

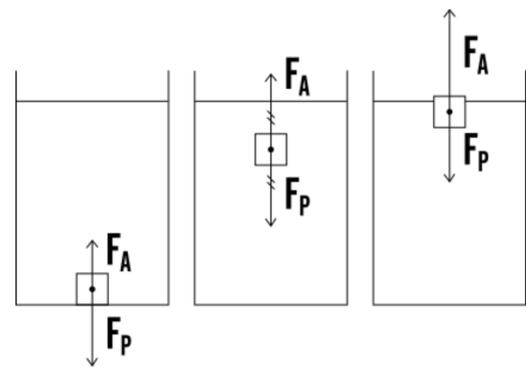


Attribuzione - Non commerciale -
Condividi allo stesso modo 4.0
Internazionale (CC BY-NC-SA 4.0)

TENSIONE SUPERFICIALE

Quando vediamo qualche corpo che giace senza affondare sulla superficie dell'acqua, pensiamo subito al principio di Archimede. Esso lega il volume immerso del corpo in questione alla densità del fluido e il volume totale del corpo alla sua stessa densità. Una volta impostata la disequazione, se è maggiore il primo dei due dati il corpo galleggia, altrimenti affonda.

Queste osservazioni sono importantissime in quanto motivano come grandi navi cariche di merce o turisti possano galleggiare senza rischiare di affondare.



Le possibili situazioni a seconda che la spinta di Archimede sia più o meno intensa rispetto alla forza peso.



Eppure spesso sarà capitato durante una gita al lago o una lezione di scienze, di notare come insetti anche dalle notevoli dimensioni riescano a giacere sulla superficie dell'acqua, come "appoggiati" su essa, nonostante la densità dell'animale non sia inferiore a quella dell'acqua. **Come spieghiamo quindi questo fenomeno? Come mai l'insetto non affonda?**

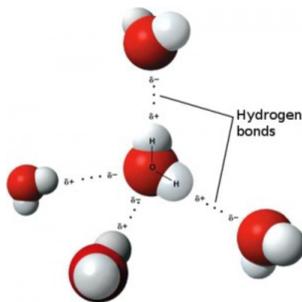
Vediamolo insieme tramite un esperimento.

Ci servirà un contenitore di acqua e un graffetta.

La densità dell'acqua è 1 g/cm^3 , mentre quella del ferro è $7,874 \text{ g/cm}^3$.

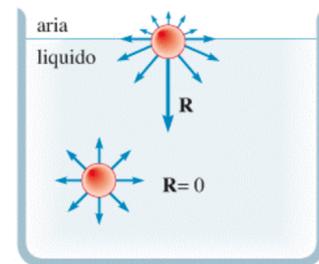


Ci aspetteremmo dunque di vedere la graffetta affondare nell'acqua, in realtà, essa giace (come l'insetto di prima) sulla superficie del fluido.



La responsabile di questo fenomeno è la tensione superficiale, che consiste nella tensione meccanica di coesione delle particelle sulla superficie esterna di un fluido.

A livello microscopico i liquidi sono composti di molecole tra cui si esplicano forze, principalmente di tipo elettrico, che dipendono fortemente dalla distanza intermolecolare r , e la disposizione geometrica risponde ad un alto tasso di simmetria: questo porta al verificarsi dell'annullamento - in media - delle forze agenti sulla specifica molecola; per quanto riguarda, invece, le molecole sulla superficie libera, la simmetria non sussiste.



Cosa faranno quindi le molecole sulla superficie?

Ed esse risentono di una forza diretta verso l'interno del liquido. Questo risultato indica che l'aumento della superficie libera non può avvenire spontaneamente: per un aumento dS di superficie bisogna perciò compiere un lavoro dW , definito come $dW = \gamma dS$. In quest'ultima espressione, γ indica la tensione superficiale e dipende dal tipo di liquido, dal gas che si trova al di sopra della superficie libera, dal solido o liquido con cui la sostanza in esame è a contatto e dalla temperatura.

Per misurare sperimentalmente il valore della tensione superficiale di un liquido si ricorre allo stalagmometro: questo strumento si basa sulla caduta di gocce da un tubo. La goccia in uscita dal tubicino è trattenuta dalla tensione superficiale agente sulla linea $l=2r\pi$, se r è il raggio del foro; ricordando che γ è una forza per unità di lunghezza, la forza totale vale $l\gamma=2r\pi\gamma$ ed è verticale. Il distacco della goccia avviene quando essa ha raggiunto una dimensione tale che il suo peso eguagli la forza dovuta alla tensione superficiale, cioè $mg=2r\pi\gamma$: questa relazione consente la misura di γ .

Per far affondare la graffetta di prima potremmo semplicemente spingerla verso il fondo del bicchiere, aumentando la pressione sulla superficie, oppure utilizzare delle particolari sostanze dette TENSIOATTIVI, che hanno la funzione di annullare o limitare la tensione superficiale.

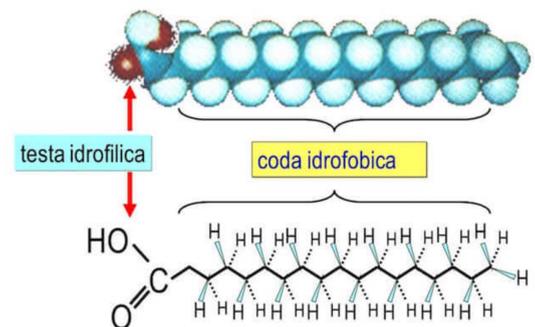
Per capire meglio come funzionano i tensioattivi analizziamo insieme un altro fenomeno.

In una bacinella con dell'acqua rovesciamo della polvere di sughero, che galleggia sulla superficie in quanto molto leggera e ci permetterà di aver ben visibili eventuali increspature dell'acqua.

Sporchiamo ora un cotton fioc con un po' di sapone e lo immergiamo nel centro della bacinella.

Notiamo subito una grande crepa sulla superficie fluida, marcata dallo spostamento del sughero verso il bordo della bacinella.

Il sapone è uno dei più famosi tensioattivi: sfrutta la sua particolare struttura molecolare per infrangere la resistenza dell'acqua (a cui si lega grazie alla testa idrofila) e al tempo stesso per compiere la sua funzione specifica, pulire (grazie alla coda lipofila riesce a legarsi con i grassi).



I tensioattivi sono sostanze molto utilizzate e utili per la nostra società, ma sono anche fortemente inquinanti e molto rischiose per l'equilibrio di ecosistemi e habitat naturali.

Se dispersi possono provocare diversi danni ambientali e per questo è necessario compiere una serie di procedure di purificazione e filtrazione delle acque prima di rilasciarle nell'ambiente.

Per quanto quella superficiale non sia una tensione particolarmente resistente, è in realtà molto importante in quanto è responsabile anche della forma più o meno sferica che le gocce dei fluidi tendono ad assumere.

La tensione superficiale può infatti essere vista come una resistenza da parte della superficie fluida che si oppone all'espandersi del volume del fluido.

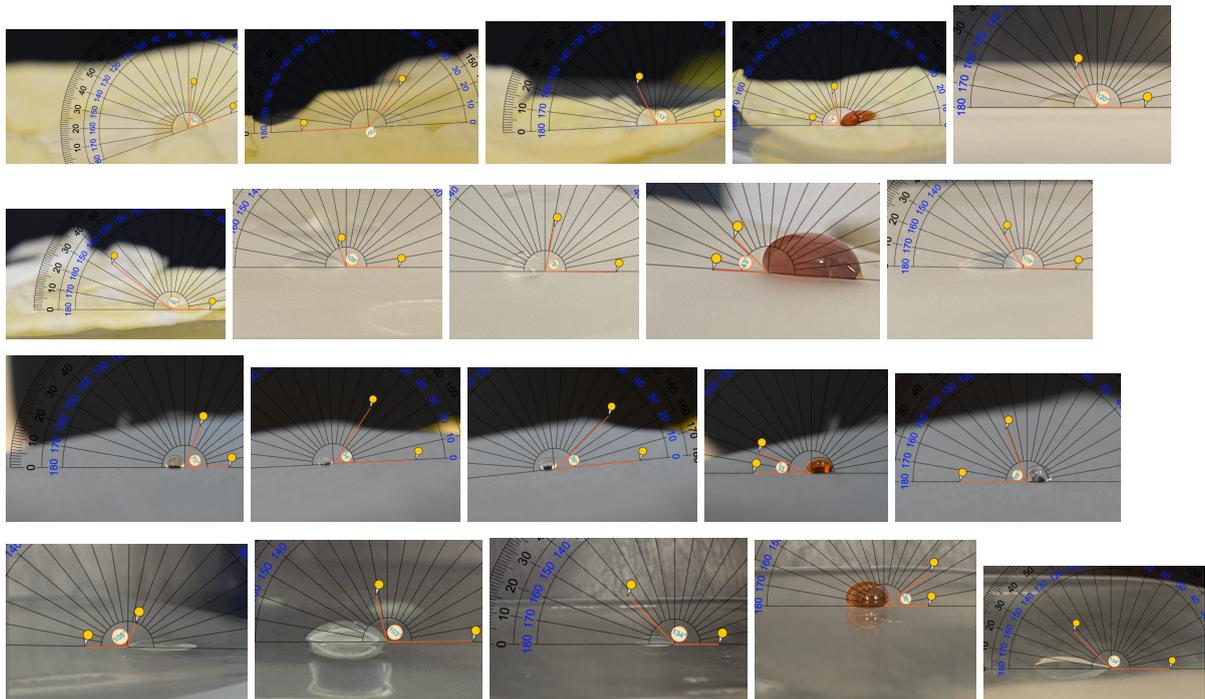
Sappiamo che la sfera è la struttura geometrica che ha il rapporto inferiore tra superficie esterna e volume interno, condizione ideale per dei legami di resistenza che si instaurano sulla superficie di un fluido.

Le gocce che vediamo in natura presentano una forma appuntita con un bombatura verso terra, deformazione della forma sferica che si verifica a causa della forza di attrazione gravitazionale.

Il fatto che la tensione superficiale sia responsabile anche della forma delle gocce, si ripercuote sulla idrofilia/bagnabilità dei fluidi o dei materiali/superfici,

tanto da essere oggetto di studi internazionali volti a trovare prodotti igienici, cosmetici o per la pulizia della casa più green, efficaci o economici.

A tal proposito, abbiamo anche noi portato avanti l'analisi di 5 fluidi diversi (aceto, acqua, glicerina, miele e olio) su 4 superfici diverse (foglia di cavolo, plastica, tessuto idrorepellente e vetro), con il fine di verificare come i due fattori si comportassero l'uno con l'altro.



*i valori numerici riportati indicano l'ampiezza dell'angolo di contatto tra superficie e fluido

	CAVOLO	PLASTICA	TESSUTO	VETRO
ACETO	115	60	110	72
ACQUA	84	71	126	77
GLICERINA	67	101	141	46
MIELE	106	137	158	144
OLIO	38	61	112	46

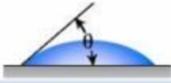
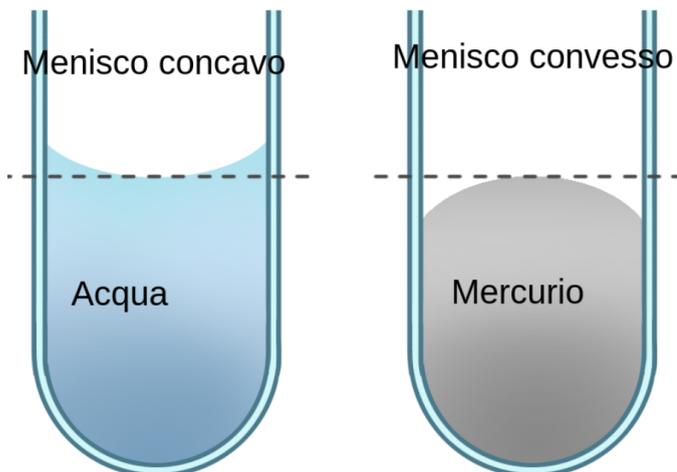
Angolo di contatto (°C)	Tipologia superficie		
0°	superidrofila		
> 30°	idrofila		
30°-90°	intermedia		
90°-140°	idrofoba		
>140°	Superidrofoba		
		Idrofila	Idrofoba

Tabella 1: classificazione della superficie mediante l'angolo di contatto

	POLISTIROLO	LEGNO
OLIO	29	40
GLICERINA	47	46
ACQUA	37	43

Anche i fenomeni spesso osservati nei laboratori di chimica dei menischi concavi o convessi hanno a che fare con la tensione superficiale.



Quando un fluido viene versato in un cilindro cavo, sulla sua superficie agiscono due tipologie di forze: quelle di coesione, interne al fluido come la tensione superficiale, e quelle di adesione, che sussistono tra il fluido e le pareti del contenitore.

In base a quale di queste due forze risulta maggiore, otterremo un menisco convesso (se la coesione è maggiore dell'adesione) oppure concavo (se l'adesione è maggiore della coesione).