

Fluidi

- Comprendono liquidi e gas
- La distanza tra le particelle non è fissata
- Il liquido non è facilmente comprimibile
- Il gas si può comprimere facilmente e non ha forma propria
- Solidi, liquidi e gas sono fasi della materia: altre sono plasma e cristalli liquidi



Densità

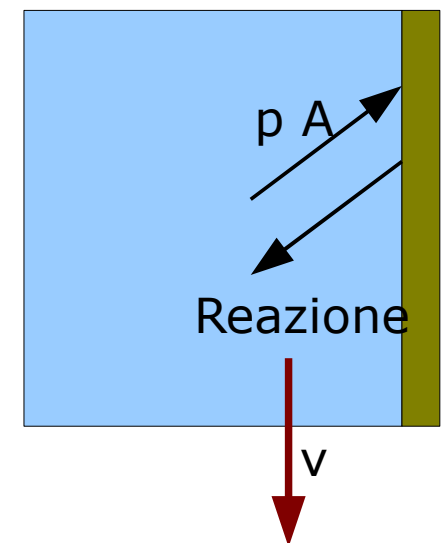
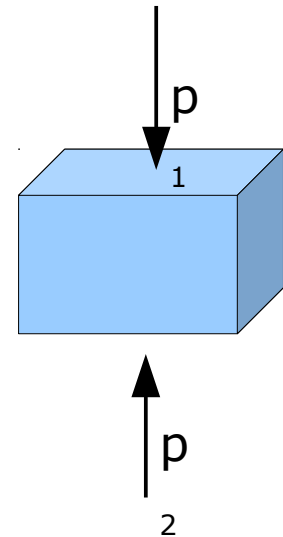
- $\rho = \text{massa} / \text{volume}$
- Se il volume è uguale il materiale più denso ha più massa (pesa di più)
- Unità Kg / m^3
- La densità dell'acqua è circa $1000 \text{ Kg} / \text{m}^3$, ovvero $1 \text{ Kg} / \text{dm}^3$ (litro)
- La densità relativa è il rapporto tra la densità di una sostanza e quella dell'acqua (a 4°C)

Alcuni valori della densità

Sostanza	Densità (Kg/m ³)
Alluminio	2700
Ferro	7800
Piombo	11300
Legno	300-900
Ghiaccio	917
Acqua di mare	1025
Aria	1,29
Elio	0,179
Vapore acqueo	0,598

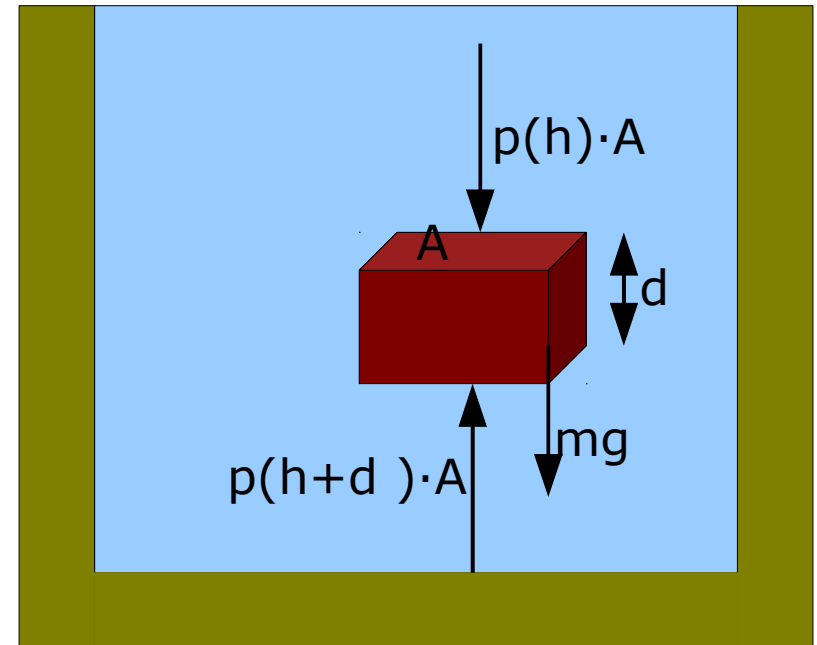
Pressione

- Pressione = forza / superficie
- Unità di misura $N / m^2 = Pascal (Pa)$
- Una persona del peso di $60 Kg$ sta in piedi sul terreno. I piedi coprono un'area di $500 cm^2$.
Quale pressione esercita sul terreno?
- I fluidi esercitano la stessa pressione in tutte le direzioni (se così non fosse un cubetto di fluido in equilibrio si dovrebbe muovere)
- La pressione è perpendicolare alla superficie (altrimenti ci sarebbe una forza contraria a quella esercitata dal fluido sulle pareti, che sposterebbe lateralmente il fluido)



Pressione in profondità

- $p(h) \cdot A + m \cdot g = p(h+d) \cdot A$
- $p(h) + \rho \cdot A \cdot d \cdot g = p(h+d) \cdot A$
- $p(h+d) = p(h) + \rho \cdot g \cdot d$
da cui ho che se p_0 è
la pressione a
profondità nulla
- $p(h) = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$



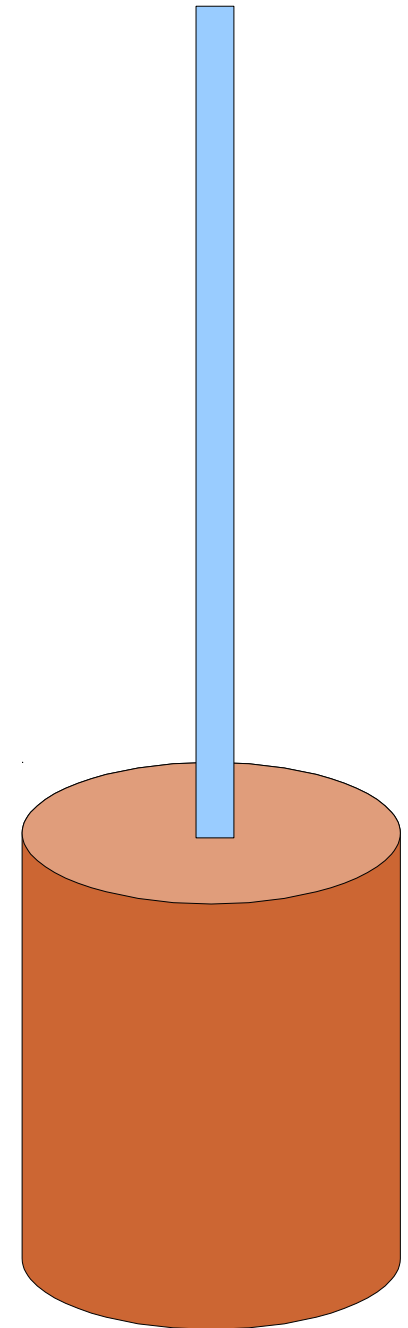
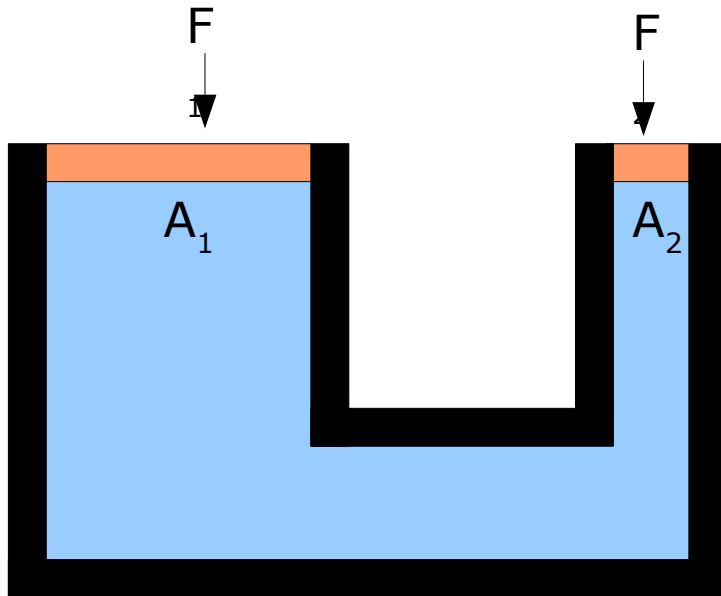
Pressione atmosferica

- Dipende dall'altezza e (meno) dalla temperatura
- Al livello del mare a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ la pressione media è
 $1\text{ atmosfera (atm)} = 1,013\ 10^5\ \text{Pa}$
- Si definisce anche il bar
 $1\ \text{bar} = 10^5\ \text{Pa}$
per cui $1\ \text{atm} = 1,103\ \text{bar}$
- Pressione relativa $p_{rel} = p - p_{atm}$
è relativa la pressione dei pneumatici



Principio di Pascal

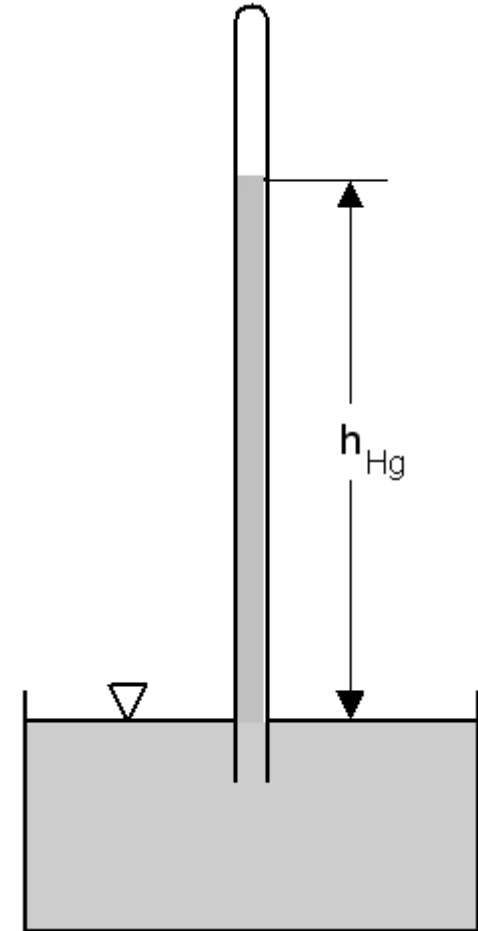
- Se si applica una pressione a un fluido in un recipiente, questa si trasmette a tutti i punti del fluido
- Botte di Pascal
- Torchio idraulico $F_1/A_1 = F_2/A_2$

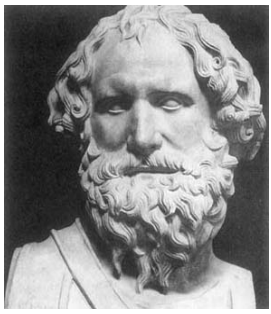




Barometro a mercurio

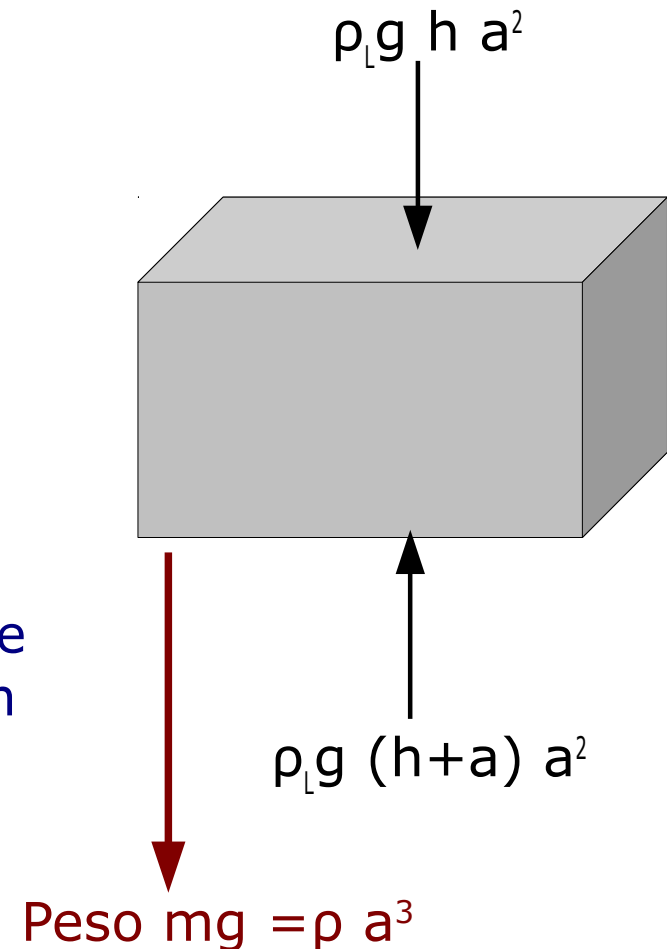
- In cima a un tubo chiuso è fatto il vuoto
- Il tubo è pieno fino a h di mercurio
- Il peso della colonna di mercurio è bilanciato dalla pressione atmosferica
- $\rho = 13600 \text{ Kg}/\text{m}^3$ per Hg , per cui $1 \text{ atm} = \rho \cdot g \cdot h$ per
 $h = 0.76 \text{ m} = 760 \text{ mm}$





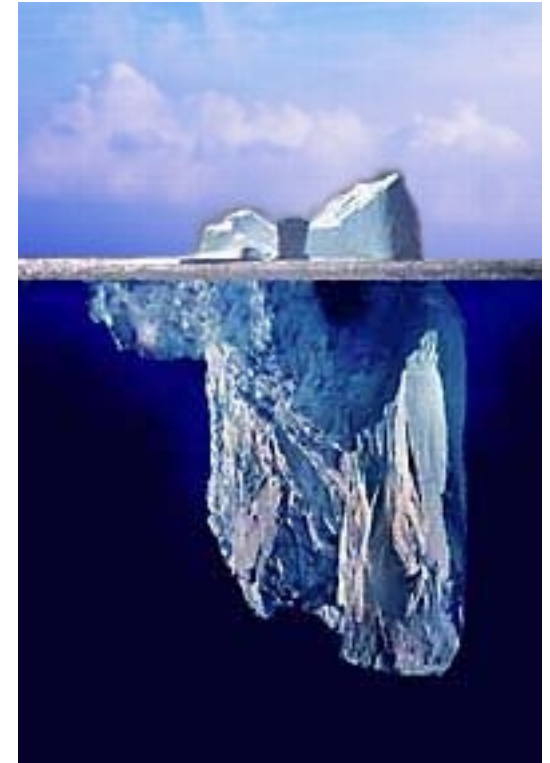
Principio di Archimede

- Un cubetto di lato a e densità ρ immerso in un liquido di densità ρ_L è soggetto a due differenti pressioni $p(h) = \rho_L g h$ e $p(h+a) = \rho_L g (h+a)$
- C'è una risultante forza verso l'alto $\rho_L g a^3$ uguale al peso del volume di acqua spostata
- Il peso del cubetto vale $\rho a^3 g$, per cui il corpo galleggia se $\rho < \rho_L$.
- Un altro modo di vedere è osservare che quando il fluido è a riposo la forza su un volume di fluido è uguale al suo peso, altrimenti non sarebbe in equilibrio



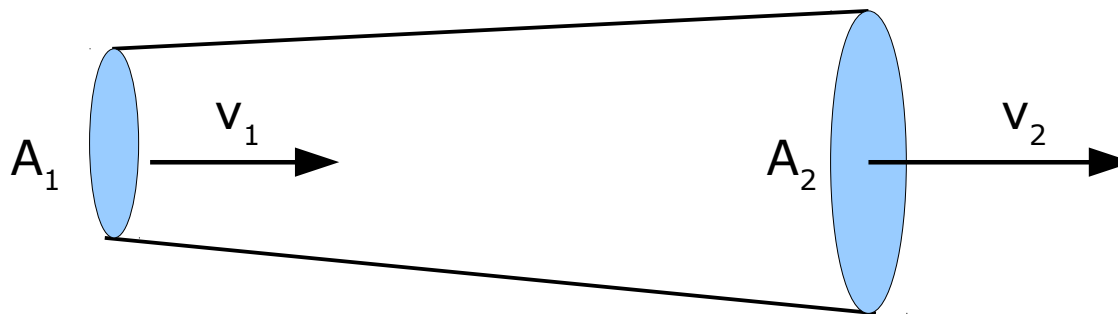
Massa dell'iceberg

- Qual è la percentuale dell'iceberg che sta sotto il livello dell'acqua?
- V volume totale, V' sott'acqua
- $Mg = \rho_{\text{ghiaccio}} V$
- $F_{\text{Arch}} = \rho_{\text{acqua}} V'$
- $V' / V = F_{\text{Arch}} / Mg = \rho_{\text{ghiaccio}} / \rho_{\text{acqua}} = \rho_{\text{ghiaccio}} / \rho_{\text{acqua}}$
- Il 91,7 % dell'iceberg e' sommerso



Equazione di continuità

- La massa di fluido che entra in un tubo ne deve anche uscire, almeno in condizioni stazionarie
- Se la velocità è v , nel tempo Δt entra una massa $\Delta m = \rho_1 \cdot A_1 \cdot \Delta x_1 = \rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t$.
- La massa che esce è analogamente $\rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$.
- L'equazione di continuità dice che $\rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2$





Equazione di Bernoulli

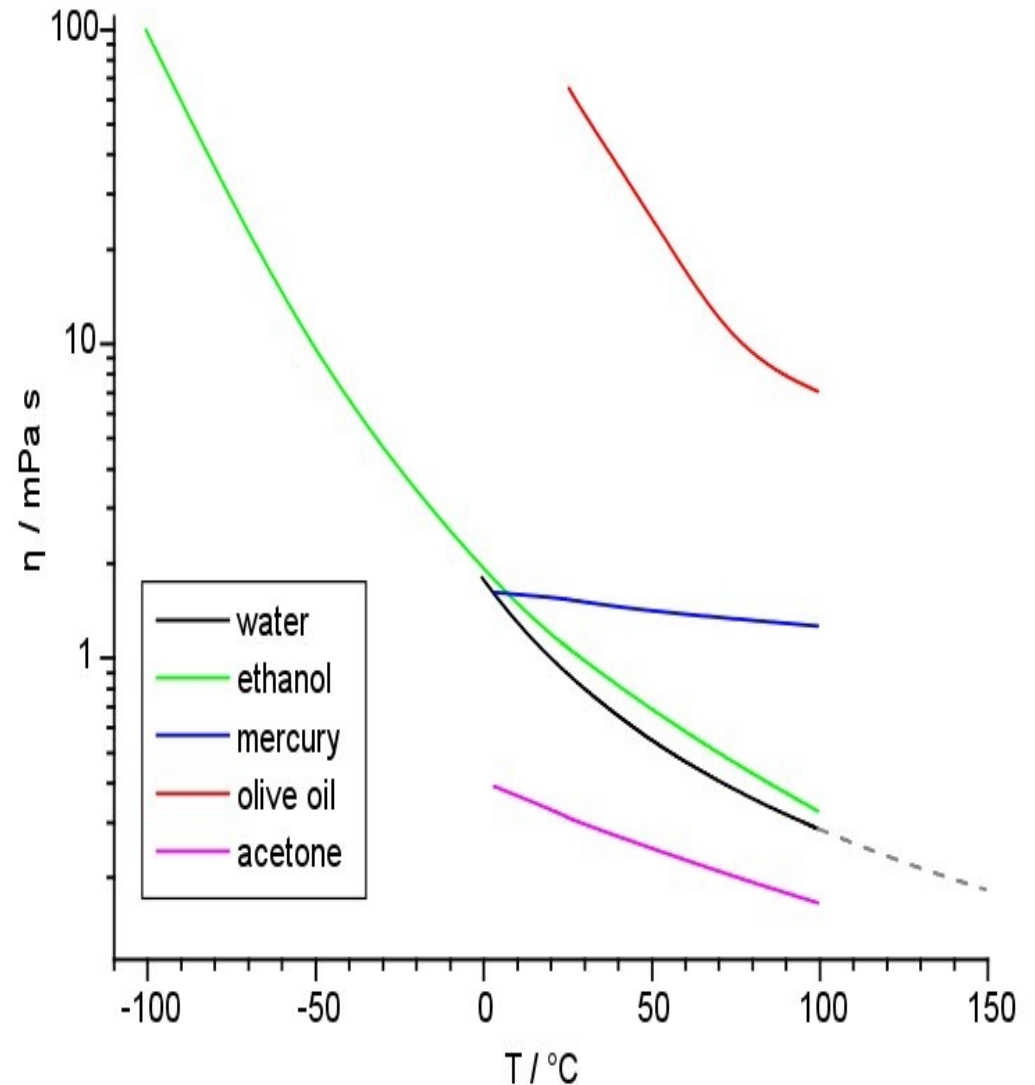
- È la legge di conservazione dell'energia per i fluidi
- Il lavoro fatto su un fluido è $F \Delta x = p \Delta V$
- Questo deve bilanciare la variazione di energia cinetica e potenziale gravitazionale
- Suppongo la densità costante
- $p \Delta V = - \Delta K - \Delta U$
- $\Delta K = \frac{1}{2} \Delta m v^2 = \frac{1}{2} \rho \Delta V v^2$
- $\Delta U = \Delta m g \Delta y$
- $p_1 \Delta V_1 - p_2 \Delta V_2 = - \frac{1}{2} \rho \Delta V_1 v_1^2 + \frac{1}{2} \rho \Delta V_2 v_2^2 + \rho g (y_2 - y_1)$
- $p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y = \text{costante}$

Applicazioni dell'eq. Di Bernoulli

- Soffiare tra due fogli di carta
- La tenda della doccia
- Case scoperchiate dal tornado
- Attenzione all'arrivo del treno!
- Aeroplani
- Barche a vela
- Tiro a effetto
- Tane di alcuni piccoli animali

Viscosità

- I fluidi reali hanno una forza tangente alla velocità
- La velocità di un fiume è zero vicino alla riva, massima nel centro
- Una superficie di area A "trascina" del fluido e viene frenata, per cui per andare avanti devo applicare una forza costante
 $F = \eta \cdot A \cdot v / L$ dove L è la profondità ed η è la viscosità ($Pa \cdot s = poise$ [P])
- La viscosità dipende molto dalla temperatura



Equazione di Poiseuille

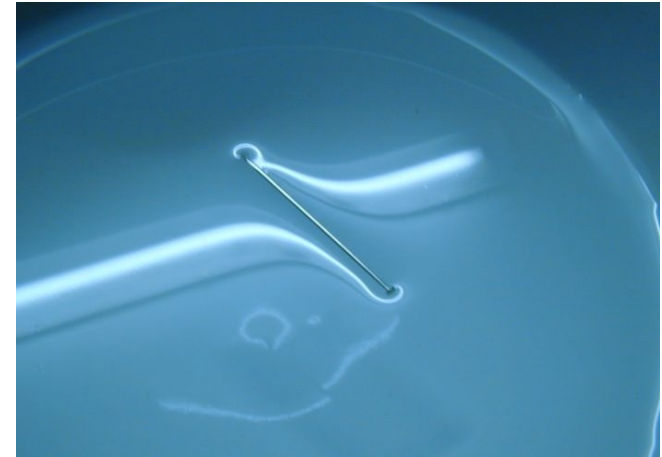
- Per un tubo cilindrico di raggio R la portata di volume è

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\pi R^4 (p_1 - p_2)}{8\eta L}$$

- Se ho un tubo sanguigno ostruito, e R è ridotto alla metà, la pressione deve salire *16* volte per mantenere lo stesso flusso

Tensione superficiale

- La superficie dei liquidi si comporta come una membrana
- Con un po' di cura si può far galleggiare un ago oppure ottenere delle bolle di sapone
- Questo fenomeno è dovuto alla forza di attrazione delle molecole del liquido: è la tensione superficiale
- Alcuni insetti camminano sull'acqua in virtù di questo fenomeno
- I detersivi distruggono questo comportamento: perché?



Problemi

- Un fiume scorre più velocemente nel punto più stretto: perché?
- Se ho due contenitori, uno a vaso e l'altro a cilindro, riempiti fino alla stessa altezza, la massa dell'acqua è diversa: come mai la pressione sul fondo è la stessa?
- Un mio amico fuma in auto tenendo uno spiraglio del finestrino aperto: quando va veloce il fumo viene risucchiato fuori: perché?
- Perché si galleggia meglio nell'acqua salata che in quella dolce?
- Perché le navi fatte di ferro non affondano?