

Le regole della nomenclatura tradizionale e IUPAC dei composti inorganici

Dalle formule ai nomi dei composti:

1) Riconoscere classi di composti dalla formula

Per dare un nome a una formula chimica dobbiamo:

- identificare dalla formula a quale classe di composti appartiene;
- applicare le regole di nomenclatura tradizionale o IUPAC.

Proponiamo alcune formule e cerchiamo di capire a quale tipo di composto corrispondono.

H₂O è un o. basico monossido di diidrogeno

+ Nota

In tutti gli ossidi, l'ossigeno è scritto sempre dopo (tranne OF₂ perché il fluoro è più elettronegativo dell'ossigeno: questo composto viene chiamato fluoruro di ossigeno e non ossido di fluoro).

I gruppo: ossidi

Ossido di litio



- Quanti elementi sono presenti nella formula? 2: è un **composto binario**.
- Quali elementi sono presenti nella formula? **Un metallo + O** (ossigeno): è un ossido (**ossido basico** nella nomenclatura tradizionale).

N_2O_3 Anidride nitrosa (triossido di diazoto)

- Quanti elementi sono presenti nella formula? 2: è un **composto binario**.
- Quali elementi sono presenti nella formula? **Un non metallo + O** (ossigeno): è sempre un ossido (**ossido acido o anidride** nella nomenclatura tradizionale).

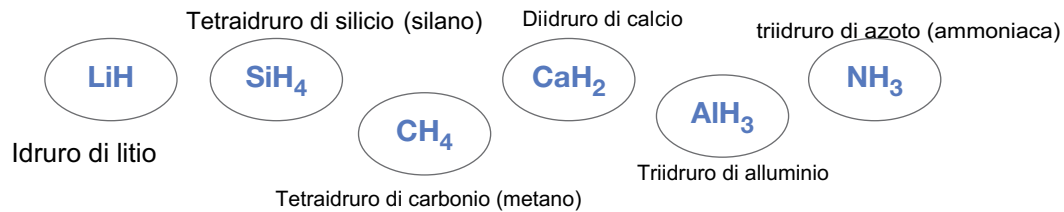
Prova tu Da Li₂O a Fe₂O₃ o. basici, gli altri o. acidi

Distingui nella tabella che segue gli ossidi basici da quelli acidi (anidridi).

Formula	Ossido basico	Ossido acido	Formula	Ossido basico	Ossido acido
Li ₂ O	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N ₂ O	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Na ₂ O	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K ₂ O	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N ₂ O ₃	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BeO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO ₂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MgO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N ₂ O ₅	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CaO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SO ₂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Al ₂ O ₃	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SO ₃	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FeO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cl ₂ O	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fe ₂ O ₃	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cl ₂ O ₃	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cl ₂ O ₅	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CO ₂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cl ₂ O ₇	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Il gruppo: **idruri**

Il n.o. dell'H negli idruri è pari a -1.



acido cloridrico o cloruro di idrogeno (HCl)
 acido bromidrico o bromuro di idrogeno (HBr)
 acido iodidrico o ioduro di idrogeno (HI)
 acido fluoridrico o fluoruro di idrogeno (HF)
 acido astatidrico o astaturo di idrogeno (HAt)
 acido solfidrico o solfuro di idrogeno (H₂S)
 acido selenidrico o seleniuro di idrogeno (H₂Se)
 acido azotidrico o azoturo di idrogeno (HN₃)
 acido cianidrico o cianuro di idrogeno (HCN).

- Quanti elementi sono presenti nella formula? 2: è un **composto binario**.
- Quali elementi sono presenti nella formula? **Un metallo o un non metallo + H (idrogeno)**: è sempre un idruro (possiamo distinguere **idruri metallici** e **idruri covalenti, non metallici**, tra i quali troviamo composti noti con il loro nome comune, come il **metano** e l'**ammoniaca**).

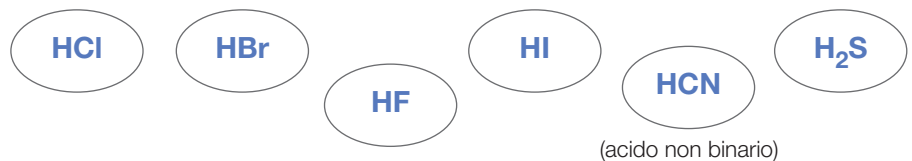
III gruppo: **idracidi**

HBr

- Quanti elementi sono presenti nella formula? 2: è un **composto binario**.
- Quali elementi sono presenti nella formula? **Idrogeno + un non metallo** (un alogeno – F, Cl, Br, I – o lo zolfo S): è un idracido.

At Se, N, CN-

Gli idracidi sono solo i seguenti:



+ Nota

Tranne l'acqua, tutte le molecole inorganiche la cui formula inizia con H sono acidi, distinti in idracidi (binari) e ossiacidi o ossoacidi (ternari) che contengono anche ossigeno.

+ Nota

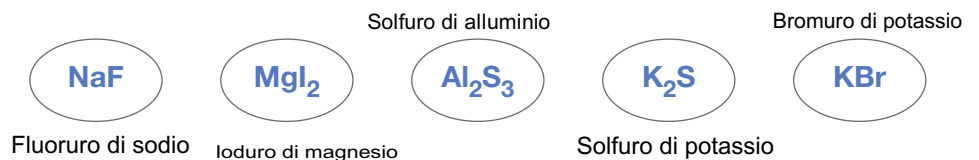
Tutte le molecole inorganiche la cui formula è formata da un metallo seguito da un non metallo (tranne l'idrogeno H che forma gli idruri e l'ossigeno O che forma gli ossidi) sono **sali**, distinti in **sali binari** (derivati dagli idracidi) costituiti da un metallo + un non metallo e **sali ternari** (derivati dagli ossiacidi o ossoacidi) che contengono anche ossigeno.

IV gruppo: **sali binari (sali degli idracidi)**

Cloruro di sodio

NaCl

- Quanti elementi sono presenti nella formula? 2: è un **composto binario**.
- Quali elementi sono presenti nella formula? **Un metallo + un non metallo**: è un sale binario (derivato dagli idracidi, acidi binari). Altri esempi:



V gruppo: **idrossidi**

NaOH

Iidrossido di sodio

- Quanti elementi sono presenti nella formula? 3: è un **composto ternario**.
- Quali elementi sono presenti nella formula? **Un metallo + il gruppo OH (gruppo idrossido)**: è un idrossido. Altri esempi:



+ Nota

Il gruppo idrossido era chiamato anche ossidrile, denominazione abolita dalla IUPAC.

VI gruppo: **ossiacidi o ossoacidi**

da questo composto deriva
il solfito di sodio Na_2SO_3

Acido solforoso



- Quanti elementi sono presenti nella formula? 3: è un **composto ternario**.
- Quali elementi sono presenti nella formula? **Idrogeno + un non metallo + O** (ossigeno): è un **acido perché inizia con H** ed è più esattamente un **ossiacido perché contiene anche ossigeno**.

VII gruppo: **sali ternari (sali degli ossiacidi)**

Solfato di sodio

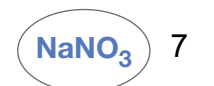


deriva dall'a. solforico H_2SO_4

- Quanti elementi sono presenti nella formula? 3: è un **composto ternario**.
- Quali elementi sono presenti nella formula? **Metallo + un non metallo + O** (ossigeno): è un sale ternario.

Prova tu

Collega ciascuno dei seguenti composti alla corretta classe di appartenenza:

1 **OSSIDI**2 **IDRURI**3 **IDRACIDI**4 **SALI BINARI**5 **IDROSSIDI**6 **OSSIACIDI**7 **SALI TERNARI**

2) Applicare le regole di nomenclatura:

A) Gli ossidi

Individuata la classe di appartenenza del composto, ricaviamo il nome seguendo le regole di nomenclatura.

Ossidi: nomenclatura tradizionale

Per gli **ossidi dei metalli** (ossidi basici) si indica:

ossido di + nome metallo

es: **CaO ossido di calcio**

Se il metallo può avere più ossidi, si indica con il suffisso **-oso** quello col numero di ossidazione più basso e con **-ico** quello col n.o. più alto:

FeO	ossido ferroso (n.o. +2)
Fe₂O₃	ossido ferrico (n.o. +3)
Cu₂O	ossido rameoso (n.o. +1)
CuO	ossido rameico (n.o. +2)

In alternativa, può essere utilizzata la **notazione di Stock**, che indica **tra parentesi (in numero romano) la valenza dell'elemento**. Così:

FeO	ossido ferroso	diventa	ossido di ferro(II)
Fe₂O₃	ossido ferrico	diventa	ossido di ferro(III)
Cu₂O	ossido rameoso	diventa	ossido di rame(I)
CuO	ossido rameico	diventa	ossido di rame(II)

Non è più in uso la distinzione: **sottossido** (ossido con un solo atomo di ossigeno legato a metallo a valenza 1, come Cu₂O), **ossido** (ossido con un solo atomo di ossigeno legato a metallo a valenza 2, come CaO), **sesquiossido** (ossido con tre atomi di ossigeno legati a metallo a valenza 3, come Fe₂O₃) e **biossido** (ossido con due atomi di ossigeno legato a metallo a valenza 4, come CO₂ o PbO₂).

Per gli **ossidi dei non metalli** (ossidi acidi) o **anidridi** si indica:

- se l'elemento ha un solo numero di ossidazione (ossia forma **una sola anidride**):

anidride + nome non metallo con desinenza (suffisso) -ica

es: **B₂O₃ anidride borica**

- se l'elemento ha due numeri di ossidazione (ossia forma **due diverse anidridi**):
- a.** per l'anidride con **numero di ossidazione + alto**:

anidride + nome non metallo con desinenza (suffisso) -ica

es: **SO₃ anidride solforica** (n.o. zolfo +6)

- b.** per l'anidride con **numero di ossidazione + basso**:

anidride + nome non metallo con desinenza (suffisso) -osa

es: **SO₂ anidride solforosa** (zolfo n.o. +4)

- se l'elemento ha più di due numeri di ossidazione (ossia forma più di due diverse anidridi): si utilizzano anche i prefissi **ipo-** (per l'anidride a più basso n.o., abbinandolo alla desinenza -osa) e **per-** (per l'anidride a più alto n.o., abbinandolo alla desinenza -ica).

Per esempio, le anidridi del cloro:

Cl_2O (n.o. +1) anidride **ipoclorosa**

Cl_2O_3 (n.o. +3) anidride **clorosa**

Cl_2O_5 (n.o. +5) anidride **clorica**

Cl_2O_7 (n.o. +7) anidride **perclorica**

Più complicata è la **nomenclatura tradizionale degli ossidi (anidridi) dell'azoto**:

Per nomi IUPAC v. p. 7

* NO_2 è presente anche in forma dimerica N_2O_4 e prende anche il nome di ipozotite

Formula	Nome tradizionale	Numero di ossidazione
N_2O	protossido di azoto	+1
NO	ossido di azoto	+2
N_2O_3	anidride nitrosa	+3
NO_2	diossido di azoto*	+4
N_2O_5	anidride nitrica	+5

Per calcolare il n.o. di un elemento di un composto binario di cui conosciamo la formula basta sapere il n.o. dell'altro elemento e tenere presente che la somma algebrica dei numeri di ossidazione degli atomi della molecola deve essere uguale a zero. Poiché l'ossigeno negli ossidi e anidridi ha sempre n.o. -2 , potremo ricavare facilmente il n.o. dell'altro elemento e quindi dare il nome esatto al composto.

Per esempio, il numero di ossidazione del cloro nel composto Cl_2O_5 si ricava facendo il seguente calcolo:

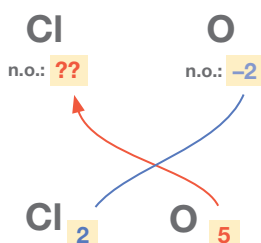
$$\begin{array}{l} \text{n.o. ossigeno} = -2 \qquad \text{O}_5 \qquad \text{atomi di ossigeno: 5} \\ -2 \times 5 = -10 \end{array}$$

Poiché la molecola deve avere complessivamente n.o. = 0,

$$\text{Cl}_2 = +10 \text{ e quindi ogni atomo di cloro avrà n.o.} = +10/2 = +5$$

Più rapidamente, possiamo ricavare il numero di ossidazione con la **regola dell'incrocio**, già utilizzata nel testo per ricavare le formule (il numero degli atomi) sapendo il numero di ossidazione.

In questo caso, sapendo la formula (e il n.o. dell'ossigeno: -2) ricaviamo, per esempio, il numero di ossidazione del cloro:



Regola dell'incrocio

Prova tu

In Cl_2O_3 sarà invecen.o.....Cl = +3

e in Cl_2O_7 n.o.....Cl = +7

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

Ossidi: nomenclatura IUPAC

La nomenclatura IUPAC tende a eliminare ogni difficoltà e incertezza della nomenclatura tradizionale, perché **utilizza dei prefissi per indicare il numero degli atomi di ogni elemento presente nella formula:**

- mono- = 1
- di- = 2
- tri- = 3
- tetra- = 4
- penta- = 5
- esa- = 6
- epta- = 7

Agli ossidi la nomenclatura IUPAC **(senza fare distinzioni tra ossidi basici e ossidi acidi)** assegna un nome costituito dalle parole: **ossido di + nome del metallo o del non metallo**, precedute dai prefissi **mono-, di-, tri-, tetra-, penta-** ecc., corrispondenti al numero di atomi di ogni elemento presente. Così:

Entrambi ossidi basici

Na₂O sarà **monossido di disodio**
Al₂O₃ **triossido di dialluminio**

Prova tu

Inserisci il nome tradizionale e IUPAC agli ossidi della tabella che segue:

Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC	Numero di ossidazione
Li ₂ O			+1
Na ₂ O			+1
K ₂ O			+1
BeO			+2
MgO			+2
CaO			+2
Al ₂ O ₃			+3
FeO			+2
Fe ₂ O ₃			+3
CO			+2
CO ₂			+4
N ₂ O			+1
NO			+2
N ₂ O ₃			+3
NO ₂			+4
N ₂ O ₅			+5
SO ₂			+4
SO ₃			+6
Cl ₂ O			+1
Cl ₂ O ₃			+3
Cl ₂ O ₅			+5
Cl ₂ O ₇			+7

Controlla i risultati dell'esercizio nella tabella che segue:

Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC	Numero di ossidazione
Li ₂ O	ossido di litio	monossido di dilitio	+1
Na ₂ O	ossido di sodio	monossido di disodio	+1
K ₂ O	ossido di potassio	monossido di dipotassio	+1
BeO	ossido di berillio	monossido di berillio	+2
MgO	ossido di magnesio	monossido di magnesio	+2
CaO	ossido di calcio	monossido di calcio	+2
Al ₂ O ₃	ossido di alluminio	triossido di dialluminio	+3
FeO	ossido ferroso	monossido di ferro	+2
Fe ₂ O ₃	ossido ferrico	triossido di diferro	+3
CO	ossido di carbonio	monossido di carbonio	+2
CO ₂	anidride carbonica	diossido di carbonio	+4
N ₂ O	protossido di azoto	monossido di diazoto	+1
NO	ossido di azoto	monossido di azoto	+2
N ₂ O ₃	anidride nitrosa	triossido di diazoto	+3
NO ₂	diossido di azoto	diossido di azoto	+4
N ₂ O ₅	anidride nitrica	pentossido di diazoto	+5
SO ₂	anidride solforosa	diossido di zolfo	+4
SO ₃	anidride solforica	triossido di zolfo	+6
Cl ₂ O	anidride ipoclorosa	ossido di dicloro	+1
Cl ₂ O ₃	anidride clorosa	triossido di dicloro	+3
Cl ₂ O ₅	anidride clorica	pentossido di dicloro	+5
Cl ₂ O ₇	anidride perclorica	eptossido di dicloro	+7

Ossidi, perossidi e superossidi

Gli ossidi dei **non metalli** (ossidi acidi o anidridi) sono composti **covalenti**, hanno proprietà **acide**: la maggior parte di essi, reagendo con l'acqua, genera infatti gli acidi ternari o ossoacidi.

Gli ossidi della maggior parte dei **metalli** (ossidi basici) hanno proprietà **basiche** perché, reagendo con l'acqua, generano gli idrossidi. Gli ossidi dei metalli del I e del II gruppo hanno caratteristiche spiccatamente **ioniche**.

Alcuni elementi danno ossidi con proprietà **anfotere** (cromo, manganese) ovvero possono comportarsi sia da acido sia da base, a seconda delle condizioni.

All'aumentare del grado di ossidazione dell'elemento, infatti, la natura acida o basica di un ossido (specialmente di metalli di transizione e di semimetalli) può variare dal carattere basico a quello acido.

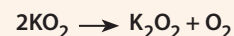
Così, per esempio, pur essendo un metallo, il manganese (Mn) forma un ossiacido: HMnO₄, acido permanganico, da cui deriva il suo sale più noto, KMnO₄ permanganato di potassio (le cui denominazioni IUPAC sono rispettivamente acido tetramanganico o tetramanganato(VII) di idrogeno e tetramanganato(VII) di potassio).

I **perossidi** sono composti binari nei quali il numero di ossidazione dell'ossigeno è **-1**, contengono due atomi di ossigeno uniti tra loro nel gruppo perossido **-O-O-**, presente, in alcuni casi, in forma ionica O₂²⁻.

Anche tra i perossidi distinguiamo, infatti, quelli a carattere **covalente**, quali per esempio il **perossido di idrogeno o acqua ossigenata**, H₂O₂, da quelli a carattere **ionico** (per esempio, il perossido di sodio, Na₂O₂, o il perossido di calcio, CaO₂).

I **superossidi** sono composti di natura ionica che contengono lo ione superossido O₂⁻, in cui l'ossigeno ha numero di ossidazione **-1/2**. Essi sono prodotti dalla reazione dell'ossigeno con i metalli alcalini del I gruppo. Un esempio di questa classe sono i superossidi di: cesio CsO₂, rubidio RbO₂, potassio KO₂.

Quest'ultimo può decomporsi nel corrispondente perossido, liberando ossigeno secondo la reazione:



Per questo motivo il superossido di potassio è utilizzato come fonte di ossigeno (per generatori chimici) nei sottomarini e nelle navicelle spaziali come lo space shuttle.

Ione superossido



I sei elettroni esterni (del guscio di valenza) di ogni atomo di ossigeno sono evidenziati in nero; una coppia di elettroni è condivisa (in mezzo); l'elettrone spaiato è mostrato in alto a sinistra e l'elettrone aggiuntivo che conferisce la carica negativa è mostrato in rosso.

Ogni O ha n.o. = -1/2

Il n.o. totale è infatti = -1

Al gruppo IIIA

Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC
CH ₄	metano	tetraidruro di carbonio
SiH ₄	silano	tetraidruro di silicio
NH ₃	ammoniaca	triidruro di azoto
PH ₃	fosfina	triidruro di fosforo

B) Gli idruri: nomenclatura tradizionale e IUPAC

Come già detto nel testo, i composti binari dell'idrogeno sono detti **idruri**.

La nomenclatura IUPAC e quella tradizionale degli idruri sono simili e prevedono l'uso delle parole "**idruro di**" seguito dal nome del metallo o del non metallo, con l'aggiunta, nella IUPAC, di eventuali prefissi (di-, tri-) per indicare il numero degli atomi:

idruro di + nome metallo o non metallo

Per esempio, NaH è **idruro di sodio**, CaH₂ **diidruro di calcio**.

Per alcuni idruri covalenti è ammesso anche l'uso del **nome comune**, come l'ammoniaca NH₃ o il metano CH₄.

Gli idruri vengono distinti in tre raggruppamenti: **idruri metallici o salini**, **idruri covalenti** e **idruri**.

Gli idruri metallici

Gli **idruri metallici** sono composti in cui l'**idrogeno** è presente come **ione idruro** (H⁻) e con **n.o. -1**. Essi sono formati dall'idrogeno con gli elementi metallici in particolare quelli dei **gruppi IA e IIA** e hanno **caratteristiche nettamente ioniche**, ad eccezione degli idruri di Li e Be. Nelle formule degli idruri l'idrogeno è scritto a destra del metallo.

La formula generale degli idruri è:



dove **n.o.** è il numero di ossidazione del metallo e corrisponde al numero di atomi di idrogeno da indicare nella formula.

Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC
LiH	idruro di litio	idruro di litio
NaH	idruro di sodio	idruro di sodio
KH	idruro di potassio	idruro di potassio
BaH ₂	idruro di bario	diidruro di bario
MgH ₂	idruro di magnesio	diidruro di magnesio
CaH ₂	idruro di calcio	diidruro di calcio
AlH ₃	idruro di alluminio	triidruro di alluminio

Gli idruri covalenti

Gli **idruri covalenti** sono gli idruri che l'idrogeno forma con gli elementi dal **IV gruppo in poi**, cioè con **semimetalli e non metalli**, e hanno **natura molecolare**. I nomi tradizionali sono ancora in uso e non prevedono la dizione "idruro di".

Non viene classificato tra gli idruri (né tra gli idracidi) il più diffuso dei composti binari contenenti idrogeno: l'acqua.

per l'acqua v. p. 1

C) Gli idracidi: nomenclatura tradizionale e IUPAC

S, Se, N, CN- Gli **idracidi** sono gli **idruri dello zolfo** (VI gruppo) e del VII gruppo. Sono chimicamente molto diversi dagli altri idruri, per le loro **proprietà acide**.

Per loro, la **nomenclatura tradizionale** prevede l'uso del termine **acido**, seguito dal nome dell'elemento caratteristico (non metallo), cui si aggiunge la desinenza **-idrico**.

acido + nome del non metallo-idrico

Anche la formula degli idracidi è diversa da quella degli altri idruri: l'idrogeno, infatti, è scritto alla sinistra dell'altro elemento, di cui è meno elettronegativo. Il numero di ossidazione dell'idrogeno negli idracidi è quindi +1.

La **IUPAC** prevede di comporre il nome dell'idracido utilizzando il **suffisso -uro** nel modo seguente:

nome del non metallo-uro + di idrogeno

cioè: solfuro di diidrogeno, fluoruro di idrogeno, cloruro di idrogeno, bromuro di idrogeno, ioduro di idrogeno.

Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC
HCl	acido cloridrico	cloruro di idrogeno
HBr	acido bromidrico	bromuro di idrogeno
HF	acido fluoridrico	fluoruro di idrogeno
HI	acido iodidrico	ioduro di idrogeno
H ₂ S	acido solfidrico	solfuro di diidrogeno
HCN (acido non binario)	acido cianidrico	cianuro di idrogeno

Il suffisso -uro viene utilizzato anche per gli anioni che si ottengono da questi acidi e per i sali binari che da essi derivano (vedi oltre).

Es. $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

D) I sali binari

I sali binari sono **composti ionici**; la formula di questi sali comprende un **metallo** (catione metallico) e un **non metallo** (anione):

Si ottengono per reazione tra un idrossido ed un idracido

metallo + non metallo = sale binario

Le formule di questi sali si possono ottenere sostituendo all'idrogeno dell'acido il metallo, tenendo presente il numero di ossidazione del metallo e dell'anione non metallico.

Gli idracidi, come anche gli ossiacidi, si scindono in acqua liberando ioni idrogeno H^+ ; quello che rimane della molecola è uno ione negativo (anione) la cui carica dipende dal numero di ioni idrogeno liberati, che dipende dal numero di atomi di idrogeno presenti nella molecola. Nel caso degli idracidi, solo lo ione solfuro ha carica 2-: gli altri tutti 1- (il numero 1 della carica è sottinteso). Il numero di ossidazione dell'anione (necessario per scrivere la formula del sale) è uguale alla sua carica:

Idracido	Anione derivato	n.o. dell'anione	Nome dell'anione	Formula del sale (esempi)
HCl	Cl ⁻	-1	cloruro	NaCl, MgCl ₂
HBr	Br ⁻	-1	bromuro	KBr, AlBr ₃
HF	F ⁻	-1	fluoruro	NaF, CaF ₂
HI	I ⁻	-1	ioduro	KI, CaI ₂
H ₂ S	S ²⁻	-2	solfo	K ₂ S, CaS
HCN (acido non binario)	CN ⁻	-1	cianuro	NaCN, KCN

Così, per esempio, la formula del cloruro di calcio si ottiene partendo dall'acido cloridrico HCl: togliamo l'idrogeno e resta l'anione Cl⁻; al posto dell'idrogeno mettiamo il calcio Ca, che ha n.o. +2, per cui (essendo il n.o. dello ione cloruro uguale alla sua carica, ossia -1) la formula del cloruro di calcio sarà:



Nella **nomenclatura tradizionale**, il nome di questi sali deriva da quello degli idracidi, cambiando il suffisso -idrico in **-uro**.

Così, per esempio, dall'acido solfidrico derivano i solfuri, dall'acido cloridrico i cloruri ecc.

Nei casi in cui il metallo possa formare più sali dello stesso idracido, valgono le stesse regole ricordate per gli ossidi: così, per esempio, il ferro dà origine al cloruro ferroso o cloruro di ferro(II) e al cloruro ferrico o cloruro di ferro(III).

Per la **nomenclatura IUPAC** si deve aggiungere il suffisso **-uro** al nome del non metallo da cui derivano: solfo, fluoruro, cloruro, bromuro, ioduro, avendo cura di mettere prima il nome del metallo (catione, ione positivo) e poi il non metallo (l'anione, ione negativo) con il suffisso **-uro**.

A seconda del numero di atomi dei due elementi che entrano a far parte del composto, si usano i prefissi **mono-**, **di-**, **tri-**, **tetra-**, **penta-**, **esa-**, **epta-**.

Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC
NaCl	cloruro di sodio	monocloruro di sodio
CuCl	cloruro rameoso	monocloruro di rame
CuCl ₂	cloruro rameico	dicloruro di rame
Al ₂ S ₃	solfo di alluminio	trisolfuro di alluminio
FeCl ₂	cloruro ferroso	dicloruro di ferro
FeCl ₃	cloruro ferrico	tricloruro di ferro
MgS	solfo di magnesio	monosolfuro di magnesio
CaS	solfo di calcio	monosolfuro di calcio

Prova tu

Scrivi i nomi tradizionali e IUPAC dei seguenti composti:

LiCl - KCl - CaCl₂ - Fe₂S₃ - FeI₃ - AgCl - K₂S - MgS.

FeS solfo ferroso o monosolfuro di ferro

Fe₂S₃ solfo ferrico o trisolfuro di ferro

E) Gli idrossidi

Vale quanto già detto nel testo, che qui riportiamo.

Gli idrossidi sono composti ternari formati da un metallo, ossigeno O e idrogeno H.

Per mettere in evidenza la loro natura ionica si possono anche definire come **composti formati da un metallo e ioni OH^-** (ioni idrossido), che, avendo globalmente carica negativa 1^- , hanno anche numero di ossidazione -1 . **n.o. $-2+1=-1$**

Nelle formule, il gruppo OH^- va trattato come se fosse un atomo solo e quando deve essere preso due o tre volte va scritto tra parentesi con l'indice numerico in basso a destra.

Le formule degli idrossidi si scrivono secondo lo schema:



(dove n.o. è il numero di ossidazione del metallo;
se è 1 non va scritto e non va messa la parentesi)

La nomenclatura degli idrossidi è semplice: si scrive **idrossido di + nome metallo**. Nella IUPAC va eventualmente aggiunto il prefisso di- o tri- (diidrossido o triidrossido).

Gli idrossidi più comuni

Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC
NaOH	idrossido di sodio	monoidrossido di sodio
KOH	idrossido di potassio	monoidrossido di potassio
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	idrossido di calcio	diidrossido di calcio
$\text{Zn}(\text{OH})_2$	idrossido di zinco	diidrossido di zinco
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	idrossido di ferro	diidrossido di ferro
$\text{Al}(\text{OH})_3$	idrossido di alluminio	triidrossido di alluminio
$\text{Cr}(\text{OH})_3$	idrossido di cromo	triidrossido di cromo
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	idrossido di ferro	triidrossido di ferro

Queste sostanze hanno, generalmente, **proprietà basiche**, come NaOH che è una base forte.

NO

I metalli alcalino-terrosi (ossia gli elementi del II gruppo della tavola periodica, in particolare Mg) formano idrossidi poco solubili e si comportano da basi molto deboli, mentre alcuni idrossidi come $\text{Al}(\text{OH})_3$ o $\text{Zn}(\text{OH})_2$ hanno un comportamento anfotero (possono comportarsi sia da acido che da base).

F) Gli ossiacidi o ossoacidi

Gli ossoacidi o ossiacidi sono **composti ternari** formati da:

1. idrogeno **H**;
2. un **non metallo** (oppure da un metallo il cui ossido abbia proprietà acide, per esempio: Cr, Mn, V);
3. ossigeno **O**.

Le formule degli ossiacidi si scrivono secondo lo schema:



Va rilevato che gli acidi diprotici (e triprotici) possono liberare anche solo uno (o anche solo due i triprotici) degli H^+ rimanendo pertanto un anione contenente ancora un atomo di idrogeno (o due). Così, per esempio: dall'acido carbonico H_2CO_3 deriva anche lo ione bicarbonato (nella nomenclatura IUPAC è detto idrogeno carbonato o idrogenotriosocarbonato) HCO_3^- .

Da questi anioni derivano poi i sali acidi (vedi oltre).

Ossiacidi e anioni poliatomici derivati			
Ossiacido	Anioni poliatomici derivati	Nome IUPAC dell'anione	Nome tradizionale
H_2CO_3	CO_3^{2-}	Triossicarbonato	Carbonato
	HCO_3^-	Idrogenotriosocarbonato	Bicarbonato o Carbonato acido
HNO_2	NO_2^-	Diossonitrato(III)	Nitrito
HNO_3	NO_3^-	Triossonitrato(V)	Nitrato
H_2SO_3	SO_3^{2-}	Triossosolfato(IV)	Solfito
	HSO_3^-	Idrogenotriososolfato(IV)	Bisolfito o Idrogenosolfito
H_2SO_4	SO_4^{2-}	Tetraossosolfato(VI)	Solfato
	HSO_4^-	Idrogenotetraossosolfato(VI)	Bisolfato o Solfato acido
H_3PO_4	PO_4^{3-}	Tetraossofosfato(V)	(Orto)fosfato
$H_4P_2O_7$	$P_2O_7^{4-}$	Eptaossodifosfato(V)	Pirofosfato
HPO_3	PO_3^-	Triossofosfato(V)	Metafosfato
$HClO$	ClO^-	Monossoclorato(I)	Ipclorito
$HClO_2$	ClO_2^-	Diossoclorato(III)	Clorito
$HClO_3$	ClO_3^-	Triossoclorato(V)	Clorico
$HClO_4$	ClO_4^-	Tetraossoclorato(VII)	Perclorico

“Bicarbonato” è un “nome d'arte” antico quanto la chimica (data al diciottesimo secolo): semplicemente, mentre la molecola di carbonato di sodio contiene due atomi di sodio, quella di bicarbonato ne contiene uno solo.

L'altro è sostituito da un atomo di idrogeno: di conseguenza ci vuole il doppio di ioni carbonato per consumare la stessa quantità di sodio, da cui il prefisso “bi”.

Nel caso del bicarbonato naturalmente il numero di molecole che si forma è doppio.

La formula chimica del bicarbonato di sodio è $NaHCO_3$, e il suo nome “ufficiale” è “idrogenocarbonato di sodio”.

Es. $10 Na_2CO_3$
sono 10 moli di CO_3^{2-}
e $10 \cdot 2 = 20$ moli di Na^+

$10 NaHCO_3$
sono 10 moli di CO_3^{2-}
10 moli di H^+
10 moli di Na^+

quindi per consumare
20 moli di Na^+ mi occorrono
10 moli di CO_3^{2-} (ione carbonato)
20 moli di HCO_3^- (ione bicarbonato) ossia il doppio del carbonato (bi-)

Acidi meta piro e orto

Gli ossiacidi derivano dall'aggiunta di una molecola di acqua agli ossidi acidi (anidridi); così, per esempio:



Alcuni ossiacidi possono avere un diverso grado di idratazione, ossia derivare dall'aggiunta di due o tre molecole di acqua. Dall'anidride fosforica, per esempio, derivano tre diversi ossiacidi, per l'aggiunta di una, due o tre molecole di acqua.

Per distinguere questi acidi la nomenclatura tradizionale utilizza i suffissi **meta**, **piro** e **orto** che, schematicamente, possiamo riferire all'aggiunta di una, due o tre molecole di acqua.

Le formule risultanti sono le seguenti:



I prefissi orto e meta sono autorizzati dalla IUPAC solo per i seguenti ossiacidi: **ortoborico** (H_3BO_3), **ortosilicico** (H_4SiO_4), **ortofosforico** (H_3PO_4), **ortoperiodico** (H_5IO_6); **metaborico** (HBO_2), **metasilicico** (H_2SiO_3), **metafosforico** (HPO_3)_n.
Il prefisso piro è consentito solo per l'**acido pirofosforico** ($H_4P_2O_7$).

NO

G) I sali ternari

Sono composti ionici

I sali ternari, costituiti da **metallo, non metallo e ossigeno**, sono composti ionici, che derivano **dalla reazione tra un idrossido e un acido ternario (ossiacido)**:



Esempio:



Le formule dei sali ternari si ottengono, **come per i sali binari, mettendo il metallo al posto dell'idrogeno**, sempre seguendo le regole di concordanza dei numeri di ossidazione (vedi oltre).

La nomenclatura IUPAC "costruisce" il nome del sale ternario indicando prima gli atomi di ossigeno (monosso-, diosso- ecc.), poi il nome dell'elemento centrale con il suffisso -ato, specificando tra parentesi, con un numero romano, il numero di ossidazione dell'elemento (notazione di Stock) seguito infine dal nome del metallo (con i prefissi mono-, di- ecc. per indicare il numero degli atomi).

Nomenclatura IUPAC dei sali ternari

Acido (IUPAC)		Sale (IUPAC)	
HClO	acido ossoclorico	NaClO	monossoclorato(I) di sodio
HClO ₂	acido diossoclorico	NaClO ₂	diossoclorato(III) di sodio
HClO ₃	acido triossoclorico	NaClO ₃	triossoclorato(V) di sodio
HClO ₄	acido tetraossoclorico	NaClO ₄	tetraossoclorato(VII) di sodio
H ₂ SO ₄	acido tetraossosolforico	Na ₂ SO ₄	tetraossosolfato(VI) di disodio

La nomenclatura tradizionale dei sali ternari parte da quella degli acidi ternari: le desinenze **-oso** e **-ico** diventano rispettivamente **-ito** e **-ato**, mentre eventuali prefissi si conservano invariati, come si vede dallo schema seguente per i sali ternari derivati dagli ossiacidi del cloro:

OSO -> ITO

ICO -> ATO

- da acido **ipocloroso** (HClO) NaClO sale: **ipoclorito di sodio**
- da acido **cloroso** (HClO₂) NaClO₂ sale: **clorito di sodio**
- da acido **clorico** (HClO₃) NaClO₃ sale: **clorato di sodio**
- da acido **perclorico** (HClO₄) NaClO₄ sale: **perclorato di sodio**

I sali ternari

Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC
FeCO ₃	carbonato ferroso	triossocarbonato di ferro
Fe ₂ (CO ₃) ₃	carbonato ferrico	triossocarbonato di diferro
Cu ₂ SO ₄	solfato rameoso	tetraossosolfato(VI) di dirame
CuSO ₄	solfato rameico	tetraossosolfato(VI) di rame
Na ₂ SO ₃	solfito di sodio	triossossolfato(IV) di disodio
Na ₂ SO ₄	solfato di sodio	tetraossosolfato(VI) di disodio
CaCO ₃	carbonato di calcio	triossocarbonato di calcio
KClO	ipoclorito di potassio	monossoclorato(I) di potassio
KClO ₂	clorito di potassio	diossoclorato(III) di potassio
KClO ₃	clorato di potassio	triossoclorato(V) di potassio
KClO ₄	perclorato di potassio	tetraossoclorato(VII) di potassio

SO₃²⁻ ione solfitoHSO₃⁻ ione bisolfito (v. bicarbonato)PO₄³⁻ ione fosfatoH₂PO₄⁻ ione fosfato biacido**Sali acidi e sali doppi**

I **sali acidi** sono sali che derivano dagli acidi poliprotici, quando dei due o più idrogeni presenti il metallo ne sostituisce solo uno (o anche due nei triprotici), rimanendo presenti nella molecola del sale uno o più atomi di idrogeno.

Per esempio: H₂CO₃ può sostituire un solo atomo di idrogeno, per cui nella molecola del sale rimane ancora un atomo di idrogeno:



da cui il **sale acido**:

NaHCO₃ bicarbonato di sodio

Per la **nomenclatura IUPAC** seguono regole sostanzialmente simili ai sali ternari. L'unica differenza consiste nell'indicare anche il numero di idrogeni presenti, usando le particelle mono-, di-, tri- ecc. (**KH₂PO₄** **diidrogenofosfato** di potassio).

Il **nome tradizionale** prevedeva per i sali acidi degli acidi diprotici il suffisso bi-, ora abolito dalla IUPAC. Così:

- **NaHCO₃** è (era) il bicarbonato di sodio (carbonato acido o idrogenocarbonato di sodio);
- **KHSO₃** è il bisolfito di potassio (solfito acido o idrogenosolfito di potassio).

I **sali** contenenti gli **ioni OH⁻** o **O²⁻** prevedono, invece, di utilizzare, rispettivamente, i prefissi **idrossi** e **ossi**.

I sali acidi

Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC
NaHCO ₃	bicarbonato di sodio	idrogenocarbonato di sodio
KH ₂ PO ₄	fosfato biacido di potassio	diidrogenofosfato di potassio
Ca(HSO ₃) ₂	bisolfito di calcio	diidrogenosolfato di calcio

Esempi:

- **Mg(OH)Cl**, **idrossicloruro** di magnesio;
- **PbOCl₂**, **ossidicloruro** di piombo(IV).

I **sali doppi** si chiamano così perché presentano insieme **cationi metallici diversi** tra loro, che si scriveranno **in ordine alfabetico**, usando lo stesso criterio con cui si scrivono gli anioni. Nella nomenclatura, al nome dell'anione si aggiungerà l'**aggettivo doppio**.

Esempi:

- **KMgCl₃**, cloruro **doppio** di potassio e magnesio;
- **NH₄NaHPO₄**, idrogenofosfato **doppio** di ammonio e sodio.

Dai nomi dei composti alle formule: 1) Nomenclatura IUPAC

Per poter “tradurre” il nome di un composto inorganico nella sua formula, la nomenclatura IUPAC non comporta particolari difficoltà, perché già nel nome è indicato il numero di atomi (con i prefissi mono-, di-, tri-) degli elementi presenti nella molecola.

Così **per gli ossidi**, ricordando di scrivere l'ossigeno dopo l'altro elemento:

Nome IUPAC	Formula	Nome IUPAC	Formula
monossido di dilitio	Li_2O (mono = 1; di = 2)	monossido di diazoto	N_2O
monossido di disodio	Na_2O	monossido di azoto	NO
monossido di dipotassio	K_2O	triossido di diazoto	N_2O_3
monossido di berillio	BeO	diossido di azoto	NO_2
monossido di magnesio	MgO	pentossido di diazoto	N_2O_5 (penta = 5; di = 2)
monossido di calcio	CaO	diossido di zolfo	SO_2
triossido di dialluminio	Al_2O_3 (tri = 3; di = 2)	triossido di zolfo	SO_3
monossido di ferro	FeO	ossido di dicloro	Cl_2O
triossido di diferro	Fe_2O_3	triossido di dicloro	Cl_2O_3
monossido di carbonio	CO	pentossido di dicloro	Cl_2O_5
diossido di carbonio	CO_2	eptossido di dicloro	Cl_2O_7 (epta = 7; di = 2)

Prova tu

Nome IUPAC	Formula
monossido di dilitio	
monossido di dirame	
monossido di berillio	
monossido di magnesio	
monossido di rame	
triossido di dialluminio	
monossido di ferro	
triossido di diferro	
pentossido di difosforo	

Per gli idruri, ricordando che la formula generale è:



dove n.o. è il numero di ossidazione dell'elemento X e corrisponde al numero di atomi di idrogeno nel composto.

Nome IUPAC	Formula	Nome IUPAC	Formula
idruro di litio	LiH (nessun prefisso = 1)	triidruro di alluminio	AlH ₃ (tri = 3)
idruro di sodio	NaH	tetraidruro di carbonio	CH ₄ (tetra = 4)
idruro di potassio	KH	tetraidruro di silicio	SiH ₄
diidruro di bario	BaH ₂ (di = 2)	triidruro di azoto	NH ₃ (tri = 3)
diidruro di magnesio	MgH ₂	triidruro di fosforo	PH ₃
diidruro di calcio	CaH ₂		

Per gli idracidi, nei quali il nome IUPAC è composto dal nome del non metallo + uro e "di idrogeno", nella formula va indicato prima l'idrogeno e poi il non metallo, con i relativi prefissi:

Nome IUPAC	Formula	Nome IUPAC	Formula
cloruro di idrogeno	HCl (nessun prefisso = 1)	ioduro di idrogeno	HI
bromuro di idrogeno	HBr	solfo di diidrogeno	H ₂ S (di = 2)
fluoruro di idrogeno	HF	cianuro di idrogeno	HCN (acido non binario)

IDROSSIDO + IDRACIDO

Per i sali binari, ricordando che il nome IUPAC è composto come quello dell'idracido da cui deriva il sale (nome non metallo + di + nome metallo), nella formula va indicato prima il metallo e poi il non metallo, con i relativi prefissi:

Nome IUPAC	Formula
(mono)cloruro di potassio	KCl (mono = 1: il prefisso può anche mancare)
monofluoruro di rame	CuF
difluoruro di rame	CuF ₂ (di = 2)
trisolfuro di dialluminio	Al ₂ S ₃ (tri = 3)
dicloruro di ferro	FeCl ₂ (di = 2)
tricloruro di ferro	FeCl ₃ (tri = 3)
(mono)solfuro di calcio	CaS
(mono)solfuro di berillio	BeS

Prova tu

Nome IUPAC	Formula
(mono)cloruro di litio	
monobromuro di rame	
dibromuro di rame	
trisolfuro di dialluminio	
tricloruro di ferro	
trisolfuro di diferro	
(mono)solfuro di magnesio	
dicloruro di berillio	

Per gli **idrossidi** le formule si scrivono secondo lo schema:



(dove n.o. è il numero di ossidazione del metallo;
se è 1 non va scritto e non va messa la parentesi)

Il nome IUPAC indica già il numero di volte che va preso il gruppo idrossido (idrossido o monoidrossido una volta, diidrossido 2, triidrossido 3):

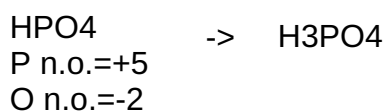
Nome IUPAC	Formula
(mono)idrossido di sodio	NaOH
(mono)idrossido di potassio	KOH
diidrossido di calcio	Ca(OH) ₂
diidrossido di zinco	Zn(OH) ₂
diidrossido di ferro	Fe(OH) ₂
triidrossido di alluminio	Al(OH) ₃
triidrossido di cromo	Cr(OH) ₃
triidrossido di ferro	Fe(OH) ₃

Per gli **ossoacidi** le formule si scrivono secondo lo schema:



Il nome IUPAC prevede due diverse possibilità.

- a) La prima nomenclatura, per esempio acido tetraossosolforico(V), ci indica nella prima parte del nome il numero di atomi di ossigeno presenti (tetraosso), in questo caso la molecola contiene 4 atomi di ossigeno; poi è presente un atomo di



fosforo con numero di ossidazione +5, ma non specifica quanti atomi di idrogeno sono presenti nella molecola. Per scrivere la formula dovremo perciò effettuare un calcolo, tenendo presente che la molecola deve avere somma algebrica dei numeri di ossidazione uguale a 0 (sommando i numeri di ossidazione di tutti gli atomi il totale deve essere uguale a 0):

- 4 atomi di O (n.o. ossigeno -2): $-2 \times 4 = -8$
- 1 atomo di P (n.o. +5): $+5 \times 1 = +5$
- somma algebrica di P e O: $-8 + 5 = -3$
- per arrivare a 0 occorrerà: $+3$ (ossia lo stesso numero cambiato di segno)
- poiché H ha n.o. +1 occorrono: $3 : 1 = 3$ atomi di idrogeno
- lo schema della formula dell'ossiacido è **HXO**.

Stabilito che occorrono 3 atomi di H, uno di P e 4 di O, la formula va così scritta:



- b) L'altra nomenclatura IUPAC è più immediata.
 Per esempio, in tetraossosolfato(V) di diidrogeno già il nome **ci indica il numero di atomi di idrogeno** della molecola (tri = 3): H_3PO_4
 Il tetraossosolfato(VI) di diidrogeno in formula sarà H_2SO_4 .

v. p. 12

Prova tu

Nome IUPAC	Formula
Acido triossocarbonico o Triossicarbonato di diidrogeno	
Acido diossonitrico(III) o Diossonitrato(III) di idrogeno	
Acido triossonitrico(V) o Triossonitrato(V) di idrogeno	
Acido triossosolforico(IV) o Triossosolfato(IV) di diidrogeno	
Acido tetraossosolforico(VI) o Tetraossosolfato(VI) di diidrogeno	
Acido tetraossofosforico(V) o Tetraossofosfato(V) di triidrogeno	
Acido eptaossodifosforico o Eptaossodifosfato(V) di tetraidrogeno	
Acido triossofosforico(V) o Triossofosfato(V) di idrogeno	
Acido ossoclorico o Monossoclorato(I) di idrogeno	
Acido diossoclorico o Diossoclorato(III) di idrogeno	
Acido triossoclorico o Triossoclorato(V) di idrogeno	
Acido tetraossoclorico o Tetraossoclorato(VII) di idrogeno	

Per i sali ternari la formula è composta da: IDROSSIDO + OSSIACIDO

metallo + non metallo + ossigeno

La IUPAC ci dice direttamente il numero degli atomi; per esempio:

- nome: **tetraossoclorato(VII) di litio**
- tetraossoclorato(VII): è il nome dell'anione ClO_4^- Cl n.o.=+7
- metallo: Li (litio, un solo atomo) Li^+
- non metallo: Cl (clorato, un solo atomo)
- ossigeno: O (4 atomi: tetraosso)
- formula: LiClO_4

Da notare che nel nome è indicato prima l'ossigeno (tetraosso), poi il non metallo (clorato) e infine il metallo, mentre nella formula è prima il metallo poi il non metallo e alla fine l'ossigeno. **Si scrive al contrario di come si legge**

Altro esempio, più complesso, è **ditetraossofosfato(V) di tricalcio**:

- tetraossofosfato(V) è il nome dell'anione: è preceduto da di- che indica che è preso due volte (occorre la parentesi)
- metallo: calcio Ca (tri-, 3 atomi)
- non metallo: fosforo P (un atomo, sottinteso l'indice 1: si scrive solo il simbolo)
- ossigeno: O (4 atomi: tetraosso); il di- che precede indica che tutto l'anione PO_4 è preso due volte
- La formula che ne deriva è: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Prova tu

Nome IUPAC	Formula
triossocarbonato di calcio	
tritriosocarbonato di dialluminio	
tetraossosolfato(VI) di dirame	
tetraossosolfato(VI) di rame	
triossosolfato(IV) di disodio	
tetraossosolfato(VI) di disodio	
monoossoclorato(I) di potassio	
diossoclorato(III) di potassio	
triossoclorato(V) di potassio	
tetraossoclorato(VII) di potassio	

2) Nomenclatura tradizionale

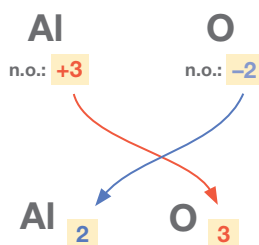
La nomenclatura tradizionale comporta maggiori difficoltà nel passare dal nome alla formula, perché si devono ricordare i numeri di ossidazione dei diversi elementi e il significato dei prefissi e suffissi utilizzati.

Esaminiamo perciò separatamente le diverse classi di composti.

Ossidi: nomenclatura tradizionale

Ossidi basici: metallo + ossigeno

Per ricavare la formula occorre sapere il numero di ossidazione del metallo (l'ossigeno è sempre -2) e fare il minimo comune multiplo oppure applicare la regola dell'incrocio. Per esempio, vogliamo scrivere la formula dell'ossido di alluminio (n.o. alluminio = $+3$): scriviamo prima i simboli dei due elementi AlO, poi i numeri di ossidazione $+3$, -2 . Incrociando, il n.o. dell'alluminio diventa il numero di atomi di O e il n.o. di O diventa il numero di atomi di Al:



Al_2O_3 è la formula dell'ossido di alluminio

Se il nome del metallo finisce per *-ico* o per *-oso*, il metallo ha due diversi numeri di ossidazione e forma due ossidi aventi formule diverse:

- **-ico** indica il n.o. più alto
- **-oso** il più basso

Così:

- l'ossido ferroso avrà ferro con n.o. $+2$ e formula FeO
- l'ossido ferrico avrà ferro con n.o. $+3$ e formula Fe_2O_3

Prova tu

Nome IUPAC	Formula
ossido di litio	
ossido di sodio	
ossido di potassio	
ossido di berillio	
ossido di magnesio	
ossido di calcio	

Ossidi acidi: non metallo + ossigeno

Per gli ossidi acidi, chiamati anche anidridi, vale lo stesso discorso, tenendo presente che le anidridi utilizzano il suffisso **-ica** se l'elemento ne forma una sola (ossia ha un solo numero di ossidazione), mentre se ne hanno due utilizzano **-ica** per la più alta (più alto n.o.) e **-osa** per la più bassa.

Così l'anidride borica (n.o. solo +3) è:



L'anidride fosforica (n.o. del fosforo +3 o +5: -ica è più alta quindi +5) P_2O_5

L'anidride fosforosa (n.o. del fosforo +3 o +5: -osa è più bassa quindi +3) P_2O_3

Per il cloro che ha 4 diversi n.o. (+1, +3, +5, +7) per le sue anidridi, il nome presenta anche i prefissi ipo- per la più piccola di tutte e per- quella più alta di tutte:

ipoclorosa +1 quindi: Cl_2O

clorosa +3 quindi: Cl_2O_3

clorica +5 quindi: Cl_2O_5

perclorica +7 quindi: Cl_2O_7

Più complessa ancora la nomenclatura tradizionale degli ossidi di azoto (5 diversi composti: vedi tabella), per cui è difficile dal nome tradizionale risalire alla formula.

Nomenclatura tradizionale e formule degli ossidi acidi o anidridi

Nome tradizionale	Numero ossidazione del non metallo	Formula
ossido di carbonio	+2	CO
anidride carbonica	+4	CO ₂
protossido di azoto	+1	N ₂ O
ossido di azoto	+2	NO
anidride nitrosa	+3	N ₂ O ₃
diossido di azoto	+4	NO ₂
anidride nitrica	+5	N ₂ O ₅
anidride solforosa	+4	SO ₂
anidride solforica	+6	SO ₃
anidride fosforosa	+3	P ₂ O ₃
anidride fosforica	+5	P ₂ O ₅
anidride ipoclorosa	+1	Cl ₂ O
anidride clorosa	+3	Cl ₂ O ₃
anidride clorica	+5	Cl ₂ O ₅
anidride perclorica	+7	Cl ₂ O ₇

Prova tu

Prova (senza guardare la tabella precedente) a calcolare le formule delle anidridi, con la regola dell'incrocio (e dividi per due le formule che hanno tutti gli indici pari):

Nome tradizionale	Numero ossidazione del non metallo	Formula
ossido di carbonio	C: +2 o +4	
anidride carbonica		
anidride solforosa	S: +4 o +6	
anidride solforica		
anidride fosforosa	P: +3 o +5	
anidride fosforica		
anidride ipoclorosa	Cl: +1, +3, +5, +7	
anidride clorosa		
anidride clorica		
anidride perclorica		

Idruri: dalla nomenclatura tradizionale alle formule

La formula generale degli idruri è:



dove **n.o.** è il numero di ossidazione del metallo e corrisponde al numero di atomi di idrogeno da indicare nella formula.

Anche per gli idruri va ricordato il discorso -ico, -oso:

- **-ico** indica il n.o. **più alto**
- **-oso** il **più basso**

Così:

- l'idruro **ferroso** avrà ferro con n.o. +2 e formula **FeH₂**
- l'idruro **ferrico** avrà ferro con n.o. +3 e formula **FeH₃**

Per gli **idruri covalenti** (tabella a sinistra) il nome tradizionale va imparato a memoria, perché non esiste regola per ricavare la formula da questi nomi.

Anche **per gli idracidi** è più rapido impararli a memoria che non imparare la regola, che comunque dice che: il nome dell'idracido finisce per **-idrico** e la formula si scrive mettendo H a sinistra e il non metallo a destra; solo l'acido solfidrico, avendo S n.o. = -2, ha due atomi di idrogeno nella formula, gli altri solo 1.

Da ricordare che nelle formule di tutti gli acidi (idracidi e ossiacidi) prima si scrive l'idrogeno H.

Nome tradizionale	Formula
metano	CH ₄
silano	SiH ₄
ammoniaca	NH ₃
fosfina	PH ₃

Nome idracido	Formula	Nome idracido	Formula
acido cloridrico	HCl	acido iodidrico	HI
acido bromidrico	HBr	acido solfidrico	H ₂ S
acido fluoridrico	HF	acido cianidrico (acido non binario)	HCN

Sali binari: alogenuri e solfuri

Dal nome tradizionale alla formula

Le formule dei sali binari (sali degli idracidi) sono in generale:

metallo + non metallo

Il nome tradizionale, invece (come la IUPAC), mette prima il non metallo (con il suffisso -uro) e poi il metallo (con i suffissi -oso o -ico se vi sono più numeri di ossidazione), ma, diversamente dalla IUPAC non indica il numero degli atomi del metallo e del non metallo da inserire nella formula. Questi dovranno perciò essere ricavati tenendo presente il numero di ossidazione dei due elementi, che è sempre -1 per gli alogeni (F, Cl, Br, I) e i cianuri (derivati dall'acido cianidrico) e -2 per lo zolfo (nei solfuri).

Vediamo alcuni esempi:

- **cloruro di sodio**

metallo: sodio Na n.o. $+1$; non metallo: cloro Cl n.o. -1

formula: **NaCl**

Essendo i numeri di ossidazione (non considerando il segno $+$ o $-$) uguali, si prende un atomo di ciascun elemento.

- **Solfuro ferroso e solfuro ferrico**

metallo: ferro Fe: può avere n.o. $+2$ (per ferroso) o $+3$ (ferrico)

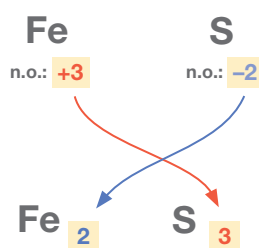
non metallo: zolfo S n.o. -2

formule:

solfuro ferroso: FeS

(hanno lo stesso numero di ossidazione, per cui si prende un atomo di ogni elemento e nella formula si scrivono solo i simboli, essendo il numero 1 sottinteso)

solfuro ferrico: Fe₂S₃



+

Rapporti numerici

Va ricordato che i sali binari sono composti ionici, per cui la formula non indica una molecola ma solo il rapporto numerico tra i due elementi del composto.

Esempi di formule di sali binari

Nome anione (n.o. in parentesi)	Metallo (n.o. in parentesi)	Classe composto	Formula sale
Cloruro (-1)	di sodio ($+1$), di calcio ($+2$), di alluminio ($+3$), ferroso ($+2$), ferrico ($+3$), rameoso ($+1$), rameico ($+2$) ecc	alogenuri	NaCl, CaCl ₂ , AlCl ₃ , FeCl ₂ , FeCl ₃ , CuCl, CuCl ₂
Bromuro (-1)			Come cloruri con Br al posto di Cl: NaBr ecc.
Fluoruro (-1)			Come cloruri con F al posto di Cl: NaF ecc.
Ioduro (-1)		Come cloruri con I al posto di Cl: NaI ecc.	
Solfuro (-2)		solfuri	NaS ₂ , CaS, Al ₂ S ₃ , FeS, Fe ₂ S ₃ , Cu ₂ S, CuS
Cianuro (-1)		cianuri	Come cloruri con CN al posto di Cl: NaCN

Idrossidi: dalla nomenclatura tradizionale alle formule

Le formule degli idrossidi si scrivono secondo lo schema:



(dove n.o. è il numero di ossidazione del metallo;
se è 1 non va scritto e non va messa la parentesi)

Nella nomenclatura tradizionale non è indicato il numero degli atomi e la formula si ricava tenendo conto del numero di ossidazione, come indicato nello schema. Per i metalli con più numeri di ossidazione, i suffissi -oso e -ico ci permettono di distinguere il più basso dal più alto.

Nome tradizionale	Formula
idrossido di sodio	NaOH
idrossido di potassio	KOH
idrossido di calcio	Ca(OH) ₂
idrossido di zinco	Zn(OH) ₂
idrossido ferroso	Fe(OH) ₂
idrossido di alluminio	Al(OH) ₃
idrossido rameoso	CuOH
idrossido rameico	Cu(OH) ₂
idrossido ferroso	Fe(OH) ₂
idrossido ferrico	Fe(OH) ₃

Ossiacidi: dal nome tradizionale alla formula

Le formule degli ossiacidi si scrivono secondo lo schema:



Poiché il nome tradizionale non indica il numero di atomi dei tre elementi da inserire nella formula, il metodo più semplice per scriverla è partire scrivendo la formula dell'anidride (ossido acido) da cui l'acido deriva e aggiungere l'acqua.

Per esempio, l'acido carbonico deriva dall'anidride carbonica aggiungendo una molecola di acqua:



si scrive prima H poi C poi O e la formula si ottiene mettendo il numero di atomi di ciascun elemento presenti prima della freccia: 2 di idrogeno (H), 1 di carbonio (C) e 2 + 1 = 3 di ossigeno (O):



Quando come somma si ottengono tutti indici numerici pari, questi vanno divisi per 2. Per esempio:

- acido nitroso: da anidride nitrosa $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow 2$ $\rightarrow 2\text{HNO}_2$
- acido nitrico: da anidride nitrica $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{N}_2\text{O}_6 \rightarrow 2$ $\rightarrow 2\text{HNO}_3$

Nome tradizionale	Anidride + acqua	Formula ossiacido
Acido carbonico	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	H_2CO_3
Acido nitroso	$\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow 2$	HNO_2
Acido nitrico	$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{N}_2\text{O}_6 \rightarrow 2$	HNO_3
Acido solforoso	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	H_2SO_3
Acido solforico	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	H_2SO_4
Acido (orto)fosforico *	$\text{P}_2\text{O}_5 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_6\text{P}_2\text{O}_8 \rightarrow 2$	H_3PO_4
Acido pirofosforico *	$\text{P}_2\text{O}_5 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$
Acido metafosforico *	$\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{P}_2\text{O}_6 \rightarrow 2$	HPO_3
Acido ipocloroso	$\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{Cl}_2\text{O}_2 \rightarrow 2$	HClO
Acido cloroso	$\text{Cl}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{Cl}_2\text{O}_4 \rightarrow 2$	HClO_2
Acido clorico	$\text{Cl}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{Cl}_2\text{O}_6 \rightarrow 2$	HClO_3
Acido perclorico	$\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{Cl}_2\text{O}_8 \rightarrow 2$	HClO_4

* Gli acidi orto, piro e meta si ottengono aggiungendo rispettivamente 3, 2 o 1 molecola di acqua all'anidride.

Sali ternari: dal nome tradizionale alla formula

Scrivere le formule dei sali ternari partendo dal loro nome tradizionale è più complicato.

Questi composti derivano dagli ossiacidi sostituendo all'idrogeno il metallo, per esempio:

- **acido carbonico** H_2CO_3
- sale derivato **carbonato di sodio** Na_2CO_3

la corrispondenza tra il nome dell'acido e quello del sale è la seguente:

n.o. + alto: **-ico** → **-ato**

n.o. + basso: **-oso** → **-ito**

eventuali prefissi (ipo- o per-, orto-, piro- o meta-) restano uguali.

Nome tradizionale del sale ternario	Ossiacido di origine	Formula
carbonato ferroso	Acido carbonico H_2CO_3	FeCO_3
carbonato ferrico	Acido carbonico H_2CO_3	$\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$
solfato rameoso	Acido solforico H_2SO_4	Cu_2SO_4
solfato rameico	Acido solforico H_2SO_4	CuSO_4
solfito di sodio	Acido solforoso H_2SO_3	Na_2SO_3
solfato di sodio	Acido solforico H_2SO_4	Na_2SO_4
ortofosfato di calcio	Acido ortofosforico H_3PO_4	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
nitrito di sodio	Acido nitroso HNO_2	NaNO_2
nitrate di potassio	Acido nitrico HNO_3	KNO_3
ipoclorito di potassio	Acido ipocloroso HClO	KClO
clorito di potassio	Acido cloroso HClO_2	KClO_2
clorato di potassio	Acido clorico HClO_3	KClO_3
perclorato di potassio	Acido perclorico HClO_4	KClO_4

Costruiamo la formula in 4 tappe:

1. Per costruire le formule dei sali ternari il primo passo è quello di riconoscere l'acido da cui deriva

sale -ito → **da acido -oso**

sale -ato → **da acido -ico**

Nome tradizionale del sale ternario	Ossiacido di origine	Nome tradizionale del sale ternario	Ossiacido di origine
carbonato ferroso	acido carbonico H_2CO_3	nitrito di sodio	acido nitroso HNO_2
carbonato ferrico	acido carbonico H_2CO_3	nitrate di potassio	acido nitrico HNO_3
solfato rameoso	acido solforico H_2SO_4	ipoclorito di potassio	acido ipocloroso HClO
solfato rameico	acido solforico H_2SO_4	clorito di potassio	acido cloroso HClO_2
solfito di sodio	acido solforoso H_2SO_3	clorato di potassio	acido clorico HClO_3
solfato di sodio	acido solforico H_2SO_4	perclorato di potassio	acido perclorico HClO_4
ortofosfato di calcio	acido ortofosforico H_3PO_4		

2. Individuato l'acido, togliamo gli idrogeni: poiché il numero di ossidazione dell'idrogeno è +1, il numero di ossidazione di quello che resta (anione poliatomico) sarà uguale al numero di atomi di idrogeno tolti (ma col segno -):

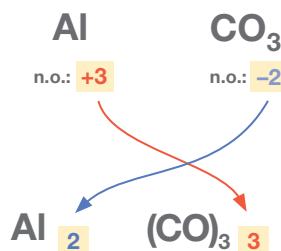
Ossiacido	Anioni poliatomici derivati	Numero di ossidazione dell'anione poliatomico	Nome tradizionale dell'anione poliatomico
H ₂ CO ₃	CO ₃ ²⁻	-2	Carbonato
	HCO ₃ ⁻	-1	Bicarbonato o carbonato acido*
HNO ₂	NO ₂ ⁻	-1	Nitrito
HNO ₃	NO ₃ ⁻	-1	Nitrato
H ₂ SO ₃	SO ₃ ²⁻	-2	Solfito
	HSO ₃ ⁻	-1	Bisolfito o idrogeno solfito*
H ₂ SO ₄	SO ₄ ²⁻	-2	Solfato
	HSO ₄ ⁻	-1	Bisolfato o solfato acido*
H ₃ PO ₄	PO ₄ ³⁻	-3	(Orto)fosfato
H ₄ P ₂ O ₇	P ₂ O ₇ ⁴⁻	-4	Pirofosfato
HPO ₃	PO ₃ ⁻	-1	Metafosfato
HClO	ClO ⁻	-1	Ipoclorito
HClO ₂	ClO ₂ ⁻	-1	Clorito
HClO ₃	ClO ₃ ⁻	-1	Clorato
HClO ₄	ClO ₄ ⁻	-1	Perclorato

* Gli acidi con più di un atomo di idrogeno (diprotici, triprotici) per formare un sale possono sostituire tutti gli atomi di idrogeno con un metallo oppure uno solo: in questo caso si forma un sale acido, che contiene nella formula ancora un atomo di idrogeno (o anche due negli acidi triprotici). Il nome tradizionale di questi sali è preceduto dal prefisso bi- che indica la presenza nella molecola di un atomo di idrogeno: per esempio bicarbonato (chiamato anche carbonato acido o idrogenocarbonato), bisolfito (o idrogenosolfito).

3. Al posto dell'idrogeno mettiamo il metallo, alla sinistra del residuo non metallo + ossigeno: per esempio, **carbonato di alluminio**



4. Dobbiamo ora inserire il numero degli atomi, tenendo presente che l'anione poliatomico (in questo caso CO₃), va trattato come se fosse un solo atomo (se va preso 2 o 3 volte va messo tra parentesi):



Anche in questo caso il numero di ossidazione è il riferimento per attribuire il numero degli atomi (facendo il minimo comune multiplo o con la regola dell'incrocio). La formula che si ottiene è:



Prova tu

Nome	Formula
Carbonato di litio	
Bicarbonato di sodio	
Nitrito rameico	
Nitrato ferroso	
Solfito di alluminio	
Bisolfito di potassio	
Solfato di sodio	
Bisolfato di calcio	
(Orto)fosfato di magnesio	
Pirofosfato di sodio	
Metafosfato ferroso	
Ipoclorito di calcio	
Clorito ferroso	
Clorato rameoso	
Perclorato di alluminio	