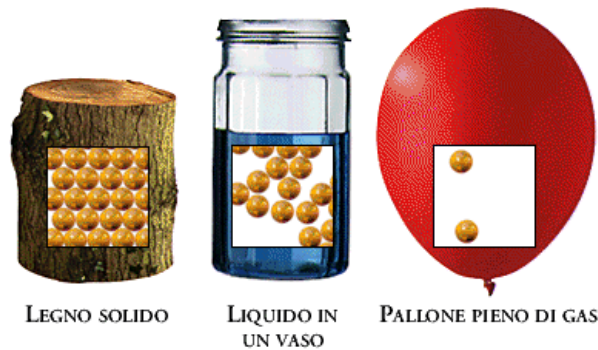


GLI STATI DI AGGREGAZIONE DELLA MATERIA



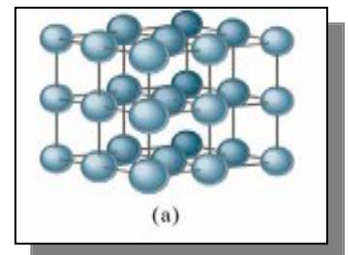
La materia si presenta in varie forme di aggregazione che dipendono dalle forze interne di coesione delle molecole.

Le molecole di un corpo sono sottoposte a due diverse tendenze: la **forza di coesione**, che tende a mantenerle legate, e il **movimento di agitazione**, che tende a farle allontanare l'una dall'altra.

❖ **Solido** (figura a)

Se, in una sostanza, l'**energia di coesione** è **maggiore** dell'**energia cinetica** delle molecole, esse restano legate e quindi possono oscillare intorno alle loro posizioni di equilibrio.

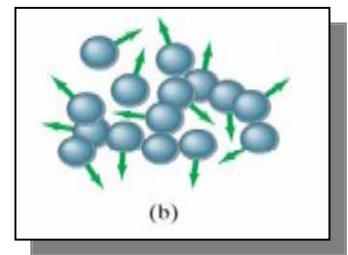
Perciò un corpo che sia costituito di questa sostanza non può cambiare spontaneamente di forma: è un corpo **solido**.



❖ **Liquido** (figura b)

Se l'energia di **agitazione delle molecole** è **maggiore** delle **forze di coesione**, le molecole riescono a scorrere le une sulle altre, senza che varino molto le distanze intermolecolari: ecco un corpo **liquido**.

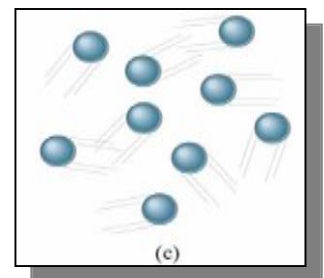
Un liquido, quindi, non ha forma propria ma assume la forma del recipiente nel quale è posto.



❖ **Aeriforme** (figura c)

Se l'energia di **agitazione delle molecole** è **molto maggiore** delle **forze di coesione**, così tanto da vincerne completamente l'effetto, esse si muovono liberamente, vagando in tutto lo spazio che hanno a disposizione, urtandosi, rimbalzando, deviando: questa sostanza è un **gas**.

Quindi un gas non ha né forma né volume propri.



In conclusione:

- **Solido**: mantiene la propria forma e le proprie dimensioni.
- **Liquido**: non mantiene una forma prefissata ma assume la forma del contenitore. Se si applica una forza, tende a non variare il suo volume.
- **Aeriforme**: non ha né forma né un volume proprio. Si espande sino ad occupare tutto il contenitore.

Liquidi e gas non mantengono una forma prefissata ed hanno la capacità di **fluire** (cioè di scorrere).

Liquidi e gas vengono detti **fluidi**.

FLUIDOSTATICA

La fluidostatica o statica dei fluidi studia il comportamento dei fluidi in quiete, cioè fermi in un recipiente.



La statica dei fluidi studia anche il galleggiamento dei corpi sui fluidi in quiete, indagando la natura delle varie forze e pressioni in gioco.



I FLUIDI

Il termine **fluido** indica ogni sostanza allo stato liquido o aeriforme (gas o vapore).

Caratteristiche dei fluidi:

- I **fluidi** non hanno forma propria.
- I **liquidi** hanno un volume proprio e quindi sono praticamente *incomprimibili*.
- Gli **aeriformi** non hanno un volume proprio e quindi sono *comprimibili*.

DENSITA'

Una delle grandezze fisiche più importanti per descrivere il comportamento di un fluido è la **densità**.

Definizione

La densità ρ di un fluido è il rapporto tra la massa m ed il volume V che esso occupa

$$\rho = \frac{m}{V}$$

La sua unità di misura nel S.I. è: **Kg/m³**

La densità di un liquido varia poco al variare della temperatura e della pressione, mentre quella dei gas varia molto.

PESO SPECIFICO

Una grandezza legata alla densità è il **peso specifico**.

Definizione

Il peso specifico P_s di un fluido è il rapporto tra il peso P ed il volume V che esso occupa

$$P_s = \frac{P}{V}$$

La sua unità di misura nel S.I. è **N/m³**.

Nel caso dei liquidi si è soliti misurare il peso specifico in Kg/dm³ e poiché 1 dm³ di un liquido vale 1 litro, il peso specifico può essere misurato in Kg/l.

Ricordando che $P = mg$ si ha:

$$P_s = \frac{P}{V} = \frac{mg}{V} = \frac{m}{V} \cdot g = \rho \cdot g \quad \Rightarrow \quad P_s = \rho \cdot g$$

Il peso specifico e la densità variano al variare della temperatura. In generale diminuiscono all'aumentare della temperatura.

L'acqua presenta una significativa eccezione: al crescere della temperatura da 0°C a 4°C, la sua densità e il suo peso specifico crescono. Oltre i 4°C sia la densità sia il peso specifico diminuiscono.

Conseguenza:

In inverno, l'acqua di un lago tende a ghiacciare, mentre in superficie si forma lo strato di ghiaccio, in profondità l'acqua rimane allo stato liquido a 4°C.

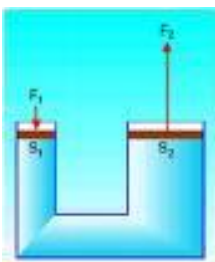


PRESSIONE

Per lo studio del comportamento dei fluidi in relazione al problema dell'equilibrio è necessario introdurre il concetto di **pressione**.

Definizione

La pressione p è il rapporto tra l'intensità della forza F che agisce perpendicolarmente su una superficie e l'area A di tale superficie



$$p = \frac{F_n}{A}$$

Per la pressione ciò che interessa è solo il *valore* di F_n ma non la sua direzione, perché la pressione è la stessa per forze che agiscono sulla superficie lungo direzioni diverse ma che hanno la stessa componente normale alla superficie \Rightarrow la pressione è una *grandezza scalare*.

La sua unità di misura nel S.I. è il **N/m^2** chiamata *pascal (Pa)*



$$1Pa = 1N / m^2$$

PRINCIPIO DI PASCAL

La pressione esercitata su una superficie di un fluido si trasmette con la stessa intensità e perpendicolarmente su ogni altra superficie a contatto con il fluido, indipendentemente da come questa è orientata.



❖Torchio idraulico

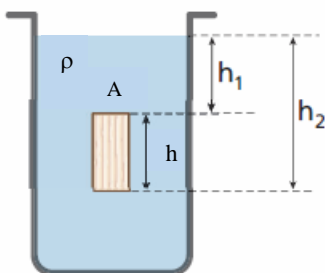
Un'applicazione del principio di Pascal si ha nel *torchio idraulico*, dispositivo composto da due cilindri muniti di stantuffo, comunicanti tra loro e di sezioni molto diverse tra loro.

Il torchio idraulico è una macchina che consente di equilibrare una forza molto intensa applicandone una piccola.

LEGGE DI STEVINO

Tutti i corpi immersi in un liquido sono sottoposti a una pressione dovuta al peso del liquido sovrastante detta *pressione idrostatica*.

Per calcolare tale pressione consideriamo un recipiente di forma cilindrica contenente del liquido in equilibrio e immaginiamo di isolare una porzione del liquido a forma di parallelepipedo con base di area A e altezza h .



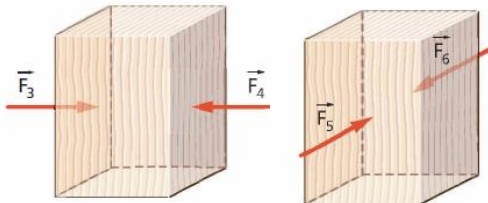
Se il liquido è in equilibrio, la risultante di tutte le forze che agiscono su di esso è nulla. Il parallelepipedo ha un'altezza h e una base di area A , il liquido ha una densità ρ che si presume costante.

Il parallelepipedo è soggetto alla forza di gravità e alle forze di pressione che provengono dal liquido circostante.

La forza di gravità è data da $P = mg$ e poiché $m = \rho V \Rightarrow$

$$P = \rho V g$$

$$\text{ma } V = A h \Rightarrow P = \rho V g = \rho A h g$$



Le forze di pressione che agiscono orizzontalmente alla superficie laterale del parallelepipedo si bilanciano tra loro.

Per verificare l'equilibrio lungo l'asse verticale dovrà essere:



$$P + F_1 - F_2 = 0$$

La forza di pressione F_1 , che agisce sulla base superiore del cilindro ed è diretta verso il basso, è data da: $F_1 = p_1 A$

La forza di pressione F_2 , che agisce sulla base inferiore ed è diretta verso l'alto, è data da:

$$F_2 = p_2 A.$$

Sostituendo si ha:

$$\rho A h g + p_1 A - p_2 A = 0$$

dividendo per A si ottiene:

$$\rho h g + p_1 - p_2 = 0 \Rightarrow p_2 - p_1 = \rho h g$$

Posto $\Delta p = p_2 - p_1 \Rightarrow \boxed{\Delta p = \rho h g}$ **Legge di Stevino**

Considerando ρ e g costanti si può così enunciare la *legge di Stevino*:

In un fluido la variazione di pressione alle varie quote dipende unicamente dal dislivello h rispetto alla superficie di riferimento e cresce proporzionalmente ad esso.

Ricordando che $P_s = \rho g \Rightarrow \Delta p = P_s h \Rightarrow$ la pressione che si esercita su una qualunque superficie posta a contatto di un liquido è direttamente proporzionale al peso specifico del liquido e alla profondità alla quale la superficie si trova.

CONSEGUENZE DELLA LEGGE DI STEVINO

► **Vasi comunicanti**

Si chiamano **vasi comunicanti**, due o più recipienti comunicanti tra loro in modo che un liquido possa liberamente fluire dall'uno all'altro.



Se il liquido contenuto in due vasi comunicanti è il medesimo, questo si dispone alla stessa altezza in entrambi i recipienti; se invece i liquidi dei due recipienti sono diversi, e non miscibili tra loro, l'esperienza mostra che i livelli dei due liquidi, valutati rispetto alla loro superficie di separazione, sono inversamente proporzionali alle rispettive densità. Per spiegare la prima situazione, consideriamo una ideale superficie di separazione S , presa nel canale di comunicazione; per spiegare la seconda, oltre alla S consideriamo anche la reale superficie di separazione S' tra i due liquidi.

In entrambi i casi, in condizioni d'equilibrio, la pressione esercitata su S dalla colonna liquida di sinistra deve essere uguale a quella esercitata dalla colonna di destra.

Ne consegue quindi che:

✓ nel primo caso abbiamo:

$$p_1 = p_2$$

$$\cancel{\rho g} h_1 = \cancel{\rho g} h_2$$

e pertanto:

$$h_1 = h_2 \text{ (quote uguali)}$$

Quindi possiamo affermare che:

un liquido versato in un sistema di vasi comunicanti raggiunge in tutti i recipienti lo stesso livello.

✓nel secondo caso, dette ρ_1 e ρ_2 la densità dei due liquidi, h_1 e h_2 le altezze dei due liquidi, abbiamo:

$$p_1 = \rho_1 g h_1 \quad \text{e} \quad p_2 = \rho_2 g h_2$$

Il sistema è in equilibrio se $p_1 = p_2$, ovvero se $\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$ e pertanto:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow$$

Le quote, calcolate rispetto alla superficie di separazione dei due liquidi, sono quindi inversamente proporzionali alle densità.

Un'applicazione del principio dei vasi comunicanti si ha nei cosiddetti pozzi artesiani.



Esperienza di Torricelli

La terra è circondata da uno strato di fluido avente uno spessore di circa 200 Km che viene chiamato *atmosfera*.

A causa del suo peso l'atmosfera esercita sulla superficie terrestre e su tutti i corpi immersi nell'atmosfera una pressione detta *pressione atmosferica*.

Nel 1643 il fisico matematico italiano **Evangelista Torricelli** (1608-1647) riuscì a **misurare il valore della pressione atmosferica**.



Torricelli riempì di mercurio un tubo della lunghezza di circa 1 m e poi lo capovoltò in una vaschetta contenente mercurio. Osservò che il livello del mercurio nel tubo scendeva, rispetto alla superficie libera, fino ad un'altezza di circa 76 cm.

Sulla superficie S interna al tubo, al livello della superficie libera del mercurio nella vaschetta, agiscono:

- la pressione dovuta al peso della colonna di mercurio che la sormonta,
- la pressione P_a esercitata (dall'alto verso il basso) dall'aria sulla superficie libera del mercurio e trasmessa (dal basso verso l'alto) dal mercurio su S.

Sapendo che la densità del mercurio è di circa $13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, possiamo ricavare il valore p , della pressione atmosferica:

$$p_a = \rho g h = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg} \cdot 0,76 \text{ m} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Questo valore, che viene chiamato **atmosfera** (simbolo **atm**), viene spesso usato come unità di misura della pressione.

Altre unità di misura della pressione sono:

- il **torr**, pari alla pressione esercitata da una colonna di mercurio alta 1 mm, ($1 \text{ torr} = 1/760 \text{ atm} = 133,3 \text{ Pa}$);
- il **bar**, pari a 10^5 Pa ;
- il **millibar**, pari ad un millesimo di bar e quindi a 10^2 Pa .

All'aumentare dell'altezza rispetto al livello dei mare, il valore della pressione atmosferica decresce, in quanto diminuisce la quantità di aria sovrastante.

Questa diminuzione non è però proporzionale al dislivello di quota, poiché contemporaneamente variano la composizione e la densità degli strati d'aria.

CONFRONTO TRA LA PRESSIONE ATMOSFERICA E LA PRESSIONE ESERCITATA DALL'ACQUA

Visto che 76 cm di mercurio generano una pressione pari a quella atmosferica, cerchiamo ora di determinare il valore h dell'altezza di una colonna di acqua che dia luogo al medesimo risultato (ricordiamo che la densità dell'acqua è 1000 kg/m^3).

Dall'uguaglianza $1 \text{ atm} = \rho g h$ ricaviamo l'espressione che fornisce il valore dell'incognita h :

$$h = \frac{1 \text{ atm}}{\rho g}$$

e sostituiamo poi in essa i valori numerici noti.

Così facendo otteniamo che occorrono circa 10 m di acqua per creare una pressione pari a quella atmosferica.

Principio di Archimede

La scoperta della natura delle forze esercitate da un fluido sui corpi immersi in esso risale ad **Archimede** (287-212 a.C.).



Di Archimede si tramanda il gioioso grido *eureka* (in greco, *ho trovato*) a conclusione dei suoi esperimenti sui corpi galleggianti; un'altra leggenda racconta che lo stesso Archimede, applicando il principio che da lui ha preso il nome, fu in grado di scoprire che la corona d'oro del tiranno Gerone di Siracusa non era in realtà tutta d'oro.

Principio di Archimede:

Un corpo immerso in un fluido riceve una spinta (detta forza di galleggiamento) verso l'alto pari al peso del fluido spostato.

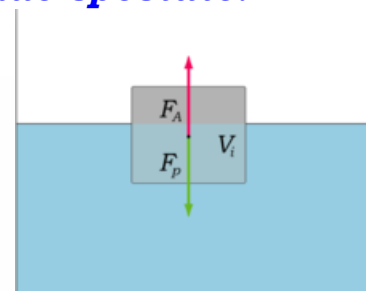
$$F_A = g dV$$

spinta di Archimede (N)

costante g (N/kg)

densità del liquido (kg/m^3)

volume del liquido spostato (m^3)



Il prodotto dV rappresenta la massa del liquido spostato che, moltiplicata per g , dà il suo peso.

Quanto più è grande il volume del corpo immerso, e quindi il volume d'acqua spostata, tanto maggiore è la spinta verso l'alto.