

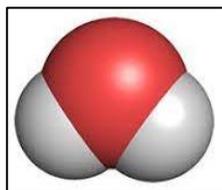
La chimica facile di ogni giorno

Roberto Della Loggia

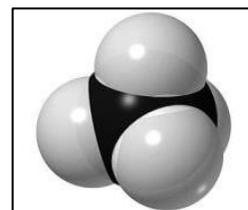
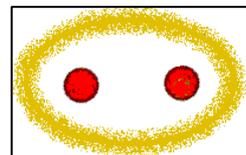
LEZIONE 2

Le molecole

Le molecole sono gruppi di atomi legati tra loro; il legame è costituito dalla messa in comune di alcuni elettroni. Nel caso dell'idrogeno, due atomi si uniscono ed i due elettroni formano una nuvola di carica elettrica negativa che abbraccia i due nuclei, si forma cioè un **orbitale molecolare**. È questa nuvola negativa che respinge le nuvole negative di altre molecole e rappresenta la "forma" della molecola. Così la forma di una molecola d'acqua, un



atomo di ossigeno e due di idrogeno, può essere immaginata come nell'immagine a qui sinistra. Invece il metano, un atomo di carbonio e quattro di idrogeno lo possiamo immaginare più o meno come quest'altra immagine qui a destra.



Il linguaggio della chimica

Le immagini qui sopra danno un'idea della forma delle molecole ma sono poco adatte a descrivere molecole più grandi e soprattutto non permettono di descrivere come le molecole interagiscono tra di loro, cioè le reazioni chimiche. A questi scopi i chimici hanno messo a punto un modo di rappresentare le molecole che costituisce il linguaggio della chimica, così come il rigo musicale con i vari segni costituisce il linguaggio della musica. Chi conosce il linguaggio della musica riconosce facilmente nel rigo qui sotto il famoso inizio della Quinta di Beethoven, ma per chi non conosce quel linguaggio si tratta solo di segni senza significato.



Anche per comprendere le formule chimiche e le reazioni tra le molecole è indispensabile conoscere il linguaggio della chimica che, in maniera un po' semplificata ma più che sufficiente per i nostri scopi può essere riassunto nei seguenti punti:

- Gli atomi di un dato elemento si indicano con una lettera maiuscola, spesso seguita da una minuscola, derivate dall'iniziale del nome latino dell'elemento:

H indica l'**idrogeno**, da *Hydrogenum* (dal greco *hydros* (acqua) e *genos* (generare)).

He indica l'**elio**, da *Helium* (nome del Sole in latino, dove l'elio è stato individuato per la prima volta).

C indica il **carbonio**, da *Carbo* (carbone).

N indica l'**azoto**, da *Nitrogenum* (che genera il *nitron*, salnitro); il termine italiano si riferisce al fatto che non maniene la vita.

O indica l'**ossigeno**, da *Oxigenum* (dal greco *oxys* (acido) e *genos* (generare)).

S indica lo **zolfo**, da *Sulphur* (zolfo).

P indica il **fosforo**, da *Phosphorus* (dal greco *phosphoros*, che dà luce).

Na indica il **sodio**, da *Natrium* (sodio).

K indica il **potassio**, da *Kalium* (potassio, da cui il termine alcalino).

Cl indica il **cloro**, da *Chlorum* (dal greco *chloros*, verde).

Ca indica il **calcio**, da *Calx* (calce)

eccetera.

Per indicare una molecola si usa la una **formula**. La *formula grezza* contiene l'indicazione di quali e quanti atomi ci sono in una data molecola:

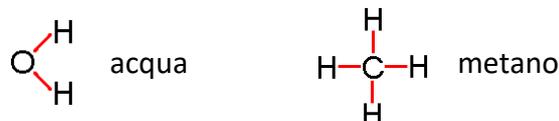
H_2O indica l'acqua, cioè un atomo di ossigeno legato a due atomi di idrogeno;

CH_4 indica il metano, cioè un atomo di carbonio legato a quattro atomi di idrogeno;

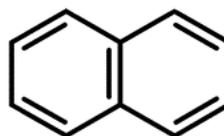
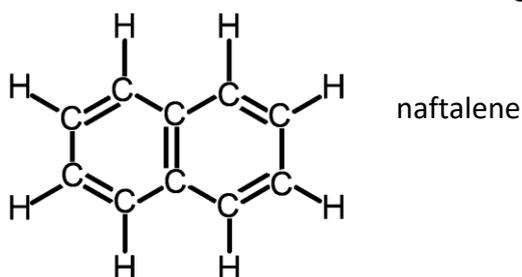
$C_{10}H_8$ indica il naftalene (la comune naftalina), cioè dieci atomi di carbonio legati a otto atomi di idrogeno.

Le formule grezze però non dicono nulla su come gli atomi della molecola sono legati tra loro. Nel caso di molecole molto semplici come il metano i legami si intuiscono facilmente ma per molecole appena più complesse come ad esempio il naftalene servono altre informazioni per capire come i dieci atomi di carbonio sono legati tra loro e con gli otto atomi di idrogeno. Si possono allora utilizzare le *formule di struttura* nelle quali vengono rappresentati anche i legami tra gli atomi.

- Il legame tra due atomi, costituito da due elettroni messi in comune, si indica con un trattino:



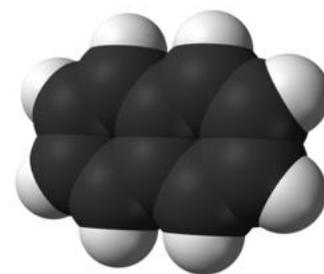
- Il legame doppio, costituito da quattro elettroni, si indica due trattini:



Per le molecole organiche, costituite cioè da catene di atomi di carbonio si applicano alcune semplificazioni:

- gli atomi di carbonio in genere non si segnano; resta sottinteso che al termine di ogni trattino che rappresenta un legame c'è un atomo di carbonio;
- gli atomi di idrogeno legati ad un carbonio non si segnano; resta sottinteso che dove un carbonio sembra avere solo tre legami c'è un legame con un idrogeno; se appaiono solo due legami per un carbonio è sottinteso che a quel carbonio sono legati due idrogeni. Ad esempio, la molecola del naftalene (naftalina) viene semplificata come rappresentato più sopra.

Ricordiamo però che in questo modo si rappresenta solo lo scheletro di una molecola, in cui non compare lo spazio occupato dagli elettroni che costituisce la “forma” della molecola. Tenendo conto anche degli elettroni il naftalene può essere rappresentato come nell’immagine qui a lato.



Pesi atomici e pesi molecolari

Quanto pesa una molecola di acqua? Molto poco:

0,000000000000000000000003 g

Appare chiaro che grammi o anche milligrammi non sono unità di misura adatte ad atomi e molecole. È molto più semplice prendere come unità di misura il peso dell’atomo più piccolo cioè quello dell’idrogeno, che poi è quello del protone dato che l’elettrone pesa 2.000 volte di meno quindi è come se non ci fosse.

Il peso di un atomo di qualsiasi elemento è quindi dato dal numero di protoni (p) più il numero dei neutroni (n) presenti nel suo nucleo ed è detto *peso atomico* (PA) di quell’elemento.

H (1p, 0n) → PA = 1

He (2p,2n) → PA = 4

C (6p,6n) → PA = 12

N (7p,7n) → PA = 14

Na (11p,12n) → PA = 23

P (15p,16n) → PA = 31

S (16p,16n) → PA = 32

Cl (17p,18n) → PA = 35

Ca (20p,20n) → PA = 40

Gli isotopi

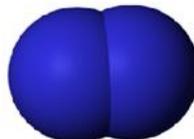
Il numero di neutroni nel nucleo dell’atomo di un elemento non è fisso. Ad esempio su 100.000 atomi di idrogeno, quindici hanno nel nucleo oltre al protone anche un neutrone e quindi un peso atomico di 2. L’atomo di *idrogeno pesante* è chiamato **deuterio** ed ha le stesse proprietà chimiche dell’idrogeno normale, cioè dà le medesime reazioni, ad esempio due atomi di deuterio possono unirsi ad uno di ossigeno per formare acqua. Questa *acqua pesante* è praticamente uguale all’acqua normale, solo pesa il 10% in più, congela a 4°C e bolle a 101°C. Esiste anche un rarissimo isotopo dell’idrogeno con due neutroni, il **trizio** che è instabile e si trasforma in elio emettendo radiazioni; si tratta quindi di un isotopo radioattivo dell’idrogeno.

Gli isotopi più abbondanti degli atomi più leggeri hanno un numero di neutroni più o meno pari a quello dei protoni, ma man mano che il peso atomico aumenta i neutroni tendono a superare il numero dei protoni. Ad esempio l’oro (**Au** da *Aurum*, oro in latino) di cui abbiamo parlato all’inizio ha 79 protoni e ben 118 neutroni.

Il *peso molecolare* (PM) è dato dalla somma dei pesi atomici degli atomi che costituiscono una molecola.



Idrogeno H₂ PM = 2 (2 x 1)



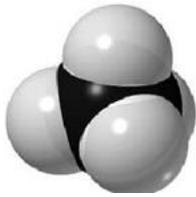
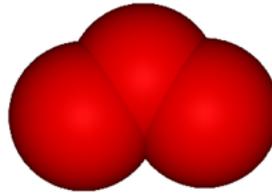
Azoto N₂ PM = 28 (2 x 14)



Ossigeno O₂ PM = 32 (2 x 16)



Acqua H₂O PM = 18 (16 + 2)

Metano CH_4 PM = **18** (12 +4)Ozono O_3 PM = 48 (16 x 3)Anidride carbonica CO_2 PM = 44 (12 + 2x16)

Sono riportati qui sopra alcuni esempi di piccole molecole con la loro formula grezza ed il calcolo del peso molecolare. Sono tutte molecole che a temperatura ambiente sono dei gas, tranne l'acqua che pur essendo la molecola più piccola dopo quella di idrogeno, a temperatura ambiente è liquida. Questa singolare caratteristica, le cui ragioni vedremo più avanti, fanno sì che per quanto riguarda la vita l'acqua sia la molecola di gran lunga più importante.

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.