

La chimica facile di ogni giorno

Roberto Della Loggia

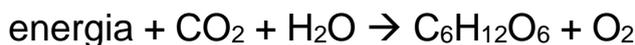
LEZIONE 1

La chimica si occupa di atomi e molecole, cioè delle sostanze di cui è fatto tutto il nostro mondo, e di come atomi e molecole interagiscono tra loro, cioè di reazioni chimiche. Anche la vita è tutta una serie di reazioni chimiche: quando mangiamo un piatto di spaghetti, l'amido di cui sono fatti reagisce nel nostro organismo con l'ossigeno dell'aria che respiriamo. Questa reazione produce energia, che noi utilizziamo per mantenere la temperatura del nostro corpo e per muovere i nostri muscoli (oltre che per tante altre cose) e produce dei "sottoprodotti", anidride carbonica ed acqua, che espelliamo con il respiro.

Tutto questo può essere espresso con la seguente reazione chimica, che al momento può sembrare oscura ma che quando avremo appreso il linguaggio della chimica risulterà molto semplice:



L'amido di cui sono fatti gli spaghetti è stato prodotto dalla pianta del grano attraverso la fotosintesi, un'altra reazione, altrettanto semplice:



cioè la pianta grazie all'energia della luce ha fatto reagire l'anidride carbonica con l'acqua per produrre l'amido e come prodotto di scarto ha emesso ossigeno. È la reazione esattamente inversa della precedente.

Quindi parlare di chimica serve a capire meglio quanto avviene attorno a noi tutti i giorni ed a rispondere a domande che spesso fanno discutere: è meglio lo zucchero di canna o quello di barbabietola? È vero che lo zucchero grezzo è più sano di quello raffinato? Sala di più il sale grosso o il sale fino? Perché si incrosta la lavatrice? Perché spesso in montagna non si riesce mai a sciacquare via il sapone? Perché bollendo gli spaghetti diventano mangiabili?

Ma anche a capire cosa c'è dietro a varie proposte della pubblicità: cos'è l'acqua "micellare"? E l'acqua "ionizzata alcalina"? Cosa vuol dire che un detersivo è "assolutamente naturale"? Come funziona una tintura per capelli? E così via.

Gli atomi

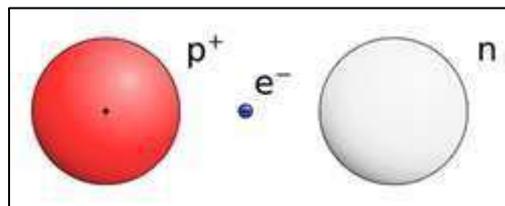
Cominciamo con gli atomi. Fino a pochi secoli fa, si era convinti che tutte le cose fossero costituite da 4 elementi: acqua, aria, fuoco e terra. Ma già nel 400 a.C. un filosofo greco, Democrito, non era convinto che la cosa fosse così semplice ma pensava che tutte le cose fossero formate da vari tipi di pezzetti così piccoli da non poter essere ulteriormente spezzati e li chiamò **atomi** usando il prefisso **a-**, che indica negazione, e la radice **tomo**, che significa tagliare. La teoria atomistica di Democrito ebbe più o meno fortuna sino al Medioevo quando praticamente scomparve; nel Rinascimento si ricominciò a parlare vagamente di atomi ma solo nel Settecento i primi scienziati si resero conto che Democrito aveva avuto ragione. Oggi non solo sappiamo che tutto è fatto di atomi ma sappiamo come sono fatti e come "funzionano"; siamo addirittura riusciti a fotografarli.

Gli atomi sono estremamente piccoli, tanto che una sfera di oro delle dimensioni di una pallina da golf peserebbe un chilogrammo, e sarebbe formata da un numero così grande di atomi da uscire dalla nostra comprensione: tre milioni di milioni di milioni di milioni. In pratica un 3 seguito da 24 zeri. Per cercare di dare un senso ad un numero così grande

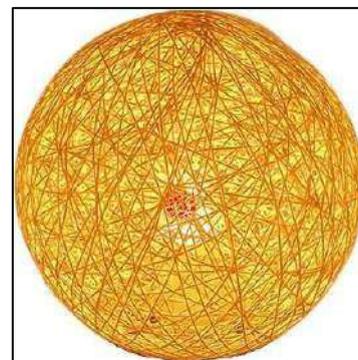
possiamo considerare che se facessimo una pila da tre milioni di monete da un euro raggiungeremmo poco meno dell'altezza del Monte Everest; e una pila di 3 miliardi di euro sarebbe alta più della metà del diametro della Terra. Ma se facessimo una pila con tante monete quanti sono gli atomi in un chilo di oro, la luce ci metterebbe 700.000 anni a percorrerla tutta. Sono proprio piccoli gli atomi, ma di che cosa sono fatti?

Oggi la meccanica quantistica e gli esperimenti negli acceleratori, rispettivamente teoria e pratica, ci hanno fatto capire che gli atomi sono molto complessi, ma questa complessità non riguarda molto la chimica per cui possiamo limitarci a considerare il cosiddetto modello atomico di Bohr, proposto agli inizi del secolo scorso.

Secondo questo modello, gli atomi sono fatti di **protoni**, ognuno con una carica elettrica positiva, **elettroni**, con una carica elettrica negativa, e **neutroni**, senza carica elettrica. Protoni e neutroni hanno circa le stesse dimensioni e stanno nel nucleo,



al centro dell'atomo; gli elettroni ruotano attorno al nucleo e sono duemila volte più piccoli dei protoni: se un protone fosse grande come un'anguria da 10 chili, un elettrone sarebbe grande come una nocciola. Gli elettroni sono molto distanti dal nucleo, tanto che nell'esempio precedente la nocciola girerebbe a più di mezzo chilometro dall'anguria: in pratica gli atomi sono costituiti per la maggior parte da vuoto.

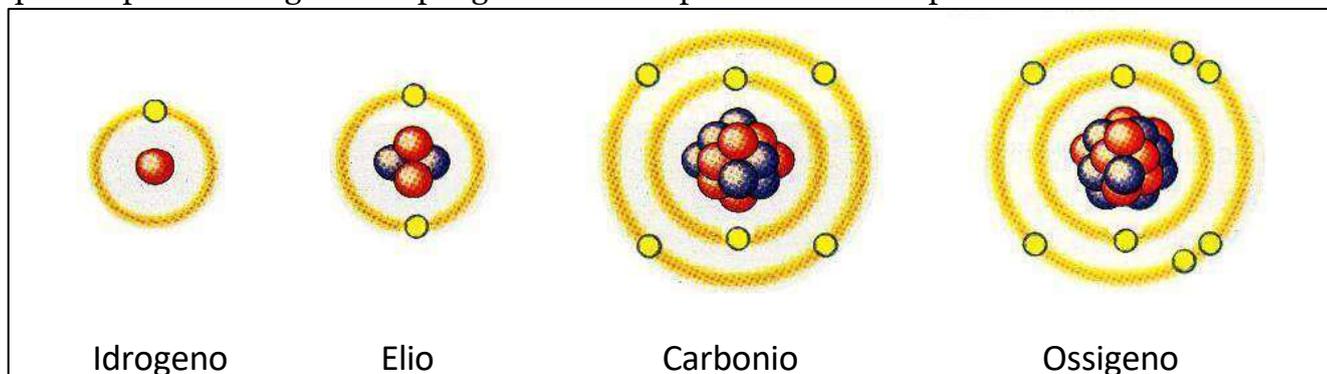


In realtà, gli elettroni non ruotano attorno al nucleo lungo un'orbita come fanno i pianeti intorno al sole. La meccanica quantistica ci dice che non è possibile sapere in che punto esatto

si trova un elettrone in un dato momento, ma che possiamo solo calcolare qual è la probabilità che in un dato momento un elettrone si trovi in un determinato punto; in pratica è come se l'elettrone fosse distribuito tutto attorno al nucleo, come una "nuvola" di probabilità che viene detta **orbitale**.

Gli orbitali si trovano a distanze fisse dal nucleo: quello più interno può ospitare al massimo due elettroni e quello successivo al massimo otto; gli orbitali più esterni riguardano atomi più grandi, dei quali per il momento non ci occupiamo.

In un atomo ci sono tanti elettroni quanti sono i protoni, per cui normalmente la carica elettrica complessiva è nulla; negli atomi più piccoli, i neutroni sono più o meno tanti quanti i protoni. Negli atomi più grandi ci sono più neutroni che protoni.



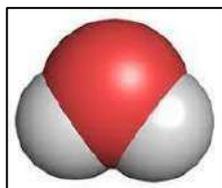
L'idrogeno è l'atomo più piccolo che esista ed ha un protone e un elettrone; l'elio ha due protoni e quindi due elettroni, oltre a due neutroni; il carbonio ha 6 protoni e 6 elettroni,

due sull'orbitale più interno e quattro su quello esterno, oltre a 6 neutroni; l'ossigeno ha 8 protoni, 8 neutroni ed 8 elettroni. Si può osservare che sull'orbitale esterno gli elettroni tendono a viaggiare in coppia.

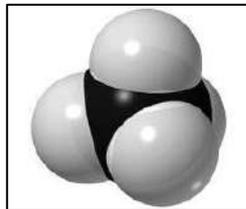
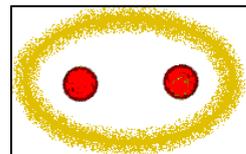
Il numero dei neutroni può variare leggermente, dando luogo ad isotopi di un dato elemento. Ad esempio l'idrogeno ha tre isotopi: quello "normale", il più abbondante, è senza neutroni, mentre il deuterio ha un neutrone e rappresenta meno di 1% del totale; il trizio ha due protoni ma è instabile, e si trasforma lentamente in elio, cioè è un isotopo radioattivo. Gli isotopi hanno le stesse proprietà chimiche ma peso leggermente diverso.

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 mantiene la vita.

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

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

P indica il **fosforo**, da *Phosphorus* (dal greco *phos*, luce e *phoros*, colui che porta, cioè che dà luce, facendo riferimento al fenomeno della fosforescenza).

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).