

2 - IL LINGUAGGIO CHIMICO

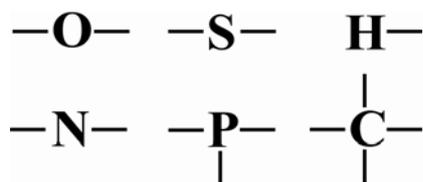
Fra tutte le specie atomiche studieremo soprattutto le seguenti:

carbonio (C) idrogeno (H) ossigeno (O) azoto (N) zolfo (S) fosforo (P)

Si tratta di elementi comuni nel mondo vivente e quattro di essi (primari: C, H, O, N) si incontrano molto frequentemente. Sono costituiti da carbonio (puro o quasi puro) il carbone (sia fossile, sia quello di legna), la fuliggine e la grafite delle matite. Anche il diamante è una forma speciale di carbonio. Il 99 % dell'aria che respiriamo è un miscuglio di ossigeno e azoto in rapporto 1:4. Lo zolfo è un solido giallo chiaro. L'idrogeno è un gas molto leggero ed infiammabile. Il fosforo è un solido rossastro.

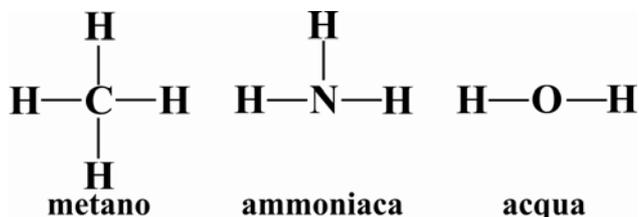
Quasi sempre un atomo si trova associato con uno o più altri. Quando, molto raramente, un materiale è costituito dall'associazione fra atomi tutti della stessa specie, si utilizza il termine "**elemento**" (*sostanza elementare*). Molto più spesso i materiali sono costituiti dall'associazione di due o più specie atomiche diverse; in tal caso si utilizza il termine "**composto**" (*sostanza composta*). Si utilizza il termine "**molecole**" per indicare i gruppi di atomi, uguali o diversi, associati molto strettamente tra loro.

Considerando gli atomi come lettere del linguaggio chimico, le molecole del regno vivente costituiscono le parole. La formazione delle parole chimiche ha precise regole: ogni specie atomica viene rappresentata con il suo simbolo e con tanti tratti intorno, quanto sono i possibili "punti di aggancio" caratteristici di ogni elemento. I tratti (punti di aggancio) vengono detti "**legami**". Gli atomi di ossigeno (O) e di zolfo (S) hanno ciascuno due legami, grazie ai quali possono unirsi ad altri atomi, così

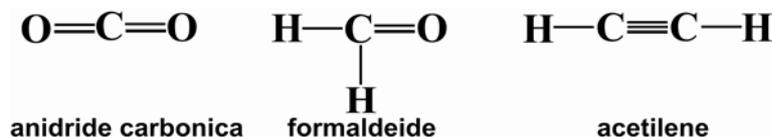


come le lettere dell'alfabeto che compongono le parole sono legate ognuna con una lettera che la precede e con una che la segue. L'atomo di idrogeno (H) ha un solo legame, come una lettera che sta al principio o alla fine di una parola. Gli atomi di azoto (N) e di fosforo (P) hanno la possibilità di formare tre legami, mentre l'atomo di carbonio (C) ne può formare quattro.

È facile costruire semplici molecole con gli atomi, naturalmente con il sistema sopra illustrato. Le prime costruzioni che possiamo sperimentare è attaccare atomi di idrogeno ai punti di aggancio di alcuni degli altri atomi. Come risultato abbiamo le **formule di struttura** di sostanze reali ben conosciute. I chimici conoscono tanto bene le formule di struttura di queste semplici molecole

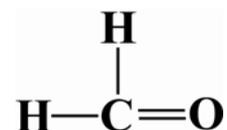


che, di solito, si limitano ad elencare le diverse specie di atomi e, se ci sono più atomi di una stessa specie, ne scrivono il numero accanto al simbolo. Così viene scritto CH₄ il metano, NH₃ l'ammoniaca e H₂O l'acqua. Quelle appena scritte sono le cosiddette "**formule empiriche**" (o **grezze**); esse indicano quali sono le specie atomiche che compongono le molecole ed in quali rapporti numerici. Qualche volta due atomi si

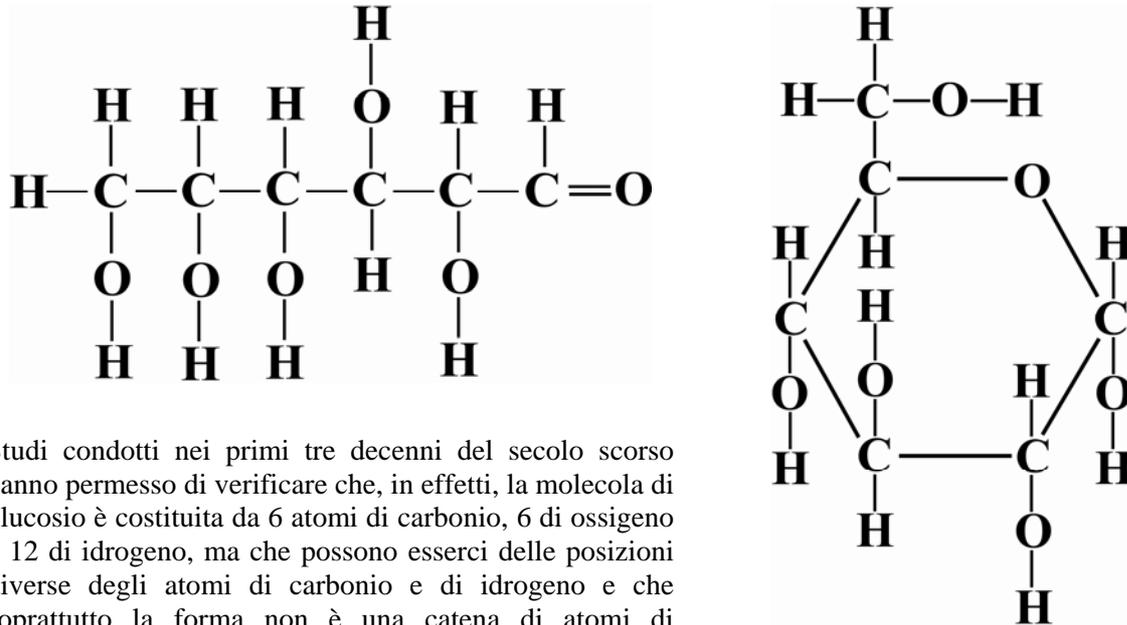


agganciano tra loro con due legami o anche con tre, cioè con legami doppi o tripli; per esempio l'anidride carbonica (CO₂), la formaldeide (CH₂O) e l'acetilene (C₂H₂).

Le sostanze che abbiamo considerato quali esempi sono facili da studiare e da rappresentare mediante il linguaggio chimico. La maggior parte di quelle presenti nella natura che ci circonda e che costituiscono il nostro stesso corpo, sono più difficili da descrivere, non tanto perché le regole cambiano o diventano più complicate, ma soprattutto perché tali sostanze sono formate da molecole più complesse, con un più grande numero di atomi. Consideriamo una sostanza molto importante e neppure fra le più complicate da descrivere: il *glucosio*, uno zucchero. Esso ha formula empirica CH₂O, cioè si tratta di una sostanza formata da atomi di carbonio (C), da un ugual numero di atomi di ossigeno (O) e da un numero doppio di atomi di idrogeno. In una tazzina piena a metà di zucchero (circa 30 grammi), ci sono 600.000 miliardi di miliardi di atomi di carbonio ed altrettanti di ossigeno e 1.200.000 miliardi di miliardi (il doppio) di atomi di idrogeno. Semplice! Applicando le regole succitate la formula di struttura del glucosio potrebbe essere quella a fianco rappresentata.



In realtà la molecola di glucosio è formata da un numero di atomi sei volte più grande, cioè 6 atomi di carbonio, 6 di ossigeno e 12 di idrogeno. Attenzione! Il rapporto numerico fra gli atomi è lo stesso: quelli di idrogeno sono sempre il doppio di quelli di ossigeno e di carbonio, ma la molecola è più grande. Per tale motivo i chimici preferiscono scrivere la formula empirica in modo diverso: $C_6H_{12}O_6$. A questo punto occorre rifare il gioco con le stesse regole, ma questa volta con 24 atomi; il risultato potrebbe essere quello sotto rappresentato.



Studi condotti nei primi tre decenni del secolo scorso hanno permesso di verificare che, in effetti, la molecola di glucosio è costituita da 6 atomi di carbonio, 6 di ossigeno e 12 di idrogeno, ma che possono esserci delle posizioni diverse degli atomi di carbonio e di idrogeno e che soprattutto la forma non è una catena di atomi di carbonio, ma un anello, o meglio una sorta di esagono.

I chimici usano il termine “*struttura ciclica*” ed in particolare la rappresentazione di una particolare forma di glucosio risulta come un anello con 6 vertici di cui 5 occupati da altrettanti atomi di carbonio, mentre il sesto vertice è occupato da un atomo di ossigeno. In questa particolare disposizione le regole sono rispettate: 6 atomi di carbonio con 4 punti di aggancio, altrettanti di ossigeno con 2 punti di aggancio e 12 atomi di idrogeno che possono formare un solo legame. Tutto funziona, ma la struttura della molecola appare piuttosto complicata.

Se volessimo studiare altri esempi di rappresentazione di molecole caratteristiche di sostanze che compongono la materia vivente, scopriremmo ulteriori complicazioni (la molecola che abbiamo appena rappresentato non è una delle più complesse). Data la situazione, conviene allora accontentarci di sapere che le molecole della vita sono assai complicate e che sarebbe necessario un approfondito corso di chimica per poterle descrivere. Ciò non rappresenta, per ora, il nostro obiettivo e ci limiteremo ad utilizzare rappresentazioni molto schematiche e con un livello di approfondimento diverso a seconda delle necessità.

Abbiamo più volte citato le “sostanze della vita”, quelle che compongono il corpo dei viventi; esse possono essere distinte da tutte le altre. In effetti si usa la seguente distinzione:

SOSTANZE ORGANICHE - sono tutti i composti del carbonio, salvo rare eccezioni quali anidride carbonica (CO_2), metano (CH_4), carbonato di calcio ($CaCO_3$),... nella cui formula empirica compare sempre il simbolo del carbonio (C); la loro origine è organogena (fanno parte o hanno fatto parte del corpo di organismi); sono esempi il legno (derivato dai tronchi di alberi), la carta (dalla cellulosa delle piante), la plastica (derivata dal petrolio, dalle antiche origini organogene), il nostro corpo e quello di tutti i viventi (vivi o morti ed i loro residui),... nella maggior parte dei casi combustibili.

SOSTANZE INORGANICHE - sono tutti i composti che non contengono carbonio (con le eccezioni succitate) nella cui formula empirica non compare il simbolo del carbonio; appartengono al dominio minerale e non hanno origine organogena; sono esempi il vetro, le lamiere di un'auto, l'acqua, la roccia,... Nella maggior parte dei casi non sono combustibili.