

La chimica facile di ogni giorno

Roberto Della Loggia

LEZIONE 4

Il mistero del pH

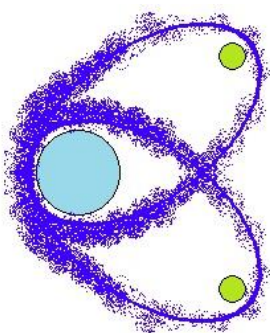
Sulle confezioni di molti prodotti, in particolare cosmetici, troviamo l'indicazione del valore del pH. Di che cosa si tratta?

I chimici ci dicono che:

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

il che significa che con la sigla pH si indica il *cologaritmo in base 10 della concentrazione degli idrogenioni*. Incomprensibile, vero?

Vediamo allora di renderlo più chiaro, senza ricorrere alla matematica superiore.

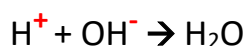


Torniamo alla nostra molecola di acqua. Ricorderete che i due atomi di idrogeno sono legati a quello di ossigeno grazie alla coppia di elettroni messa in compartecipazione; ricorderete anche che l'ossigeno ha una forte tendenza ad attrarre elettroni e che di conseguenza questi passano la maggior parte del loro tempo lontani dai nuclei di idrogeno. Accade quindi che c'è una probabilità, anche se molto piccola, che in un dato momento uno degli idrogeni sia completamente privo di elettroni, potremmo

dire che sia ridotto ad un protone "nudo"; quindi non sarà più legato alla molecola d'acqua e potrà allontanarsene. Avendo perso il suo elettrone, avrà una carica positiva mentre il resto della molecola si trova con un elettrone in più e quindi avrà una carica negativa. Tutto questo viene espresso dalla seguente reazione:



Atomi e molecole che non sono più neutri perché hanno perso o acquistato elettroni sono detti *ioni*; la nostra molecola d'acqua si è dissociata in uno ione positivo, lo idrogenione di cui alla definizione di pH cioè il protone, ed uno ione negativo, detto ossidrione (nome difficile: chiamiamolo semplicemente OH meno). Naturalmente, dato che positivo e negativo si attraggono, il protone fuggitivo ritornerà subito sull'OH meno e si ricostituirà la molecola di acqua neutra:



Tuttavia per un brevissimo periodo il protone sarà rimasto libero e ci possiamo chiedere quanti siano normalmente questi protoni liberi nell'acqua. Il conto è presto fatto: tenendo presente il famoso numero di Avogadro, sappiamo che in una goccia (20 mg) di acqua di sono la bellezza di:

1.730.555.555.555.560.000.000 molecole.

Di queste solo una piccolissima parte è, in ogni istante, dissociata e precisamente:

173.055.555.555.556

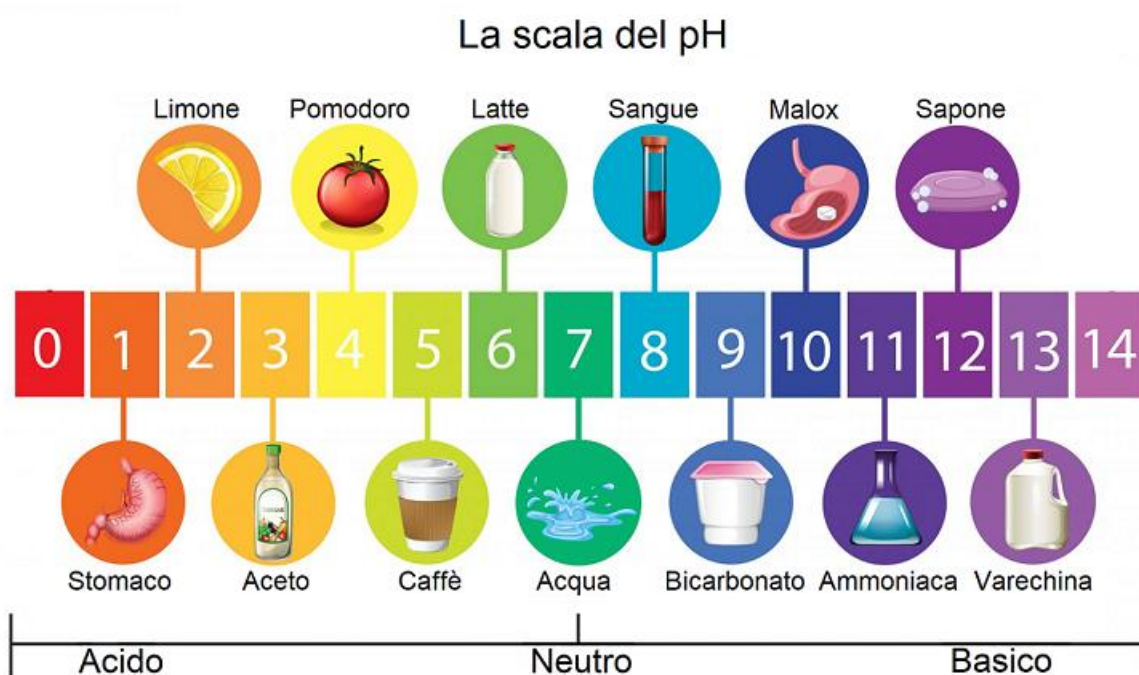
La concentrazione di ioni idrogeno (protoni) sarà data dal numero di molecole dissociate diviso per il numero di molecole totali. Il conto è molto facile e dà come risultato 1 molecola su 10.000.000, cioè nell'acqua pura una molecola su dieci milioni è dissociata in 1 protone ed un OH meno. Comunque, l'acqua è **sempre** ionizzata, checché ne dica la pubblicità di certe acque commerciali.



Uno su dieci milioni si può scrivere anche come 10^{-7} . Ecco, quel 7, cioè il numero di zeri in 10.000.000, è il valore del pH dell'acqua pura.

Troppo complicato? Forse, ma a noi basta tener presente che se il pH di una soluzione è 7 vuol dire che ci sono esattamente tanti H^+ più quanti OH meno. Se il pH è più basso vuol dire che, per ragioni che vedremo più avanti, ci sono più H^+ e diremo che la soluzione è **acida**; se il pH è più alto di 7 vuol dire che ci sono più OH meno che H^+ e diremo che la soluzione è **basica**.

Qualche esempio chiarirà la cosa.



Dalla figura qui sopra possiamo capire che il latte (non quello andato a male) è leggermente acido: pH 6 significa che gli H^+ sono 10 volte più abbondanti che nell'acqua pura; il pH 5 del caffè significa che gli H^+ sono 100 volte più abbondanti e così via. Dall'altra parte possiamo vedere che il sangue, con pH 8, è leggermente basico ed ha 10 volte meno H^+ e quindi 10 volte più OH meno dell'acqua pura; la varechina è molto basica ed ha 1 milione di OH meno in più dell'acqua pura.

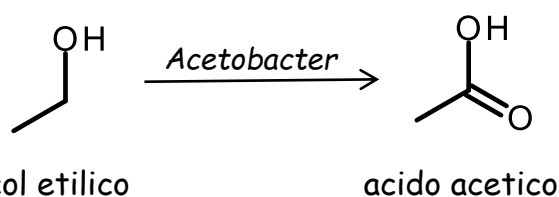
Le sostanze che liberano H^+ , cioè protoni, sono dette **acidi**.

Le sostanze che liberano OH meno o che assorbono protoni, sono dette **basi**.

L'aceto e le tre sode

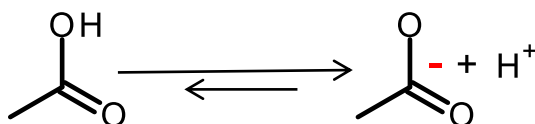
Perché è acido l'aceto?

L'aceto contiene l'acido acetico che il batterio *Acetobacter aceti* ha prodotto dall'alcol etilico del vino. La reazione si può scrivere così:



In altre parole il batterio attacca un atomo di ossigeno all'alcol etilico.

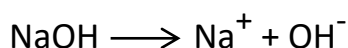
Anche il protone dell'OH dell'acido acetico può staccarsi, lasciando il proprio elettrone sull'ossigeno, ma in questo caso la carica negativa non resta sul primo ossigeno ma si distribuisce anche sul secondo, quello aggiunto dall'*Acetobacter*. In questo modo essa risulta diluita su una superficie più ampia e avrà meno forza per riattrarre il protone (freccia più piccola), di conseguenza ci saranno più H^+ liberi, cioè avremo un pH acido.



Tra le sostanze basiche possiamo citare le cosiddette tre sode:

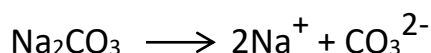
- la **soda caustica** (idrossido di sodio, NaOH);

l'idrossido di sodio messo in acqua si dissocia completamente, quindi ogni molecola di NaOH produce un OH meno; ne deriva che la soda caustica è una sostanza molto basica;

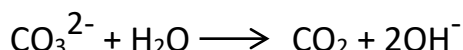


- la **soda Solvay** (carbonato di sodio);

il carbonato di sodio messo in acqua si dissocia in ioni sodio (Na^+) e ioni carbonato (CO_3^{2-});



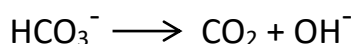
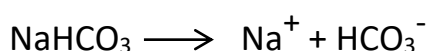
gli ioni carbonato reagiscono in parte con l'acqua formando OH meno e CO_2 (anidride carbonica)



poiché la reazione del carbonato con l'acqua è solo parziale, la quantità di OH meno prodotta è minore di quella prodotta dalla soda caustica. La soda Solvay è meno basica della soda caustica ma lo è ancora a sufficienza affinché le nostre nonne la usassero per sgrassare le stoviglie.

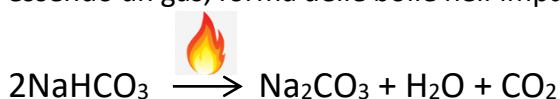
- la "**baking soda**" (in italiano: bicarbonato di sodio);

il bicarbonato di sodio (NaHCO_3) in acqua si dissocia in ione sodio (Na^+) e ione bicarbonato (HCO_3^-) il quale in parte si decompone formando OH^- e CO_2 ;



anche in questo caso la decomposizione è parziale ed il numero di OH^- liberati è ancora minore, quindi il bicarbonato di sodio è meno basico della soda Solvay.

Gli anglosassoni chiamano il bicarbonato di sodio "baking soda" che significa *soda per infornare*, cioè lievito. Infatti all'alta temperatura di un forno, il bicarbonato di sodio messo in un impasto si decompone liberando molta anidride carbonica che, essendo un gas, forma delle bolle nell'impasto e lo fa lievitare:



Anche l'ammoniaca (NH_3), un gas, sciolto in acqua dà una soluzione basica ma con un meccanismo diverso: essa tende a catturare protoni e così in soluzione rimangono più OH meno:

