

ZANICHELLI

Valitutti, Falasca, Tifi, Gentile

Chimica

concetti e modelli.blu

ZANICHELLI

Capitolo 16

Classificazione e nomenclatura dei composti

ZANICHELLI

Sommario

1. I nomi delle sostanze
2. Valenza e numero di ossidazione
3. Leggere e scrivere le formule più semplici
4. La classificazione dei composti inorganici
5. Le proprietà dei composti binari
6. La nomenclatura dei composti binari
7. Le proprietà dei composti ternari
8. La nomenclatura dei composti ternari

I nomi delle sostanze

La nomenclatura chimica è regolamentata da un'associazione internazionale: la **IUPAC** (*International Union of Pure and Applied Chemistry*):

Ancora oggi, però, viene utilizzata spesso la **nomenclatura tradizionale**.

Esiste anche la cosiddetta **nomenclatura di Stock**.

Valenza e numero di ossidazione (I)

La **valenza** rappresenta il numero di elettroni che l'atomo guadagna o mette in comune quando si lega ad altri atomi.

La valenza di un atomo corrisponde in genere al numero di legami che l'atomo può formare.

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.

Valenza e numero di ossidazione (II)

| Regola | Esempio |
|---|--|
| 1. Gli atomi nelle sostanze elementari hanno sempre numero di ossidazione zero. | In Cl_2 il n.o. del cloro è zero. In S_8 lo zolfo ha n.o. zero. |
| 2. Il numero di ossidazione dell'ossigeno è -2 , tranne nei perossidi, in cui vale -1 e quando è legato al fluoro, in cui è $+2$. | In Na_2O , H_2O , MgO , Al_2O_3 , l'ossigeno ha n.o. -2 . Nei perossidi di idrogeno e di sodio (per esempio, H_2O_2 e Na_2O_2) ha n.o. -1 . In F_2O , l'ossigeno ha n.o. $+2$. |
| 3. Il numero di ossidazione dell'idrogeno è $+1$, fanno eccezione i casi in cui H è combinato con un metallo, nel qual caso ha n.o. -1 . | In H_2O , HCl , H_2SO_3 , HF , NH_3 , PH_3 , CH_4 , l'idrogeno ha n.o. $+1$. Negli idruri dei metalli, come LiH , CuH , l'idrogeno ha n.o. -1 (notiamo che H è posto a destra nella formula). |
| 4. Gli ioni monoatomici hanno numero di ossidazione coincidente con la carica elettrica. | Il ferro in Fe^{3+} ha n.o. $+3$. Il sodio in NaCl (Na^+Cl^-) ha n.o. $+1$. Il magnesio in MgO ($\text{Mg}^{2+}\text{O}^{2-}$) ha n.o. $+2$. |
| 5. In uno ione poliatomico la somma dei numeri di ossidazione deve equivalere alla carica dello ione. | In OH^- l'ossigeno ha n.o. -2 e l'idrogeno ha n.o. $+1$. La somma dà -1 . In SO_4^{2-} i 4 atomi di ossigeno danno -8 . Perché avanzi -2 allo ione, lo zolfo deve avere n.o. $+6$. In $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ i 7 atomi di ossigeno danno -14 ; perché restino due cariche negative i due atomi di cromo devono avere $+12$, quindi $+6$ ciascuno. |
| 6. In una molecola o in un composto ionico la somma dei numeri di ossidazione deve essere zero. | In H_2O ogni idrogeno ha n.o. $+1$ e l'ossigeno ha n.o. -2 , quindi $+1 +1 -2 = 0$. In PbO_2 i due atomi di ossigeno (con n.o. -2) danno -4 ; perché il totale sia zero, il piombo deve avere n.o. $+4$. |
| 7. In un legame covalente gli elettroni condivisi sono formalmente attribuiti all'atomo più elettronegativo. | In PCl_3 il fosforo forma tre legami con il più elettronegativo cloro. Quindi il fosforo ha n.o. $+3$ e il cloro ha n.o. -1 . |

Leggere e scrivere le formule più semplici (I)

La **formula chimica** di un composto mostra da quali elementi è formato.

Gli indici numerici in posizione di pedici, indicano quanti atomi di ogni elemento sono presenti nella molecola.

Leggere e scrivere le formule più semplici (II)

Si scrive per primo il simbolo dell'elemento che ha numero di ossidazione più positivo; per i composti binari, l'ordine di scrittura dei simboli è



Non si riporta l'indice numerico di un elemento se ha valore 1.

Leggere e scrivere le formule più semplici (III)

L'elemento più metallico, i cationi e gli atomi con numero di ossidazione positivo, si scrivono per primi, a sinistra nella formula. Seguono l'anione non metallico o poliatomico.

Nei composti binari, il n.o. del non metallo diventa l'indice del non metallo e viceversa.

Se i due indici della formula hanno un divisore comune, di solito si semplifica.

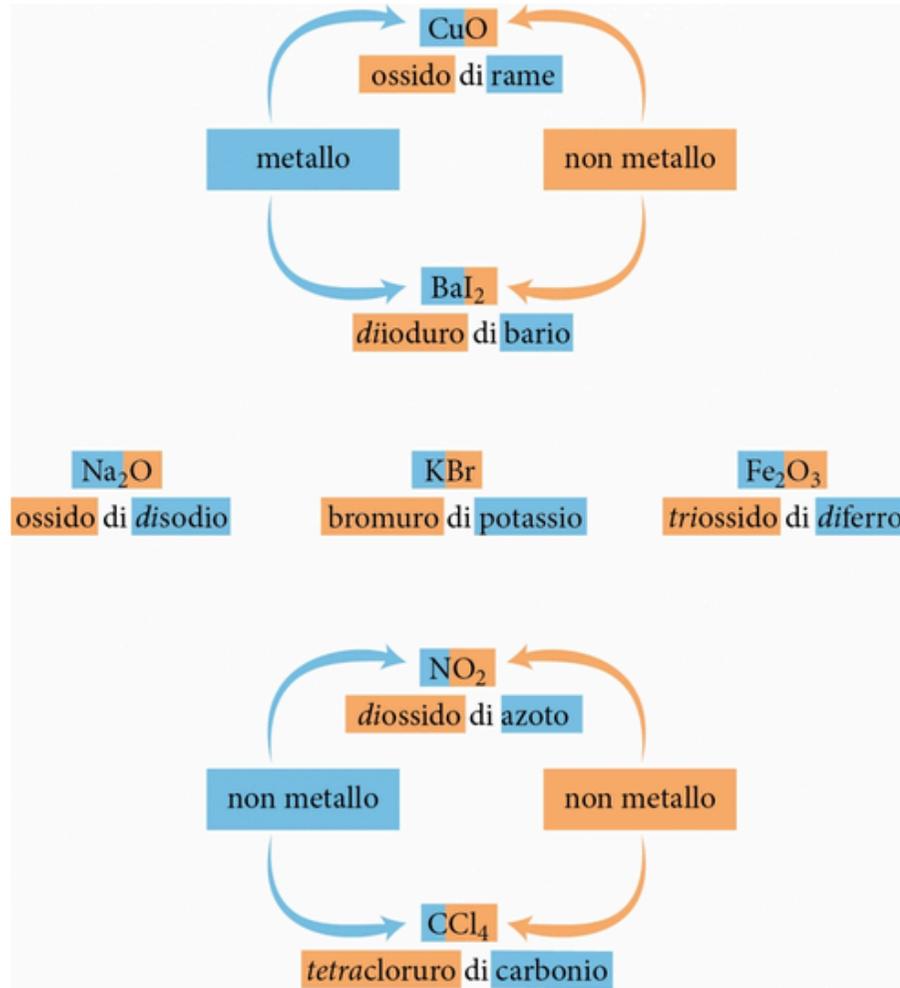
Leggere e scrivere le formule più semplici (IV)

Il nome di un composto binario si costruisce a partire da quello dell'elemento scritto a destra.

Gli indici delle formule vengono identificati attraverso dei prefissi.

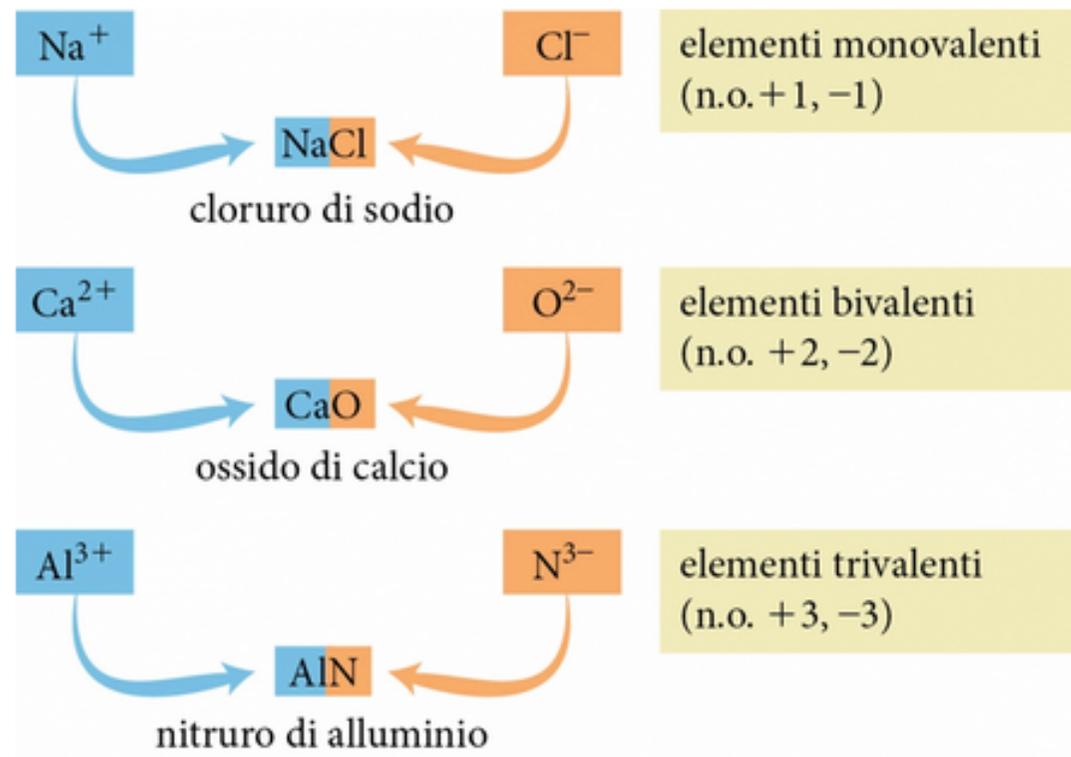
| Prefisso | Indice |
|----------|--------|
| mono... | 1 |
| di... | 2 |
| tri... | 3 |
| tetra... | 4 |
| penta... | 5 |
| esa... | 6 |
| epta... | 7 |
| otta... | 8 |
| nona... | 9 |
| deca... | 10 |

Leggere e scrivere le formule più semplici (V)



Leggere e scrivere le formule più semplici (VI)

La somma dei numeri di ossidazione di tutti gli atomi presenti nella molecola, è uguale a zero.



La classificazione dei composti inorganici

La classificazione dei composti inorganici si basa sulle loro proprietà chimiche, in particolare sulla natura metallica o non metallica degli elementi costituenti e sulla reattività con acqua e ossigeno.

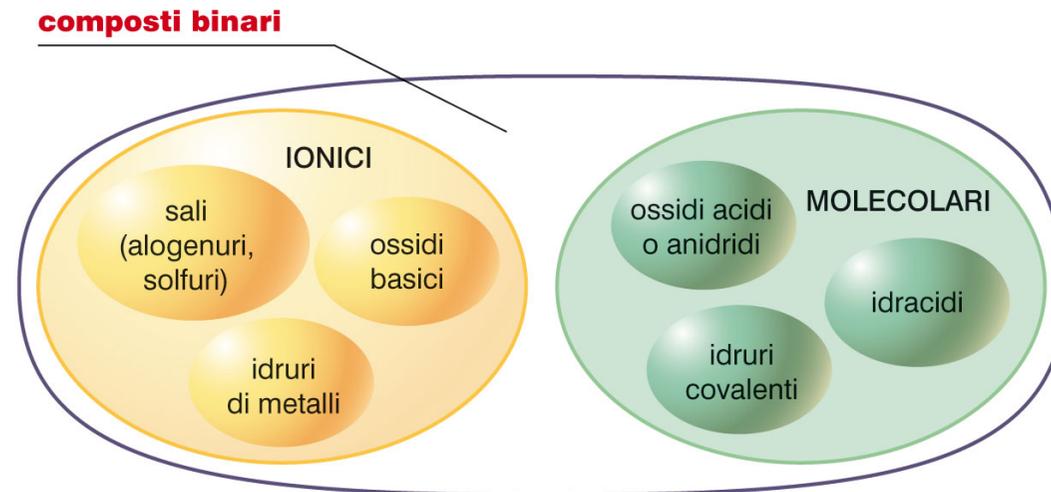
| Classe | | Tipi di elementi | Struttura della formula | Esempio |
|---------------|-------------------------------|---|-------------------------|-------------------|
| ossidi basici | | metallo, ossigeno | Me O | CaO |
| ossidi acidi | | non metallo, ossigeno | nonMe O | SO ₂ |
| idruri | metallici | metallo, idrogeno | Me H | LiH |
| | covalenti | non metallo (esclusi alogeni e zolfo), idrogeno | nonMe H | NH ₃ |
| idrossidi | | metallo, ossigeno, idrogeno | Me OH | NaOH |
| acidi | <i>binari o idracidi</i> | idrogeno, non metallo (solo alogeni e zolfo) | H nonMe | HCl |
| | <i>ternari o ossiacidi</i> | idrogeno, non metallo, ossigeno | H nonMe O | KNO ₃ |
| sali | <i>binari</i> (di idracidi) | metallo, non metallo, | Me nonMe | KBr |
| | <i>ternari</i> (di ossiacidi) | metallo, non metallo, ossigeno | Me nonMe O | CaSO ₄ |

Le proprietà dei composti binari (I)

I composti si dicono:

- **binari** se formati da due elementi;
- **ternari** se costituiti da tre elementi.

I composti binari si possono distinguere in **ionici** e in **molecolari**.



Le proprietà dei composti binari (II)

Gli **idruri metallici** sono composti dell'idrogeno con metalli fortemente elettropositivi (I e II gruppo).

Gli **idruri covalenti** sono composti dell'idrogeno con semimetalli e non metalli (IV, V, VI gruppo).

Negli idruri l'idrogeno ha numero di ossidazione -1 e si trova a destra nella formula (CH_4 , NH_3 , CaH_2).

Le proprietà dei composti binari (III)

Gli **idracidi** sono composti formati da idrogeno e un non metallo.

Negli idracidi l'idrogeno ha numero di ossidazione +1 e si trova a sinistra nella formula.

| | |
|------------------|---------------------------|
| HF | Acido fluor idrico |
| HCl | Acido clor idrico |
| HBr | Acido brom idrico |
| HI | Acido iod idrico |
| H ₂ S | Acido solf idrico |

Le proprietà dei composti binari (IV)

L'ossigeno forma composti praticamente con tutti gli elementi della tavola periodica.

Con i metalli forma **ossidi basici**, con i non metalli dà luogo a **ossidi acidi**.

Negli ossidi l'ossigeno ha numero di ossidazione -2 e si trova a destra nella formula (CO_2 , MgO).

Le proprietà dei composti binari (V)

L'ossigeno forma anche degli ossidi particolari, detti **perossidi**, che contengono due atomi di ossigeno legati tra loro.

Nei perossidi l'ossigeno ha numero di ossidazione -1 e si trova a destra nella formula (H_2O_2).



ZANICHELLI

La nomenclatura dei composti binari (I)

La nomenclatura chimica identifica i composti attraverso un nome specifico a partire dalla formula chimica della sostanza.

La **nomenclatura tradizionale** fa riferimento al numero di ossidazione degli elementi presenti nella molecola del composto.

La nomenclatura dei composti binari (II)

La **notazione di Stock** fa riferimento al numero di ossidazione che gli elementi presentano nella molecola, ma ne dà specificazione mettendoli tra parentesi in cifre romane.

La **nomenclatura IUPAC** indica la relazione fra il nome della sostanza e la sua formula chimica.

| Formula | Nome tradizionale | Nome secondo Stock | Nome IUPAC |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|
| FeCl ₂ | cloruro ferroso | cloruro di ferro(II) | dicloruro di ferro |
| FeCl ₃ | cloruro ferrico | cloruro di ferro(III) | tricloruro di ferro |
| Al ₂ S ₃ | solfuro di alluminio | solfuro di alluminio | trisolfuro di dialluminio |
| CuCl | cloruro rameoso | cloruro di rame(I) | monocloruro di rame |
| CuCl ₂ | cloruro rameico | cloruro di rame(II) | dicloruro di rame |

ZANICHELLI

La nomenclatura dei composti binari (III)

I composti binari con l'ossigeno prendono il nome di ossidi (ossidi basici) quando l'ossigeno si lega con un metallo, e di anidridi (ossidi acidi) quando si lega con un non metallo.

| Elemento | NO | Formula | Nome tradizionale | Nome secondo Stock | Nome IUPAC |
|----------|----|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| Cu | +1 | Cu ₂ O | ossido rameoso | ossido di rame(I) | monossido di dirame |
| | +2 | CuO | ossido rameico | ossido di rame(II) | monossido di rame |
| Sn | +2 | SnO | ossido stannoso | ossido di stagno(II) | monossido di stagno |
| | +4 | SnO ₂ | ossido stannico | ossido di stagno(IV) | diossido di stagno |
| Fe | +2 | FeO | ossido ferroso | ossido di ferro(II) | monossido di ferro |
| | +3 | Fe ₂ O ₃ | ossido ferrico | ossido di ferro(III) | triossido di diferro |

ZANICHELLI

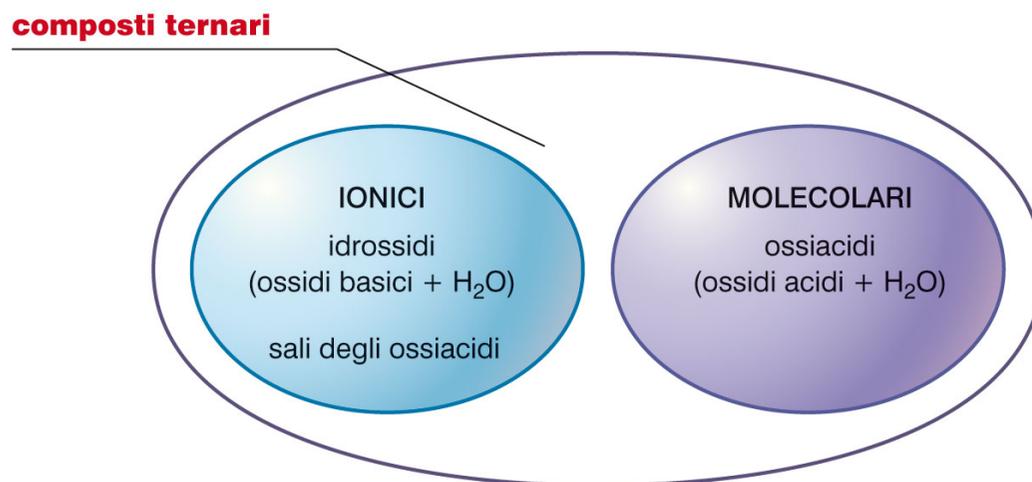
La nomenclatura dei composti binari (IV)

| Elemento | n.o. | Formula | Nome tradizionale | Nome IUPAC |
|----------|------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| B | +3 | B ₂ O ₃ | anidride borica | triossido di diboro |
| C | +4 | CO ₂ | anidride carbonica | diossido di carbonio |
| | +2 | CO | ossido di carbonio | monossido di carbonio |
| N | +1 | N ₂ O | protossido di azoto | monossido di diazoto |
| | +2 | NO | ossido di azoto | monossido di azoto |
| | +3 | N ₂ O ₃ | anidride nitrosa | triossido di diazoto |
| | +4 | NO ₂ | diossido di azoto | diossido di azoto |
| | +4 | N ₂ O ₄ | ipoazotide | tetrossido di diazoto |
| | +5 | N ₂ O ₅ | anidride nitrica | pentossido di diazoto |
| P | +3 | P ₂ O ₃ | anidride fosforosa | triossido di difosforo |
| | +5 | P ₂ O ₅ | anidride fosforica | pentossido di difosforo |
| S | +4 | SO ₂ | anidride solforosa | diossido di zolfo |
| | +6 | SO ₃ | anidride solforica | triossido di zolfo |
| Cl | +1 | Cl ₂ O | anidride ipoclorosa | monossido di dicloro |
| | +3 | Cl ₂ O ₃ | anidride clorosa | triossido di dicloro |
| | +4 | ClO ₂ | diossido di cloro | diossido di cloro |
| | +5 | Cl ₂ O ₅ | anidride clorica | pentossido di dicloro |
| | +7 | Cl ₂ O ₇ | anidride perclorica | eptossido di dicloro |
| Cr | +3 | Cr ₂ O ₃ | ossido di cromo | triossido di dicromo |
| | +6 | CrO ₃ | anidride cromica | triossido di cromo |
| Mn | +2 | MnO | ossido ipomanganoso | monossido di manganese |
| | +4 | MnO ₂ | ossido manganoso | diossido di manganese |
| | +6 | MnO ₃ | anidride manganica | triossido di manganese |
| | +7 | Mn ₂ O ₇ | anidride permanganica | eptossido di dimanganese |

Le proprietà dei composti ternari (I)

I principali composti ternari sono

- gli idrossidi;
- gli ossiacidi;
- i sali degli ossiacidi.



Le proprietà dei composti ternari (I)

Gli **idrossidi** sono composti ionici formati da un metallo e dallo ione **idrossido OH⁻**.

Nella formula il metallo si trova a sinistra e il gruppo ossidrile a destra:



Le proprietà dei composti ternari (II)

Gli **ossiacidi** sono composti formati da idrogeno, un non metallo e ossigeno.

Gli ossiacidi derivano dalla reazione fra un ossido acido (anidride) e una o più molecole d'acqua.

| Rapporto | Reazione |
|---|--|
| 1 molecola di ossido acido + 1 molecola d'acqua | $P_2O_5 + 1H_2O \rightarrow 2HPO_3$ |
| 1 molecola di ossido acido + 2 molecole d'acqua | $P_2O_5 + 2H_2O \rightarrow H_4P_2O_7$ |
| 1 molecola di ossido acido + 3 molecole d'acqua | $P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$ |

Le proprietà dei composti ternari (III)

I **sali ternari** sono composti formati da un metallo, un non metallo e l'ossigeno.

I sali ternari si formano per sostituzione degli atomi di idrogeno dell'ossiacido corrispondente con un metallo.

| Acido | Residuo | Esempi di sali | Nome tradizionale |
|--|--------------------------------|---|--|
| H_2SO_3 acido solforoso | SO_3^{2-} solfito | Na_2SO_3 CaSO_3 | solfito di sodio solfito di calcio |
| H_2SO_4 acido solforico | SO_4^{2-} solfato | K_2SO_4 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | solfato di potassio solfato di alluminio |
| HClO acido ipocloroso | ClO^- ipoclorito | NaClO $\text{Ba}(\text{ClO})_2$ | ipoclorito di sodio ipoclorito di bario |
| HClO_2 acido cloroso | ClO_2^- clorito | KClO_2 $\text{Zn}(\text{ClO}_2)_2$ | clorito di potassio clorito di zinco |
| HClO_3 acido clorico | ClO_3^- clorato | LiClO_3 $\text{Al}(\text{ClO}_3)_3$ | clorato di litio clorato di alluminio |
| HClO_4 acido perclorico | ClO_4^- perclorato | KClO_4 $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2$ | perclorato di potassio perclorato rameico |

Le proprietà dei composti ternari (IV)

Se i sali provengono da **acidi poliprotici** (con più di due atomi di idrogeno), la sostituzione può risultare parziale e prendono il nome di **sali acidi**.

| Acido | Residui dell'acido | Sale acido | Nome tradizionale |
|---|---|--|---|
| H ₂ S acido solfidrico | -1H ⁺ → HS ⁻ idrogenosolfuro -2H ⁺ → S ²⁻ solfuro | KHS | idrogenosolfuro di potassio |
| H ₂ SO ₄ acido solforico | -1H ⁺ → HSO ₄ ⁻ idrogenosolfato -2H ⁺ → SO ₄ ²⁻ solfato | Ca(HSO ₄) ₂ | idrogenosolfato di calcio |
| H ₂ CO ₃ acido carbonico | -1H ⁺ → HCO ₃ ⁻ idrogenocarbonato -2H ⁺ → CO ₃ ²⁻ carbonato | NaHCO ₃ | idrogenocarbonato di sodio o bicarbonato di sodio |
| H ₃ PO ₄ acido fosforico | -1H ⁺ → H ₂ PO ₄ ⁻ diidrogenofosfato -2H ⁺ → HPO ₄ ²⁻ idrogenofosfato -3H ⁺ → PO ₄ ³⁻ fosfato | KH ₂ PO ₄ Na ₂ HPO ₄ | diidrogenofosfato di potassio idrogenofosfato di sodio |
| H ₃ PO ₃ acido fosforoso | -1H ⁺ → H ₂ PO ₃ ⁻ diidrogenofosfito -2H ⁺ → HPO ₃ ²⁻ fosfito* | LiH ₂ PO ₃ Na ₂ HPO ₃ | diidrogenofosfito di litio fosfito di sodio |

La nomenclatura dei composti ternari (I)

Nomenclatura degli idrossidi:

- IUPAC: idrossido di, preceduto dal prefisso per il numero di ioni OH^- presenti nella molecola;
- Stock: si specifica il n.o. del catione e lo si riporta tra parentesi in cifre romane;
- tradizionale: per metalli con due possibili n.o., si mette il suffisso –oso per il valore più piccolo e –ico per il più grande.

La nomenclatura dei composti ternari (II)

| Formula | Nome tradizionale | Nome secondo Stock | Nome IUPAC |
|-------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Ca(OH)_2 | idrossido di calcio | idrossido di calcio | diidrossido di calcio |
| Fe(OH)_2 | idrossido ferroso | idrossido di ferro(II) | diidrossido di ferro |
| Fe(OH)_3 | idrossido ferrico | idrossido di ferro(III) | triidrossido di ferro |
| Sn(OH)_2 | idrossido stannoso | idrossido di stagno(II) | diidrossido di stagno |
| Sn(OH)_4 | idrossido stannico | idrossido di stagno(IV) | tetraidrossido di stagno |
| Al(OH)_3 | idrossido di alluminio | idrossido di alluminio | triidrossido di alluminio |

La nomenclatura dei composti ternari (III)

Nomenclatura degli ossiacidi

- IUPAC:acido + non metallo con desinenza riferita al n.o. posto fra parentesi;
- tradizionale:acido + non metallo con suffisso relativo al n.o.

I suffissi **ipo ...oso; ...oso; ...ico; per ...ico** sono riferiti, in modo crescente, ai diversi n.o. del non metallo.

La nomenclatura dei composti ternari (IV)

| Formula | n.o. del non metallo | Nome tradizionale | Nome IUPAC |
|--------------------------------|----------------------|-------------------|------------------------------|
| H ₂ SO ₃ | +4 | acido solforoso | acido triossosolforico(IV) |
| H ₂ SO ₄ | +6 | acido solforico | acido tetraossosolforico(VI) |
| HNO ₂ | +3 | acido nitroso | acido diossonitrico(III) |
| HNO ₃ | +5 | acido nitrico | acido triossonitrico(V) |
| H ₂ CO ₃ | +4 | acido carbonico | acido triossocarbonico(IV) |
| H ₃ PO ₃ | +3 | acido fosforoso | acido triossofosforico(III) |
| H ₃ PO ₄ | +5 | acido fosforico | acido tetraossofosforico(V) |
| HClO | +1 | acido ipocloroso | acido ossoclorico(I) |
| HClO ₂ | +3 | acido cloroso | acido diossoclorico(III) |
| HClO ₃ | +5 | acido clorico | acido triossoclorico(V) |
| HClO ₄ | +7 | acido perclorico | acido tetraossoclorico(VII) |

La nomenclatura dei composti ternari (V)

I poliacidi si formano per combinazione di un ossido acido e 1, 2 o 3 molecole d'acqua e prendono rispettivamente i prefissi **meta-, piro- e orto-**.

| Derivazione | Formula dell'acido | Nome dell'acido |
|------------------|--------------------|---|
| $P_2O_3 + 1H_2O$ | HPO_2 | acido metafosforoso |
| $P_2O_3 + 2H_2O$ | $H_4P_2O_5$ | acido pirofosforoso |
| $P_2O_3 + 3H_2O$ | H_3PO_3 | acido ortofosforoso |
| $B_2O_3 + 1H_2O$ | HBO_2 | acido metaborico |
| $B_2O_3 + 3H_2O$ | H_3BO_3 | acido ortoborico |
| $SiO_2 + 1H_2O$ | H_2SiO_3 | acido metasilicico |
| $SiO_2 + 2H_2O$ | H_4SiO_4 | acido ortosilicico (è un'eccezione, perché dovrebbe chiamarsi piroxilicico) |

La nomenclatura dei composti ternari (VI)

Nomenclatura dei sali ternari:

- IUPAC: si sopprime il termine acido, si sostituisce il suffisso –ico con il suffisso –ato e si specifica il nome del metallo.
- tradizionale:
si trasformano i suffissi,
ma non i prefissi.

| ossiacido | sale |
|-----------|-------------------|
| ipo...oso | ipo... ito |
| ...oso | ... oso |
| ...ico | ... ato |
| per...ico | per... ato |