

La chimica facile di ogni giorno

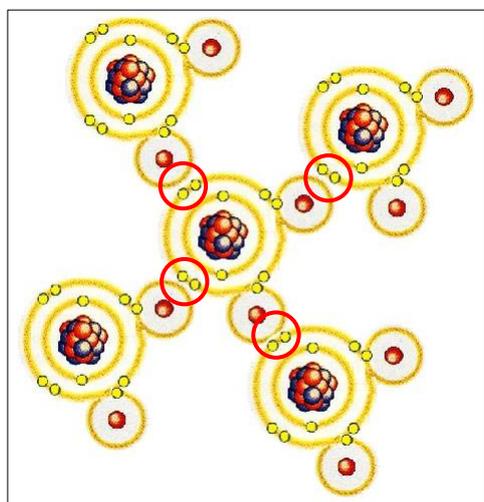
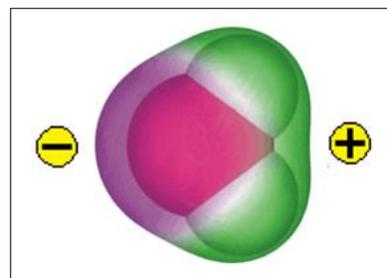
Roberto Della Loggia

LEZIONE 3

Le meraviglie dell'acqua

L'acqua è la molecola più importante per la vita. Infatti abbiamo visto che noi siamo fatti per più della metà di acqua, tutte le reazioni biologiche avvengono nell'acqua, la vita è nata nell'acqua del mare ed è l'acqua del mare che noi ci portiamo dentro, con poche modifiche. Ciò è possibile perché l'acqua possiede delle proprietà uniche che la distinguono da tutte le altre piccole molecole, in primo luogo quella di essere liquida a temperatura ambiente. Le molecole che abbiamo visto nella lezione precedente – idrogeno, azoto, ossigeno metano ozono, anidride carbonica – a temperatura ambiente sono tutte dei gas, il che significa che le loro molecole sono libere di muoversi e di andare ad occupare tutto lo spazio disponibile. L'acqua invece, pur essendo una delle più leggere, a temperatura ambiente è liquida, il che significa che le sue molecole possono solo “scivolare” l'una sull'altra ma non possono allontanarsi. Cos'è che le tiene legate?

Abbiamo visto che l'acqua è una molecola asimmetrica e che gli elettroni che legano l'idrogeno all'ossigeno passano più tempo dalla parte dell'ossigeno: dalla parte dell'ossigeno c'è una maggior carica negativa mentre dalla parte dei due idrogeni prevale la carica positiva. Quindi, poiché il positivo attrae il negativo, le molecole d'acqua tendono a “mettersi in fila” negativo conto positivo, sono cioè legate da una forza elettrostatica. D'altro canto, sappiamo che gli elettroni preferiscono



stare a coppie sull'orbitale più esterno; ora, gli atomi di idrogeno hanno praticamente perso il loro elettrone, che passa la maggior parte del suo tempo sull'ossigeno, mentre l'ossigeno ha due coppie di elettroni che non sono impegnate in legami con l'idrogeno. Ciò che succede è che l'ossigeno “presta” queste coppie libere di elettroni all'idrogeno di un'altra molecola d'acqua formando quello che viene chiamato *ponte a idrogeno* e che lega le due molecole.

Il ponte a idrogeno è un legame un po' più debole di quello normale ma contribuisce a tener legata una molecola d'acqua ad altre quattro che le stanno intorno, come mostrato nell'immagine a lato dove i quattro ponti idrogeno sono evidenziati da un cerchietto rosso.

In definitiva, l'acqua è liquida a temperatura ambiente perché le sue molecole sono molto legate tra di loro:

- da legami idrogeno;
- dall'attrazione elettrostatica.

Tutti sanno che se scaldiamo l'acqua fino a 100 gradi questa bolle, cioè si trasforma in vapore. Cos'è successo? Scaldando l'acqua forniamo sotto forma di calore l'energia necessaria a spezzare tutti i legami di cui abbiamo detto sopra e le molecole d'acqua sono libere di andarsene ognuna per conto suo.

Questo spiega anche perché il vapore acqueo scotta tanto. Quando avviciniamo la mano ad una fonte di vapore, come una pentola in ebollizione, l'acqua gassosa a contatto con le dita, che sono fredde, ridiventa liquida e cede alle dita il calore che era stato necessario per rompere tutti i legami e trasformarla in gas. E ciò provoca un improvviso forte aumento della temperatura della pelle.

Quando invece raffreddiamo l'acqua togliamo energia e, arrivati a zero gradi non ce n'è più neanche per permettere alle molecole di scivolare l'una sull'altra: si forma il ghiaccio, cioè acqua solida.



La tensione superficiale

Normalmente, la forza di gravità schiaccia l'acqua all'interno del recipiente che la contiene, ma quando l'acqua non è soggetta alla gravità, ad esempio una goccia che cade o una quantità d'acqua in una stazione spaziale, essa tende ad assumere una forma sferica. Come mai?



Abbiamo visto che ogni molecola d'acqua è legata ad altre quattro ed inoltre attira quelle vicine; questo va bene per una molecola che sia in mezzo ad una massa d'acqua, ma quelle che si trovano alla superficie hanno meno possibilità di fare legami, quindi cercheranno di lasciare la superficie e di entrare nella massa.

In altre parole, una massa d'acqua tende a ridurre al massimo la superficie esposta all'aria e la sfera è proprio la forma che ha la minor superficie per un dato volume. Questa tendenza a ridurre la superficie in contatto con materiali che, come l'aria o i grassi, non formano legami con l'acqua costituisce una forza chiamata tensione superficiale.

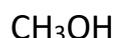
È grazie alla tensione superficiale che certi insetti riescono a camminare sull'acqua o che gli uccelli acquatici riescono ad emergere dall'acqua asciutti.

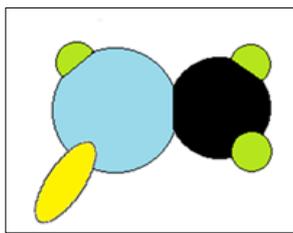
La solubilità

Acqua ed olio non si mescolano, è noto a tutti. Ma come mai, cosa impedisce all'olio di mescolarsi all'acqua?

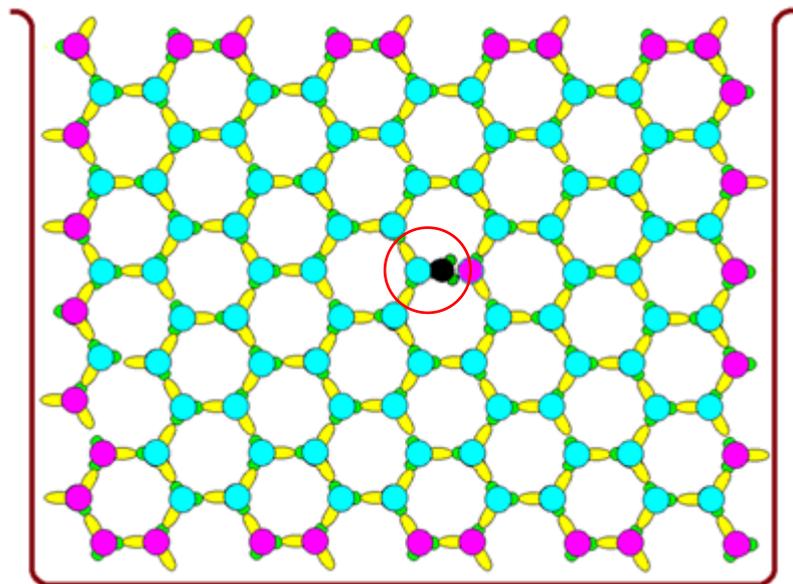
Qui entra in gioco la tensione superficiale, cioè il numero di molecole d'acqua che sono alla superficie di contatto e che, come abbiamo visto, non gradiscono questa situazione; potremmo chiamarle molecole "a disagio".

Consideriamo la molecola di alcol metilico che ha la formula:





In pratica è una molecola d'acqua nella quale al posto di un idrogeno c'è un carbonio legato a tre idrogeni, tutta roba che non fa legami con l'acqua. Nell'immagine qui a lato, che rappresenta una molecola di alcol metilico, si riconosce l'ossigeno (in azzurro) con il suo idrogeno (in verde) e una delle sue coppie di elettroni liberi (in giallo, l'altra è dietro all'ossigeno e non si vede); accanto c'è il carbonio (in nero) con due dei suoi idrogeni (il terzo sta dietro).



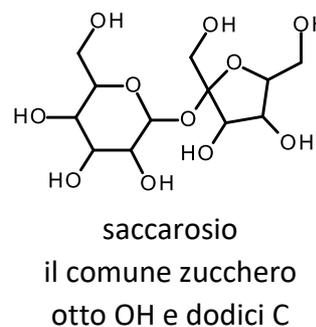
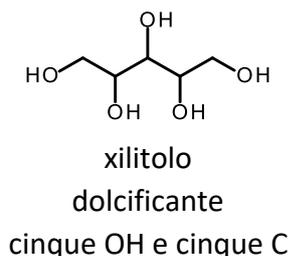
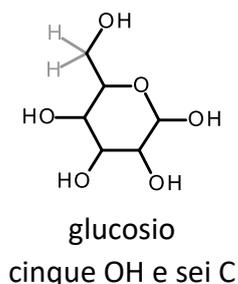
Immaginiamo ora di mettere questa molecola di alcol metilico in un recipiente pieno d'acqua, come rappresentato qui a lato. Si vedono le molecole "a disagio" ai bordi (in viola) e si nota che la presenza dell'alcol metilico (nel cerchietto rosso) fa sì che una sola molecola d'acqua (in viola) non possa fare tutti i suoi legami. Questo piccolo "disturbo" è perfettamente assorbibile dal sistema e l'alcol metilico si mescola senza problemi con l'acqua, cioè è solubile in acqua. L'unica cosa che noteremo è che se facciamo

bollire dell'acqua in cui è sciolto dell'alcol metilico, vedremo che questa bolle a meno di cento gradi perché ci sono meno legami da rompere. Lo stesso accade con l'alcol etilico, che ha un carbonio in più dell'alcol metilico.

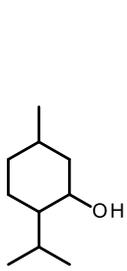
Se però cercassimo di mettere in acqua una molecola di colesterolo, che ha lo stesso gruppo OH dell'alcol metilico ma ben 27 atomi di carbonio, vedremmo che questo creerebbe un "disturbo" non sopportabile e la molecola verrebbe espulsa dall'acqua. In altre parole il colesterolo non è miscibile con l'acqua (ed infatti per essere trasportato nel sangue, che è un mezzo acquoso, viene inserito all'interno di grosse proteine solubili, le famigerate LDL e HDL, ma questa è un'altra storia, che però ci dice che questa cosa della solubilità in acqua ha molto a che vedere con la nostra vita).

In definitiva, una molecola sarà tanto più solubile in acqua quanti più gruppi OH possiede perché può formare più legami con l'acqua.

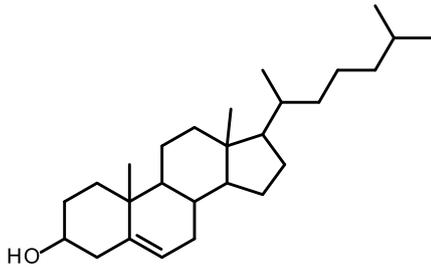
Possiamo vederlo da alcuni esempi di *sostanze solubili*:



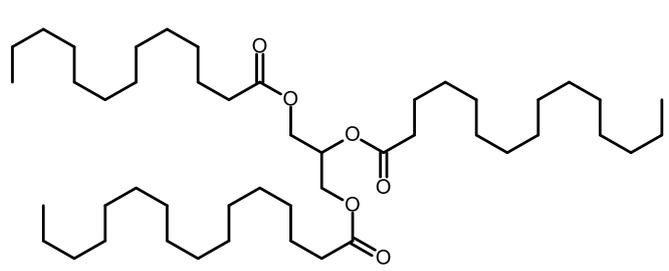
Tra le sostanze *insolubili* potremo citare



mentolo
un OH e
dieci C



colesterolo
un OH e ventisette C



trigliceride
nessun OH e quarantasette C

Le grandi molecole insolubili in acqua come il colesterolo ed i trigliceridi sono chiamate **grassi**.