

Capitolo 2

Concetti elementari di nomenclatura inorganica

La moderna Tavola Periodica

Gli elementi sono disposti in caselle contenenti numero atomico, simbolo e massa atomica. Nella tavola periodica gli elementi sono **ordinati secondo numero atomico (Z)** crescente da sinistra verso destra all'interno di Periodi e Gruppi. Ci sono 7 periodi e 18 gruppi. Elementi di uno stesso gruppo hanno **proprietà chimiche simili**. Gli elementi si possono classificare in: **metalli, non metalli e semimetalli**. Una linea a scalini divide metalli da semimetalli. Il primo gruppo comprende i metalli alcalini, il secondo comprende i metalli alcalino terrosi, i gruppi 3-12 comprendono i metalli di transizione. Esistono inoltre due serie di elementi di transizione interna, chiamate Lantanidi e Attinidi. Il gruppo 17 comprende gli alogeni, mentre il gruppo 18 comprende i gas nobili.

Il numero di ossidazione

Il **numero di ossidazione (n.o.)** di un elemento rappresenta la **carica formale** che si può attribuire a un elemento in un composto, supponendo che i legami siano di tipo ionico, in modo da assegnare gli elettroni di legame all'elemento più **elettronegativo**.

Regole ed eccezioni:

1. L'idrogeno ha n.o. +1 in tutti i suoi composti, tranne che negli idruri dei metalli alcalini e alcalino-terrosi, in cui ha n.o. -1.
2. L'ossigeno ha n.o. -2 in tutti i suoi composti, tranne che nei perossidi (N_2O_2), in cui il n.o. è -1; nei superossidi (KO_2) in cui il n.o. è -1/2, ed in OF_2 , in cui il n.o. è +2.

Cationi e anioni

Un atomo è una specie elettricamente neutra, un **catione** è una specie con una o più cariche positive, un **anione** è una specie con una o più cariche negative. Un catione monoatomico si forma da un atomo che ha perso uno o più elettroni. Un anione monoatomico si forma da un atomo che ha acquistato uno o più elettroni.

Nomenclatura dei composti binari

I composti binari sono formati da due elementi e possono essere sia ionici che covalenti. Nella loro formula chimica si scrive prima l'atomo più elettropositivo e poi quello più elettronegativo (ex. NaCl, si scrive prima il sodio perché è più elettropositivo), mentre la nomenclatura prevede che si legga prima il nome dell'elemento più elettronegativo aggiunto del suffisso **-uro** seguito dal nome dell'altro elemento (ex. Cloruro di sodio).

Per determinare la formula chimica e la nomenclatura di un composto binario bisogna tenere presenti due punti:

1. La formula chimica di un composto ionico è determinata dal valore delle cariche dei due ioni che devono compensarsi:

Esempio: bromuro di calcio Ca^{2+} e Br^- rapporto tra gli ioni 1:2 $CaBr_2$

Quando il composto è covalente si applica lo stesso criterio sostituendo alle cariche ioniche il numero di elettroni che viene impegnato da ognuno dei due atomi:

Esempio: solfuro di idrogeno H (1 elettrone) ; S (2 elettroni) Rapporto 1:2 H_2S

2. Molti elementi elettropositivi nei composti binari possono assumere più di uno stato di ossidazione. Ad esempio, il ferro può avere N.O. = +2 ed N.O. = +3. Prendiamo per esempio i suoi cloruri, vi sono due alternative:

$FeCl_2$ cloruro ferroso; cloruro di ferro (II); dicloruro di ferro

$FeCl_3$ cloruro ferrico; cloruro di ferro (III); tricoloruro di ferro

La prima alternativa è quella tradizionale in cui viene assegnato il suffisso -oso al N.O. minore ed -ico a quello maggiore; la seconda alternativa permette di indicare tra parentesi in numeri romani lo stato di ossidazione e la terza evidenzia il numero di ioni Cl⁻ coinvolti nella formula, utilizzando appositi prefissi, di-, tri-, etc...

Gli ossidi

L'ossigeno è in tutti i suoi composti binari l'elemento più elettronegativo (salvo che in OF₂) ed i suoi composti binari prendono il nome di **ossidi**. Conviene distinguere, per le loro diverse proprietà, quelli che si formano tra ossigeno e metalli da quelli che si formano tra ossigeno ed atomi non metallici.

Ossidi dei metalli (ossidi basici)

Sono composti ionici e sono dati dall'ossigeno con i metalli dei gruppi I e II e con i metalli di transizione nei loro stati di ossidazione più bassi. A temperatura e pressione ambiente sono dei solidi.

La formula dell'ossido è determinata dalla carica dello ione positivo:

M ₂ O	se il catione è M ⁺	es. Na ₂ O	ossido di sodio
MO	se il catione è M ²⁺	es. CaO	ossido di calcio
M ₂ O ₃	se il catione è M ³⁺	es. Fe ₂ O ₃	ossido ferrico/triossido di ferro/ossido di Fe (III)
MO ₂	se il catione è M ⁴⁺	ad es. ZrO ₂	biossido di zirconio o ossido di zirconio (IV)

Si ottengono per reazione diretta tra il metallo e l'ossigeno.

Ossidi dei non metalli (ossidi acidi)

Ogni elemento non metallico forma, in generale, più di un ossido. Questi ossidi sono di natura covalente poiché la differenza di elettronegatività con l'ossigeno non è sufficiente per avere un legame ionico. Si inseriscono in questa categoria anche gli ossidi dei metalli di transizione nei loro alti N.O. (indicativamente 5,6,7). Vengono detti **ossidi acidi**, mentre un tempo venivano chiamati **anidridi**.

La nomenclatura prevede le medesime regole già viste:

N ₂ O	monossido di azoto o ossido di azoto (I)
NO	ossido di azoto o ossido di azoto (II)
N ₂ O ₃	triossido di diazoto o ossido di azoto (III)
NO ₂	biossido di azoto o ossido di azoto (IV)
N ₂ O ₅	pentossido di diazoto o ossido di azoto (V)

Gli idruri

Sono i composti binari dell'idrogeno.

Idruri dei metalli

Gli idruri dei metalli del I e II gruppo sono ionici e contengono lo ione H⁻; il metallo è lo ione positivo:

MH	se il catione è di tipo M ⁺	NaH	idruro di sodio
MH ₂	se il catione è di tipo M ²⁺	CaH ₂	idruro di calcio

Idruri dei non metalli

Sono composti covalenti, gassosi o liquidi a temperatura e pressione ambiente. I più importanti sono quelli del carbonio, detti **idrocarburi**. Per quanto riguarda la nomenclatura, quando l'idrogeno è legato ad un atomo più elettronegativo come lo zolfo o un alogeno, i composti sono detti solfuri e alogenuri e non idruri. Alcuni idruri di non metalli hanno un nome comune:

H ₂ O = acqua	NH ₃ = ammoniaca	CH ₄ = metano
--------------------------	-----------------------------	--------------------------

Nomenclatura dei composti ternari

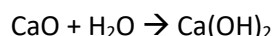
I composti ternari sono costituiti da tre elementi.

Gli idrossidi

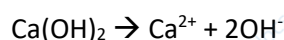
Si dicono idrossidi i composti ternari in cui idrogeno e ossigeno sono associati ad un metallo (del I o II gruppo od un metallo di transizione in un basso stato di ossidazione). Sono composti ionici formati dallo ione positivo del metallo e dallo ione **OH⁻** (**ione ossidrilico**).

MOH	se lo ione è M ⁺	ex. NaOH	idrossido di sodio
M(OH) ₂	se lo ione è M ²⁺	ex. Ca(OH) ₂	idrossido di calcio
M(OH) ₃	se lo ione è M ³⁺	ex. Fe(OH) ₃	idrossido ferrico

Si formano per reazione di addizione di acqua ad un ossido metallico (cioè ad un ossido basico).



Molti idrossidi sono solubili in acqua e liberano in soluzione gli ioni di cui sono costituiti:

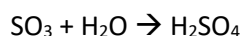


Le sostanze che in acqua sono in grado di liberare ioni OH⁻ sono dette **basi**. (Per questa ragione gli ossidi da cui si ottengono gli idrossidi sono detti basici)

Gli ossiacidi

Sono composti ternari formati da idrogeno, ossigeno ed un non metallo (o un metallo di transizione in un alto stato di ossidazione). Sono composti covalenti con formula generale del tipo: **H_nXO_m**.

Si ottengono per addizione di acqua sugli ossidi acidi:



Nella nomenclatura tradizionale il termine **acido** viene accompagnato da una radice legata al nome del non metallo più un suffisso **-ico**. Se esistono per uno stesso elemento due ossiacidi, con il non metallo in due diversi stati di ossidazione, quello in cui l'elemento è nello stato di ossidazione minore prenderà il suffisso **-oso**.

La nomenclatura sistematica prevede invece l'uso del solo suffisso **-ico** seguito dal numero di ossidazione dell'elemento centrale (il non metallo). Anteposto al nome dell'elemento caratterizzante c'è il numero di atomi di ossigeno della molecola:

H ₂ SO ₃	N.O (S) = +4	acido solforoso	acido triossosolfurico (IV)
H ₂ SO ₄	N.O (S) = +6	acido solforico	acido tetraossosolfurico (VI)

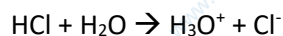
Nel caso gli ossiacidi di uno stesso elemento siano più di due bisogna usare anche dei prefissi:

HClO	N.O (Cl) = +1	acido ipocloroso	acido monossoclorico (I)
HClO ₂	N.O (Cl) = +3	acido cloroso	acido diossoclorico (III)
HClO ₃	N.O (Cl) = +5	acido clorico	acido triossoclorico (V)
HClO ₄	N.O (Cl) = +7	acido perclorico	acido pentossoclorico (VII)

Gli ossiacidi sono solubili in H₂O dove danno luogo alla formazione di ioni (ciò è dovuto alla polarità dei legami). In H₂O si rompe il legame O-H e si liberano ioni H⁺ che si associano alle molecole di acqua per dare H₃O⁺. Le sostanze che in H₂O si comportano così si chiamano **acidi**.

Torniamo agli **idruri**, come si comportano in acqua (ovvero sono acidi o basi)?

Gli idruri degli elementi molto elettronegativi (alogeni e S) in acqua danno la seguente reazione:



Dunque, sono degli acidi e la nomenclatura prevede che quando si trovano in soluzione acquosa si chiamino idracidi e prendano il nome **acido** e il suffisso **-idrico**.

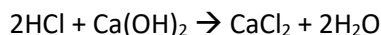
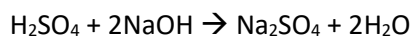
HCl

Cloruro di idrogeno

acido cloridrico

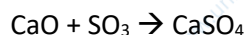
I sali

Sono composti ionici formati da ioni positivi e da ioni negativi di vario tipo contenenti un non metallo. Si possono formare per reazione di un acido (ossiacido o idracido) con una base e formazione di acqua:

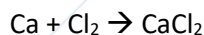


Gli ioni negativi che costituiscono un sale sono gli stessi che si formano quando un acido si ionizza in acqua. Anche in questo caso la formula del composto è determinata dalle cariche degli ioni costituenti che devono eguagliarsi.

Altre reazioni possono portare alla formazione dei sali. Ad es. quella tra un ossido acido ed uno basico:



Oppure, nel caso dei sali binari, la reazione diretta tra gli elementi:



La nomenclatura dei sali derivanti da un ossiacido dipende dall'acido da cui si può considerare derivato, secondo il seguente schema:

acido	-oso	-ico	
sale	-ito	-ato	
Na_2SO_4	$(\text{Na}^+; \text{SO}_4^{2-})$	solfo di sodio	tetraossosolfato(VI) di sodio
CaSO_3	$(\text{Ca}^{2+}; \text{SO}_3^{2-})$	solfito di calcio	triossosolfato(IV) di calcio
KClO	$(\text{K}; \text{ClO}^-)$	ipoclorito di potassio	monossoclorato(I) di potassio

In alcuni casi lo ione negativo di un sale contiene idrogeno perché deriva da un acido avente più di un idrogeno acido. La nomenclatura prevede che il numero di idrogeni contenuti nello ione negativo sia anteposta al nome:

KHSO_4 idrogeno solfato di potassio

NaH_2PO_4 di-idrogeno fosfato di sodio

<https://www.pitest.it/chimica/la-nomenclatura-inorganica/5-3-nomenclatura-tradizionale/>