

La forza di Archimede e il galleggiamento dei corpi

Elia Rampi - fisicafast.it

In questo video parliamo del principio di Archimede e del galleggiamento dei corpi.

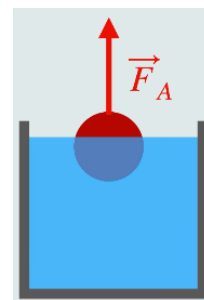
Quando un corpo è immerso in un fluido, anche solo parzialmente, subisce una forza diretta verso l'alto, che chiamiamo forza di Archimede, o spinta idrostatica. L'intensità di questa forza è uguale al peso del fluido spostato dal corpo, ovvero al prodotto tra la massa del fluido spostato m_f e l'accelerazione di gravità g :

$$F_A = m_f \cdot g$$

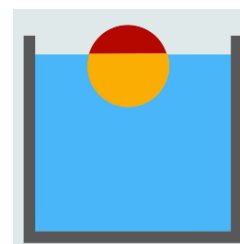
Sappiamo poi che la massa $m_f = d \cdot V$, quindi

$$F_A = dVg$$

Dimostriamo questa formula alla fine di questo video. Ora facciamo qualche osservazione.



1. L'intensità della forza di Archimede è direttamente proporzionale alla densità d del fluido nel quale è immerso il corpo: Maggiore è la densità del fluido, maggiore è la spinta verso l'alto. Ad esempio, l'acqua di mare ha una densità maggiore rispetto all'acqua dolce; ed è per questo motivo che quando ci immergiamo nell'acqua del mare riceviamo dal fluido una spinta maggiore rispetto all'acqua dolce.
2. L'intensità della forza di Archimede è direttamente proporzionale anche al volume V del fluido spostato. Sottolineiamo che nella formula, V non è il volume del corpo, ma il volume di fluido spostato dal corpo, ovvero il volume del corpo che è immerso nel fluido. Se ad esempio un oggetto galleggia su un liquido, la forza di Archimede dipende solo dal volume del corpo che è sotto la superficie del liquido, che è evidenziata nella **figura**.



Il galleggiamento dei corpi

Un corpo galleggia in un liquido quando è sulla superficie del liquido e si verifica la condizione di equilibrio $\vec{F}_{tot} = 0$, ovvero quando la forza di Archimede è uguale e opposta alla forza peso del corpo quindi le intensità delle due forze sono uguali:

$$F_A = F_P.$$

Per capire quando un corpo galleggia o affonda, consideriamo un corpo di volume V_c e densità d_c completamente immerso in un liquido di densità d_l .

Sul corpo agiscono due forze: la sua forza peso e la forza di Archimede.

- La forza peso è

$$F_P = mg$$

Dove la massa del corpo m è uguale alla densità del corpo per il suo volume $m = d_c \cdot V_c$, quindi:

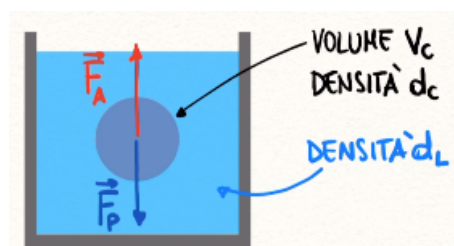
$$F_P = mg = d_c V_c g.$$

- La forza di Archimede è invece

$$F_A = d_l V g$$

Ora però, poiché il corpo è completamente immerso nel liquido, il volume nella formula (che è il volume di liquido spostato) è uguale al volume del corpo, quindi:

$$F_A = d_l V_c g$$



Ora,

- se $F_p > F_A$, il corpo affonda. E sostituendo le espressioni delle due forze risulta $d_c V_c g > d_l V_c g$, ovvero $d_c > d_l$. Quindi se la densità del corpo è maggiore della densità del liquido il corpo affonda.
- Se $F_p < F_A$, ovvero se la densità del corpo è minore della densità del liquido $d_c < d_l$, il corpo va verso l'alto fino a raggiungere la superficie, dopodiché parte del corpo emerge dal liquido.

Attenzione ora: se parte del corpo emerge dal liquido, significa che il volume immerso diminuisce, quindi diminuisce il volume del liquido spostato dal corpo, da cui dipende la forza di Archimede

$$F_A = d_l \cdot V \cdot g$$

La forza di Archimede, quindi diminuisce mentre il corpo emerge dal liquido, fino a che eguaglia la forza peso del corpo; quando l'intensità della forza di Archimede è uguale all'intensità della forza peso del corpo, il corpo è in equilibrio e galleggia sulla superficie del liquido.

Quindi

$$F_A = F_p$$

Ovvero

$$d_l V g = d_c V_c g$$

Dove V è il volume del liquido spostato, ovvero solo la parte del volume del corpo che è immersa nel liquido.

In sintesi: un corpo galleggia in un liquido quando

- la sua densità è minore della densità del liquido;
- Sulla superficie del liquido la forza di Archimede è uguale e opposta alla forza peso del corpo.

Dimostrazione della forza di Archimede

Consideriamo un corpo cilindrico di base S e altezza h immerso in un liquido di densità d , come in figura.

Il corpo subisce due forze dovute al liquido:

- la forza F_1 dovuta alla pressione p_1 del liquido sulla superficie superiore del cilindro, che è diretta verso il basso e ha intensità

$$F_1 = p_1 S$$

- La forza F_2 dovuta alla pressione p_2 del liquido sulla superficie inferiore del cilindro, che è diretta verso l'alto e ha intensità

$$F_2 = p_2 S$$

La forza risultante che agisce sul corpo è la spinta idrostatica del liquido, ovvero la forza di Archimede, la cui intensità è quindi uguale alla differenza delle due forze

$$F_A = F_2 - F_1 = p_2 S - p_1 S$$

Ora la legge di Stevino ci dice che la pressione in un fluido è $p = dgh$ dove d è la densità del fluido e h è la profondità, quindi

$$F_A = F_2 - F_1 = p_2 S - p_1 S = dgh_2 S - dgh_1 S = dg(h_2 - h_1)S$$

La differenza $h_2 - h_1$ è uguale all'altezza del cilindro h , quindi

$$F_A = F_2 - F_1 = p_2 S - p_1 S = dgh_2 S - dgh_1 S = dg(h_2 - h_1)S = dghS$$

E il prodotto hS è uguale al volume del cilindro che indichiamo con V :

$$F_A = F_2 - F_1 = p_2 S - p_1 S = dgh_2 S - dgh_1 S = dg(h_2 - h_1)S = dghS = dgV$$

Abbiamo ottenuto la formula della forza di Archimede:

$$F_A = dVg.$$

