

# Molecole, ioni e loro composti



Antoine Lavoisier  
(1743-1794)

TRAITÉ  
ÉLÉMENTAIRE  
DE CHIMIE,  
PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU  
ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES;

Avec Figures :

Par M. LAVOISIER, de l'Académie des Sciences, de la Société Royale de Médecine, des Sociétés d'Agriculture de Paris & d'Orléans, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, de la Société Helvétique de Basle, de celles de Philadelphie, Harlem, Manchester, Padoue, &c.

TOME PREMIER.



A PARIS,

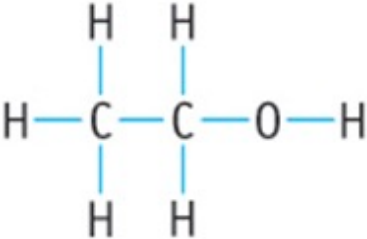
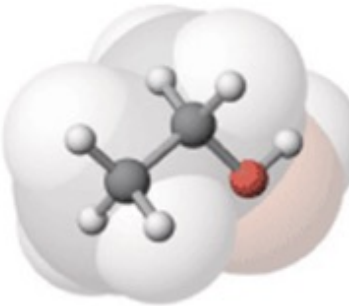
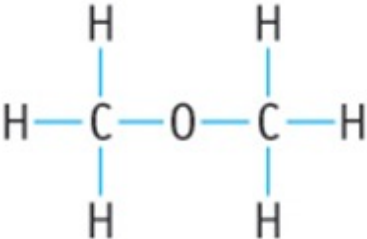
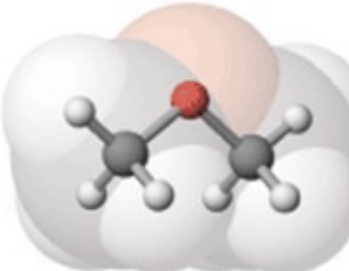
Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC LXXXIX.

Sous le Privilège de l'Académie des Sciences & de la Société Royale de Médecine.

# Le formule

Per molecole più complesse esiste più di un modo di scrivere la formula

NOME	FORMULA MOLECOLARE	FORMULA ESTESA	FORMULA DI STRUTTURA	MODELLO MOLECOLARE
Etanolo	$C_2H_6O$	$CH_3CH_2OH$		
Etere dimetilico	$C_2H_6O$	$CH_3OCH_3$		

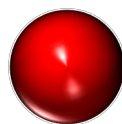
colori standard per gli atomi nei modelli molecolari



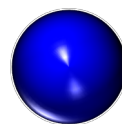
C



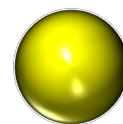
H



O



N



S

# Composti della chimica inorganica

**Ossidi:** composti di combinazione degli elementi con l'ossigeno

- ossidi
- perossidi
- superossidi
- idrossidi

**Acidi:**

- composti di combinazione degli ossidi con l'acqua (**ossiacidi**)
- composti di combinazione di elementi con l'idrogeno (**idruri**)

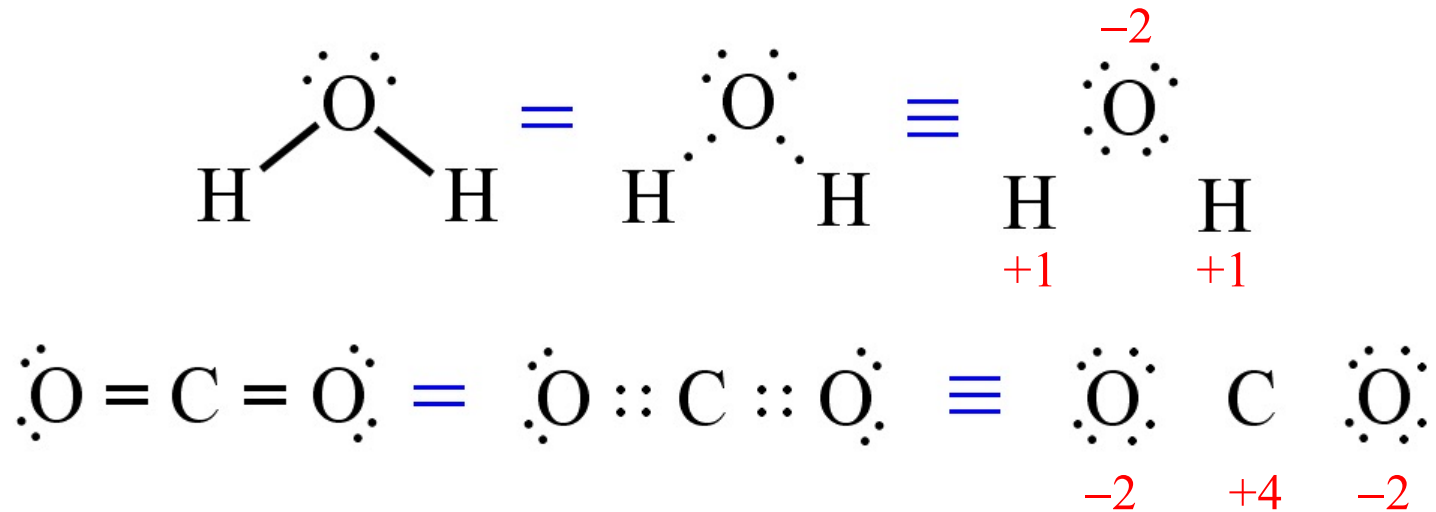
**Sali:** composti di combinazione di un acido con un idrossido (o una base). Sono **composti ionici**.

**Composti di coordinazione:**

composto in cui un atomo o ione lega un numero di altre specie chimiche superiore al suo numero di ossidazione ricavabile dalla regola dell'ottetto.

## Numero di ossidazione

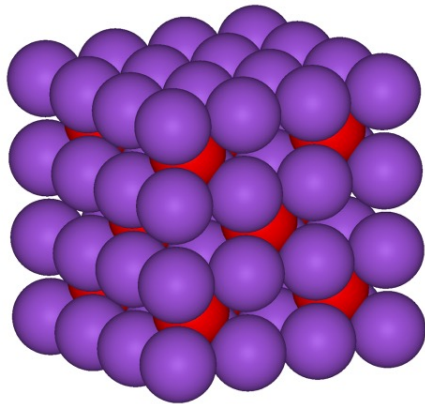
Il numero di ossidazione è la **carica** che **assumerebbe** un **elemento** in un composto, se si attribuissero gli **elettroni di legame** all'elemento più **elettronegativo**. La carica che l'elemento "assume", si determina dal **confronto** con la **configurazione elettronica esterna dell'elemento**, nel suo stato fondamentale.



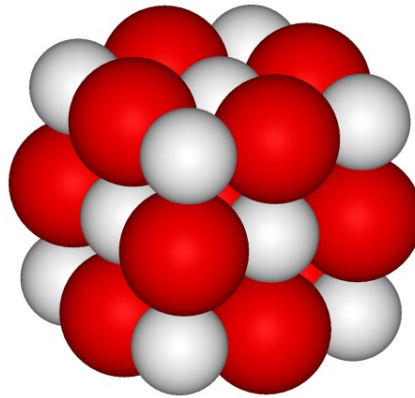
Il numero di ossidazione **non è una carica reale**, bensì fittizia, attribuita formalmente a ciascun elemento in un composto.

## Gli ossidi dei metalli

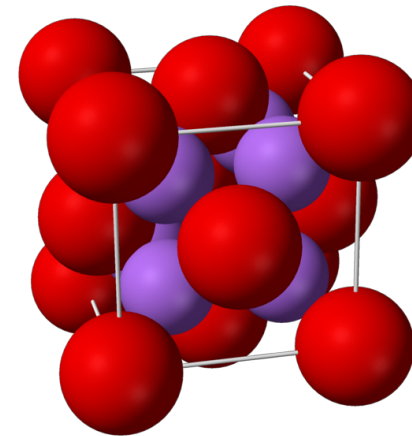
Gli ossidi degli elementi del I e II gruppo sono **solidi ionici** (il metallo non è legato all'ossigeno con legame covalente ma con **legame ionico**). Il **metallo** è presente come **catione** e l'**ossigeno** come **dianione  $O^{2-}$** .



$K_2O$



$CaO$



$Na_2O$



$2 K^+ e 1 O^{2-}$



$1 Ca^{2+} e 1 O^{2-}$



$2 Na^+ e 1 O^{2-}$

Gli ossidi della maggior parte dei **metalli** hanno proprietà **basiche**. Reagendo con l'acqua generano **idrossidi**.

$\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH}$	idrossido di sodio
$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$	diidrossido di calcio
$\text{FeO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$	diidrossido di ferro
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_3$	triidrossido di ferro
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Al}(\text{OH})_3$	triidrossido di alluminio

# Idrossidi

Composti **ternari** formati da H, O e un metallo. Si possono definire come **composti formati da un metallo e ioni  $\text{OH}^-$**  (lo ione idrossido), mettendone in evidenza la natura ionica.

Le formule degli idrossidi si scrivono secondo lo schema: **XOH** (metallo - ione idrossido).

Gli idrossidi hanno generalmente proprietà **basiche**.

Gli idrossidi dei metalli alcalini (gruppo IA) sono tipiche **basi forti**.

idrossido	nome
NaOH	idrossido di sodio
KOH	idrossido di potassio
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	diidrossido di magnesio
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	diidrossido di calcio
$\text{Zn}(\text{OH})_2$	diidrossido di zinco
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	diidrossido di ferro
$\text{Al}(\text{OH})_3$	triidrossido di alluminio
$\text{Cr}(\text{OH})_3$	triidrossido di cromo
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	triidrossido di ferro

## Gli ossidi dei non metalli (ANIDRIDIDI)

Negli ossidi, l'ossigeno ha sempre **numero di ossidazione -2**.

Gli ossidi dei **non metalli** vengono anche detti **anidridi**:

$\text{CO}_2$  (anidride carbonica)

$\text{SO}_2$  (anidride solforosa)

$\text{SO}_3$  (anidride solforica)

Attualmente la IUPAC impone di usare i prefissi **mono-**, **di-**, **tri-**, **tetra-**, **penta-**, etc. per indicare il numero degli elementi che compongono l'ossido:

$\text{NO}$ : monossido di azoto (ossido nitrico)

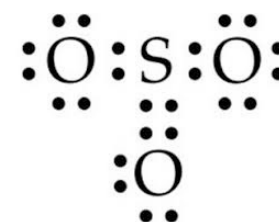
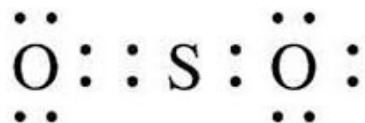
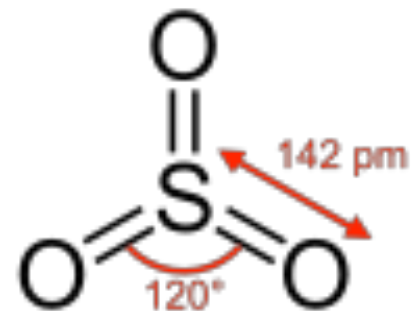
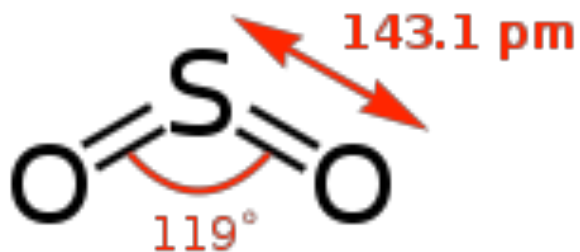
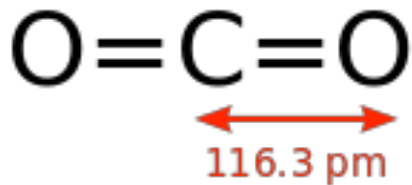
$\text{N}_2\text{O}$ : ossido di diazoto (ossido nitroso)

$\text{NO}_2$ : diossido di azoto

NB: desinenza **-oso** = numero di ossidazione **minore**

desinenza **-ico** = numero di ossidazione **maggiore**



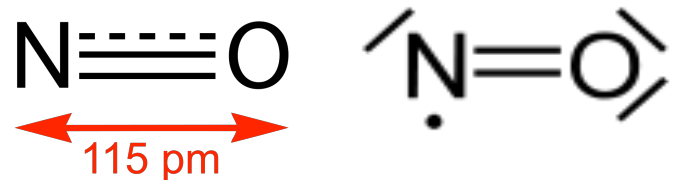


Diossido di carbonio  
(anidride carbonica)

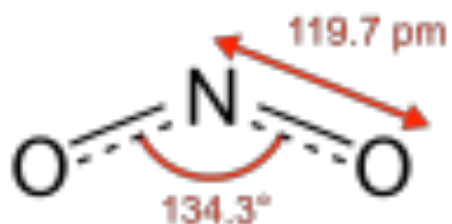
Diossido di zolfo  
(anidride solforosa)

Triossido di zolfo  
(anidride solforica)

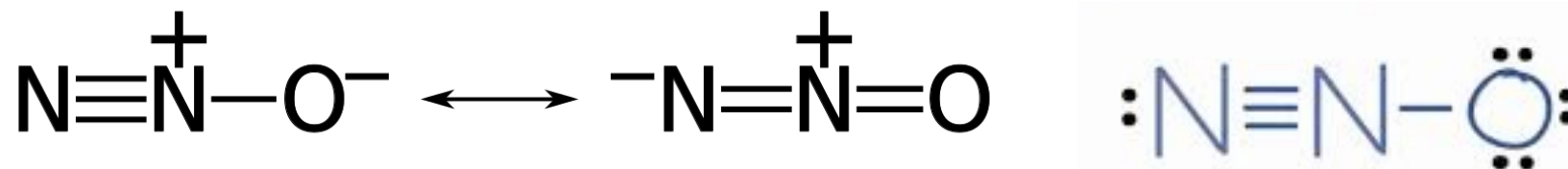
NB: desinenza **-oso** = numero di ossidazione **minore**  
desinenza **-ico** = numero di ossidazione **maggiore**



Monossido di azoto



Diossido di azoto o ipoazotide



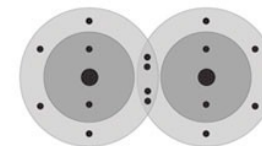
Ossido di diazoto o protossido di azoto

Gli ossidi dei **non metalli** hanno proprietà **acide**. La maggior parte di essi, reagendo con l'acqua, generano infatti **acidi ossigenati (ossiacidi)**.

$\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_2$	acido nitroso
$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3$	acido nitrico
$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$	acido solforoso
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$	acido solforico
$\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HClO}$	acido ipocloroso
$\text{Cl}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HClO}_2$	acido cloroso
$\text{Cl}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HClO}_3$	acido clorico
$\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HClO}_4$	acido perclorico
$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$	acido carbonico
$\text{P}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_3\text{PO}_3$	acido fosforoso
$\text{P}_2\text{O}_5 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_3\text{PO}_4$	acido fosforico

NB: desinenza **-oso** = numero di ossidazione **minore**  
desinenza **-ico** = numero di ossidazione **maggiore**

## Perossidi



Oxygen Molecule (O<sub>2</sub>)



Composti contenenti il gruppo perossido: -O - O -  
Nei perossidi, l'ossigeno ha **numero di ossidazione -1**

Possono essere **covalenti** (ad es. perossido di idrogeno o acqua ossigenata, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)  
o **ionici** (ad esempio, perossido di sodio, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, perossido di calcio, CaO<sub>2</sub>) in cui il gruppo perossidico è in forma ionica: O<sub>2</sub><sup>2-</sup>

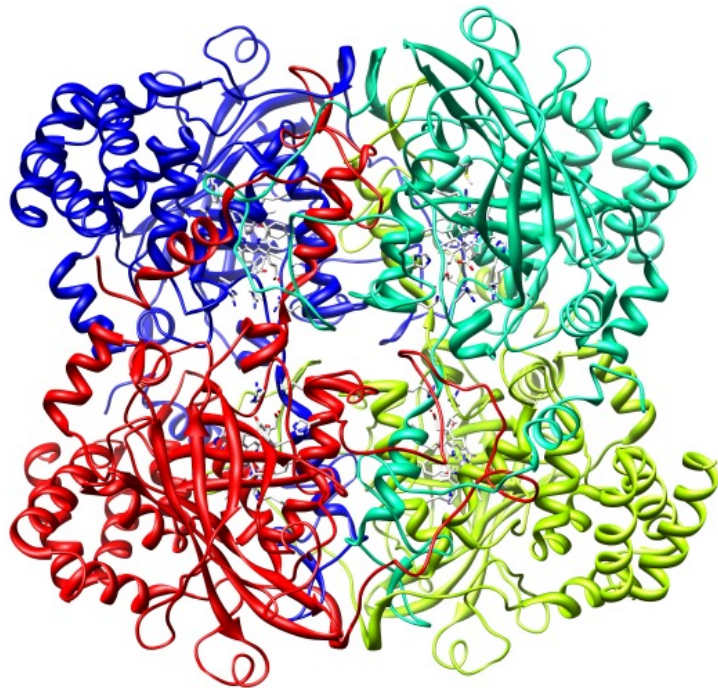
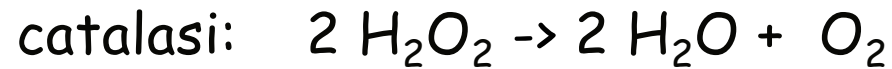
## Superossidi



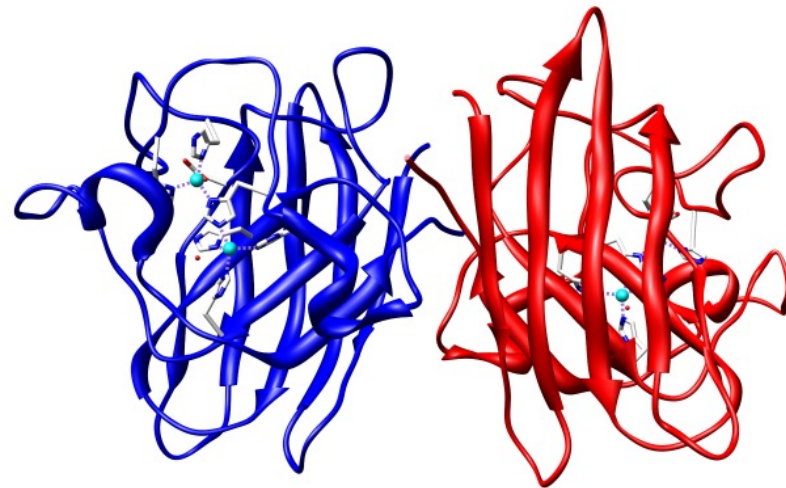
Composti ionici contenenti lo ione superossido: O<sub>2</sub><sup>-</sup>  
Nei superossidi, l'ossigeno ha **numero di ossidazione -1/2**

Sono composti di combinazione dello ione metallico con lo ione superossido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), es. NaO<sub>2</sub>, KO<sub>2</sub>

L'acqua ossigenata e lo ione superossido sono **agenti ossidanti tossici** per la cellula. Nelle cellule sono presenti 2 **enzimi** in grado di trasformare questi composti in prodotti meno tossici.



catalasi umana



superossido dismutasi bovina

## L' elettronegatività determina la polarizzazione del legame chimico.

- I **metalli**, nel corso delle reazioni chimiche, generalmente cedono elettroni dando origine a **cationi**
- I **non metalli**, nel corso delle reazioni chimiche, frequentemente acquistano elettroni dando origine ad **anioni**

1A	2A												3A	4A	5A	6A	7A	8A
1 H																		2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
11 Na	12 Mg	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 -	113 -	114 -	115 -	116 -			

metalli

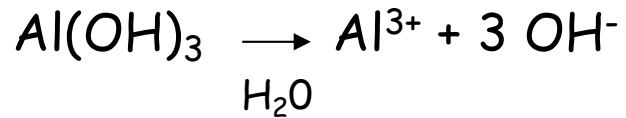
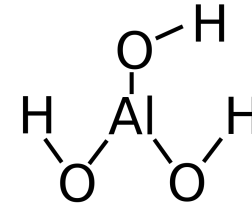
metalli di transizione

metalloidi

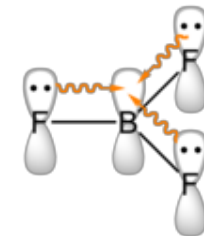
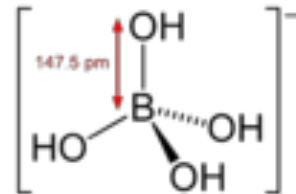
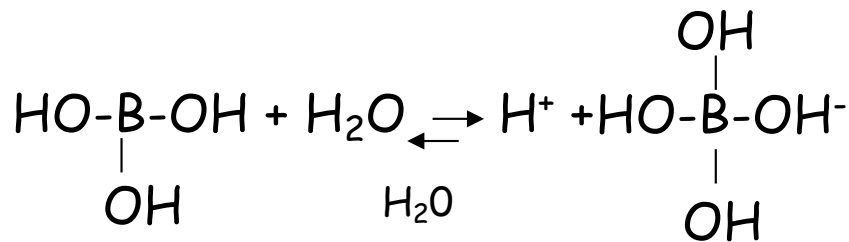
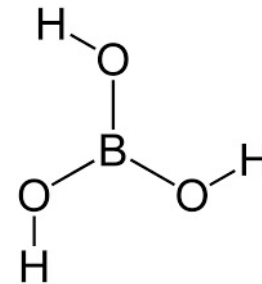
non metalli  
14

## Elementi del III Gruppo: B vs Al

$\text{Al(OH)}_3$  Idrossido di alluminio (base) in acqua reagisce:



$\text{H}_3\text{BO}_3$  Acido borico (acido) in acqua reagisce:



Questa differenza dipende dalla diversa polarizzazione del legame B-O e Al-O

## Acidi ossigenati o ossiacidi (anidridi+H<sub>2</sub>O)

Composti **ternari** formati da **H**, **O** e un **non-metallo**, oppure un metallo il cui ossido abbia proprietà acide (esempio: Cr, Mn, V).

Le **formule** degli ossiacidi si scrivono secondo lo schema **HXO**, ovvero indicando **nell'ordine** l'idrogeno, l'elemento caratteristico e l'ossigeno. Viceversa le formule degli idrossidi seguono lo schema **XOH**, metallo-ione idrossido.

Questa convenzione consente un immediato riconoscimento della natura acida o basica del composto.

La nomenclatura degli ossiacidi è strutturata in modo da mettere in evidenza il **grado di ossidazione** dell'elemento caratteristico:

desinenza **-oso** = numero di ossidazione **minore**

desinenza **-ico** = numero di ossidazione **maggiore**

esempio: acido solfor**oso** (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, n.o. S = **+4**)

acido solfor**ico** (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, n.o. S = **+6**)

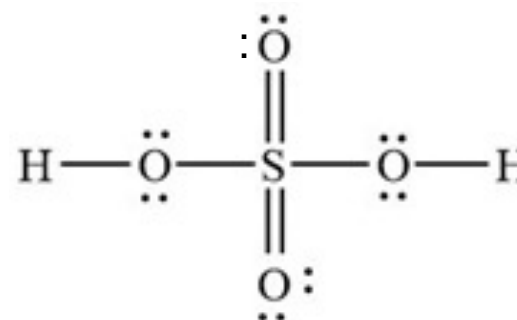
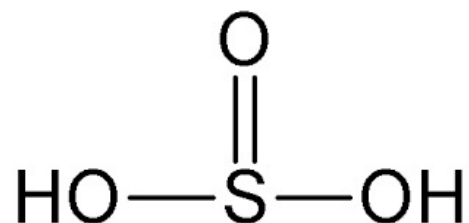
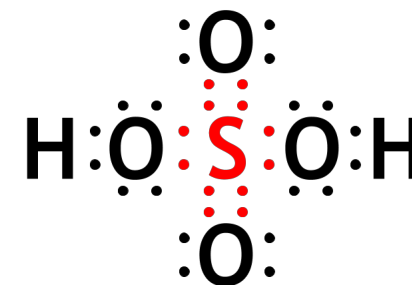


# Alcuni ossiacidi comuni (l'ossigeno ha sempre numero di ossidazione -2)

NB: -ICO → -ATO ; -OSO → -ITO

	<i>acido</i>	<i>anione</i>		<i>n.o.</i>
HBO <sub>2</sub>	metaborico	metaborato	BO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	+3
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	(orto) borico	ortoborato	BO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	+3
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	(meta) carbonico	carbonato	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	+4
H <sub>4</sub> CO <sub>4</sub>	ortocarbonico	ortocarbonato	CO <sub>4</sub> <sup>4-</sup>	+4
H <sub>6</sub> C <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	pirocarbonico	pirocarbonato	C <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>6-</sup>	+4
HNO <sub>2</sub>	nitroso	nitrito	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	+3
HNO <sub>3</sub>	nitrico	nitrato	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	+5
H <sub>3</sub> PO <sub>2</sub>	ipofosforoso	ipofosfito	H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	+1
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	(orto) fosforoso	fosfito	HPO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	+3
(HPO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>	metafosforico	(vedi testo)	-	+5
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	(orto) fosforico	fosfato	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	+5
H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	pirofosforico	pirofosfato	P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>4-</sup>	+5
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	solforoso	solfito	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	+4
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	solforico	solfato	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+6
H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	disolforico	disolfato	S <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	+6
H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	cromico	cromato	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+6
H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	dicromico	dicromato	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	+6
HClO	ipocloroso	ipoclorito	ClO <sup>-</sup>	+1
HClO <sub>2</sub>	cloroso	clorito	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	+3
HClO <sub>3</sub>	clorico	clorato	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	+5
HClO <sub>4</sub>	perclorico	perclorato	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	+7
H <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	manganico	manganato	MnO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+6
HMnO <sub>4</sub>	permanganico	permanganato	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	+7

acido nitroso ( $\text{HNO}_2$ , n.o. N = +3)  
 acido nitrico ( $\text{HNO}_3$ , n.o. N = +5)  
 acido solforoso ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ , n.o. S = +4)  
 acido solforico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ , n.o. S = +6)

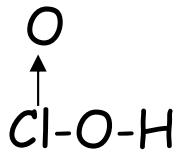


Qualora tali desinenze non siano sufficienti -e solo allora - si fa ricorso ai prefissi **ipo-** (per indicare il numero di ossidazione più basso) e **per-** (per indicare quello più alto).

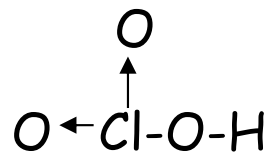
acido **ipocloroso** ( $\text{HClO}$ , n.o. +1)  
 acido **cloroso** ( $\text{HClO}_2$ , n.o. +3)  
 acido **clorico** ( $\text{HClO}_3$ , n.o. +5)  
 acido **perclorico** ( $\text{HClO}_4$ , n.o. +7)



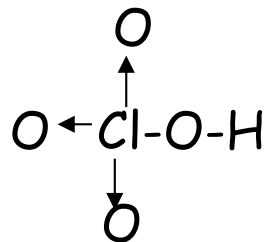
A. Ipocloroso



A. Cloroso



A. Clorico

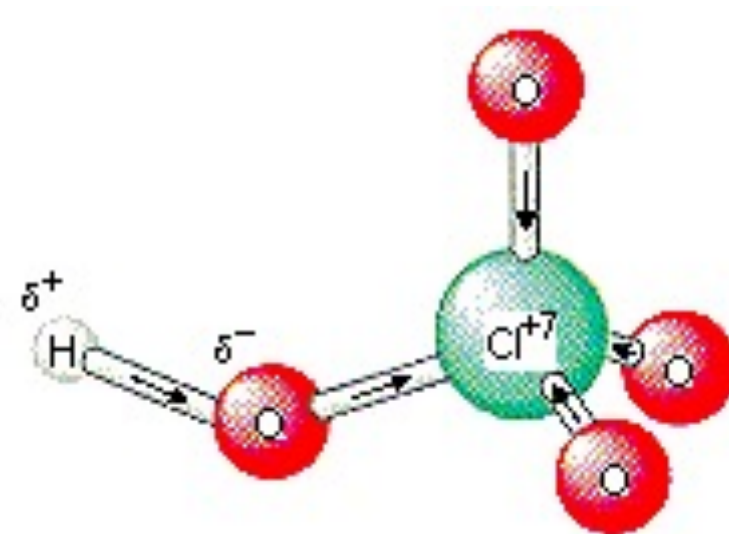


A. Perclorico

Gli atomi di ossigeno si aggiungono con legami dativi (o di coordinazione).

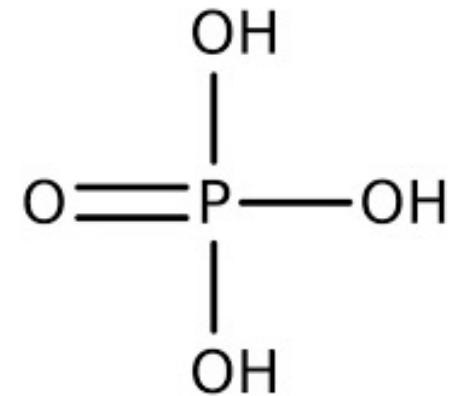
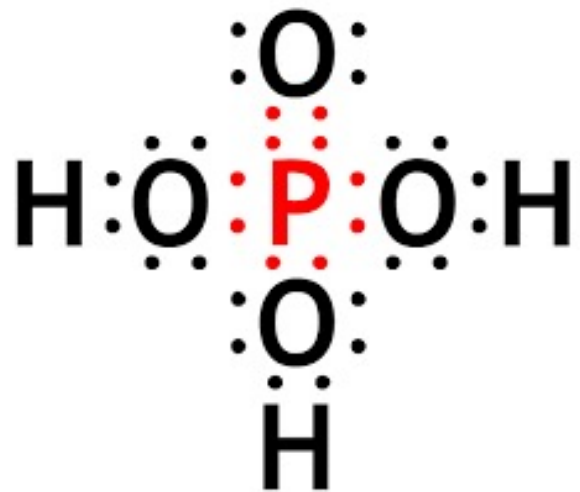
Il numero massimo atomi di ossigeno dipende dal numero di coppie di elettroni disponibili e dal raggio dell'atomo.

## Differenti caratteristiche degli Ossiacidi di uguali elementi



La differente polarizzazione del legame O-H dipende dall'effetto elettrone-attrattore degli atomi di ossigeno.

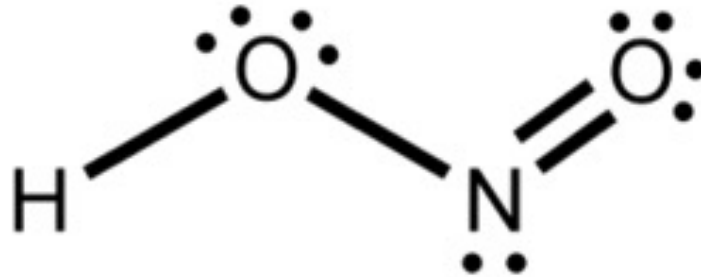
acido **ipo**cloroso (HClO, n.o. +1) Debolissimo  
acido cloroso (HClO<sub>2</sub>, n.o. +3) Debole  
acido clorico (HClO<sub>3</sub>, n.o. +5) Forte  
acido **per**clorico (HClO<sub>4</sub>, n.o. +7) Forte



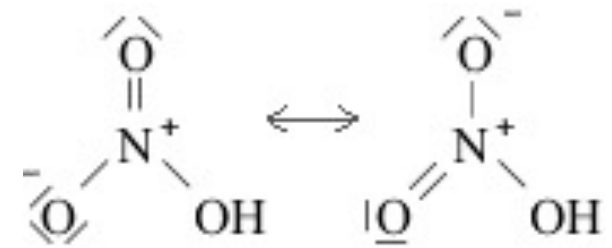
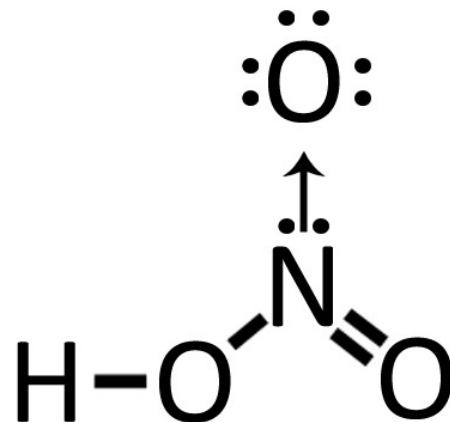
ACIDO FOSFORICO    H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

# ACIDI NITROSO E NITRICO

Acido nitroso

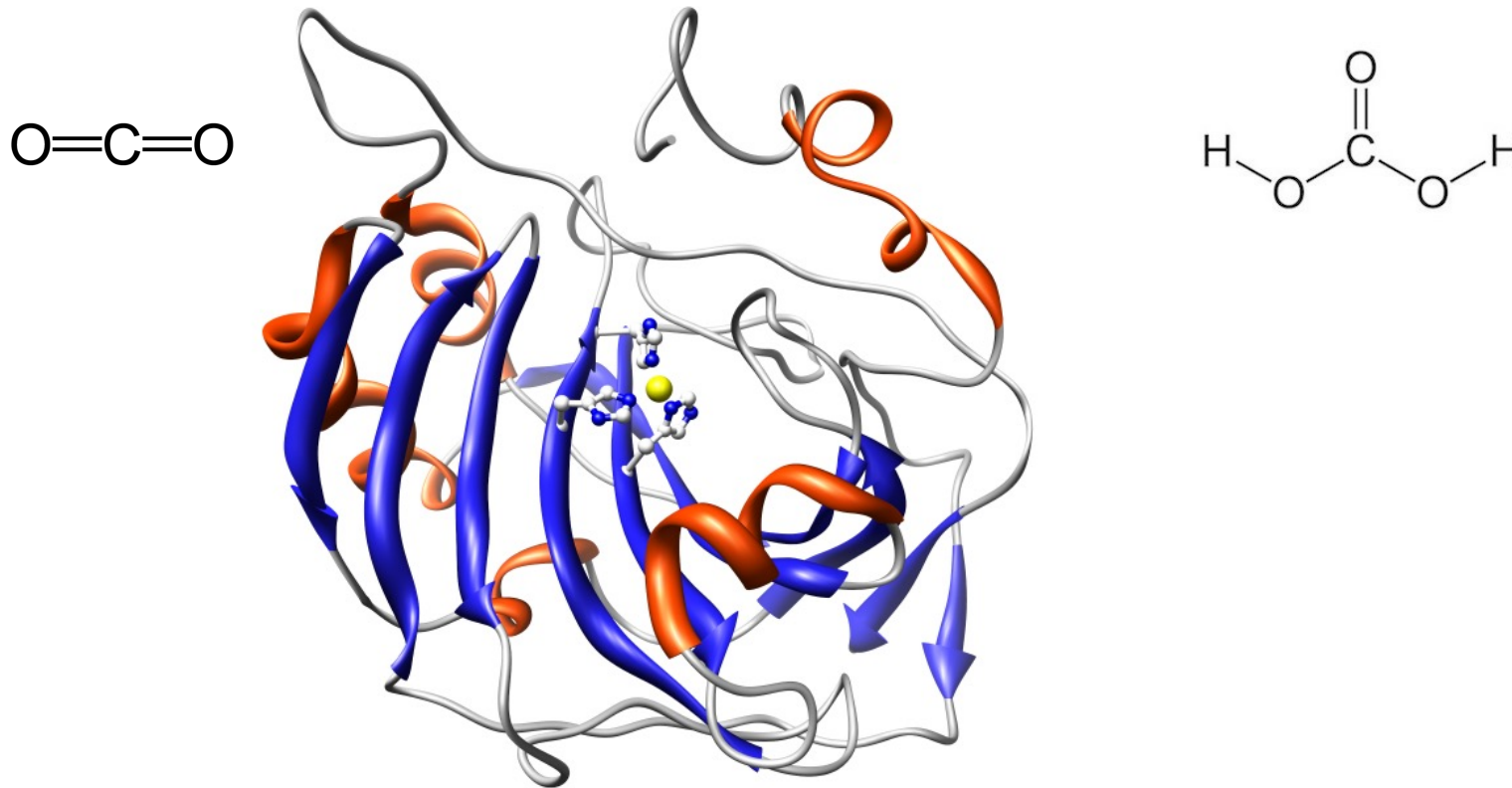


Acido nitrico



L'anidrasi carbonica: un enzima importante per il trasporto della CO<sub>2</sub> nel sangue.

sangue venoso:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$



sangue arterioso:  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

# Idruri

Sono composti **binari dell'idrogeno**. I rapporti con cui l'idrogeno si lega con gli elementi dal I al VII gruppo sono fissi e si ripetono con estrema periodicità: **1, 2, 3, 4, 3, 2, 1** (LiH, CaH<sub>2</sub>, AlH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, HF)

**Idruri metallici**: gli idruri dei gruppi **IA** e **IIA**. In questi l'H ha numero di ossidazione **-1**. Ad eccezione LiH e BeH<sub>2</sub>, gli altri hanno caratteristiche nettamente ioniche. In essi l'idrogeno è presente come **ione idruro** (H<sup>-</sup>).

**Idruri covalenti**: gli idruri degli elementi dal IV gruppo in avanti hanno natura molecolare (CH<sub>4</sub>, metano; SiH<sub>4</sub>, silano; NH<sub>3</sub>, ammoniaca; PH<sub>3</sub>, fosfina)

**Idracidi**: Sono composti binari dell'idrogeno con elementi del VI e del VII gruppo. Per la loro nomenclatura si premette il termine **acido** e si aggiunge la desinenza **-idrico** al nome dell'elemento caratteristico.

Es. H<sub>2</sub>S, **acido solfidrico**; HF, **acido fluoridrico**; HCl, **acido cloridrico**; HBr, **acido bromidrico**; HI, **acido iodidrico**.

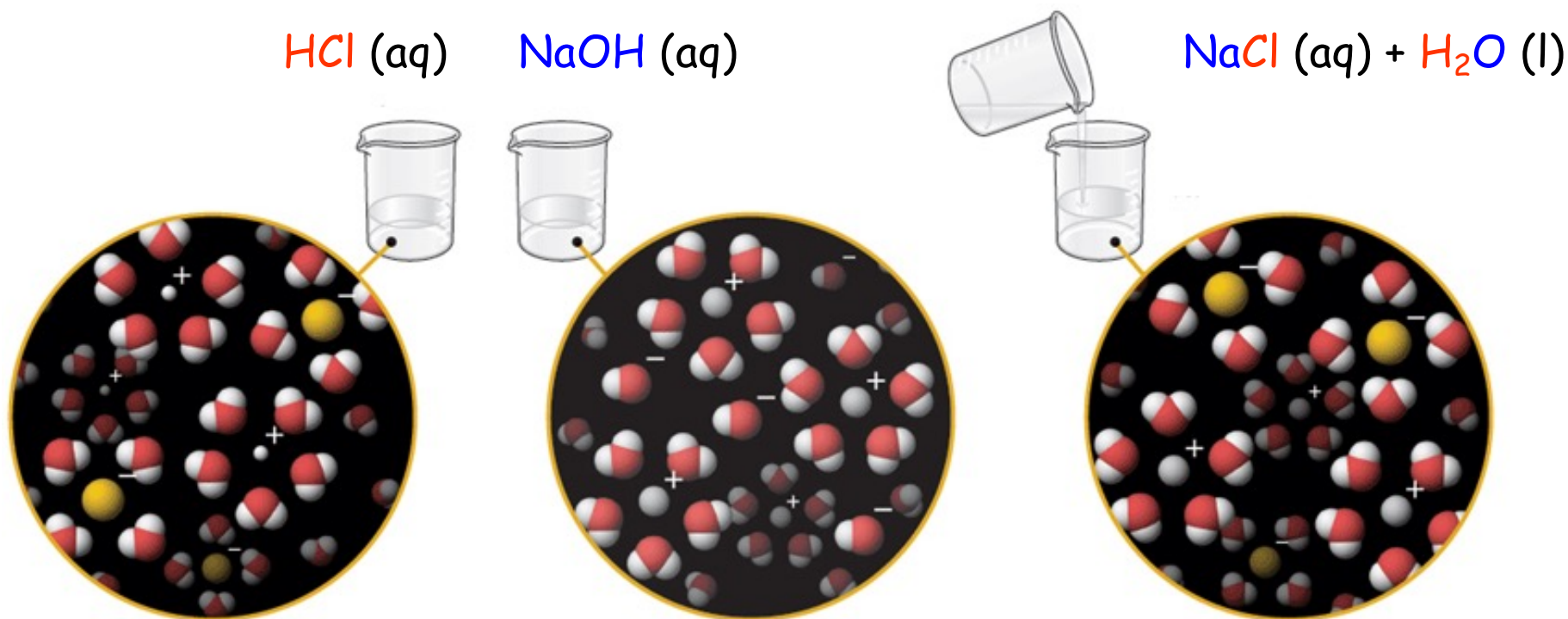
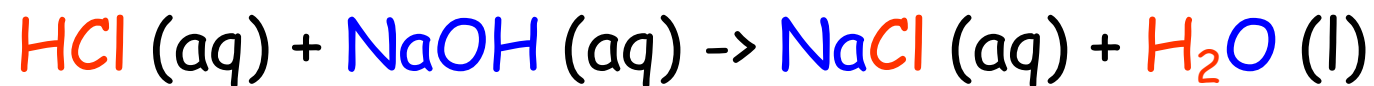
I **cationi** derivati da idruri prendono il suffisso **-onio**.

Ad esempio: PH<sub>4</sub><sup>+</sup>, **fosfonio**; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, **ammonio**; H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, **ossonio** (o idronio).



## Sali

Sono composti ionici che si ottengono, normalmente, dalla reazione di un **acido** con una **base** (reazioni acido-base):



# I sali sono composti ionici

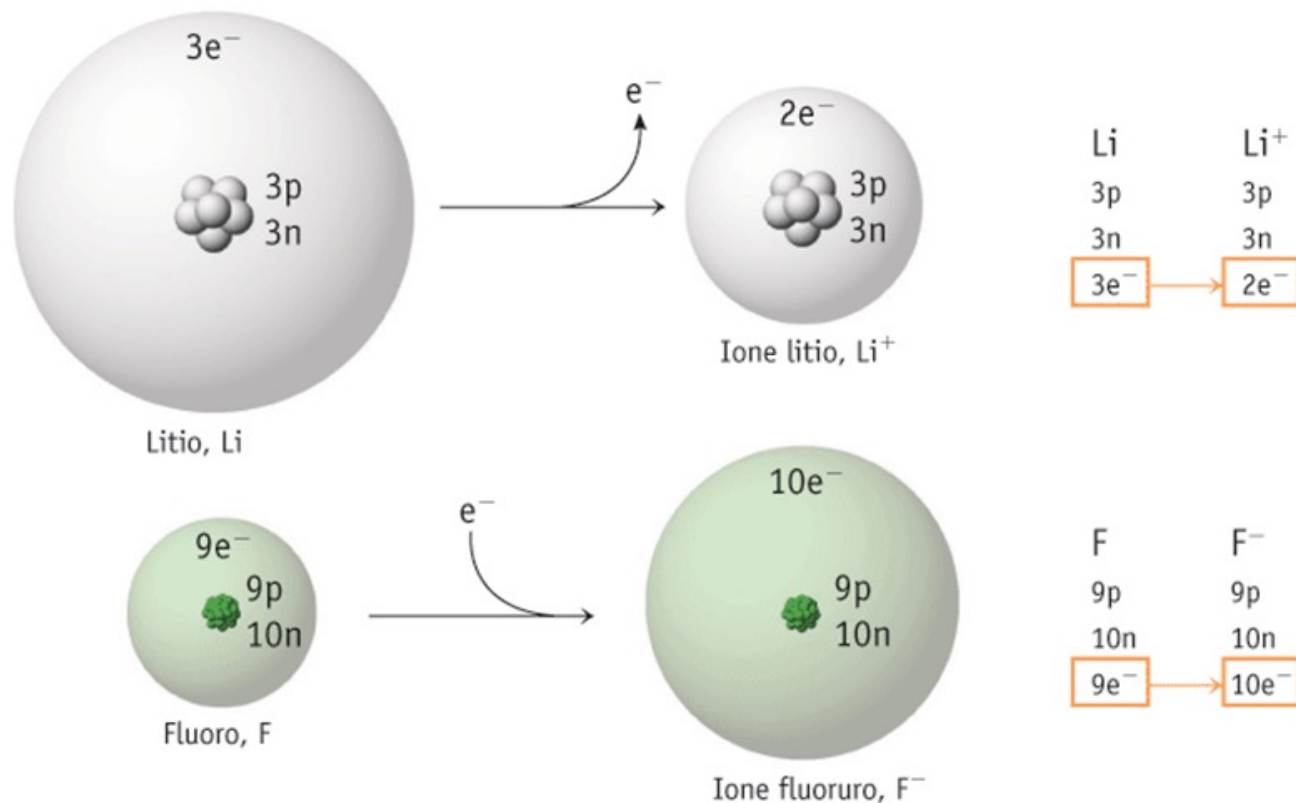
I composti ionici consistono di ioni, atomi o gruppi di atomi che possiedono cariche positive o negative.

nome comune	nome	formula	ioni presenti
sale	cloruro di sodio	NaCl	Na <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup>
calce	ossido di calcio	CaO	Ca <sup>2+</sup> , O <sup>2-</sup>
calcite	carbonato di calcio	CaCO <sub>3</sub>	Ca <sup>2+</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
fluorite	fluoruro di calcio	CaF <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup> , F <sup>-</sup>
gesso	solfo di calcio biidrato	CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
ematite	ossido di ferro (III)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sup>3+</sup> , O <sup>2-</sup>
orpimento	solfo d'arsenico	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	As <sup>3+</sup> , S <sup>2-</sup>



Gli atomi di molti elementi possono **cedere o acquistare elettroni** nel corso di una reazione chimica. Per essere in **grado di predire il risultato di una reazione chimica**, bisogna sapere se un elemento è in grado di acquistare o cedere elettroni, e in caso affermativo, quanti.

Quando un atomo **cede uno più elettroni** (che è trasferito ad un altro atomo in una reazione), si ottiene uno **ione carico positivamente** chiamato **catione**. Quando un atomo **acquista un elettrone** si ottiene uno **ione carico negativamente** chiamato **anione**.



Si può prevedere se un atomo di un elemento formerà preferenzialmente un anione o un catione?

- I metalli, nel corso delle reazioni chimiche, generalmente cedono elettroni dando origine a cationi
- I non metalli, nel corso delle reazioni chimiche, frequentemente acquistano elettroni dando origine ad anioni

1A	2A												3A	4A	5A	6A	7A	8A
1 H																		2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
11 Na	12 Mg	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 -	113 -	114 -	115 -	116 -			

metalli

metalli di transizione

metalloidi

non metalli  
28

# Ioni monoatomici

Derivano da atomi singoli che hanno ceduto o acquistato elettroni. I **metalli** dei **gruppi 1A-3A** formano ioni positivi con **carica** pari al **numero del gruppo di appartenenza**. Non vi sono regole per i **metalli di transizione**. I **non metalli** spesso formano ioni che hanno una **carica negativa** pari a 8 meno il numero del gruppo di appartenenza dell'elemento.

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

gruppo	elemento	variazione di elettroni	catione risultante
<b>metalli</b>			
1A	Na (11 protoni, 11 elettroni)	-1	Na <sup>+</sup> (11 protoni, 10 elettroni)
2A	Ca (20 protoni, 20 elettroni)	-2	Ca <sup>2+</sup> (20 protoni, 18 elettroni)
3A	Al (13 protoni, 13 elettroni)	-3	Al <sup>3+</sup> (13 protoni, 10 elettroni)
<b>metalli di transizione</b>			
7B	Mn (25 protoni, 25 elettroni)	-2	Mn <sup>2+</sup> (25 protoni, 23 elettroni)
8B	Fe (26 protoni, 26 elettroni)	-2	Fe <sup>2+</sup> (26 protoni, 24 elettroni)
8B	Fe (26 protoni, 26 elettroni)	-3	Fe <sup>3+</sup> (26 protoni, 23 elettroni)
<b>non metalli</b>			
5A	N (7 protoni, 7 elettroni)	+3	N <sup>3-</sup> (7 protoni, 10 elettroni)
6A	S (16 protoni, 16 elettroni)	+2	S <sup>2-</sup> (16 protoni, 18 elettroni)
7A	Br (35 protoni, 35 elettroni)	+1	Br <sup>-</sup> (35 protoni, 36 elettroni)

## Assegnare il nome agli ioni positivi (cationi).

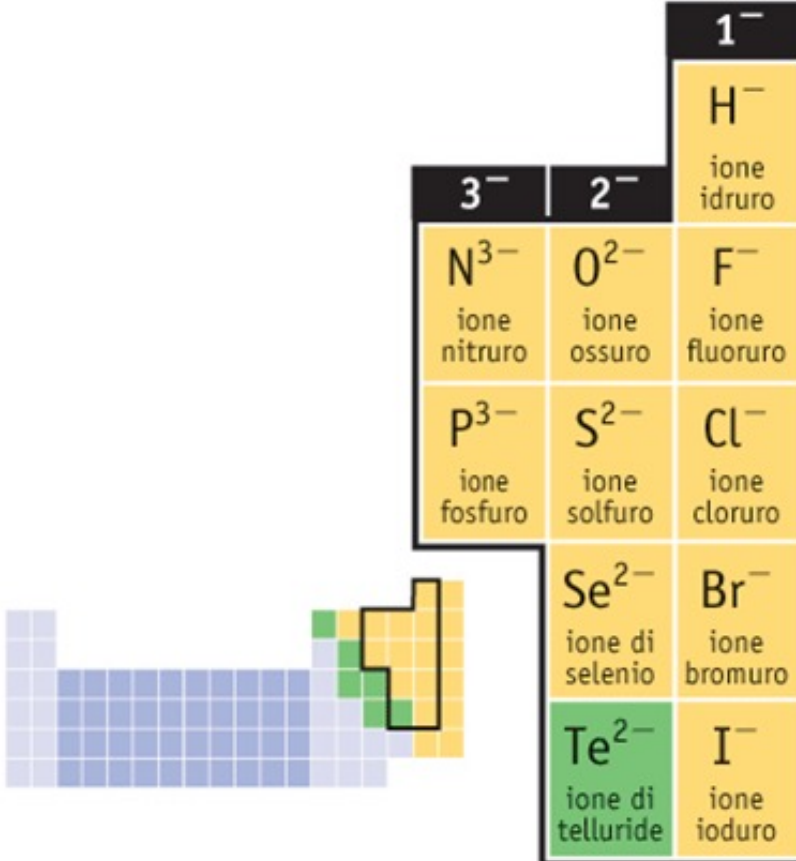
Escluse poche eccezioni (quale  $\text{NH}_4^+$ , ammonio) gli ioni positivi sono ioni metallici. I loro nomi vengono assegnati secondo le seguenti regole:

1) Per uno ione positivo **monoatomico** il nome è quello del **metallo** preceduto dalla parola “**catione**”. Es.  $\text{Al}^{3+}$  viene chiamato catione alluminio.

2) Vi sono alcuni casi, specialmente tra i metalli di transizione, in cui un metallo può formare **più di uno ione positivo di diversa carica**. In questo caso la carica dello ione viene indicata con il **numero romano** tra parentesi immediatamente dopo il **nome dello ione**. Es.  $\text{Co}^{2+}$  è il catione cobalto (II) e  $\text{Co}^{3+}$  è il catione cobalto (III).

## Assegnare il nome agli ioni negativi (anioni).

Vi sono 2 tipi di ioni negativi: gli ioni monoatomici e poliatomici  
Il nome di uno ione **monoatomico** negativo si ottiene aggiungendo il suffisso **-uro** alla radice del nome del **non metallo** dal quale deriva. Es.  $\text{Cl}^-$  viene chiamato anione cloruro. Gli anioni del gruppo 7A vengono chiamati **alogenuri**.



		1 <sup>-</sup>	
		$\text{H}^-$ ione idruro	
3 <sup>-</sup>	2 <sup>-</sup>		
$\text{N}^{3-}$ ione nitruro	$\text{O}^{2-}$ ione ossuro	$\text{F}^-$ ione fluoruro	
$\text{P}^{3-}$ ione fosfuro	$\text{S}^{2-}$ ione solfuro	$\text{Cl}^-$ ione cloruro	
		$\text{Se}^{2-}$ ione di selenio	$\text{Br}^-$ ione bromuro
		$\text{Te}^{2-}$ ione di telluride	$\text{I}^-$ ione ioduro



## Nomenclatura dei sali degli ossiacidi

La parte **metallica** (positiva) del sale viene scritta per prima a cui segue la parte **non metallica** o **radicale acido** (negativa).  
Il nome di un sale deriva dal nome del radicale dell'acido corrispondente, seguito dal nome del catione

tipo	desinenza acido	desinenza sale	esempio acido	esempio sale
ossiacido	-oso	-ito	HNO <sub>2</sub> acido nitroso	NaNO <sub>2</sub> nitrito di sodio
ossiacido	-ico	-ato	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> acido solforico	CaSO <sub>4</sub> solfato di calcio
idracido	-idrico	-uro	HCl acido cloridrico	KCl cloruro di potassio

Gli ioni negativi **poliatomici** sono frequenti, specialmente quelli contenenti ossigeno, chiamati **ossianioni**. Alcune linee guida.

- All'ossianione che ha il maggior numero di atomi di ossigeno viene assegnata la desinenza **-ato** e all'ossianione con il minor numero di atomi di ossigeno la desinenza **-ito**.

$\text{NO}_3^-$  è lo ione nitr**ato** e  $\text{NO}_2^-$  è lo ione nitr**ito**  
 $\text{SO}_4^{2-}$  è lo ione solf**ato** e  $\text{SO}_3^{2-}$  è lo ione solf**ito**

- Per una famiglia di ossianioni che ha più di due componenti si utilizza il prefisso **per-** e la desinenza **-ato** per lo ione con il numero più elevato di atomi di ossigeno, mentre per quello col numero minore si usa il prefisso **ipo-** e la desinenza **-ito**.

$\text{ClO}_4^-$  è lo ione **perclorato** e  $\text{ClO}_3^-$  è lo ione clor**ato**  
 $\text{ClO}_2^-$  è lo ione clor**ito** e  $\text{ClO}^-$  è lo ione ipoclor**ito**

- Negli ossianioni contenenti idrogeno il nome dell'ossianione viene preceduto da "idrogeno"

$\text{HPO}_4^{2-}$  è lo ione **idrogeno** fosfato e  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  è lo ione **diidrogeno** fosfato  
 $\text{HCO}_3^-$  è lo ione **idrogeno** carbonato (bicarbonato) e  $\text{HSO}_4^{2-}$  è lo ione **idrogeno** solfato<sub>4</sub>

Formula	Nome	Formula	Nome
<b>Con un elemento del gruppo 4A</b>		<b>Con un elemento del gruppo 7A</b>	
CN <sup>-</sup>	ione cianuro	ClO <sup>-</sup>	ione ipoclorito
CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ione acetato	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ione clorito
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ione carbonato	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ione clorato
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ione bicarbonato	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	ione perclorato
<b>Con un elemento del gruppo 5A</b>		<b>Con un metallo di transizione</b>	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ione nitrito	CrO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	ione cromato
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ione nitrato	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	ione dicromato
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ione fosfato	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	ione permanganato
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ione idrogeno fosfato		
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	ione diidrogeno fosfato		
<b>Con un elemento del gruppo 6A</b>			
OH <sup>-</sup>	ione idrossido		
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ione solfito		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ione solfato		
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	ione idrogeno solfato		

## Alcuni sali

acido	base	sale	nome IUPAC	nome tradizionale
HCl	NaOH	NaCl	cloruro di sodio	cloruro di sodio
HF	Ca(OH) <sub>2</sub>	CaF <sub>2</sub>	difluoruro di calcio	fluoruro di calcio
HBr	Al(OH) <sub>3</sub>	AlBr <sub>3</sub>	tribromuro di alluminio	bromuro di alluminio
H <sub>2</sub> S	Fe(OH) <sub>2</sub>	FeS	solfo di ferro	solfo ferroso
H <sub>2</sub> S	Fe(OH) <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	trisolfuro di diferro	solfo ferrico
H <sub>2</sub> S	KOH	K <sub>2</sub> S	solfo di dipotassio	solfo di potassio
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	carbonato di disodio	carbonato di sodio
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KOH	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	solfo di dipotassio	solfo di potassio
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Fe(OH) <sub>2</sub>	FeSO <sub>4</sub>	solfo di ferro	solfo ferroso
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Fe(OH) <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	trisolfato di diferro	solfo ferrico
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	di-tetrossofosfato di tricalcio	fosfato di calcio
HMnO <sub>4</sub>	KOH	KMnO <sub>4</sub>	permanganato di potassio	permanganato di potassio

## Composti Chimici di Interesse Biologico-Medico

### **ACIDI (ac)**

HCl	ac cloridrico	forte	succo gastrico
HNO <sub>3</sub>	ac nitrico	forte	caustico
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ac solforico	forte	caustico
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	ac solforoso	forte	caustico
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	ac fosforico	debole	tampone sangue e liquidi biologici
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	ac borico	debole	antisettico superficie
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	ac carbonico	debole	tampone sangue e liquidi biologici
HCOOH	ac formico	debole	capostipite ac carbossilici
CH <sub>3</sub> COOH	ac acetico	debole	tampone laboratorio + <i>aceto</i>

### **BASI (IDROSSIDI, Id)**

NaOH	Id di sodio	forte	caustico ( <i>soda</i> )
KOH	Id di potassio	forte	caustico ( <i>potassa</i> )
Ca(OH) <sub>2</sub>	Id di calcio	forte	caustico
Mg(OH) <sub>2</sub>	Id di magnesio	forte	caustico
Al(OH) <sub>3</sub>	Id di alluminio	forte	caustico
NH <sub>3</sub> .H <sub>2</sub> O	ammoniaca	debole	coadiuvante deterzione superfici
NH <sub>4</sub> OH	Id di ammonio		

## Composti Chimici di Interesse Biologico-Medico

### SALI

#### *Sali che non inducono idrolisi (Neutri)*

NaCl	cloruro di sodio	ubiquitario
KCl	cloruro di potassio	ubiquitario
KBr	bromuro di potassio	sedativo
KI	ioduro di potassio	supporto tiroideo
CaCl <sub>2</sub>	cloruro di calcio	supporto ionico
MgCl <sub>2</sub>	cloruro di magnesio	supporto ionico
MgSO <sub>4</sub>	solfo di magnesio	poco solubile/lassativo
KNO <sub>3</sub>	nitro di potassio	fertilizzanti/ agricolo
NaNO <sub>3</sub>	nitro di sodio	fertilizzanti/ agricolo
CuSO <sub>4</sub>	solfo di rame	antimicrobico/ agricolo
AgNO <sub>3</sub>	nitro di argento	antisettico/ topico
KMnO <sub>4</sub>	permanganato di K	antisettico/ossidante
HgCl <sub>2</sub>	cloruro di mercurico	tossico
BaSO <sub>4</sub>	solfo di bario	poco solubile – radiopaco

#### *Sali che inducono idrolisi acida*

NH <sub>4</sub> Cl	cloruro di ammonio	urina fermentata
CH <sub>3</sub> COO(NH <sub>4</sub> )	acetato di ammonio	laboratorio
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	solfo di ammonio	laboratorio

## SALI

*Sali che inducono idrolisi alcalina*

$\text{CH}_3\text{COONa}$	acetato di sodio	tampone laboratorio
$\text{CH}_3\text{COOK}$	acetato di potassio	tampone laboratorio
$\text{CaCO}_3$	carbonato di calcio	antiacido
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	fosfato di calcio	matrice ossea
$\text{Na}_3\text{PO}_4$	fosfato di sodio	industria
$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	fosfato acido bisodico	sangue-tampone
$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	fosfato acido monosodico	sangue-tampone
$\text{NaHCO}_3$	carbonato acido di sodio	<i>bicarbonato</i> – sangue

## OSSIDI

$\text{Na}_2\text{O}$	ossido di sodio	in acqua $\rightarrow$ idrossido
$\text{CaO}$	ossido di calcio	in acqua $\rightarrow$ idrossido
<i>etc.</i>		

---

$\text{CO}$	monossido di carbonio	gas letale
$\text{CO}_2$	biossido di carbonio	respirazione cell., aria, etc.
$\text{NO}$	monossido di azoto	messaggero cell., vasodilata, tossico, etc.
$\text{NO}_2$	biossido di azoto	gas scarico (+ $\text{H}_2\text{O}$ piogge acide). $2 \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$
$\text{SO}_2$	anidride solforosa	gas scarico (+ $\text{H}_2\text{O}$ piogge acide) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
$\text{SO}_3$	anidride solforica	gas scarico (+ $\text{H}_2\text{O}$ piogge acide) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

# Composti di coordinazione

Composto in cui un atomo o ione lega un numero di altre specie chimiche **superiore al suo numero di ossidazione**.

In genere l'atomo centrale è il **catione di un metallo di transizione** e gli ioni o le molecole che lo circondano si chiamano **leganti** (o anche ligandi).

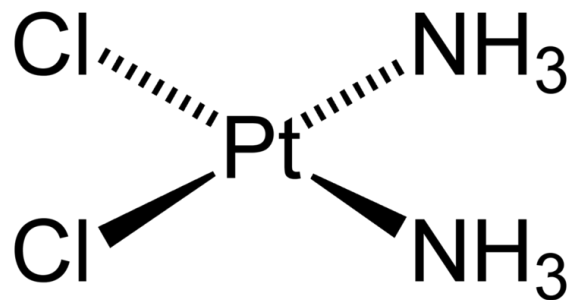
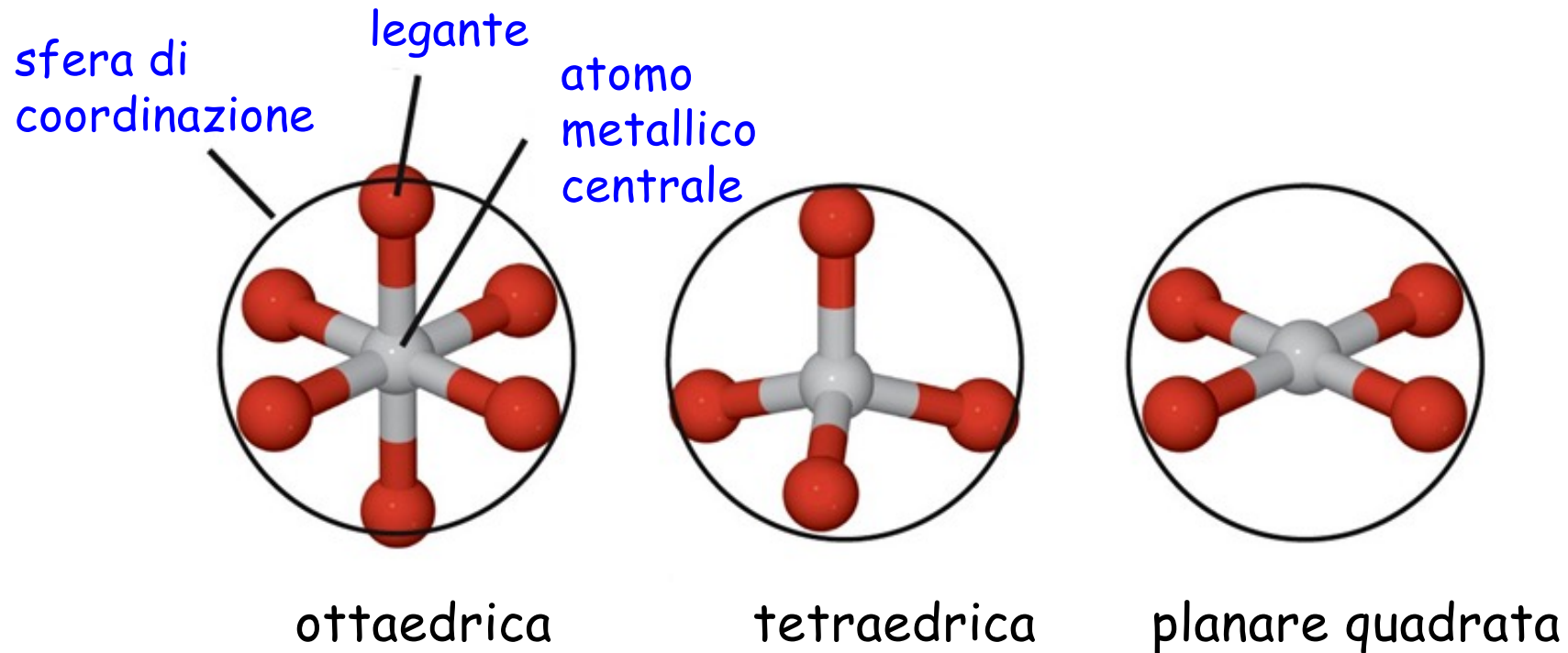
L'insieme dei leganti forma la **sfera di coordinazione** del complesso ed il numero dei ligandi è detto **numero di coordinazione**. Tale numero varia, in genere, da 1 a 12.

Il legame chimico nei complessi deriva fundamentalmente dalle interazioni tra gli **orbitali  $d$  vuoti dell'atomo centrale** e **orbitali  $s$  e  $p$  dei leganti** (lone pairs).

I legami risultanti, hanno energie tali che le transizioni elettroniche hanno lunghezze d'onda che cadono nel **visibile**: molti ioni complessi sono per questo motivo **colorati** (es. emoglobina e clorofilla).

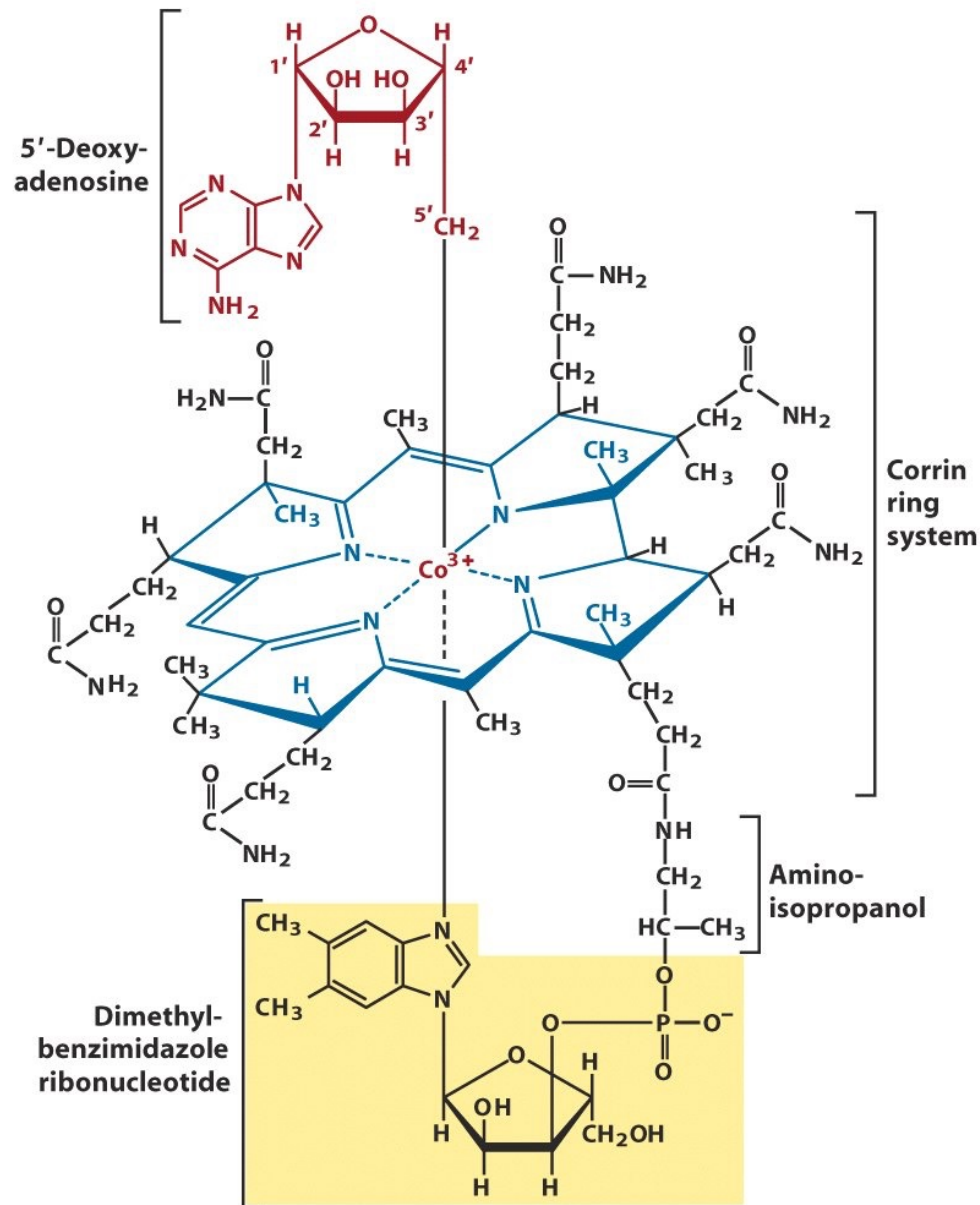


Esempi: un metallo in soluzione acquosa (coordinato da molecole d'acqua o altri leganti).

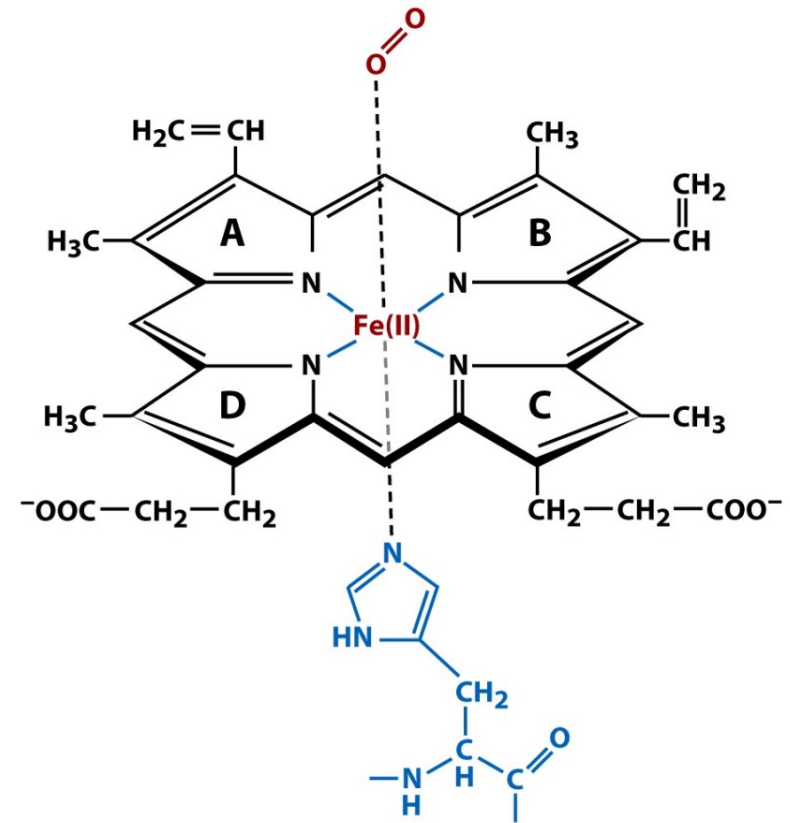


Il cis-platino (I), un farmaco anticancro usato nella chemioterapia

# La vitamina B<sub>12</sub>



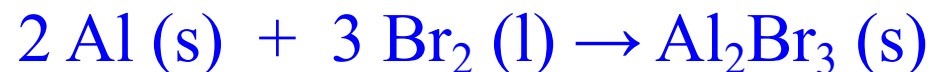
# L'eme nella mioglobina ed emoglobina



I numeri di ossidazione permettono di **distribuire gli elettroni** tra gli atomi di una molecola. Poiché la distribuzione degli elettroni **cambia nelle reazioni di ossidoriduzione** (redox), questo metodo viene utilizzato per stabilire se è **avvenuta una reazione redox**, per **identificare** gli agenti ossidante e riducente, e per **bilanciare** le equazione delle reazioni redox.



Alluminio e bromo si combinano per formare il bromuro di alluminio.



n.o. = 0

n.o. = 0

n.o. Al = +3 e n.o. Br = -1

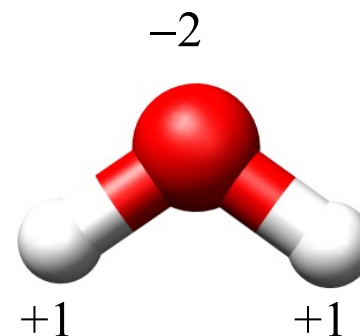
# Calcolo del numero di ossidazione (n.o.)

1. Tutte le sostanze allo stato **elementare** hanno n.o. pari a 0 **Na, Fe, C, H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, etc.**
2. Il n.o. di un qualsiasi **ione monoatomico** é uguale alla **carica dello ione**  
**ioni Na<sup>+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Br<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup> n.o. +1, +2, +3, -1, -2**
3. Il n.o. dell' **idrogeno** nei suoi composti é sempre uguale a **+1**, tranne negli **idruri** metallici in cui é uguale a **-1**  
**n.o. H = +1, HCl, H<sub>2</sub>O, HNO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, etc.**  
**n.o. H = -1 NaH, KH, CaH<sub>2</sub>**
4. Il n.o. dell' **ossigeno** nei suoi composti é sempre uguale a **-2**, tranne nei **perossidi** in cui é uguale a **-1** e nei composti con il fluoro in cui é uguale a **+2**  
**n.o. O = -2, H<sub>2</sub>O, BaO, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, etc.**  
**n.o. O = -1, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, etc.**  
**n.o. O = +2, OF<sub>2</sub>**  
altri casi particolari: **superossidi** (NaO<sub>2</sub>, KO<sub>2</sub> n.o.= -0.5) e **peracidi** (H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, n.o.= -1)
5. La **somma algebrica** nei n.o. degli atomi in un **composto neutro** deve essere uguale a 0  
**nel NaCl, n.o. Na = +1 e n.o. Cl = -1**
6. La **somma algebrica** dei n.o. di tutti gli atomi in uno **ione poliatomico** (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, etc.) deve essere uguale alla **carica dello ione**: **nello ione PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>: n.o. O = -2 e n.o. P = +5**

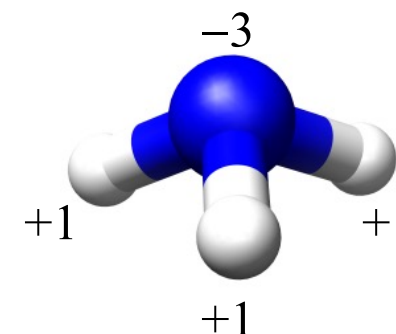
Per calcolare i numeri di ossidazione degli elementi di un composto:

- si stabilisce quale di essi è il **più elettronegativo**
- si attribuiscono ad esso **tutti gli elettroni di legame**
- si contano gli **elettroni guadagnati o persi** dagli atomi dopo questa fittizia attribuzione

H <sub>2</sub> O	Z	elettronegatività	configurazione elettronica	numero di ossidazione
H	1	2.2	1s <sup>1</sup>	+1 (1s <sup>0</sup> )
O	8	3.5	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	-2 (1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> )



NH <sub>3</sub>	Z	elettronegatività	configurazione elettronica	numero di ossidazione
H	1	2.2	1s <sup>1</sup>	+1 (1s <sup>0</sup> )
N	7	3.0	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	-3 (1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> )



CO <sub>2</sub>	Z	elettronegatività	configurazione elettronica	numero di ossidazione
C	6	2.5	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	+4 (1s <sup>2</sup> )
O	8	3.5	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	-2 (1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> )

