

formazione a tutto tondo

Corso di Fisica

Lezione 8: Fluidi



Indice

8.1 Densità

8.2 Pressione

8.3 La legge di Stevino

8.4 Il principio di Pascal

8.5 Il principio di Archimede

8.6 Portata

8.7 Equazione di Bernoulli



8 Generalità sui fluidi

- Con il termine fluidi ci si riferisce a stati di **liquidi e gas**.
- Entrambi questi stati prendono la forma del recipiente che li contengono
- La differenza principale tra liquidi e gas è il legame tra molecole (maggiore nei primi), che implica:
 - 1) densità maggiore per i liquidi
 - 2) i liquidi sono incompressibili mentre i gas lo sono facilmente
- Studieremo fluidi ideali (no attriti interni) e in equilibrio, ossia sistemi statici



8.1 Densità

- La densità è una caratteristica dei fluidi. È il rapporto tra la massa di una porzione di fluido e il volume che questa occupa, l'unità di misura sono i kg/m^3

$$\rho = \frac{m}{V} \longrightarrow [\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Nome	Densità (g/cm^3)
Acqua	1.00
Acqua di mare	1.025
Alcool (etilico)	0.806
Benzina	0.68
Glicerina	1.261
Mercurio	13.6
Olio d'oliva	0.92
Olio di paraffina	0.8

Nome	Formula	Densità (g/dm^3)
Acetilene	C_2H_2	1.173
Aria		1.292
Ammoniaca	NH_3	0.771
Diossido di carbonio	CO_2	1.976
Monossido di carbonio	CO	1.250
Elio	He	0.178
Idrogeno	H_2	0.089
Ossigeno	O_2	1.429
Ozono	O_3	2.144

- I liquidi hanno una densità maggiore rispetto ai gas



8.2 Pressione

- La pressione (P) è una grandezza scalare che misura l'azione della forza esercitata su una superficie rispetto all'unità di superficie su cui viene esercitata
- La pressione è definita come il rapporto tra il modulo della forza perpendicolare (\vec{F}_\perp) alla superficie (S) e l'area della superficie stessa
- Si misura in Pascal (Pa)

$$P = \frac{F_\perp}{S} \longrightarrow 1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

- Ogni fluido esercita una pressione in tutte le direzioni sulle pareti del recipiente che lo contiene e su qualunque oggetto immerso al suo interno
- La pressione non ha direzionalità, ossia non agisce lungo una direzione privilegiata



8.2 Pressione

- **Sistema Internazionale:**

pascal - $1\text{Pa}=1\text{ N/m}^2$

bar – $1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$

Nota: la pressione atmosferica standard a livello del mare è $p_0=101325\text{ Pa}=1013.25\text{ mbar}$

- **Unità di uso frequente:**

$1\text{ torr} = 1\text{ mmHg}=133,3\text{ Pa}$ (in onore di Evangelista Torricelli)

Nota: la pressione atmosferica standard è pari a 760 torr.

Atmosfera - $1\text{ atm} = 760\text{ torr} = 101325\text{ Pa}$

- **Unità anglosassoni:**

psi -> Pounds per square inch: $1\text{ psi}=1\text{ lb/in}^2 =6894,757\text{ Pa}$

Nota: la pressione atmosferica è pari a 14,696 psi



8.2 Densità e pressione

Esercizio 8.1

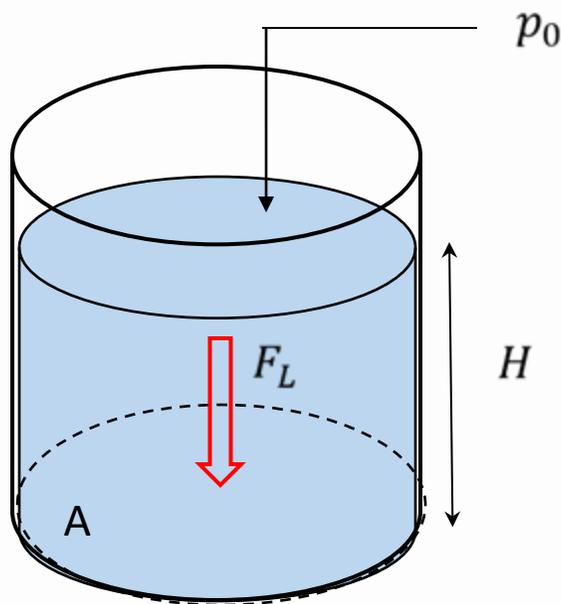
Un contenitore cilindrico ha superficie di base pari a 50cm^2 e altezza pari a 15cm ed è completamente riempito di acqua fino all'orlo. Il contenitore poggia su di una superficie pari a 51cm^2 , su cui viene rilevata una pressione di 20kPa . Determinare la massa del contenitore.

- A) 20 kg
- B) 10 hg
- C) $0,75\text{ kg}$
- D) $9,7\text{ kg}$
- E) Non è possibile ricavarla con i soli dati forniti



8.3 La legge di Stevino

- La legge di Stevino permette di calcolare il valore della pressione esercitata da un liquido su un corpo immerso al suo interno



- Possiamo usare tale legge per calcolare la pressione esercitata dal fluido sulla base del recipiente che lo contiene
- La pressione è dovuta alla forza peso del fluido

$$M = \rho V = \rho A H$$

$$F = F_L + p_0 A \longrightarrow p = p_0 + \rho g H$$

Dipende dalla densità del liquido e dalla profondità a cui andiamo ad eseguire la misure

$$p A = M g + p_0 A$$

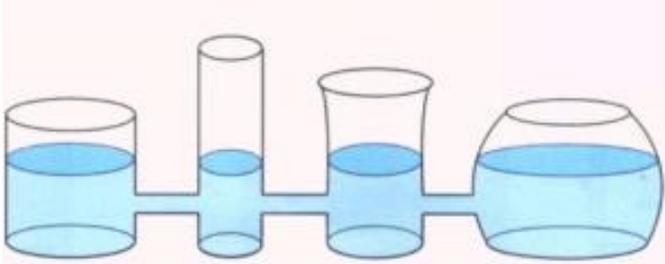
Termine dovuto alla pressione esterna (p_0 , vedi slides successive)



8.3 La legge di Stevino

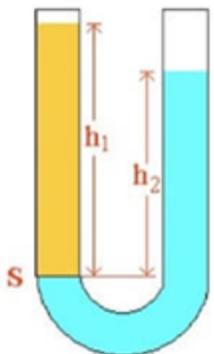
Applicazioni

- Vasi comunicanti



Il fluido raggiunge la stessa altezza indipendentemente dalla forma del recipiente

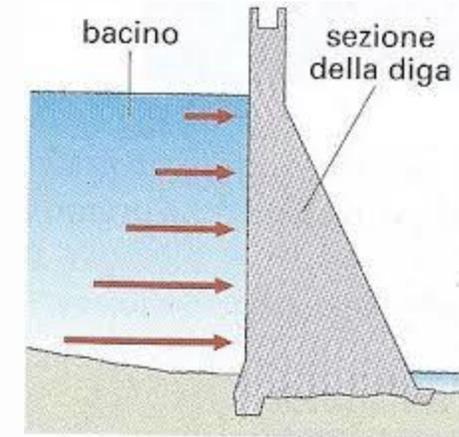
- Tubo a U



Sulla superficie di interfaccia S viene esercitata la medesima pressione dai 2 fluidi diversi, poiché il sistema è in equilibrio.

$$\longrightarrow h_1 \rho_1 g = h_2 \rho_2 g$$

- Sezione di una diga



Sulle pareti di una diga si esercitano forze che sono tanto più intense quanto maggiore è la profondità. Per questo lo spessore della diga deve aumentare verso il fondo



8.3 La legge di Stevino

Esercizio 8.2

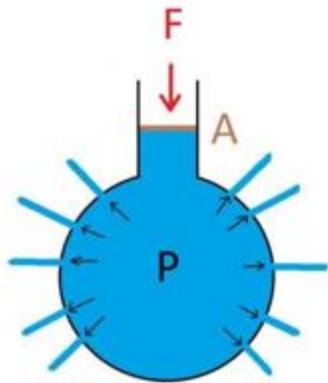
In un punto Q al di sotto della superficie libera del mare ($\rho_{mare} = 1030 \text{ kg/m}^3$) la pressione aumenta di 15 kPa rispetto al valore sulla superficie. La distanza di Q dalla superficie è:

- A) 4 m
- B) 10 m
- C) 2 m
- D) 1,5 m
- E) 5 m



8.4 Principio di Pascal

- Il principio enuncia che la pressione esercitata in un qualsiasi punto di un liquido incompressibile si trasmette inalterata in ogni altro punto della superficie e in tutte le direzioni.

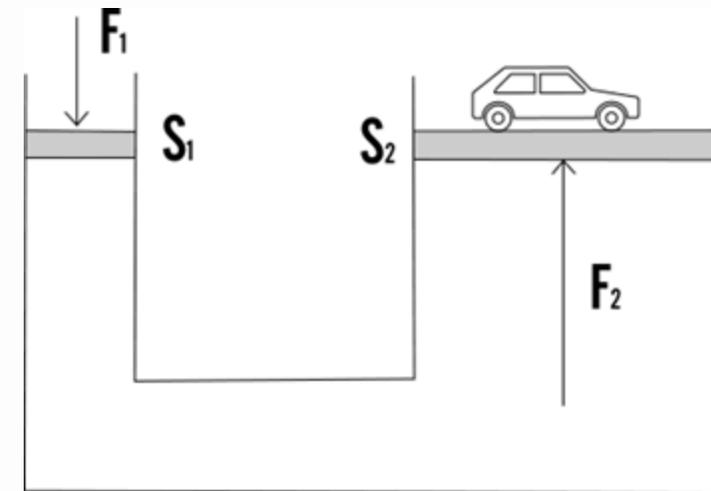


Torchio idraulico

- Due cilindri di dimensione diverse collegati da un tubo pieno di olio

- $S_1 \ll S_2 ; p_1 = p_2 ; \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$

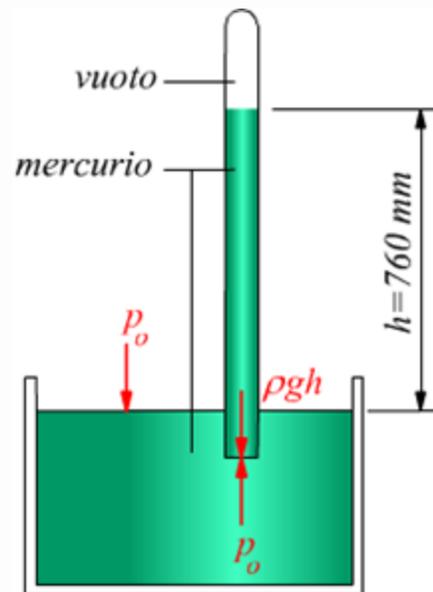
- La pressione esercitata sul pistone piccolo si trasmette all'interno del liquido e quindi sul pistone più grande



8.4 Principio di Pascal

Pressione atmosferica

Applicando la legge di **Stevino** e il principio di **Pascal** è possibile ricavare la pressione atmosferica, tramite l'**esperimento di Torricelli**



- A livello del mare
- Pressione atmosferica esercitata sul mercurio della vaschetta per il principio di Pascal si trasmette alla base della colonna di mercurio
- Equilibrio tra pressione atmosferica e idrostatica
$$p = (13600 \text{ kg/m}^3) \times (9,8 \text{ N/kg}) \times (0,76 \text{ m}) = \mathbf{101300 \text{ Pa}}$$



- La pressione atmosferica non è costante
- Non è proporzionale all'altezza



8.4 Principio di Pascal

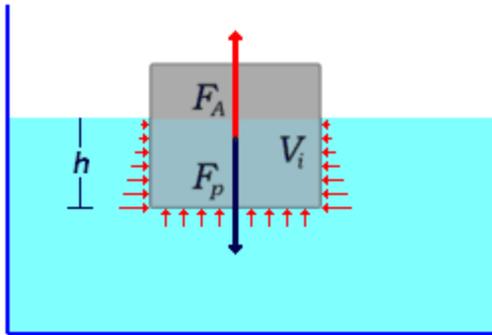
Esercizio 8.3

Gli pneumatici di una macchina sono gonfiati a 2,5 atm, ovvero a circa:

- A) $2.53 \cdot 10^{7.5}$ Pa
- B) $2.35 \cdot 10^5$ Pa
- C) $2.35 \cdot 10^{7.5}$ Pa
- D) $2.35 \cdot 10^{10}$ Pa
- E) $2.53 \cdot 10^5$ Pa



8.5 Principio di Archimede



- Un corpo immerso parzialmente o totalmente in un liquido riceve una spinta verso l'alto pari al peso del volume di liquido spostato

$$F_A = \rho_{\text{liquido}} V_{\text{corpo}} g$$

- Sul corpo immerso agiscono spinta di Archimede F_A (applicata nel centro di massa della porzione immersa) e forza peso

$$F_p = \rho_{\text{corpo}} V_{\text{corpo}} g$$

N.B. Nel calcolare la spinta bisogna fare riferimento alla parte immersa del corpo

Se $\rho_{\text{corpo}} > \rho_{\text{liquido}}$ il corpo affonda

Se $\rho_{\text{corpo}} < \rho_{\text{liquido}}$ il corpo galleggia

$$\frac{V_e}{V_i} = \frac{\rho_{\text{liquido}} - \rho_{\text{corpo}}}{\rho_{\text{corpo}}}$$



8.5 Principio di Archimede

Esercizio 8.4

Osservando un oggetto perfettamente immobile in galleggiamento nel mare, che cosa si può dire delle forze che agiscono su di esso?

- A) agiscono più forze, ma la loro risultante è nulla
- B) agiscono solo le forze convettive delle correnti marine che lo tengono sollevato dal fondo
- C) la forza peso non agisce in mare
- D) la forza di Archimede risulta maggiore di tutte le altre forze
- E) non agisce alcuna forza



8.6 Portata

Consideriamo un liquido ideale in moto stazionario (velocità v costante) in un tubo:

- la **portata Q** è il volume ΔV di fluido che attraversa una sezione A del tubo nell'unità di tempo Δt :

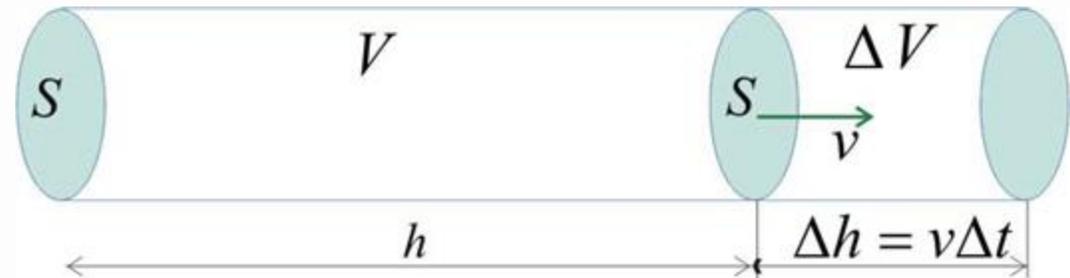
$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{A\Delta h}{\Delta t} = Av$$

- vale l'**equazione di continuità**:

$$Q = \text{cost} \quad \Rightarrow \quad A_1 v_1 = A_2 v_2$$

- Unità di misura SI: $\frac{m^3}{s}$

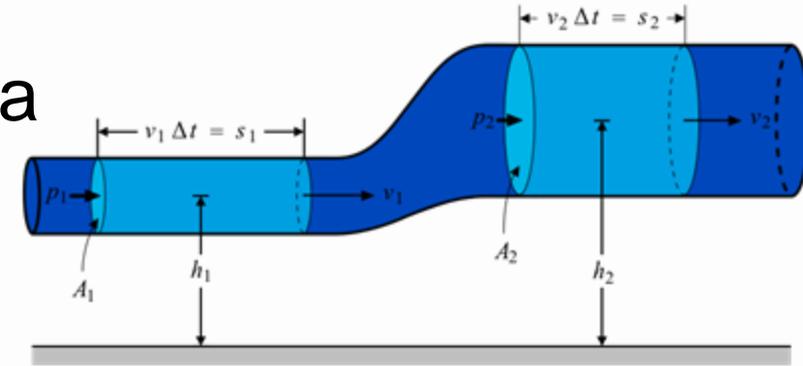
- Unità di misura cgs: $\frac{cm^3}{s}$



8.7 Equazione di Bernoulli

- L'**equazione di Bernoulli** descrive come varia la pressione in un condotto di sezione variabile:

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$



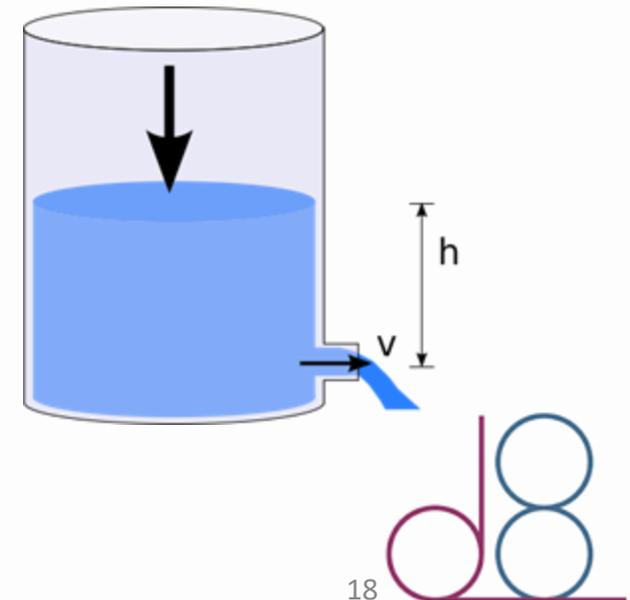
- Se un fluido è in equilibrio, si riottiene la legge di Stevino
- La legge di Bernoulli in medicina può essere usata per stimare l'entità degli aneurismi

- **Legge di Torricelli:**

Un serbatoio aperto contenente un fluido di densità ρ ha un foro ad una profondità h dalla superficie.

La velocità di uscita v del liquido sarà:

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



8.7 Equazione di Bernoulli

Esercizio 8.5

In una tubatura orizzontale a sezione circolare viene trasportato un flusso costante d'acqua. Se in un punto nel quale la tubatura ha una sezione di area 3 cm^2 l'acqua viaggia a $0,40 \text{ m/s}$, quale è la sua velocità in un punto nel quale l'area della sezione è di 2 cm^2 ?

- A) $0,95 \text{ m/s}$
- B) $0,60 \text{ m/s}$
- C) $0,20 \text{ m/s}$
- D) $0,30 \text{ m/s}$
- E) $0,75 \text{ m/s}$

