

# Acqua

L'acqua rappresenta insieme all'aria, al sole ed al suolo uno dei quattro **elementi abiotici** fondamentali per la vita sul Pianeta.

**L'acqua** rappresenta un'esperienza sensoriale che i bambini fanno sin da piccoli: il bagnetto, il ghiaccio che galleggia e tintinna nel bicchiere, la neve fredda che copre i prati, la pioggia che bagna e forma pozzanghere, il vetro che si appanna quando facciamo la doccia, tutti fenomeni che i bambini vedono, toccano, sentono e che ci aiutano a trasformare queste sensazioni in "*conoscenza*", proponendo le proprietà e le caratteristiche dell'acqua nelle varie fasi dell'educazione. Grazie alle sue proprietà così evidenti e familiari, possiamo sfruttare le conoscenze del bambino sull'acqua per parlare di stati della materia, di passaggi di stato e introduciamo il concetto di calore.

## Introduzione

L'acqua è la sostanza che caratterizza il nostro Pianeta rispetto a tutti quelli del Sistema Solare. Dalle sue proprietà fisiche e chimiche dipendono la vita e tutti i fenomeni naturali. L'acqua è il liquido più comune sulla terra ed ha un ruolo fondamentale per la vita degli esseri viventi: è elemento imprescindibile per tutte le forme di vita conosciute: piante, animali, funghi, batteri, protozoi necessitano di molta acqua per vivere e per mantenere l'equilibrio all'interno delle loro cellule.

L'acqua è il componente primario delle cellule procariote ed eucariote, sia vegetali che animali: tutte le reazioni cellulari conosciute devono avvenire in ambiente acquoso e richiedono la presenza di acqua come reagente: per esempio nelle piante l'acqua è un elemento fondamentale per la fotosintesi clorofilliana grazie alla quale i vegetali si producono le sostanze nutritive e sostengono qualsiasi ecosistema sul Pianeta. Nell'acqua si sciolgono i Sali minerali e lo zucchero a formare la linfa grezza e la linfa elaborata, le cellule del sistema immunitario sono immerse in una soluzione acquosa a formare il sangue, i prodotti di scarto che sono solubili in acqua vengono eliminati attraverso il sistema escretore in molti animali.

Se pensiamo al nostro organismo, esso è costituito prevalentemente di acqua che perdiamo con il sudore, con le lacrime, nella nostra interazione con il mondo esterno. Mantenere un buono stato idrico è fondamentale per la vita delle cellule degli organismi viventi.

Gruppi diversi di organismi hanno differenti quantità di acqua all'interno del loro corpo:

gli esseri viventi più semplici, formati da una sola cellula racchiusa dentro una membrana, contengono acqua ad una percentuale di oltre il **98%**;

gli animali più semplici, tipo le meduse, sono composti da circa il **95%** di acqua

le piante, con grande variabilità, contengono in media **l'80%**

i mammiferi hanno una composizione media con circa il **75%** di acqua.

Queste differenze derivano soprattutto dal processo evolutivo che ha portato ad una diversificazione degli esseri viventi salvaguardando strutture di sostegno e introducendo strutture di protezione dalla perdita di acqua in ambienti terrestri: in questo modo, alcuni animali possono vivere nel deserto e alcune piante in ambienti con temperature estremamente basse.

Animali e piante attuano meccanismi diversi per assumere l'acqua, ma meccanismi molto simili per eliminarla.

Gli animali e le piante che vivono in ambienti acquatici non hanno necessità di immagazzinarla o di trattenerla nel proprio organismo. Un discorso a parte va fatto per gli individui che vivono in ambienti con acqua salata, ma tale argomento esula dai nostri scopi.

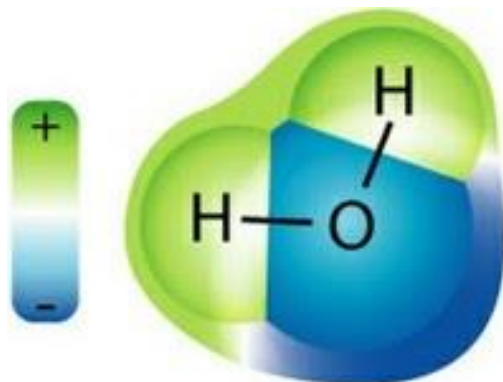
Per quanto riguarda gli organismi terrestri scopriremo, nei relativi capitoli a loro dedicati, che alcune **piante** assorbono acqua attraverso le cellule del loro corpo, mentre tutte le piante superiori assorbono acqua dalle radici. Gli **animali** introducono acqua attraverso l'orifizio della bocca e la assorbono nel suo percorso attraverso il sistema digerente.

Sia nelle piante che negli animali, l'acqua viene trattenuta nelle cellule e negli spazi interstiziali, trasporta sostanze nutritive e di scarto e viene eliminata per traspirazione (ossia evapora) quando la temperatura esterna è troppo elevata e il corpo deve essere raffreddato.

## L'acqua è un dipolo

Pur essendo l'acqua così comune, soltanto nel 1811 Avogadro dimostrò che era formata da un atomo di ossigeno e due di idrogeno dando avvio allo studio delle **proprietà fisiche e chimiche** che la caratterizzano.

L'acqua è **composta da molecole tutte uguali tra loro** formate, appunto, da **due atomi di idrogeno e un atomo di ossigeno**: la formula è  $H_2O$  e gli atomi sono uniti fra di loro da **legami covalenti polari**.

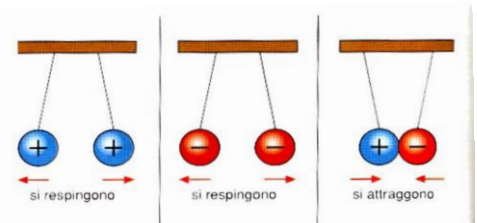


La molecola dell'acqua è un **dipolo**: la carica totale della molecola è neutra, ma un polo della molecola ha una carica negativa mentre l'altro polo risulta positivo.

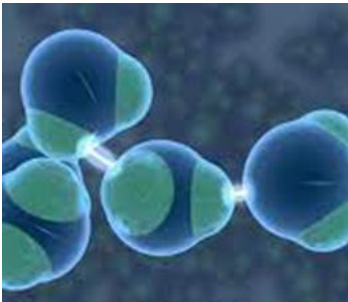
L'ossigeno (ad alta elettronegatività)

attira fortemente gli elettroni (si dice che ne è *avido*),

rappresentando una zona di maggior presenza di cariche negative (-). Gli atomi di idrogeno acquisiscono una parziale **carica positiva** (+) rappresentando una zona di minor presenza di cariche negative.



Ricordiamo un concetto importante: se sufficientemente vicine, cariche uguali si respingono e cariche opposte si attraggono



Tra le molecole di acqua parzialmente cariche, si formano dei **legami idrogeno** (in figura rappresentati dai segmenti bianchi) tra il polo positivo di una molecola, rappresentato dagli idrogeni e il polo negativo di un'altra, rappresentato dall'ossigeno: **dalle caratteristiche dei legami idrogeno, derivano tutte le proprietà dell'acqua.**

## Gli stati dell'acqua

L'acqua, a differenza di qualsiasi altro elemento sul nostro Pianeta, è presente, in condizioni naturali in tutti gli stati della materia: **solido** (ghiaccio, neve e grandine), **liquido** e **gassoso** (vapore).

Partiamo dallo stato liquido che è quello che conosciamo meglio: in un intervallo molto ampio di temperatura (da 0 a 100°C) l'acqua si trova prevalentemente allo *stato liquido*. Se potessimo vedere le molecole, vedremmo che queste "scorrono" le une sulle altre con un continuo formarsi e rompersi dei legami idrogeno che sono deboli e temporanei. Allo *stato liquido* la disposizione delle molecole è disordinata, le molecole hanno elevata mobilità e si scambiano di posto frequentemente. La situazione è dinamica, ma controllata.



L'acqua liquida

- ✓ ha un volume proprio
- ✓ assume la forma del recipiente che la contiene
- ✓ ha forze di coesione tra le molecole che si formano e si rompono continuamente.

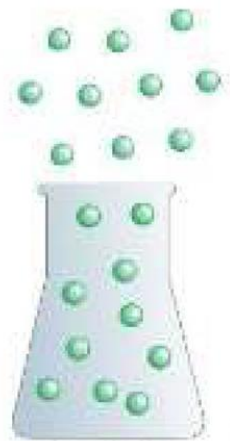
L'acqua allo *stato liquido* è presente nei mari, nei fiumi, negli oceani, nei laghi, nelle nuvole e nelle cellule.

Quando le condizioni energetiche sono tali da avere una grande agitazione termica, l'acqua è nello *stato aeriforme o gassoso o di vapore*: i legami idrogeno si formano e si rompono di continuo, le molecole si allontanano le une dalle altre e tendono ad espandersi muovendosi in tutto lo spazio disponibile.

Se potessimo vedere le molecole di un gas, vedremmo una situazione di grande caos dove le molecole non sono legate fra loro: sono separate e collidono le une con le altre senza la possibilità che si formino legami; è per questo motivo che le molecole tendono a rimanere separate fra di loro.

Il vapore acqueo, come tutti i gas,

- ✓ tende ad espandersi
- ✓ occupa tutto lo spazio disponibile.

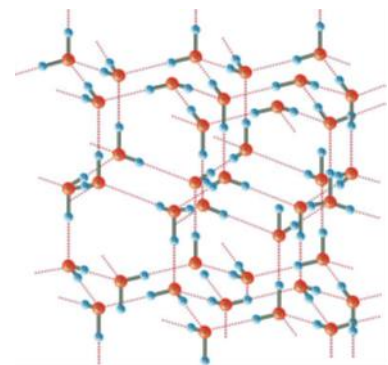


Maggiore è l'energia che è fornita al sistema, maggiore è il caos. Il vapore acqueo si forma ogni qualvolta che l'acqua liquida evapora. L'acqua evapora più o meno velocemente a seconda della temperatura e della pressione anche alle normali temperature, ma noi non possiamo "vedere" il processo. Possiamo percepire la presenza di vapore acqueo nell'aria che respiriamo e lo definiamo "umidità atmosferica".



Quando l'agitazione termica è bassa, le molecole possono *avvicinarsi* sempre di più fra loro e i legami fra diverse molecole diventano stabili. Quando la temperatura scende sotto gli 0°C, l'acqua passa allo *stato solido*, solidifica e diventa ghiaccio.

Come si orienteranno le molecole una rispetto all'altra? La presenza di un dipolo fa orientare le molecole in modo che siano più efficaci le attrazioni elettrostatiche e man mano che le molecole si avvicinano, si formano molti legami idrogeno tra gli atomi di ossigeno e quelli di idrogeno. A causa della repulsione tra cariche uguali, le



molecole occupano posizioni geometriche molto precise (non si possono instaurare legami fra due atomi di idrogeno o due di ossigeno) e si formerà un'impalcatura tridimensionale, stabile, chiamata **reticolo cristallino**.

## Passaggi di stato

Abbiamo oramai capito che le molecole presenti in un determinato sistema non stanno mai ferme, ma sono sempre caratterizzate da un movimento chiamato *agitazione termica*.

Questa agitazione è in relazione all' energia (*calore*) di cui è dotato un corpo (per questo è detta "termica"): ogni molecola in movimento possiede infatti un po' di energia, maggiore è il suo movimento, maggiore è la sua energia, e viceversa. Quando un corpo si riscalda, l'agitazione termica aumenta, quando un corpo si raffredda, l'agitazione termica diminuisce. In conseguenza dell'aumento dell'agitazione termica, le molecole si muovono di più, stanno più distanti tra loro e conseguentemente occupano più spazio: questo fenomeno si chiama **dilatazione termica**, cioè l'aumento di volume di un corpo a causa della temperatura. Non si tratta però di un cambiamento irreversibile; appena il corpo si raffredda torna al volume iniziale.

L'acqua esiste in natura in tutti gli stati della materia. Questo accade perché, a differenza di altre sostanze, i passaggi di stato possono verificarsi in condizioni di temperatura e pressione naturali.

Ogni stato della materia è caratterizzato da una certa quantità di energia. Il calore, ossia l'energia termica, modifica lo stato dell'acqua a seconda che esso venga ceduto o sottratto. L'energia termica fornita ad una certa quantità di acqua, si trasforma in energia cinetica (per intendersi l'energia che influenza la tendenza delle molecole a muoversi).

Più energia termica equivale a maggiore energia cinetica, maggior movimento delle molecole e tendenza a rompere i legami idrogeno. Se seguiamo le frecce rosse, che indicano un aumento di energia cinetica, vediamo che il reticolo cristallino si rompe e i legami tra le molecole diventano sempre più difficili fino allo stato di vapore. Seguendo le frecce blu, invece, osserviamo che diminuendo l'energia cinetica, tendono a instaurarsi legami fra le molecole fino ad arrivare alla formazione del reticolo cristallino caratteristico dello stato solido.

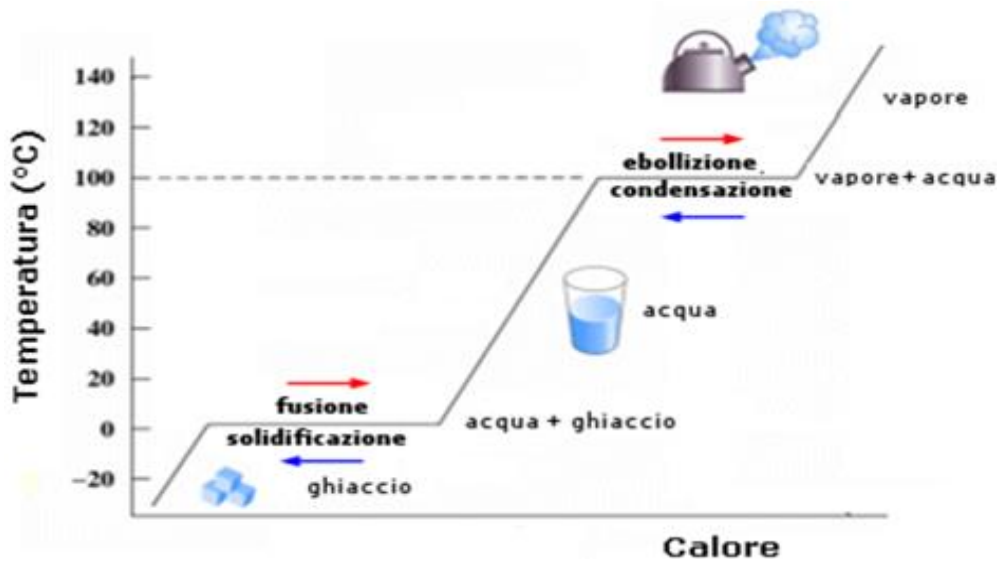


È il trasferimento di calore (cessione o sottrazione che sia) che comporta la variazione di energia posseduta dalle molecole di un corpo.

Il **calore (energia termica)** è la somma dell'energia di movimento di tutte le molecole che compongono un corpo e misura, quindi, la sua energia. La **temperatura**, invece, è la misura dell'agitazione termica delle molecole e misura quanto un corpo sia caldo o freddo.

**Calore e temperatura NON SONO quindi la stessa cosa.**

In questo grafico osserviamo come i passaggi di stato dell'acqua si verifichino in determinate condizioni di temperatura e calore.



Partendo da sinistra, con l'aumentare del calore, il ghiaccio *fonde* (passando solido a liquido). L'acqua si mantiene liquida tra 0 e 100°C quando, fornendo ulteriore calore, *evapora* e passa dallo stato liquido a quello gassoso.

Partendo da destra, sottraendo calore, l'acqua *condensa* da vapore a stato liquido e successivamente *solidifica* allo stato solido. Tutti questi passaggi sono possibili all'infinito e l'acqua può (nelle giuste condizioni) cambiare stato continuamente. In condizioni di estrema fornitura o sottrazione del calore, si può assistere anche al passaggio da solido a vapore (*sublimazione*) e da vapore a solido (*brinamento*). La temperatura dell'acqua dipende dalla quantità di calore fornito ossia dalla capacità termica dell'acqua. Maggiore è la quantità di acqua, maggiore quantità di calore servirà per aumentare la sua temperatura.

Analizzeremo ora i passaggi di stato dell'acqua:

### L'evaporazione

È il passaggio dell'acqua dallo stato liquido a quello di vapore.

È un processo che **richiede calore** ed avviene anche a temperatura ambiente.



L'acqua evapora lentamente a temperatura ambiente, ma velocemente quando la temperatura raggiunge i 100°C. Se il processo è lento si parla di evaporazione, se è turbolento e veloce come nel secondo caso, si parla di ebollizione

L'evaporazione è favorita dall'aumento della superficie del liquido, dalla ventilazione, dall'incremento della temperatura.

Quando stendiamo i panni, vogliamo che tutta l'acqua in essi contenuta evapori. Quando tutta l'acqua sarà evaporata, i panni saranno asciutti. Il processo avviene più *lentamente* se i panni sono accartocciati (la superficie esposta è minore) o se l'aria è molto umida, più *velocemente* se c'è vento e/o se è caldo.

Tutte queste variabili influenzano il tempo necessario affinché il nostro bucato sia asciutto, ma il tempo richiesto sarà comunque maggiore a quello che sarebbe necessario se mettessimo i panni su un termosifone o in una stufa calda.

Quando scaldiamo l'acqua con un fornello fino a raggiungere i 100°C, si verifica l'ebollizione ossia il *passaggio rapido e tumultuoso* dallo stato liquido a quello di vapore. Quando in un recipiente la temperatura di tutte le molecole arriva a 100°C si formano bolle di gas all'interno della fase liquida e sulla superficie si assiste all'evaporazione.



L'acqua evapora anche a temperatura ambiente in condizioni naturali: le pozzanghere si asciugano una volta che torna il sole che fornisce il calore necessario all'evaporazione.

- ✓ L'evaporazione a temperatura ambiente, è sfruttata dagli esseri viventi (piante ed animali) per raffreddarsi attraverso la traspirazione. Quando fuori è caldo, animali e piante *dissipano* il calore circostante sfruttandolo per far evaporare acqua dagli strati più esterni del corpo. In questo modo la superficie esterna del corpo si raffredda. Per contro, così facendo gli esseri viventi perdono molti liquidi: la *disidratazione* uno dei principali problemi che gli organismi terrestri devono affrontare.
- ✓ Il calore del Sole causa l'evaporazione dell'acqua presente nelle masse idriche del nostro Pianeta. Il vapore acqueo sale nel cielo e dà origine alle nubi e ai fenomeni atmosferici

## La condensazione

È il passaggio dell'acqua dallo stato di vapore a quello liquido.

Avviene a temperatura ambiente e comporta **cessione di calore**.

Osserviamo la condensazione quando il vapore acqueo incontra una superficie fredda: sulla superficie si formano goccioline.





Quando facciamo la doccia e lasciamo la porta del bagno chiusa, il vapore acqueo (che si è formato dall'acqua calda che è evaporata) condensa quando incontra le pareti della stanza. Questa condensazione è più evidente sulle superfici specchiate o sui vetri, ma non è differente da quella che si verifica sulle mattonelle o sulle pareti.

- ✓ La condensazione è responsabile della formazione delle nuvole: quando il sole scalda le masse idriche del Pianeta, si forma vapore acqueo. Vedremo che nella troposfera (la parte dell'atmosfera dove c'è la vita e si verificano i fenomeni atmosferici) la temperatura dell'aria diminuisce sensibilmente man mano che si sale verso l'alto. Il vapore acqueo, che è meno denso dell'aria, tende a salire verso l'alto e ad arrivare ad alte quote. Qui incontra temperature basse tali da indurre il passaggio di stato della condensazione. Si formano così tante goccioline che unendosi le une alle altre formano le nuvole.

### La fusione

È il passaggio dallo stato solido allo stato liquido. Il passaggio **richiede calore** ed avviene ogni qualvolta la temperatura supera 0°C.

Man mano che viene fornito calore, il reticolo cristallino si rompe e la densità dell'acqua aumenta fino ai 4°C per poi diminuire gradualmente.



### La solidificazione

È il passaggio dell'acqua dallo stato liquido a quello solido. È un passaggio che comporta **cessione di calore** o, in altri termini, diminuzione di energia.

In condizioni normali per tutte le sostanze vale il principio che lo stato solido abbia una densità maggiore di quello liquido: allo stato solido, infatti, le molecole si trovano distribuite in modo ordinato nel reticolo cristallino, sono bloccate le une vicine alle altre e ne risulta una riduzione dello spazio occupato e un aumento della densità.



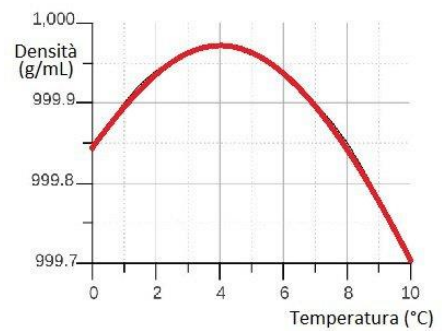


## **A differenza di altre sostanze, l'acqua presenta un comportamento anomalo fra 0°C e 4°C.**

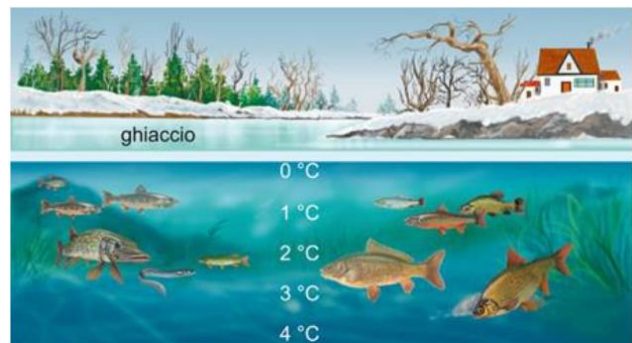
Quando fa freddo e la temperatura diminuisce fino a 4°C, l'acqua si comporta come tutti gli altri liquidi: l'acqua solidifica (si forma il reticolo cristallino) e la densità tende ad aumentare. A temperature inferiori ai 4°C, se calcoliamo la densità, questa risulta diminuire invece che aumentare.

Prendiamo come esempio le acque dei laghi che, all'inizio dell'inverno, si raffreddano a partire dalla superficie.

L'aria fredda inizia ad agire sulla superficie esterna, raffredda l'acqua la cui densità aumenta tanto da farla scendere verso il fondo del lago. A 4°C, abbiamo la massima densità e quindi sul fondo del lago avremo acqua a quella temperatura. Man mano che l'acqua si raffredda, il reticolo cristallino che si forma per la sottrazione di calore forma delle "maglie" sempre più larghe: il volume aumenta gradualmente man mano che la temperatura diminuisce dai 4 agli 0°C con conseguente diminuzione della densità: il ghiaccio, meno denso, è in superficie e galleggia e coprendo la superficie del lago che rimane liquida.



- ✓ Grazie a questa proprietà, l'acqua sotto il ghiaccio non è solida. Questo comportamento ha una importanza fondamentale dal punto di vista biologico: d'inverno mari, laghi e fiumi, gelano soltanto in superficie, mentre al di sotto l'acqua rimane liquida ed in condizioni adatte alla vita. In questo modo animali e piante riescono a sopravvivere anche in climi molto rigidi: la conseguenza è che la vita degli organismi acquatici può continuare.



## ***La sublimazione***

È il passaggio dallo stato solido allo stato di vapore senza che avvenga la fusione.

Il passaggio **richiede molto calore**.

L'acqua non sublima in natura (alle normali temperature e pressioni presenti sul Pianeta), mentre sublimano la canfora, il ghiaccio secco (ossia l'anidride carbonica allo stato solido) ed altre sostanze.



## Il brinamento

È il passaggio dallo stato di vapore allo stato solido senza che avvenga la condensazione.

Il passaggio non necessita di energia, **cede calore**.



Il brinamento si verifica in natura quando il vapore acqueo presente nell'atmosfera incontra superfici solide a bassa temperatura e ghiaccia direttamente senza passare per lo stato liquido.

## Proprietà dell'acqua

Dai legami idrogeno derivano alcune **proprietà** dell'acqua. Approfondire tali concetti ci permetterà di spiegare molti dei fenomeni a cui assistiamo in natura.

### La capacità termica

La **capacità termica** è la quantità di calore necessaria perché la temperatura di una sostanza o di un corpo aumenti di 1°C.

L'acqua si scalda e si raffredda lentamente a causa della presenza dei legami idrogeno e questo le attribuisce una capacità termica molto più elevata rispetto ad altri liquidi. Sostanze con forze di coesione minori come ad esempio la benzina o l'alcol, hanno valori di capacità termica inferiori ed evaporano molto più velocemente. Per rompere i legami idrogeno tra le molecole di acqua, invece, serve molto calore e questa *inerzia* limita la tendenza dell'acqua ad evaporare.

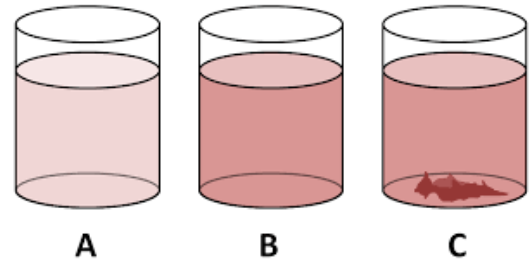
- ✓ Le temperature delle zone costiere, ad esempio, sono influenzate dalla capacità termica del mare che d'estate assorbe lentamente calore e in inverno lo cede altrettanto lentamente. I bacini idrici, influenzano le temperature dei vari ecosistemi terrestri.

### La capacità solvente

Quando mettiamo una sostanza in acqua e questa si scioglie, l'acqua si definisce **solvente**, la sostanza che viene sciolta si chiama **soluto**, mentre l'insieme del *solvente* e del *soluto* si chiama **soluzione**. La maggior parte delle soluzioni acquose appaiono limpide e trasparenti per cui è impossibile riconoscere i singoli componenti visivamente.

La **concentrazione** di una sostanza in acqua è *la quantità in grammi di soluto disciolto in 1 litro di acqua*. Grazie alla **diffusione**, ossia al *movimento casuale e dinamico delle molecole disciolte in un liquido*, la concentrazione di una soluzione è identica in una qualsiasi parte della soluzione stessa.

Una soluzione può essere: diluita (A) quando contiene pochi grammi di soluto, concentrata (B) quando contiene molti grammi di soluto, satura (C) quando il soluto è troppo e la quantità in grammi supera la solubilità della sostanza.



La **solubilità** di una sostanza in acqua è la quantità massima di soluto (in grammi) che può essere sciolta in 100 grammi di solvente. Ogni sostanza ha un suo grado di solubilità in acqua.

In conseguenza del fatto che è un dipolo. L'acqua è in grado di sciogliere sostanze polari.

**Le soluzioni** possono essere formate da acqua e:

a) **sostanze solide** come sale e zucchero

- ✓ La linfa grezza e la linfa elaborata presenti nei canali vascolari delle piante sono formate rispettivamente di *sali minerali* sciolti (l. grezza) e *zucchero* (l. elaborata) sciolti in acqua.
- ✓ Il nostro sangue è una soluzione acquosa nella quale sono disciolti *sali minerali* e *zucchero* (oltre alla componente cellulare e a innumerevoli altre sostanze polari).

b) **sostanze gassose** come ossigeno e anidride carbonica

- ✓ L'*ossigeno* e l'*anidride carbonica* si sciolgono nell'acqua e vengono così trasportate nelle sedi di utilizzo cellulare (nel cloroplasto per la fotosintesi clorofilliana e nel mitocondrio per la respirazione cellulare)

c) **sostanze liquide** come ammoniaca e alcool

### Le miscele

Le sostanze *apolari* non si sciolgono in acqua e si definiscono **insolubili**: unite all'acqua, queste sostanze non formano soluzioni, ma *miscele*:

**emulsioni** miscele di liquidi immiscibili in cui uno è finemente disperso nell'altro; una tipica *emulsione* è la maionese - uovo e olio

**sospensioni** miscele di un solido finemente disperso in un liquido; esempi di sospensione sono il *succo di frutta* (acqua e polpa del frutto) e il *fango* (acqua e argilla).

### Adesione e coesione

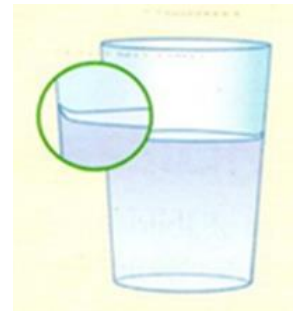
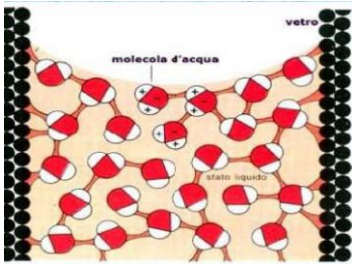
#### Forze di coesione

Le forze che legano fra di loro molecole di una sostanza, si chiamano *forze di coesione*. Queste forze sono particolarmente elevate nei *solidi* e ne garantiscono la compattezza.

Nei *liquidi* sono meno intense, ma sempre di una certa entità. Le gocce d'acqua, per esempio, sono una manifestazione dell'intensità delle forze di coesione. Quando un rubinetto perde, vediamo la formazione di una goccia che rimane compatta (coesa) grazie alle forze di coesione fra le molecole. Quando il peso della goccia è tale da non poter più essere contrastato dalle forze di coesione, i legami che tenevano insieme le molecole si rompono e la goccia cade.

### Forze di adesione

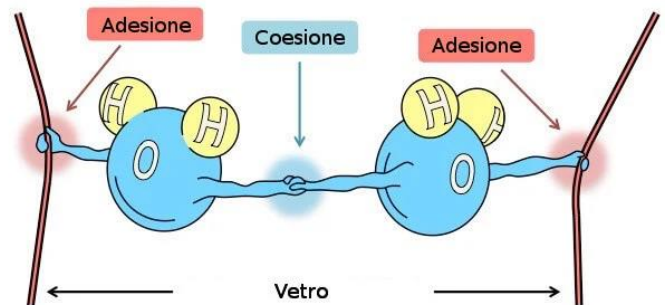
Le deboli attrazioni che si manifestano fra le molecole d'acqua liquida e i materiali di cui sono formati i recipienti in cui viene versata, si chiamano *forze di adesione*. Se guardiamo con attenzione l'acqua contenuta in un bicchiere, vedremo che la sua superficie risale leggermente verso le pareti.



Le forze di adesione sono deboli, ma se il bicchiere avesse un diametro molto inferiore, la somma delle forze di adesione farebbe risalire l'acqua lungo le pareti.

### La capillarità

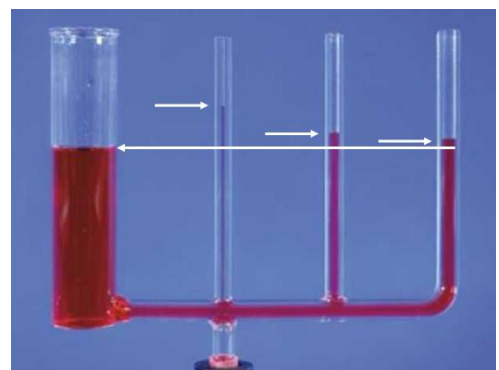
La **capillarità** è il fenomeno che permette all'acqua di risalire in tubicini molto sottili *senza apporto di energia dall'esterno*. È generata dalla *risultante delle forze di adesione e coesione*. Il fenomeno si spiega considerando l'esistenza dei legami idrogeno che tengono unite fra di loro le molecole di acqua e forze di adesione che tendono ad attrarre le molecole di acqua verso le pareti del tubo che la contiene.



Minore è il diametro del tubicino, maggiore risulta la forza di adesione che esercitano le pareti. È come se dovessimo immaginare un "tira e molla" continuo fra le molecole che le porta a salire verso l'alto sfidando la forza di gravità.

I tubicini sottili si definiscono *capillari* (da capello).

- ✓ Nelle piante, l'acqua e i sali minerali (che sono stati assorbiti dal suolo attraverso le radici) compiono il primo tratto di percorso verso l'alto all'interno dello xilema grazie alla capillarità.
- ✓ Sempre grazie alla capillarità i fiori aprono i loro petali

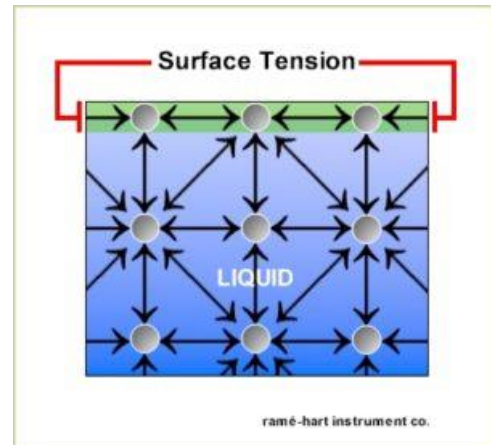


- ✓ Le spugne, come la carta, assorbono acqua e si bagnano (si *imbibiscono*), in quanto costituite da un reticolo di sottilissimi capillari in cui l'acqua sale sospinta dalle forze di coesione.

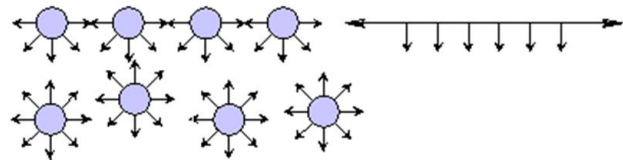
### La tensione superficiale

La **tensione superficiale** di un liquido in fisica è una grandezza che *esprime la resistenza della superficie libera di un liquido*; è dovuta chimicamente all'azione tra le sue molecole (forze di coesione) e si oppone all'aumento della superficie libera a seguito dell'azione delle forze che agiscono su di essa.

Ogni molecola di acqua in un liquido attira le molecole che la circondano (ricordiamoci che l'acqua è un dipolo) ed a sua volta è attratta da esse. Per le molecole che si trovano *all'interno* del liquido, la risultante di queste forze è *nulla* ed ognuna di esse si trova in equilibrio rispetto alle altre. Quando invece queste molecole si trovano *sulla superficie*, a contatto con l'aria, esse vengono attratte dalle molecole sottostanti e da quelle laterali, ma non hanno interazioni con l'esterno.



La risultante delle forze che agiscono sulle molecole di superficie (rappresentate nello schema a sinistra), è *una forza diretta verso l'interno del liquido* (vedere le freccette nello schema di destra).

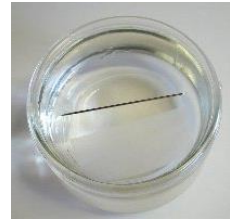


- ✓ La superficie di un liquido si comporta dunque come una membrana elastica che avvolge e comprime il liquido sottostante. Le *gocce* che si formano da un rubinetto (che abbiamo visto si formano per le forze di coesione), sono perfettamente sferiche perché le forze interne tendono alla conformazione più regolare possibile e la tensione superficiale tende alla miglior conformazione possibile.

I legami che caratterizzano la tensione superficiale formano una *pellicola* che copre la superficie del liquido: se entriamo in acqua come un tuffatore esperto, "bucando" la superficie dell'acqua possiamo rompere la tensione superficiale senza subire grossi danni, se invece ci tuffiamo *di pancia* e quindi sbattiamo contro la superficie dell'acqua senza romperne i legami, la sensazione è quella di battere su una superficie dura.



✓ Alcuni insetti e piccoli oggetti leggeri, possono “*appoggiarsi*” sulla *pellicola* presente sulla superficie delle acque.



✓ Un ago, seppur di metallo, può stare appoggiato sulla *pellicola* in superficie se messo con attenzione.

Attenzione a non confondere il galleggiamento con la tensione superficiale: sono due cose molto diverse.

### Il galleggiamento

Un corpo galleggia quando riceve una spinta dal basso verso l'alto di valore direttamente proporzionale al volume del liquido spostato. La densità  $d = m/V$  è inversamente proporzionale al volume e quindi, a parità di massa, un corpo ha una densità minore se il suo volume è maggiore. La densità influenza il peso specifico  $P_s = d \times g$  il cui valore ci permette di prevedere se un corpo galleggerà o meno sull'acqua. Materiali la cui densità, e quindi il peso specifico, è minore dell'acqua (il polistirolo, il legno, un cubetto di ghiaccio) galleggiano; oggetti la cui densità è superiore a quella dell'acqua liquida (il ferro, il vetro, le rocce) affondano.

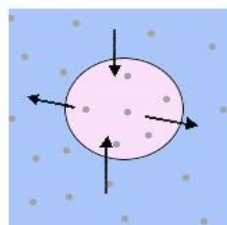
### L'osmosi

Il processo di **osmosi** si verifica quando due soluzioni sono separate fra di loro da una *membrana semipermeabile* (solo il solvente può passare, non il soluto). È un processo di *diffusione spontanea* che non richiede energia dall'esterno durante il quale si osserva il *flusso netto di molecole di solvente* (acqua) da una soluzione più diluita (*s. isotonica*) verso quella più concentrata (*s. ipertonica*). Il risultato finale è che la soluzione più concentrata viene diluita e la differenza di concentrazione viene annullata (*s. isotonica*).

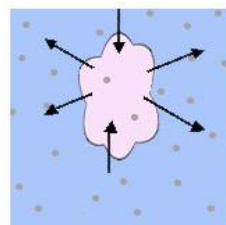
✓ La *membrana cellulare* che circonda ogni cellula è una membrana semipermeabile.

A causa del processo di osmosi la concentrazione di soluti nel liquido in cui si trovano le cellule è molto importante per la

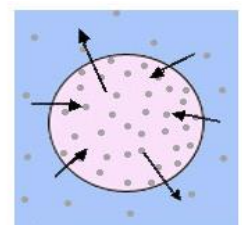
vita delle cellule. A seconda che la soluzione esterna sia isotonica, ipotonica o ipertonica, le cellule si comportano diversamente.



**Cellula in soluzione isotonica.** Se una cellula si trova in una soluzione con una concentrazione di soluti pari a quella intracellulare, il flusso di acqua in uscita è pari a quello in entrata (situazione definita “equilibrio dinamico”).



**Cellula in soluzione ipertonica.** Una cellula posta in una soluzione con una concentrazione di soluti maggiore rispetto a quella intracellulare, vedrà i suoi fluidi uscire all'esterno e “raggrinzirà” (shrinkage).



**Cellula in soluzione ipotonica.** Se una cellula è posta in una soluzione ipotonica, l'acqua tenderà a entrare nella cellula e a gonfiarla (swelling). Se la soluzione è eccessivamente ipotonica, la cellula si gonfierà fino a “scoppiare”.

- ✓ Il processo di osmosi regola l'entrata dell'acqua nelle radici di una pianta, la sopravvivenza dei pesci in acque marine salate, il corretto funzionamento delle vie metaboliche nelle cellule, lo stato idrico delle cellule epidermiche e tantissimi altri fenomeni che influiscono sulla salute di un organismo.

## Le indicazioni Nazionali per il curricolo

Le Indicazioni Nazionali ci suggeriscono gli obiettivi a cui puntare.

Per quanto riguarda l'acqua, la familiarità sensoriale permette di lavorare fin dalle prime classi per approfondire la conoscenza di questo elemento fondamentale. Riportiamo qui i soli obiettivi in cui vengono esplicitamente richiamate le proprietà e le caratteristiche dell'acqua.

### **Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza**

#### *Osservare e sperimentare sul campo*

Osservare, con uscite all'esterno, le caratteristiche dei terreni e delle acque.

Osservare e interpretare le trasformazioni ambientali naturali (ad opera del sole, di agenti atmosferici, dell'acqua, ecc.) ...omissis...

Avere familiarità con la variabilità dei fenomeni atmosferici (venti, nuvole, pioggia, ecc.) ...omissis...

### **Obiettivi di apprendimento al termine della classe quinta**

#### *Oggetti, materiali e trasformazioni*

...omissis... realizzare sperimentalmente semplici soluzioni in acqua (acqua e zucchero, acqua e inchiostro, ecc).

#### *Osservare e sperimentare sul campo*

...omissis...; osservare le caratteristiche dell'acqua e il suo ruolo nell'ambiente.