

## LA NOMENCLATURA CHIMICA

La nomenclatura chimica fornisce un sistema di classificazione che permette di individuare un composto attribuendogli un nome preciso in modo chiaro e senza ambiguità

**"In ogni scienza naturale bisogna distinguere fatti, idee e parole... la parole debbono suscitare le idee; le idee devono rappresentare i fatti; non è possibile perfezionare la scienza senza migliorarne il linguaggio: per quanto siano sicuri i fatti, per quanto siano giuste le idee nate dai fatti, essi traggono in errore se per essi non esiste una espressione precisa. Le nostre argomentazioni scientifiche spesso risultano errate a causa della improprietà del nostro linguaggio.. Nella chimica la fantasia ha avuto una grande parte, dalla fantasia sono derivati i nomi errati e le errate deduzioni" – A.L. Lavoisier (1787)<sup>1</sup>**

Un composto è una sostanza formata dalla combinazione, per mezzo di legami chimici, di più elementi diversi che possono trovarsi allo stato di atomi o di ioni, riuniti in molecole oppure in cristalli non molecolari.

Proprietà	Nome del composto
Colore	<i>Vetriolo verde</i>
Forma cristallina	<i>Nitro cubico,</i>
Qualità organolettica	<i>Zucchero di Piombo</i>
Nome dello scopritore	<i>Sale di Glauber</i>
Proprietà mediche	<i>Sale febri-fugo di Silvius</i>
Modalità di preparazione	<i>Sublimato corrosivo</i>
Terminologia alchemica	<i>Spirito muriatico</i>
Località geografiche di provenienza	<i>Magnesia</i>

**Tabella 1 - Nomi di origine alchemica di alcuni composti chimici**

Il numero dei composti chimici conosciuti è grandissimo e molti di essi sono di origine artificiale<sup>2</sup>, sicché il problema del loro ordinamento e della loro denominazione, o nomenclatura, non rappresenta affatto un'operazione semplice, in quanto è necessario che questa fornisca insieme con il nome anche

indicazioni sulla struttura e sulle proprietà dei singoli composti.

Lo scopo della nomenclature chimica è quindi quello di fornire un sistema di classificazione esauriente e completo che permetta di individuare un composto, attribuendogli in modo chiaro e senza ambiguità un nome preciso, una formula, una struttura molecolare ed una disposizione spaziale nel modo più semplice possibile.

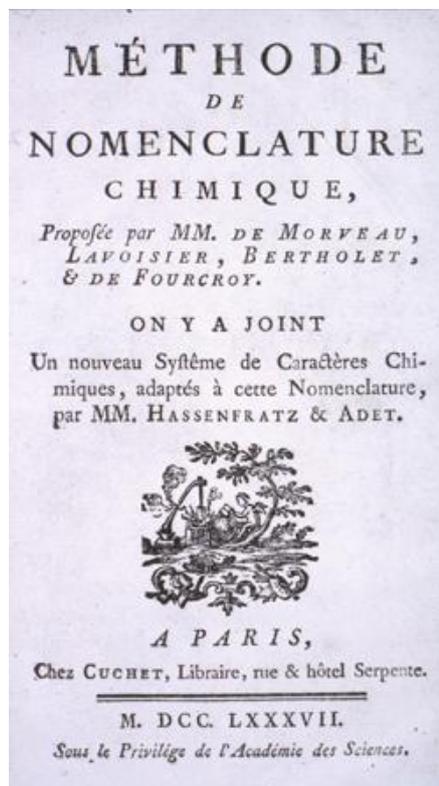
La complessità di trovare un sistema di classificazione soddisfacente è dovuta non solo al grande numero dei composti esistenti, ma anche alla difficoltà di trovare criteri distintivi precisi su cui fondare tale classificazione. Ad esempio prima del secolo XVII, gli alchimisti utilizzavano una terminologia che non aveva alcuna relazione con la

<sup>1</sup> A.L.Lavoisier - *Mémoire sur la nécessité de réformer et de perfectionner la nomenclature chimique*, (1787)

<sup>2</sup> Il Chemical Abstracts Service, una divisione della American Chemical Society, assegna un numero identificativo (numero CAS) a ogni sostanza chimica descritta in letteratura. Attualmente oltre 63 milioni di composti hanno ricevuto un numero CAS e circa 7.000 vengono aggiunti ogni giorno

composizione chimica delle sostanze, che erano indicate, ad esempio, sulla base delle loro proprietà morfologiche, del metodo di preparazione, del materiale da cui avevano origine o dal luogo di provenienza (tabella 1).

Composti come Mercurio, Olio, Spirito o Vetriolo, in senso alchimistico non indicavano sostanze specifiche ma solo lo stato di aggregazione: "mercurio" si diceva di sostanze



**Figura 1** - Frontespizio della prima edizione del *Méthode de Nomenclature Chimique* di Morveau, Lavoisier, Bertholet e Fourcroy (1787)

liquide, pesanti e lucenti; "olio" era usato per indicare liquidi viscosi, "spirito" per liquidi molto volatili; "vetriolo", che significa sostanza simile al vetro, per cristalli lucenti e trasparenti. La mancanza di criteri chiari e accettati da tutti determinava una enorme confusione linguistica, in quanto i nomi erano complicati e spesso privi di significato. Ad esempio, l'ossido di piombo era chiamato "litargirio" (pietra d'argento), benché non contenesse affatto argento.

A differenza degli alchimisti, i chimici moderni ritenevano che la chimica dovesse essere accessibile a tutti, e giudicavano negativamente l'uso di termini inadatti, sottolineando la necessità di adottare una nomenclatura più vicina alla realtà sperimentale.

Nel 1786, per incarico dell'Accademia Francese fu costituita una commissione guidata da Lavoisier a cui facevano parte i chimici Guyton de Morveau, Fourcroy e Berthollet perché si individuasse una nuova nomenclatura chimica.

Il gruppo di Lavoisier terminò il suo lavoro nell'aprile del 1787, pubblicando il *Méthode de nomenclature chimique* (fig. 1), nel quale è riportato un alfabeto di 33 nomi semplici, ciascuno riferito ad ognuno degli elementi allora noti. Il principio di assegnazione dei

nomi utilizzato, partiva dalla distinzione tra le sostanze semplici, gli elementi, indicati da termini singoli, e sostanze composte, indicate da nomi composti.

La commissione decise di mantenere i nomi di uso comune per le sostanze semplici, sostituendo quelli considerati sbagliati con nomi che indicassero le proprietà più generali e caratteristiche degli elementi stessi.

Per i composti formati da due sostanze semplici, Lavoisier si rifece al metodo di classificazione di Linneo, in cui il nome di *classe* o di *genere* è quello che richiama le proprietà comuni a un gran numero di individui, mentre quello di *specie* alle proprietà particolari dei singoli individui.

Ad esempio gli acidi secondo Lavoisier, sono costituiti da due sostanze semplici (il principio acidificante e il principio acidificato): una che determina le proprietà acide, comune a tutti, da cui deriva il nome di classe o genere, e l'altra, caratteristica e diversa in ogni acido, dalla quale deriva il nome specifico. Inoltre, per tener conto del fatto che le due sostanze semplici costituenti possono combinarsi in proporzione

diversa, per indicare i due stati dello stesso acido vennero inseriti suffissi diversi variando la terminazione del nome specifico (ad esempio acido solforico e solforoso)<sup>3</sup>. Dalla nomenclatura restarono esclusi quasi tutti i composti organici, a parte gli acidi e i loro sali, sia per le difficoltà di conoscerne la composizione, sia per il fatto che contengono pochi elementi in molti rapporti differenti.

La nomenclatura di Lavoisier non ha subito sostanziali modifiche per tutto l'ottocento. Essa è stata profondamente modificata in anni recenti per ottenere una più rigorosa rispondenza tra struttura chimica e nome.

Le regole della nuova nomenclatura chimica sono state stabilite dall'Unione Internazionale di Chimica Pura e Applicata (IUPAC, *International Union Pure and Applied Chemistry*) e pubblicate nel 1971. Questa è un'associazione internazionale non governativa il cui scopo è il progresso e la diffusione della chimica a beneficio del genere umano e i cui membri sono le varie società chimiche nazionali.

Nonostante le nuove regole rendano più logiche le denominazioni, esse hanno tuttavia creato difficoltà soprattutto perché alcuni termini tradizionali, entrati fortemente nell'uso comune, continuando ad essere utilizzati, causano sovrapposizione tra le varie nomenclature. Alcuni nomi tradizionali, fortemente radicati nell'uso comune, quali acqua (H<sub>2</sub>O), ammoniaca (NH<sub>3</sub>) o metano (CH<sub>4</sub>), sono stati accettati come internazionalmente validi.

La nomenclatura IUPAC descrive la molecola sulla base della sua composizione in atomi, ovvero esprime la *formula bruta*, evidenziando gli elementi contenuti nella sostanza.

Nelle formula bruta, gli elementi contenuti nella molecola del composto sono indicati con i loro simboli chimici e da un indice numerico che esprime il numero di atomi di quell'elemento presenti nella molecola. La rappresentazione simbolica dei composti chimici va attribuita al chimico Berzelius, il quale escogitò il sistema dei segni letterali per l'esatta espressione della composizione atomica dei composti chimici e che si è mantenuto fino ad oggi. Secondo Berzelius, la formula doveva esprimere in modo preciso di quali elementi un composto è formato e mostrare il relativo numero di atomi di ogni elemento presente. Pertanto egli assegnò ad ogni elemento un simbolo costituito dalle iniziali del suo nome latino o greco. Per gli elementi che presentano la stessa lettera iniziale, utilizzò anche una seconda lettera che, a differenza della prima, doveva essere scritta in minuscolo.

L'insieme dei composti chimici può essere suddiviso in due grandi gruppi: composti inorganici e composti organici.

Fino a primi anni del XIX secolo si riteneva che i due gruppi di composti fossero diversi tra loro: quelli organici presenti esclusivamente negli organismi viventi, mentre i composti inorganici appartenenti al mondo minerale. Si riteneva anche che i primi non potessero essere ottenuti artificialmente e che la loro preparazione avvenisse mediante una non meglio identificata *forza vitale*. Nel 1828, il chimico tedesco Friedrich Wöhler riuscì a sintetizzare in laboratorio l'urea, un tipico composto

---

<sup>3</sup> Antoine Laurent Lavoisier, *Trattato elementare di chimica : presentato in un ordine nuovo dietro le scoperte moderne: con figure* (1791) - <http://catalog.hathitrust.org/Record/009708394>

organico, partendo da un composto inorganico, il cianato di ammonio, senza alcun intervento vitale. Oggi si definiscono composti organici quelli contenenti nella loro molecola uno o più atomi di carbonio. Tutte le altre sostanze, le cui molecole non contengono atomi di carbonio, sono definite inorganiche. Tale criterio ha però un'eccezione in alcuni composti del carbonio, come l'ossido (CO) e il diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), l'acido carbonico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) e i suoi derivati, che a causa delle proprietà più vicine a quelle dei composti minerali, vengono indicati come composti inorganici.

Le sostanze le cui molecole sono costituite da due elementi sono dette composti *binari*, quelle costituite da tre, composti *ternari* e così via.

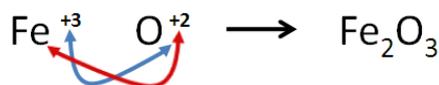
Regola	Esempi
Il numero di ossidazione di tutte le sostanze elementari è uguale a zero	Na, Mg, Fe H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , S <sub>8</sub>
In tutti i composti l'ossigeno ha numero di ossidazione -2, ad eccezione dei perossidi nei quali il n.o. è -1	MgO H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
In tutti i composti l'idrogeno ha numero di ossidazione +1 (ad eccezione degli idruri nei quali il n.o. è -1)	HCl, H <sub>2</sub> O LiH, CuH
Gli ioni monoatomici hanno numero di ossidazione uguale alla carica dello ione	Cu <sup>2+</sup> ha n.o. +2
In uno ione poliatomico la somma algebrica dei numeri di ossidazione di tutti gli atomi è uguale alla carica dello ione	SO n.o. = -2
Nelle molecole neutre la somma algebrica dei numeri di ossidazione dei singoli atomi è uguale a 0	Nell'acqua H <sub>2</sub> O l'idrogeno ha n.o. +1 x 2 atomi = +2 e l'ossigeno ha n.o. -2 x 1 atomo = -2, quindi +2 -2 = 0)
In un legame covalente gli elettroni di legame vengono attribuiti all'elemento più elettronegativo, che avrà numero di ossidazione negativo, mentre tutti gli altri elementi del composto hanno numero di ossidazione positivo	In HCl, il Cl è più elettronegativo e ha n.o. -1, mentre l'H ha n.o. +1

**Tabella 2 - Regole principali per stabilire il numero di ossidazione degli elementi di una molecola**

Le regole di nomenclatura IUPAC per i composti inorganici si basano sul concetto di *numero di ossidazione*. Il numero di ossidazione rappresenta la carica che ogni atomo, in una molecola o in uno ione poliatomico, assumerebbe se gli elettroni di legame fossero assegnati all'atomo più elettronegativo. I numeri di ossidazione (n.o.), rappresentano cariche formali perché vengono attribuite ad atomi presenti nelle molecole, come si trattasse di ioni che si scambiano elettroni e quindi come se tutti i composti avessero carattere ionico. Uno stesso elemento può quindi presentare numeri di ossidazione diversi in molecole diverse.

Per poter stabilire il n.o. di un elemento è necessario conoscere la sua struttura elettronica, l'elettronegatività e il tipo di legame in cui è coinvolto. In tabella 2 vengono riportate alcune regole generali per mezzo delle quali è possibile determinare il n.o. per gli atomi presenti nei composti più comuni.

La formula di un composto binario può essere ricavata mettendo come indice a ciascun elemento il n.o. dell'altro senza il segno + o - :



Per poter stabilire il n.o. di un elemento è necessario

I **composti binari** vengono suddivisi in gruppi di molecole che contengono l'ossigeno, e molecole che non lo contengono. Nelle molecole contenenti l'ossigeno, la parola

*ossido* è seguita dalla preposizione *di* e dal nome dell'altro elemento. Per indicare il numero di ciascun elemento contenuto nella molecola, si usano i prefissi numerali greci (*mono-*, *di-*, *tri-*, *tetra-*, *penta-*, *esa-*, *epta-*). Per i composti in cui non è presente l'ossigeno, il nome si ottiene attribuendo la desinenza *-uro* all'elemento più elettronegativo.

Formula	IUPAC	Tradizionale
FeO	(mono)ossido di ferro	ossido ferroso
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	triossido di diferro	ossido ferrico
Cu <sub>2</sub> O	ossido di dirame	ossido rameoso
CuO	(mono)ossido di rame	ossido rameico
Cl <sub>2</sub> O	ossido di dicloro	anidride ipoclorosa
Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	triossido di dicloro	anidride clorosa
Cl <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pentaossido di dicloro	anidride clorica
Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	eptaossido di dicloro	anidride perclorica
AlH <sub>3</sub>	(tri)idruro di alluminio	idruro di alluminio
NaH	idruro di sodio	idruro di sodio
HF	fluoruro di idrogeno	acido fluoridrico
H <sub>2</sub> S	solfo di (di)idrogeno	acido solfidrico
CaCl <sub>2</sub>	(di)cloruro di calcio	cloruro di calcio
Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	trisolfuro di diferro	solfo ferrico

**Tabella 3 - Nelle formule degli ossidi e delle anidridi, il simbolo dell'ossigeno segue sempre quello dell'altro elemento**

ma se il metallo possiede più n.o., il composto con n.o. più basso prende la desinenza *-oso*, mentre quello con n.o. più alto *-ico*.

Nel caso delle anidridi, se l'elemento ha più di due n.o., si utilizza anche il prefisso *ipo-* nel caso dello stato di ossidazione più piccolo, *per-* per il più grande. Nella tabella

Formula	IUPAC	Tradizionale
KOH	Idrossido di potassio	Idrossido di potassio
Fe(OH) <sub>2</sub>	Diidrossido di ferro	Idrossido ferroso
Fe(OH) <sub>3</sub>	Triidrossido di ferro	Idrossido ferrico
Al(OH) <sub>3</sub>	Triidrossido di alluminio	Idrossido di alluminio

**Tabella 4 - Nella formula degli idrossidi il metallo precede sempre il gruppo ossidrilico OH. L'indice del metallo è sempre 1 mentre quello del gruppo OH corrisponde al n.o. del metallo**

3 vengono riportati alcuni esempi di composti binari. Composti ternari sono costituiti da tre diversi elementi e si suddividono in idrossidi, ossiacidi e sali ternari. Le prime due classi contengono entrambe sia ossigeno che idrogeno, ma nei primi è presente un metallo mentre nei secondi un non metallo

Gli **idrossidi** sono composti di tipo ionico che si formano facendo reagire gli ossidi basici con l'acqua. Il gruppo monovalente caratteristico degli idrossidi è l'ossidrilico OH presente come ione idrossido OH<sup>-</sup>. Secondo tutte le nomenclature gli idrossidi vengono denominati come idrossido di nome del metallo. Nel caso di metalli con più n.o. si

utilizzano i suffissi *-oso/-ico* per la nomenclatura tradizionale e si indicano il numero di gruppi ossidrilici in quella IUPAC (tabella 4)

Formula	IUPAC	Tradizionale
HNO <sub>3</sub>	acido triossonitrico (V)	acido nitrico
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	acido triossosolfurico (IV)	acido solforoso
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	acido tetraossosolfurico (VI)	acido solforico
HClO	acido (mono) ossoclorico (I)	acido ipocloroso
HClO <sub>2</sub>	acido diossoclorico (III)	acido cloroso
HClO <sub>3</sub>	acido triossoclorico (V)	acido clorico
HClO <sub>4</sub>	acido tetraossoclorico (VII)	acido perclorico

**Tabella 5 - Nella formula degli ossiacidi, il simbolo del non metallo segue quello dell'idrogeno e precede quello dell'ossigeno**

Gli **ossiacidi** sono composti che si formano dall'aggiunta di acqua ad anidridi, e il loro nome, nella classificazione tradizionale, deriva da quello dell'anidride da cui derivano. La formula degli acidi si ottiene scrivendo nell'ordine i simboli dell'idrogeno, non metallo e ossigeno (tabella 5).

Nella nomenclatura IUPAC, lo schema seguito è:

**acido** numero atomi ossigeno – **osso** + atomi non metallo – **ico** + (*n.o.* non metallo)

I **sali** sono composti ionici costituiti da un metallo che si presenta sotto forma di ione positivo e da uno ione negativo ottenuto per sottrazione di ioni H<sup>+</sup> da molecole di

Formula	IUPAC	Tradizionale
NaCl	cloruro di sodio	cloruro di sodio
FeBr <sub>3</sub>	tribromuro di ferro	bromuro ferrico
Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	trisolfuro di dialluminio	solfo di alluminio
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	tetraossosolfato di dipotassio (VI)	solfo di potassio
NaHSO <sub>4</sub>	idrogeno solfato di sodio (VI)	solfo acido di sodio
FeCO <sub>3</sub>	triossocarbonato di ferro (IV)	carbonato ferroso
Fe <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	triossotricarbonato di ferro (IV)	carbonato ferrico
NaClO	(mono) ossoclorato di sodio (I)	ipoclorito di sodio
KClO <sub>3</sub>	triossoclorato di potassio (V)	clorato di potassio

**Tabella 6 - Nella formula dei sali binari il simbolo del non metallo segue sempre quello del metallo. Nei sali ternari il simbolo del metallo precede quelli del non metallo e dell'ossigeno**

ossiacidi o di idracidi. La formula si ottiene sostituendo l'idrogeno dell'acido con il metallo. Per i sali binari la desinenza del non metallo è sempre *-uro* e i prefissi corrispondono agli indici delle formule. Per i Sali ternari, la nomenclatura IUPAC utilizza le stesse regole viste per gli ossiacidi.

All'anione si aggiunge il suffisso *-ato* indipendentemente dallo stato di ossidazione del non metallo, e tra parentesi si

indica lo stato di ossidazione in numeri romani. Nella nomenclatura tradizionale i sali derivanti dagli ossiacidi assumono il nome dell'acido corrispondente cambiando le desinenze *-oso* e *-ico* rispettivamente in *-ito* e *-ato*, e aggiungendo quindi il nome del metallo (tabella 6).