del mare?

Il principio di base è il seguente: considerate un recipiente con dentro del mercurio e un tubo di vetro riempito, aperto in A, riempito di mercurio.



Immergete il tubo in modo che A sia immerso nel mercurio. C'è un parziale svuotamento del tubo che si arresta fino a che vale h l'altezza tra il livello di mercurio nel tubo e la superficie libera nella vaschetta.



ALCUNE APPLICAZIONI DELLA LEGGE DI STEVINO

Sulla superficie libera della vaschetta la pressione è la pressione atmosferica (p_A). Applichiamo la legge di Stevino, tenendo conto che $p_a = p_c$ (perché si tratta di due punti su una superficie orizzontale e quindi isobarica).

$$p_A = p_C = p_D + \rho gh = \rho gh$$

visto che p_D è circa zero (c'è solo vapore saturo di mercurio sopra D)

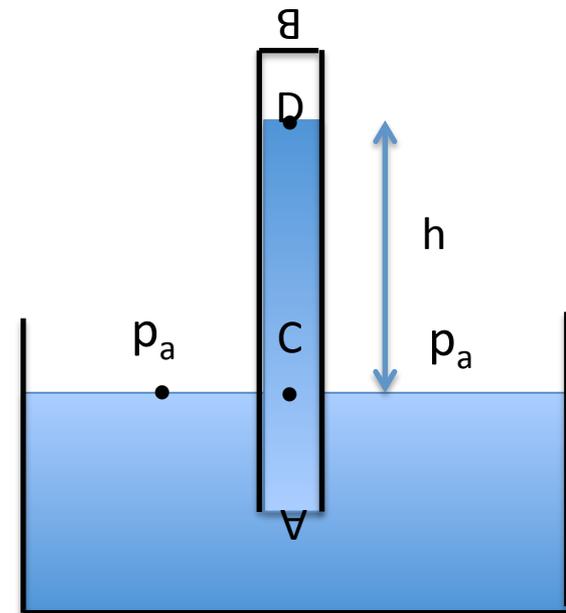
Quindi: $p_A = \rho gh$ (ρ è la densità di mercurio).

A livello del mare si misura $h = 76$ cm

E quindi si ottiene

$$p_A = \rho gh = (13.596 \times 10^3 \text{ kg/m}^3) (9.81 \text{ m/s}^2) 0.76 \text{ m} = 1.012 \times 10^5 \text{ Pascal}$$

1 atmosfera equivale a 1.012×10^5 Pascal



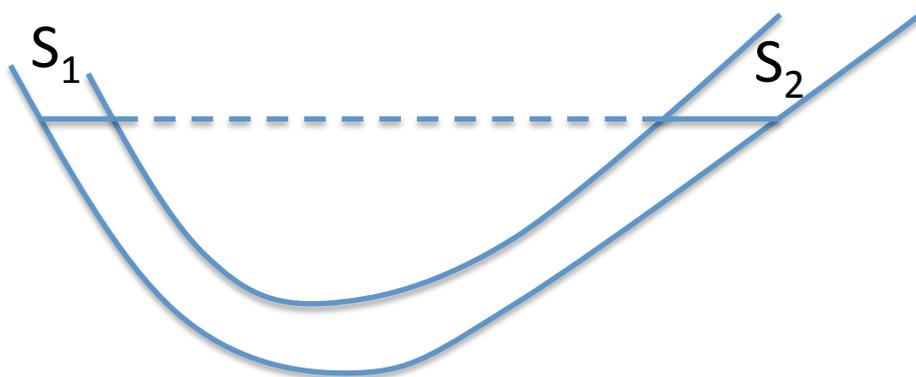
ALCUNE APPLICAZIONI DELLA LEGGE DI STEVINO

- Una semplice conseguenza di quello visto fin qui è il **principio dei vasi comunicanti**

si intende un sistema di recipienti collegati tra loro e che presentano verso l'esterno due o più aperture.

Se le aperture danno sullo stesso ambiente esterno (per esempio l'aria), allora, quando un liquido omogeneo viene immesso in questo sistema si ha che il liquido si dispone in modo tale che le superfici libere S_1 e S_2 si trovano alla stessa quota, indipendentemente dalla loro forma e dalla loro distanza

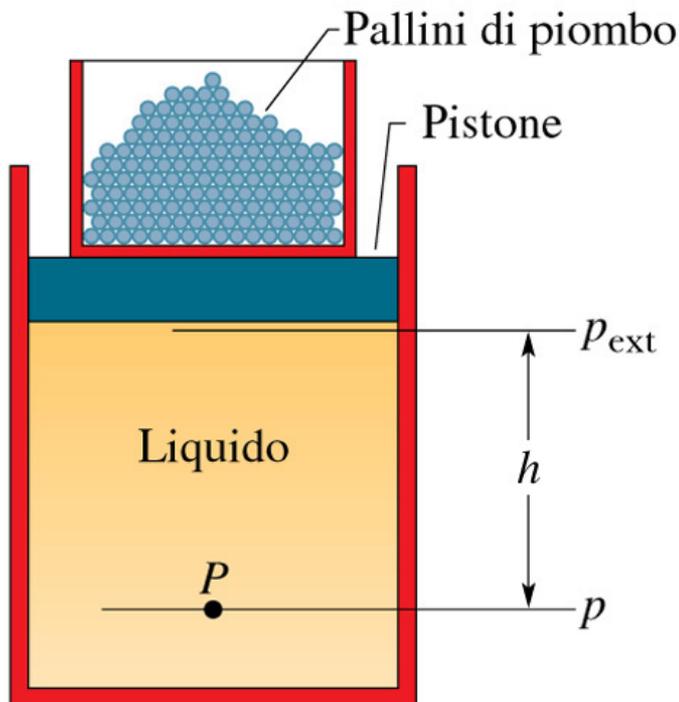
Questo succede perché le superfici libere che danno verso l'esterno si trovano alla stessa pressione (per esempio la pressione atmosferica) e quindi per quello visto prima sono superfici isobariche e quindi devono trovarsi alla stessa altezza.



PRINCIPIO DI PASCAL

- *In un fluido omogeneo in quiete un incremento di pressione prodotto in un punto qualsiasi del fluido si trasmette inalterato in ogni altro punto del fluido.*

La dimostrazione si può fare seguendo quella del libro di testo: supponiamo di avere un liquido omogeneo e incompressibile all'interno di un recipiente come in figura.



La pressione in un punto qualsiasi del liquido è
 $p = p_{ext} + \rho gh$

Supponiamo di aumentare la pressione esterna aumentando il numero di pallini di piombo.

Ma ρ , g e h non cambiano, per cui questo vuol dire che il cambiamento di pressione in P è

$$\Delta p = \Delta p_{ext}$$

È un cambiamento indipendente da h e quindi vale per qualsiasi punto all'interno del fluido.

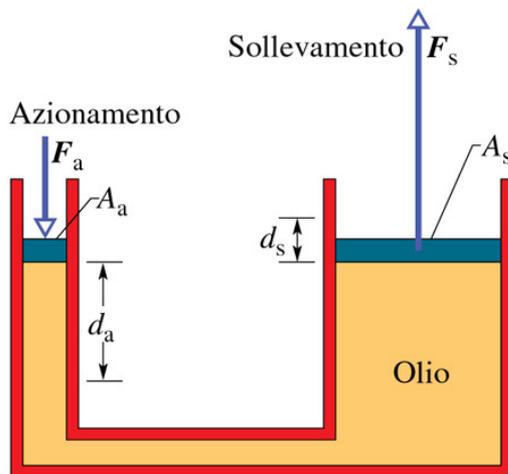
APPLICAZIONI DEL PRINCIPIO DI PASCAL

- **In un fluido omogeneo in quiete un incremento di pressione prodotto in un punto qualsiasi del fluido si trasmette inalterato in ogni altro punto del fluido.**

Le applicazioni del Principio di Pascal sono diverse.

Per esempio: martinetto idraulico, un dispositivo idraulico composto da due pistoni che racchiudono un liquido. **E` un dispositivo per amplificare delle forze.**

Per esempio una forza f esercitata sul pistone di sinistra puo` determinare una pressione aggiuntiva Δp che si trasmette inalterata sul pistone di destra. In corrispondenza del pistone di destra il liquido esercita quindi una forza F che tende ad alzare il pistone di destra in modo tale che



$$\Delta p = f/a = F/A$$

ovvero

$$F = f (A/a) \gg f \text{ se } A \gg a$$

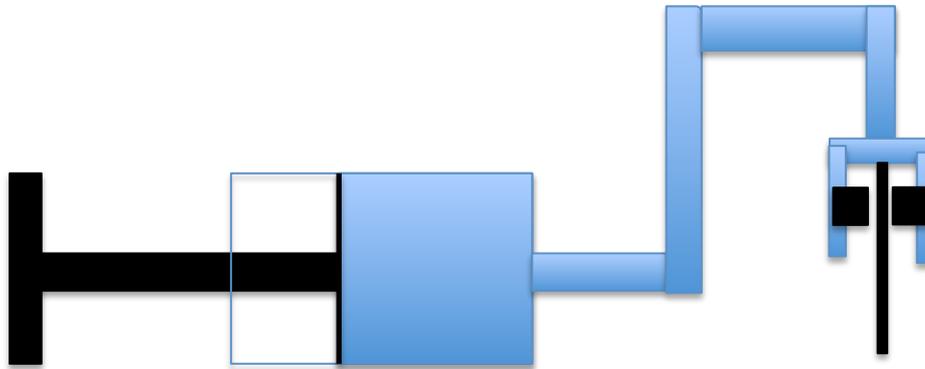
APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI PASCAL

Martinetto idraulico.

Si noti che il pistone di sinistra scende di d_a e quello di destra salirà di d_A tali che il volume di liquido spostato sia lo stesso (il liquido è incompressibile), ovvero:

$$V = a d_a = A d_A \rightarrow d_A = d_a (a/A) \ll d_a \text{ se } a \ll A$$

✓ Altro esempio: freno idraulico



L'aumento di pressione nel liquido del circuito frenante si trasmette dalla zona del pedale alla zona delle ganasce la cui compressione contro il disco determina per attrito la forza frenante.

✓ Altro esempio: manovra di Heimlich

PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

*Un corpo immerso totalmente o parzialmente in un fluido, riceve, nel campo della gravità, una spinta **A** (spinta di Archimede) verticale verso l'alto, il cui modulo è uguale alla forza peso della massa di fluido spostata e che si può pensare applicata al centro di massa della massa di fluido spostata.*

Il principio di Archimede si dimostra facilmente osservando che un corpo immerso nel fluido in quiete si sostituisce ad una porzione di fluido con lo stesso contorno del corpo.

Ma se tale porzione di fluido fosse lasciata al suo posto starebbe in equilibrio.

Questo vuol dire che le forze che agiscono su questa porzione di fluido si dovrebbero equilibrare.

Quali sarebbero queste forze?

La forza peso della massa di fluido spostata, che sappiamo possiamo pensare applicata al centro di massa della porzione di fluido spostata, e le forze di superficie $\mathbf{F}^{(s)}$.

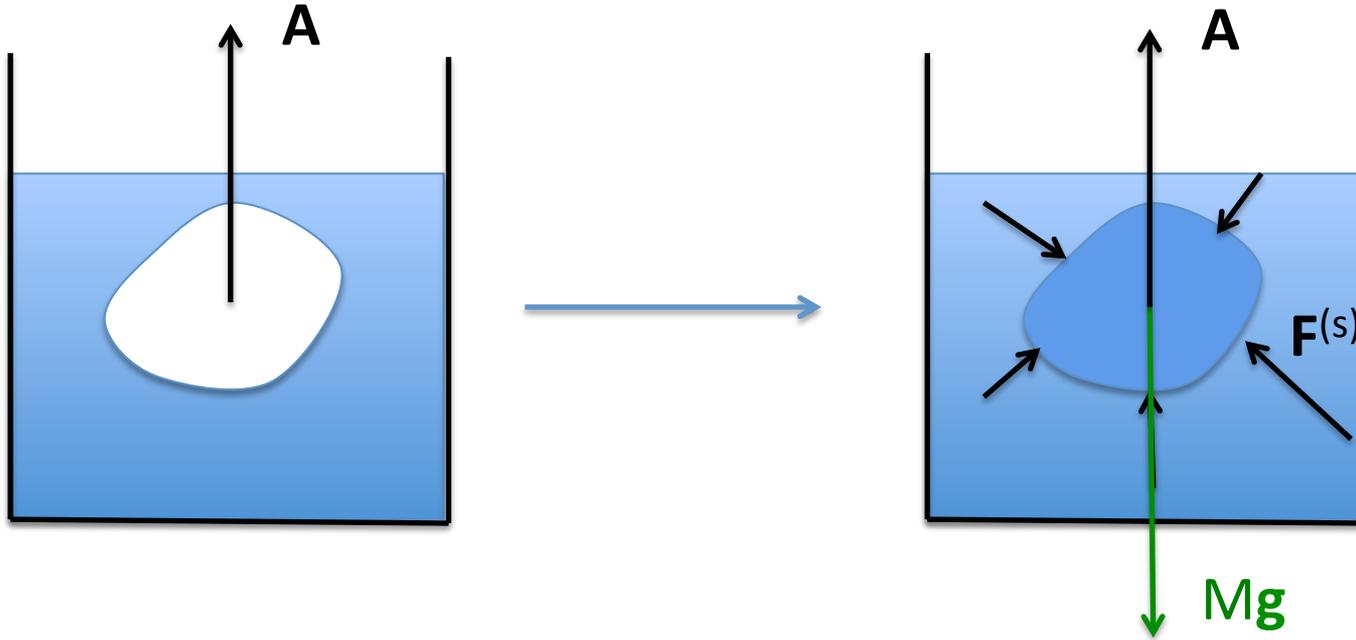
Quindi $F^{(s)} = F^{\text{peso}}$ (forza peso della massa di fluido spostata).

Ma tali forze di superficie non cambiano se con la stessa superficie di contorno lo spazio occupato dal fluido viene riempito dal corpo immerso nel fluido.

È la risultante delle forze di superficie, che da la spinta

di Archimede (rivolta quindi verso l'alto) ed essa è uguale al peso della massa di fluido spostata

PRINCIPIO DI ARCHIMEDE



$$A = F_{\text{peso}}$$

(forza peso della massa di fluido spostata)
Rivolta verticalmente verso l'alto e applicata
al centro di massa della massa di fluido
spostata.

La somma delle forze di superficie
producono la spinta di archimede **A** che
bilancia la forza peso della massa di fluido
spostata

$$A = F^{(s)} = F_{\text{peso}} \text{ (forza peso della massa di fluido spostata).}$$