

# Programma

Misure ed Unità di misura. Incertezza della misura. Cifre significative. Notazione scientifica. Atomo e peso atomico. Composti, molecole e ioni. Formula molecolare e peso molecolare. Mole e massa molare. Formula chimica: empirica e molecolare. **Nomenclatura dei composti inorganici.** Equazioni chimiche. Bilanciamento delle equazioni chimiche. Calcolo stechiometrico delle quantità molari e delle masse. Reagente limitante. Resa di reazione. Soluzioni e loro concentrazione. Metodi di separazione delle componenti di una miscela. Acidi e Basi. Reazioni di ossidoriduzione e loro bilanciamento. Leggi dei gas ideali (cenni). Equilibrio chimico gassoso ed in soluzione acquosa. Legge di azione di massa. Principio di Le Chatelier e quoziente di reazione. Equilibri Acido-Base: autoprotolisi dell'acqua; pH; idrolisi di sali; soluzioni tampone; titolazioni acido-base (cenni). Equilibrio di solubilità: solubilità e prodotto di solubilità; previsione di precipitazione; effetto dello ione in comune, del pH, della temperatura. Elettrochimica: bilanciamento delle reazioni redox con il metodo delle semireazioni; serie elettrochimica; celle galvaniche.

# Metals, Nonmetals, and Metalloids

H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	metals
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	metalloids
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	—	Uuq	—	—	—	—	nonmetals

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

# Composti

Ionici (catione (metallo) + anione (non metallo))

Covalenti (non metallo + non metallo)

## Composti contenenti idrogeno

H + metallo

H + non metallo

H + ossoanione

# Metals, Nonmetals, and Metalloids

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	—	Uuq	—	—	—	—

metals

metalloids

nonmetals

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

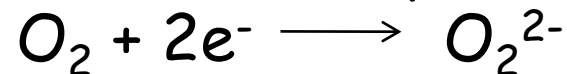
## Composti ionici

Sono costituiti da **ioni**, atomi o gruppi di atomi che possiedono una carica elettrica positiva (cationi) o negativa (anioni)

**CATIONE**: ione carico positivamente ottenuto quando un atomo cede uno o più elettroni. Possiede un numero di elettroni inferiore al numero dei protoni presenti nel nucleo.



**ANIONE**: ione carico negativamente ottenuto quando un atomo acquista uno o più elettroni. Possiede un numero di elettroni superiore al numero dei protoni presenti nel nucleo.



I **metalli** generalmente cedono elettroni e formano **cationi monoatomici**

I **non metalli** generalmente acquistano elettroni e formano **anioni monoatomici**

# Metals, Nonmetals, and Metalloids

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	—	Uuq	—	—	—	—

metals

metalloids

nonmetals

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A
H <sup>+</sup>													C <sup>4-</sup>	N <sup>3-</sup>	O <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	
Li <sup>+</sup>												Al <sup>3+</sup>		P <sup>3-</sup>	S <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	
Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B						
K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>		Ti <sup>2+</sup>		Cr <sup>2+</sup> Cr <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup> Fe <sup>3+</sup>	Co <sup>2+</sup> Co <sup>3+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Cu <sup>+</sup> Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>			Se <sup>2-</sup>	Br <sup>-</sup>		
Rb <sup>+</sup>	Sr <sup>2+</sup>									Ag <sup>+</sup>	Cd <sup>2+</sup>		Sn <sup>4+</sup>	Te <sup>2-</sup>	I <sup>-</sup>		
Cs <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>										Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> Hg <sup>2+</sup>		Pb <sup>4+</sup>	Bi <sup>5+</sup>			

I **metalli** formano cationi, per quelli non di transizione (rossi nella figura) la carica del catione è uguale al numero del gruppo nella nomenclatura non IUPAC.

Un catione monoatomico prende il nome dall'**elemento**

$\text{Na}^+$	ione <b>sodio</b>
$\text{Ca}^{2+}$	ione <b>calcio</b>
$\text{Al}^{3+}$	ione <b>alluminio</b>

Molti **metalli di transizione** formano cationi con diverse cariche che sono distinti da un numero romano (fra parentesi) pari alla carica

$\text{Fe}^{2+}$	ione <b>ferro (II)</b>	o ione <b>ferroso</b>
$\text{Fe}^{3+}$	ione <b>ferro (III)</b>	o ione <b>ferrico</b>

In una vecchia nomenclatura si usano i suffissi **-oso** e **-ico** per gli ioni con carica *minore* e *maggiore*



# PRINCIPALI CATIONI

formula

nome

---

$\text{Cr}^{3+}$	Cromo(III) o cromico
$\text{Mn}^{2+}$	Manganese(II) o manganoso
$\text{Fe}^{2+}$	Ferro(II) o ferroso
$\text{Fe}^{3+}$	Ferro(III) o ferrico
$\text{Co}^{2+}$	Cobalto(II) o cobaltoso
$\text{Ni}^{2+}$	Nichel(II) o nichel
$\text{Cu}^{2+}$	Rame(II) o rameico
$\text{Zn}^{2+}$	Zinco
$\text{Ag}^{+}$	Argento
$\text{Cd}^{2+}$	Cadmio
$\text{Hg}^{2+}$	Mercurio(II) o mercurico



## Composti ionici

Un composto ionico prende il nome dagli ioni che contiene scrivendo prima il **catione** e poi l'**anione**



sodio cloruro

È anche usata una variante in cui si inverte l'ordine e si fa precedere il nome del catione da "di"



cloruro di sodio

Uno *ione monoatomico* è uno ione formato da un singolo atomo

Uno *ione poliatomico* è uno ione costituito da due o più atomi legati chimicamente



ioni monoatomici



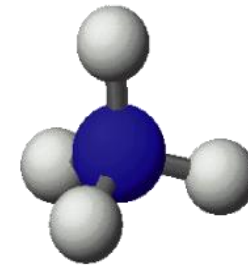
ioni poliatomici

# Ioni poliatomici

Gli unici cationi poliatomici di rilievo sono:



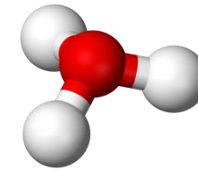
ione ammonio



ione ammonio ( $\text{NH}_4^+$ )



ione ossonio



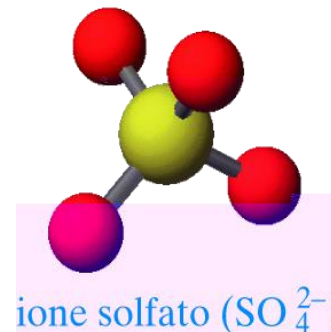
La maggior parte degli ioni poliatomici sono ossoanioni,  
contenenti **ossigeno** più un altro elemento:



ione carbonato



ione solfato



ione solfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

# PRINCIPALI IONI POLIATOMICI

Nome	Formula	Nome	Formula
Acetato	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	Idrossido	$\text{OH}^-$
Ammonio	$\text{NH}_4^+$	Ipoclorito	$\text{ClO}^-$
Carbonato	$\text{CO}_3^{2-}$		
Clorato	$\text{ClO}_3^-$	Monoidrogeno fosfato	$\text{HPO}_4^{2-}$
Clorito	$\text{ClO}_2^-$	Nitrato	$\text{NO}_3^-$
Cromato	$\text{CrO}_4^{2-}$	Nitrito	$\text{NO}_2^-$
Cianuro	$\text{CN}^-$	Ossalato	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$
Bicromato	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Perclorato	$\text{ClO}_4^-$
Diidrogenofosfato	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	Permanganato	$\text{MnO}_4^-$
Fosfato	$\text{PO}_4^{3-}$	Ossido	$\text{O}^{2-}$
Idrogenocarbonato (o bicarbonato)	$\text{HCO}_3^-$	Perossido	$\text{O}_2^{2-}$
Idrogenosolfato (o bisolfato)	$\text{HSO}_4^-$	Solfato	$\text{SO}_4^{2-}$
Idrogenosolfito (o bisolfito)	$\text{HSO}_3^-$	Solfito	$\text{SO}_3^{2-}$

## Esempi



Solfato di ferro (II)



Bromuro di alluminio



Ossido di titanio (IV)



Solfato di ferro (III)



Nitrato di rame (I)



Nitrato di rame (II)



Nitrato di magnesio

## Scrittura della formula a partire dagli ioni

Si scriva la formula dell'ossido di cromo(III).

Gli ioni componenti sono lo ione ossido  $O^{2-}$  e lo ione cromo(III)  $Cr^{3+}$ . Per raggiungere la neutralità si possono prendere un numero di cationi pari alla carica dell'anione e un numero di anioni pari alla carica del catione:



Se è possibile si devono ridurre i pedici ai numeri interi più piccoli possibile (questo accade quando i pedici hanno dei divisori in comune).

Es: ossido di magnesio



Scrivere il simbolo e la carica di ciascuno degli ioni presenti nei seguenti composti ionici:  $\text{MgBr}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

Scrivere le formule dei composti ionici contenenti il catione Alluminio e ciascuno dei seguenti anioni: fluoruro, solfuro, nitrato

Individuare la carica ed assegnare il nome a ciascuno degli ioni presenti nei seguenti composti ionici;  $\text{NaF}$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NaCH}_3\text{CO}_2$

Il ferro, un metallo di transizione, forma ioni con diverse cariche. Scrivere le formule dei composti dei due cationi ferro con l'anione cloruro

Scrivere le formule di tutti i composti neutri che si possono ottenere dalla combinazione dei cationi  $\text{Na}^+$  e  $\text{Ba}^{2+}$  con gli anioni  $\text{S}^{2-}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ .



## IDRATI

Un idrato è un composto (ionico) che ingloba molecole di acqua debolmente legate



Solfato di rame (II) pentaidrato

L'acqua viene persa per riscaldamento dando il composto anidro



Solfato di rame (II) (anidro)

Il processo è ben visibile in quanto il solfato di rame pentaidrato ha colore blu mentre quello anidro è bianco

Il composto cloruro di nickel (II) idrato è un composto cristallino di colore verde. Quando viene riscaldato energicamente il composto si disidrata. Se 235g di  $\text{NiCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  danno per riscaldamento 128 g di  $\text{NiCl}_2$  anidro quale sarà il valore di x?

## Composti covalenti binari

Un composto binario è un composto formato da **due** soli elementi.  
I composti binari fra un **metallo** e un **non-metallo** sono solitamente **ionici**.

Sono invece **covalenti** i composti binari formati fra due **non-metalli** o **metalloidi**.

Il nome viene dato al composto prendendo la radice del secondo elemento con il suffisso **-uro** seguito dal nome del primo elemento preceduto da **"di"**

HCl

IBr

cloruro di idrogeno

bromuro di iodio

Quando i due elementi formano più di un composto questi si distinguono usando i seguenti prefissi

1	mono-	6	esa-
2	bi- di-	7	epta-
3	tri-	8	octa-
4	tetra-	9	nona-
5	penta-	10	deca-

## Esempi

CO	Monossido di carbonio
CO <sub>2</sub>	Biossido di carbonio
NO <sub>2</sub>	Biossido di azoto
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Tetrossido di diazoto
ClO <sub>2</sub>	Biossido di cloro
Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Eptaossido di dicloro
S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	Dicloruro di dizolfo
P <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	Trisolfuro di tetrafosforo
SF <sub>6</sub>	Esafluoruro di zolfo

Scrivere la formula dei seguenti composti binari di non metalli:  
biossido di carbonio, triossido di fosforo, dicloruro di zolfo,  
trifluoruro di boro, diossido di tricloro, triossido di xenon

Assegnare il nome ai seguenti composti binari di non metalli:  
 $N_2F_4$ ,  $SF_4$ ,  $P_4O_{10}$ ,  $HBr$ ,  $BCl_3$ ,  $ClF_3$

## Acidi ed Anioni

Per il momento definiamo **acido** un composto che produce ioni  $H^+$  ed un anione quando viene sciolto in acqua:



Un **ossiacido** è un acido contenente idrogeno, ossigeno ed un altro elemento (un non-metallo). In acqua un ossiacido produce uno o più ioni  $H^+$  ed un ossianione.

Il nome dell'acido si ottiene dalla radice del nome dell'elemento centrale più il suffisso **-ico**



Acido nitrico



Acido clorico

Se l'elemento forma due ossiacidi essi sono distinti dai suffissi -oso (con meno atomi di ossigeno) e -ico (con più atomi di ossigeno)

$\text{HNO}_2$  Acido nitrooso

$\text{HNO}_3$  Acido nitrico

Se l'elemento forma tre o quattro ossiacidi si usano i prefissi ipo- e per- associati con i due suffissi -oso e -ico

$\text{HClO}$  Acido ipocloroso

$\text{HClO}_2$  Acido cloroso

$\text{HClO}_3$  Acido clorico

$\text{HClO}_4$  Acido perclorico

I nomi degli ossiacidi e quelli degli ossianioni sono strettamente correlati. Per ottenere il nome dall'ossianione da quello dell'ossiacido si sostituiscono i suffissi -oso con -ito e -ico con -ato:



Acido nitrooso



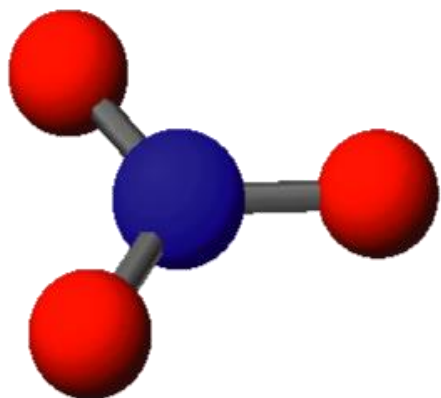
Ione nitrito



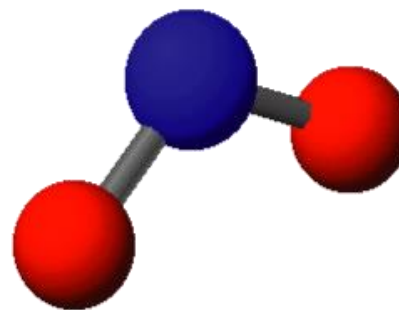
Acido nitrico



Ione nitrato



ione nitrato



ione nitrito





Acido ipocloroso



Ione ipoclorito



Acido cloroso



Ione clorito



Acido clorico



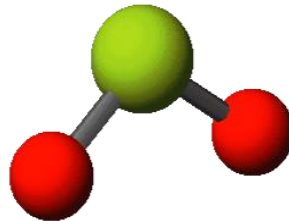
Ione clorato



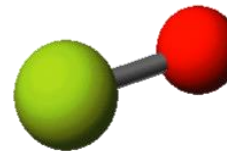
Acido perclorico



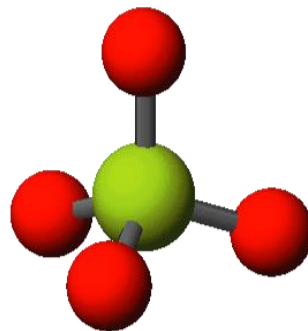
Ione perclorato



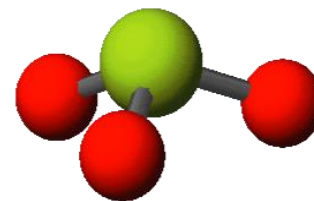
$\text{ClO}_2^-$  è lo ione *clorito*



$\text{ClO}^-$  è lo ione *ipoclorito*

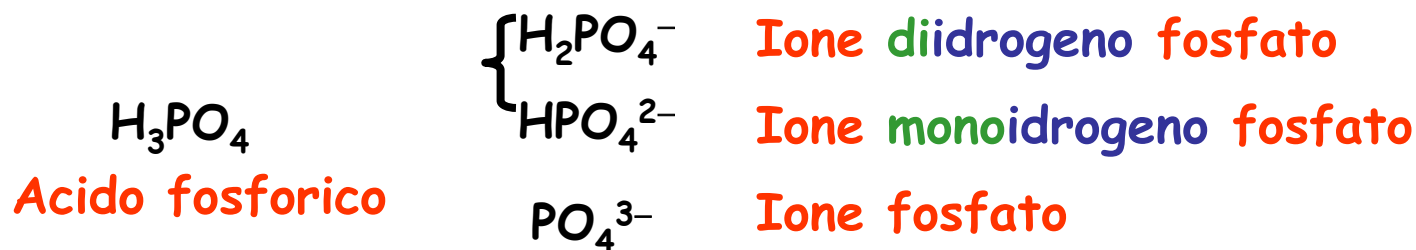


$\text{ClO}_4^-$  è lo ione *perclorato*



$\text{ClO}_3^-$  è lo ione *clorato*

Alcuni acidi possono perdere più di uno ione  $H^+$  e dare anioni intermedi di tipo acido:



### Idracidi

Alcuni composti binari di idrogeno e non metalli producono soluzioni acide in acqua e sono detti **idracidi**. Tali composti prendono il nome dell'elemento più il suffisso **-idrico** preceduto da acido



Si noti l'analogia con i corrispondenti anioni dove **-idrico** diventa **-uro**



# Cationi

## Monoatomici

## Poliatomici

1 solo ione  
possibile

Nome elemento

Es.  
Na<sup>+</sup> ione sodio  
Mg<sup>2+</sup> ione magnesio

**N.B.** Il numero delle  
cariche non viene  
Indicato nel nome  
perché non necessario

più di 1 ione  
possibile

a) Carica indicata con  
numero romano  
Es.  
Fe<sup>2+</sup> ione ferro(II)  
Fe<sup>3+</sup> ione ferro(III)

b) Vecchia regola:  
Suffisso **-oso** per carica  
più bassa  
suffisso **-ico** per carica  
più alta  
Es.  
Fe<sup>2+</sup> ione ferroso  
Fe<sup>3+</sup> ione ferrico

Es.  
NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ione ammonio  
H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ione ossonio  
Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup> ione mercurio (I)  
ione mercuroso

# Anioni

## Monoatomici

Nome dell'elemento

Più suffisso **-uro**

Es.

H<sup>-</sup> ione idruro

F<sup>-</sup> ione fluoruro

### **N.B.**

O<sup>2-</sup> ione ossido

N<sup>3-</sup> ione nitruro

C<sup>4-</sup> ione carburo

## Ossoanioni

Ipo\_ito

ossigeno  
crescente

ito

ato

Per\_ato



Es.

ClO<sup>-</sup> ione ipoclorito

ClO<sup>2-</sup> ione clorito

ClO<sup>3-</sup> ione clorato

ClO<sup>4-</sup> ione perclorato

SO<sup>3-</sup> ione solfito

SO<sup>4-</sup> ione solfato

### **NB**

Gli alogeni (tranne il F  
Formano tutti e 4 gli  
fili ioni. Quando solo  
2 dei 4 si formano  
si chiamano -ito e -ato

## Ossoanioni contenenti H

H-ossoanione: idrogeno

+ nome ossoanione

H<sub>2</sub>-ossoanione: diidrogeno

+ nome ossoanione

Es.

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

ione idrogenocarbonato  
o bicarbonato

HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> ione idrogenosolfato

HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ione idrogenofosfato

H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> ione diidrogenofosfato

## Eccezioni

Da ricordare (non seguono  
regole)

Es.

OH<sup>-</sup> ione idrossido

CN<sup>-</sup> ione cianuro

SCN<sup>-</sup> ione tiocianato

OCN<sup>-</sup> ione cianato

O<sub>2</sub><sup>2-</sup> ione perossido

O<sub>2</sub><sup>-</sup> ione superossido

MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> ione permanganato

MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ione manganato

CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> ione acetato

C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup> ione ossalato

Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> ione dicromato

# Composti

## Ionici (catione + anione)

Nome del catione + nome dell'anione  
Es.  
NaCl sodio cloruro  
MgCl<sub>2</sub> magnesio cloruro  
Fe<sub>3</sub>N<sub>2</sub> ferro (II) nitruro  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sodio carbonato  
NH<sub>4</sub>OH ammonio idrossido  
NaH sodio idruro  
CaH<sub>2</sub> calcio idruro

### NB

Il nome non indica il numero di atomi perché esiste una sola possibilità per uno ione di combinarsi con un altro per formare un composto

## Contenenti idrogeno

### H-metallo

### H- non metallo

### H- ossoanione

#### In assenza di H<sub>2</sub>O

Idrogeno \_uro  
Es.  
HCl idrogeno cloruro  
HF idrogeno fluoruro  
H<sub>2</sub>S idrogeno solfuro

#### In presenza di H<sub>2</sub>O

HCl acido cloridrico  
HF acido fluoridrico  
H<sub>2</sub>S acido solfidrico

#### In assenza di H<sub>2</sub>O

Si nominano come i composti ionici  
Es.  
Idrogeno ipo\_ito  
Idrogeno per\_ato

#### In presenza di H<sub>2</sub>O

diventano acidi  
Acido ipo\_oso  
Acido per\_ico  
Es.  
HClO acido ipocloroso  
HClO<sub>2</sub> acido cloroso  
HClO<sub>3</sub> acido clorico  
HClO<sub>4</sub> acido perclorico  
HNO<sub>2</sub> acido nitroso  
HNO<sub>3</sub> acido nitrico  
H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> acido solforoso  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> acido solforico  
H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> acido fosforoso  
H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> acido fosforico

## Covalenti (non metallo-non metallo)

a) Prima elemento meno elettronegativo (ad eccezione dell'idrogeno)  
b) Numero di atomi di ciascun elemento indicati da un prefisso greco

Es.  
N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> tetraossido di diazoto  
CO monossido di carbonio  
CO<sub>2</sub> biossido di carbonio  
NO<sub>2</sub> biossido di azoto  
N<sub>2</sub>O monossido di diazoto

### NB

I composti che contengono idrogeno non seguono la regola e vanno ricordati:  
H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>...