

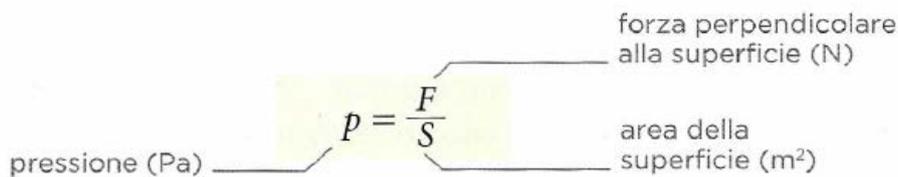
Solidi, liquidi, aeriformi

I solidi hanno forma e volume propri, i liquidi hanno volume proprio e forma del recipiente che li contiene, gli aeriformi hanno **forma e volume** del recipiente che li contiene.

La pressione

La **pressione p** è una grandezza scalare definita come il rapporto tra il modulo della forza

perpendicolare alla superficie e l'area di questa. $p = \frac{F}{S}$

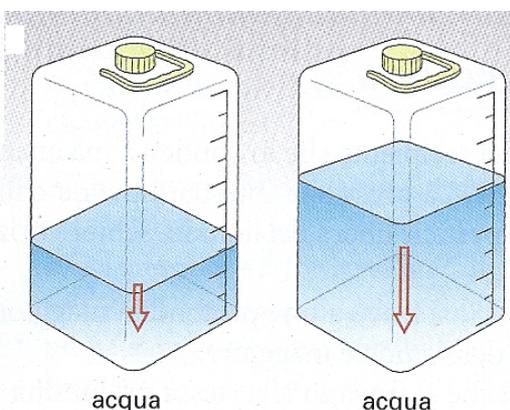


Nel S.I. l'unità di misura della pressione è il pascal (**P_a**) definito come la pressione esercitata dalla forza di 1N che agisce perpendicolarmente su ogni m² di superficie: **1P_a = 1 $\frac{N}{m^2}$** .

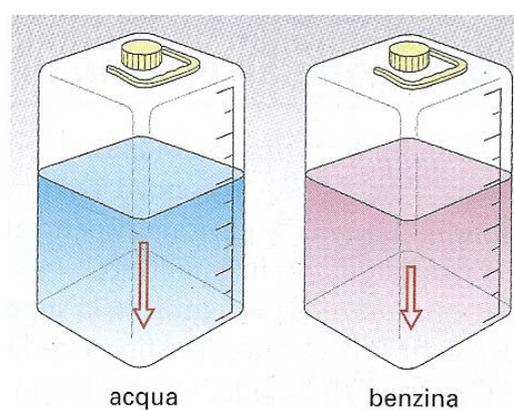
La pressione nei liquidi

I liquidi, essendo soggetti alla forza-peso, esercitano una pressione sul fondo del recipiente che li contiene. La pressione dovuta al liquido soprastante viene chiamata **pressione idrostatica**. La pressione idrostatica dipende dalla profondità e dalla natura del liquido.

Definizione: La **pressione idrostatica** è la pressione esistente in ogni punto interno ad una massa liquida ed è dovuta al liquido che lo sovrasta.



Le basi dei due recipienti sono uguali; una quantità di acqua maggiore esercita una pressione maggiore.



Il livello dei due liquidi è uguale; poiché la benzina è più leggera dell'acqua, essa esercita una pressione minore.

Il principio di Pascal

Una pressione esercitata in un punto di una massa liquida si trasmette in ogni altro punto e in tutte le direzioni con la stessa intensità.

	<p>Sulle pareti di una diga si esercitano forze che sono tanto più intense quanto maggiore è la profondità. Per questo motivo, lo spessore della diga deve aumentare verso il fondo.</p>	
<p>Premendo lo stantuffo si osserva che l'acqua esce sotto forma di zampilli con la stessa intensità da tutti i fori.</p>		

Il torchio idraulico

Il torchio idraulico è un dispositivo che permette di sollevare corpi pesanti mediante l'applicazione di forze piccole. La forza F_1 , applicata perpendicolarmente alla superficie S_1 , esercita sul liquido

la pressione $p_1 = \frac{F_1}{S_1}$. Tale pressione, per il principio di Pascal, si trasmette inalterata in tutti i

punti del liquido e quindi anche sulla superficie S_B esercitando su di essa la pressione $p_2 = \frac{F_2}{S_2}$.

$$p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_1 = \frac{S_1}{S_2} \cdot F_2 \quad S_1 < S_2 \Rightarrow F_1 < F_2$$

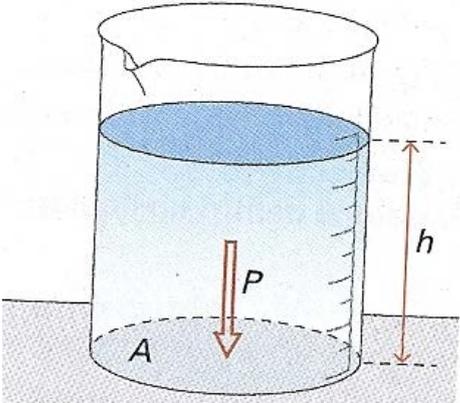
Una forza minore equilibra una forza maggiore.

--	--

La pressione della forza peso nei liquidi: Legge di Stevino

La **pressione idrostatica** che un liquido esercita sul fondo di un recipiente dipende dall'altezza h del liquido e dalla densità $d = \frac{m}{V}$ del liquido.

$$m = d \cdot V \quad V = S \cdot h \quad P = mg = dshg \quad p = \frac{P}{S} = \frac{dshg}{S} \quad \mathbf{p = dgh}$$

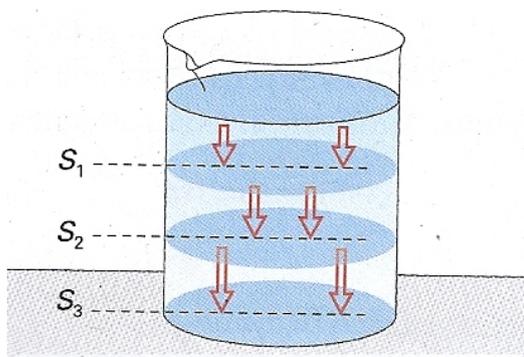
<p>Legge di Stevino: La pressione dovuta al peso di un liquido è direttamente proporzionale sia alla densità $d = \frac{m}{V}$ del liquido sia alla sua profondità h</p> <p>$p = dgh$ esprime la legge di Stevino</p>	
---	---

pressione esercitata da un liquido (Pa)

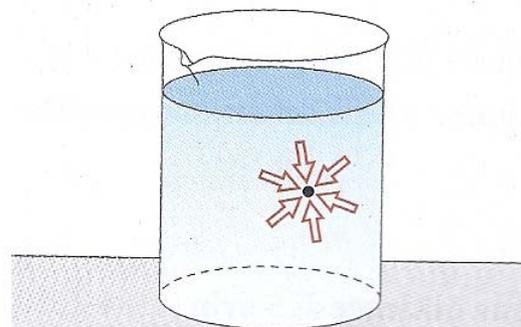
$$p_l = dgh$$

costante g (N/kg)
 profondità del liquido (m)
 densità del liquido (kg/m^3)

Un liquido esercita una pressione non solo sul fondo del recipiente ma anche in ogni punto interno del liquido. In un fluido pesante in equilibrio, la pressione idrostatica è la stessa in tutti i punti di uno stesso piano orizzontale.



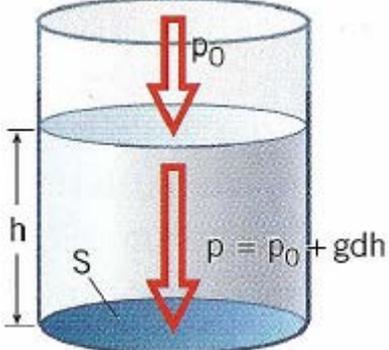
La pressione cresce con la profondità. Tutti i punti della superficie S1 sono soggetti alla stessa pressione idrostatica



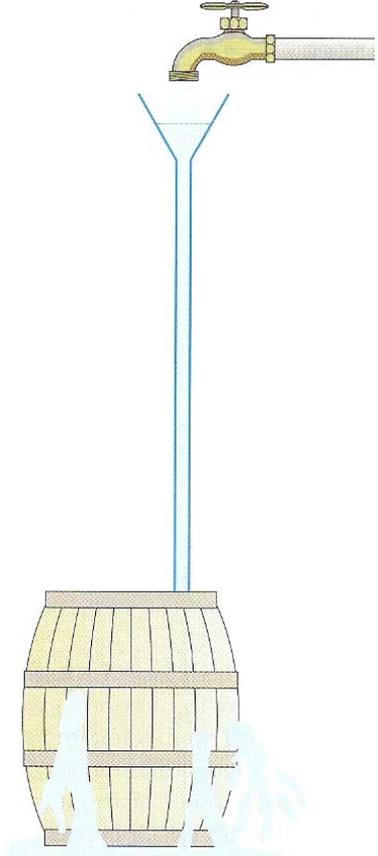
La pressione esercitata in un punto è la stessa in ogni direzione.

La legge di Stevino generalizzata

La legge di Stevino $p=dgh$ ci consente di calcolare la **pressione idrostatica** di un liquido.

<p>Se il recipiente che contiene il liquido è aperto, allora su ogni punto del liquido agiscono la pressione atmosferica $p_o = p_{atm}$ e la pressione idrostatica dgh. Sul fondo del recipiente agisce la pressione: $p = p_{atm} + dgh$</p>	
---	--

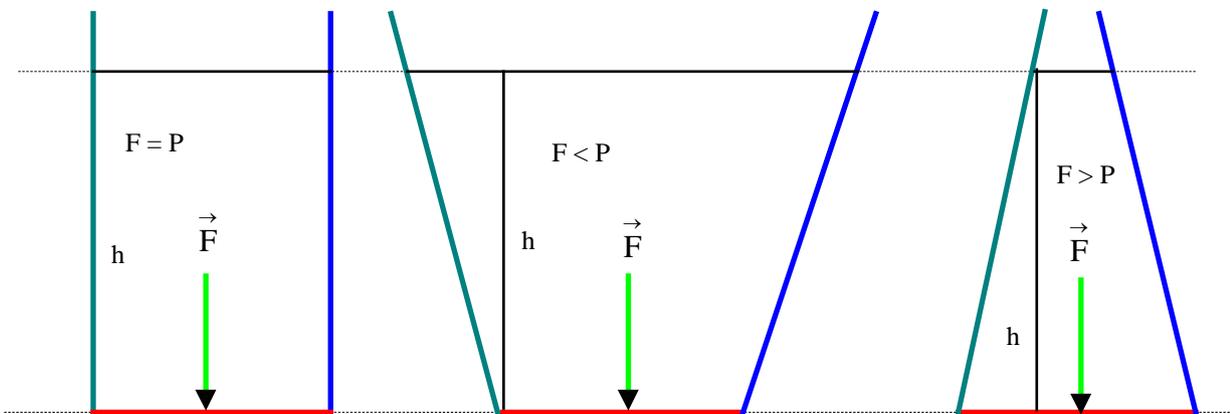
La botte di Pascal

<p>Paradosso idrostatico: botte di Pascal</p> <p>E' una conseguenza della legge di Stevino. Nella botte di Pascal l'aggiunta di una modesta quantità di liquido, ad esempio acqua, in un tubo sottile e sufficientemente lungo determina lo sfondamento delle pareti laterali della botte. Questo perché la pressione aumenta con l'altezza del liquido.</p>	
---	---

Paradosso idrostatico

Il **paradosso idrostatico di Pascal** afferma che la pressione esercitata sul fondo di un vaso pieno di un liquido non dipende dalla forma del vaso, né dalla quantità di liquido, ma dipende soltanto dall'altezza della colonna del liquido rispetto al fondo.

Consideriamo i tre recipienti della figura aventi tutti basi uguali e riempiti dello stesso liquido fino ad una stessa altezza h . Nei tre recipienti la quantità di liquido è differente ma la pressione sul fondo, per la legge di Stevino, è la stessa e quindi anche la forza F agente sul fondo assume lo stesso valore. Il paradosso si spiega facilmente osservando che il peso complessivo del liquido è equilibrato non solo dalla reazione vincolare della base ma anche dalle reazioni vincolari delle pareti laterali.

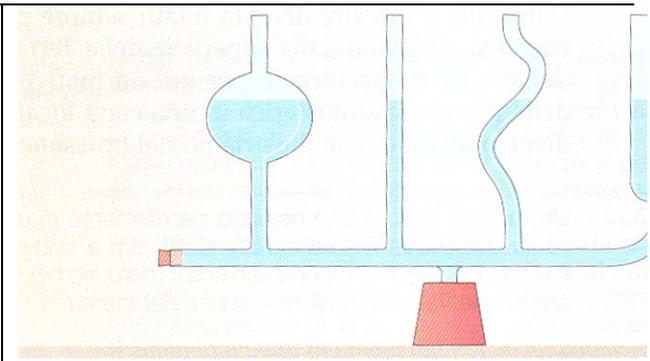


Liquidi in vasi comunicanti

Due vasi comunicanti sono due recipienti qualsiasi collegati fra loro mediante un tubo o un qualsiasi altro dispositivo. Due o più recipienti costituiscono un **sistema di vasi comunicanti** quando sono collegati fra loro mediante tubi o mediante dispositivi di natura qualsivoglia.

Un sistema di vasi comunicanti

Versando un liquido nel primo recipiente si ottiene il riempimento di tutti i vasi. Si osserva che: il liquido raggiunge lo stesso livello in tutti i recipienti comunicanti.



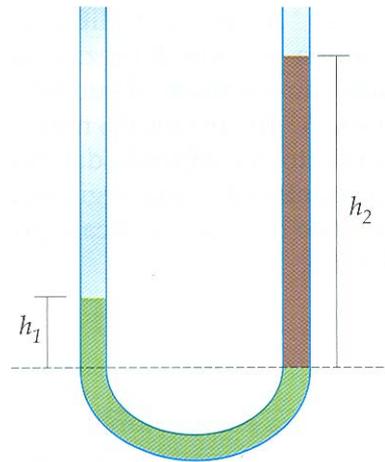
Le superfici libere di vasi comunicanti contenenti uno stesso liquido in condizioni di equilibrio si dispongono alla stessa altezza qualunque siano le forme e le dimensioni dei vasi comunicanti.

$h_1 = h_2$ cioè il liquido giunge allo stesso livello nei due rami (qualunque sia la forma dei vasi comunicanti).

Se due vasi comunicanti sono riempiti con due liquidi non miscibili ed aventi **densità** diverse, il liquido avente **densità maggiore** forma una colonna più bassa rispetto all'altro. Quando si raggiunge l'equilibrio si ha: $p_1 = p_2$

$$h_1 : h_2 = d_2 : d_1 \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Le **altezze**, misurate a partire da S, piano orizzontale contenente la superficie di separazione dei due liquidi non miscibili, **sono inversamente proporzionali alle densità** d_1 e d_2 .



La pressione atmosferica

L'atmosfera che circonda la Terra ha un peso e quindi esercita una pressione sulla superficie della Terra. Chiamiamo **pressione atmosferica** $p_{\text{atm}} = p_0$ la pressione esercitata dall'aria che circonda la Terra. Il primo che riuscì a misurare la pressione atmosferica fu Evangelista Torricelli mediante l'esecuzione di una ingegnosa esperienza utilizzando il barometro a mercurio.

Questa consiste in un tubo di vetro lungo 1 metro e di piccolo diametro riempito di mercurio ed immerso, con l'estremità aperta, in una bacinella piena di mercurio come si vede in figura.

Si osserva che il livello della colonna di mercurio nella canna barometrica scende, fino a disporsi ad un'altezza di $76\text{cm} = 760\text{mm}$ dalla superficie libera del mercurio contenuto nella vaschetta.

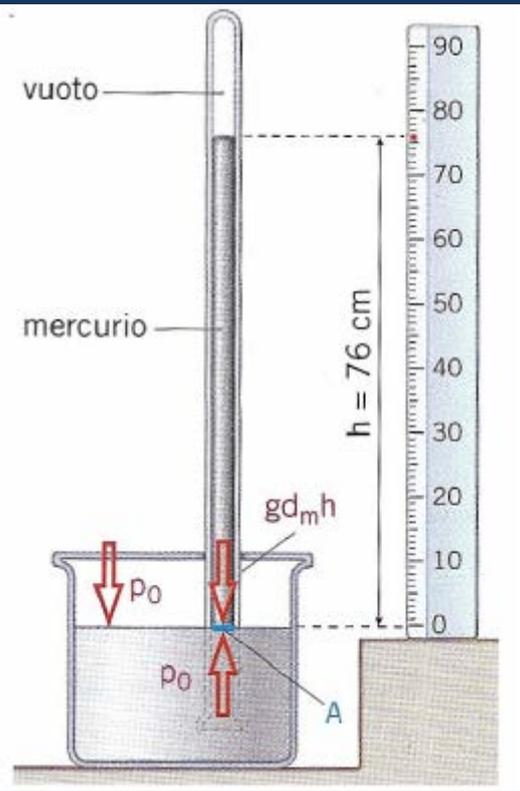
E' importante osservare che il dislivello h è sempre uguale a 76cm , qualunque sia la sezione del tubo (purché di diametro non inferiore a 2mm), comunque esso sia inclinato e qualunque sia la sua forma. Il fenomeno si spiega così: la **pressione atmosferica**, agendo sulla superficie libera, si propaga per la legge di Pascal in tutte le direzioni e quindi anche verso l'altro. Sia **C** un punto interno alla canna barometrica e giacente su un piano orizzontale contenente la superficie libera. Nel punto **C** la pressione atmosferica è equilibrata dalla pressione idrostatica della colonna di mercurio presente nella canna barometrica. Quindi all'equilibrio abbiamo:

$$p_{atm} = p = d g h$$

Esperienza di Torricelli

La pressione idrostatica di una colonna di mercurio alta fa equilibrio alla pressione atmosferica media al livello del mare.

$$1 \text{ atm} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$



A livello del mare, la pressione p_{atm} esercitata dall'atmosfera è uguale alla pressione idrostatica esercitata da una colonna di mercurio alta **76cm=760mm**. $1 \text{ atm} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Manometri

I **manometri** sono strumenti che misurano la pressione dei fluidi, in particolare la pressione di un gas racchiuso in un recipiente.

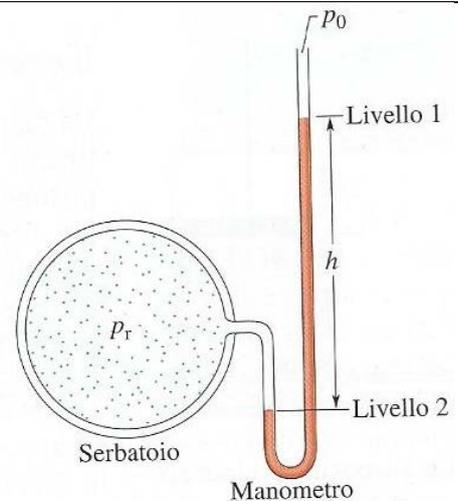
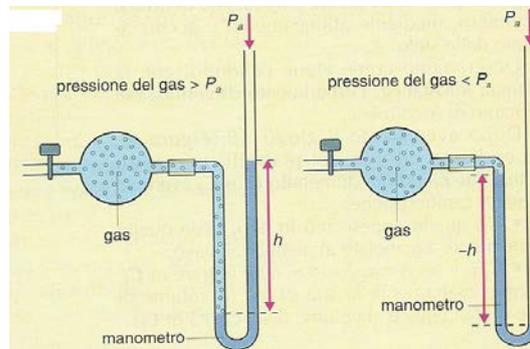
Illustriamo il funzionamento di un **manometro ad aria libera**. In un tubo di vetro a forma di U viene riempito con un liquido, di solito mercurio. Poiché entrambe le estremità del tubo ad U sono a contatto con l'atmosfera, nei due rami si esercita la pressione atmosferica e perciò il liquido raggiunge lo stesso livello. Quando un ramo del manometro viene messo in comunicazione con il recipiente contenente il gas del quale si vuole calcolare la pressione, l'uguaglianza dei livelli nei due rami si mantiene solamente se la pressione p del gas è uguale alla pressione atmosferica p_{atm} . Se risulta $p > p_{atm}$ il mercurio si alza di un tratto h nell'altro ramo. La pressione del gas vale:

$$p = p_{atm} + d g h$$

Se risulta $p < p_{atm}$ il mercurio si abbassa di un tratto h nell'altro ramo. La pressione del gas vale:

$$p = p_{atm} - d g h$$

Un manometro a tubo aperto, collegato in modo da misurare la pressione del gas nel serbatoio di sinistra. Il ramo destro del tubo a forma di U è aperto all'atmosfera.



Per misurare la pressione si può usare anche il **manometro metallico** detto **aneroide** (che significa senza liquido). Esso è costituito da una scatola metallica piatta, nella quale è stata tolta l'aria, e da una robusta molla di acciaio, che impedisce alla pressione atmosferica di schiacciare la molla. Un aumento o una diminuzione della pressione esterna comporta una maggiore o minore sollecitazione della molla, i cui movimenti sono amplificati da un sistema di leve a trasmesse all'indice, che ruota su un apposito quadrante tarato. Il manometro, perché possa essere adoperato per la misura di pressioni incognite, deve essere preventivamente tarato con pressioni note. Questi manometri non sono molto precisi ma sono molto diffusi. Essi vengono usati, per esempio, nelle stazioni di servizio per il controllo della pressione dei pneumatici.

