

## NOMENCLATURA Y FORMULACIÓN DE SUSTANCIAS INORGÁNICAS

### Introducción. Números de oxidación de un elemento.

Las especies químicas se representan mediante fórmulas que indican el número y la clase de átomos que las integran. Se constituyen mediante los enlaces químicos o uniones entre los átomos que las forman. Algunos enlaces se originan mediante un intercambio mutuo de electrones. Hay átomos que tienen tendencia a ceder electrones (los electropositivos) y otros a captarlos (los electronegativos). Otros átomos pueden ceder o captar electrones según el elemento con que se combinan.

Se llama número de valencia o de oxidación al número de electrones cedidos o captados por un átomo en su combinación química con otro para formar un enlace; al átomo que capta electrones se le asigna un número de oxidación negativo, mientras que al que cede los electrones en el enlace se le asigna un número de oxidación o valencia positivo.

Los enlaces iónicos son más bien pocos; por esto, el número de oxidación representa la carga aparente que un átomo tiene en la molécula.

Para determinar el número de oxidación o de valencia de un elemento en un compuesto hay que tener en cuenta las reglas o principios siguientes:

- a) El número de oxidación o de valencia de los átomos aislados (sin combinar) es cero.
- b) En toda molécula la suma de los números de oxidación o valencia es igual a cero.
- c) Según lo anterior, en una molécula el número de valencias positivas es igual al de valencias negativas.
- d) El oxígeno actúa con valencia o número de oxidación (-2), excepto en los peróxidos, en que actúa con (-1).

Con el flúor tiene (+2), debido a que aquél es más electronegativo que el oxígeno.

e) El hidrógeno combinado con un no-metal es (+1); con los metales es (-1).

f) Los no-metales suelen tener número de oxidación o valencia negativos, y los metales, positivos.

g) Los no-metales actúan con valencia positiva solamente cuando se combinan con el oxígeno.

h) Cuando un no-metal se combina con un metal lo hace con la valencia= nº de electrones que faltan para completar el octeto.

El carácter metálico o no-metálico de un elemento en una molécula es relativo; dependerá del elemento o elementos con los que se combina. Por ejemplo, el S y el P son no-metales; en el pentasulfuro de difósforo,  $P_2S_5$ , el P actúa como elemento electropositivo frente al azufre, por ser éste más electronegativo que aquél y por eso,  $P_2S_5: 2(+5) + 5(2-)=0$ . Mientras que en el dicloruro de azufre,  $SCl_2$ :  $1(+2) + 2(1-) = 0$ , el azufre es menos electronegativo que el cloro.

i) El número de oxidación positivo de un elemento químico es, como máximo, igual al número de electrones del último nivel y, el negativo es, como máximo, igual al número de electrones que le faltan para completar dicho nivel y adquirir en ambos casos la estructura de gas noble. Así, el cloro que posee 7 electrones en el nivel exterior tiene como número máximo de oxidación positivo, +7 y de número de oxidación negativo, -1.

En sus últimas normas (2005), la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) propone tres **sistemas de nomenclatura** para las distintas especies químicas inorgánicas.

- a) Nomenclatura de composición (o estequiométrica o sistemática).** Está basada en la composición y requiere reglas gramaticales para especificar el orden de los componentes, el uso de prefijos multiplicadores (mono, di, tri, etc.) y terminaciones adecuadas para los componentes más electronegativos. Otros prefijos multiplicadores utilizados son: bis, tris, tetraquis, pentaquis, ...
- b) Nomenclatura de sustitución.** Se basa en los hidruros progenitores y ha sido ampliamente utilizada en compuestos orgánicos.
- c) Nomenclatura de adición.** Está basada en la estructura. Considera un átomo central y una serie de ligandos unidos a él.

Aunque la IUPAC los desaconseja, para algunos compuestos se siguen utilizando los nombres sistemáticos, de Stock y funcionales anteriores al 2005.

### Sustancias simples

Son aquellas que están constituidas por átomos de un solo elemento. En general se nombran con el nombre del elemento constituyente, y su fórmula será el símbolo del elemento (Fe, Na, Cu, C, etc) para los gases nobles y sustancias simples sólidas, diatómicas para el resto de sustancias gaseosas ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ) y las de los halógenos ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ), y se nombran según la IUPAC con los prefijos di- o tri-, aunque es frecuente que aparezcan sin prefijos. Los átomos de estas moléculas cuando aparecen aislados llevan el prefijo mono-. Ciertos elementos (azufre, fósforo, etc.) se presentan, a veces, en agrupaciones de distinto número de átomos, estas agrupaciones se denominan **formas alotrópicas**.

Ejemplos:

	Nombre sistemático	Nombre común		Nombre sistemático	Nombre común
$H_2$	Dihidrógeno	Hidrógeno	$F_2$	Diflúor	Flúor
$N_2$	Dinitrógeno	Nitrógeno	$Cl_2$	Dicloro	Cloro
$O_2$	Dioxígeno	Oxígeno	$Br_2$	Dibromo	Bromo
$O_3$	Trioxígeno	Ozono	$I_2$	Diyodo	Yodo
H	Monohidrógeno	Hidrógeno atómico	F	Monoflúor	Flúor atómico
N	Mononitrógeno	Nitrógeno atómico	Cl	Monocloro	Cloro atómico
O	Monooxígeno	Oxígeno atómico	I	Monoyodo	Yodo atómico
$P_4$	Tetrafósforo	Fósforo blanco	$S_8$	Octaazufre	
$S_6$	Hexaazufre		$S_n$	Poliazufre	
Fe	Hierro		C	Carbono	
Na	Sodio		Ag	Plata	

### FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA DE LOS COMPUESTOS BINARIOS

Se llama compuestos binarios los que tienen dos clases de átomos en su molécula. Tales son:

- Los óxidos formados por la unión del oxígeno con los no-metales excepto los halógenos (óxidos ácidos) son compuestos covalentes y con los metales (óxidos básicos) forma compuestos iónicos. Los peróxidos son combinaciones con el oxígeno pero en su estado de oxidación -1. Para la nomenclatura de STOCK son peróxidos pero en la nomenclatura sistemática siguen nombrándose como óxidos.
- Los hidruros formados por la combinación del hidrógeno con los no-metales y con los metales.
- Las sales binarias, combinación de no-metal con metal y las formadas en la combinación de dos no-metales.

### Óxidos.

En sus combinaciones el oxígeno actúa con valencia (-2) porque es muy electronegativo y tiene tendencia a captar o compartir dos electrones, para adquirir la estructura del gas noble neón.

Se formulan colocando en primer lugar el elemento en cuestión con excepción de los halógenos (normas IUPAC 2005), y en último lugar, el oxígeno. A continuación se intercambian los números de oxidación y se simplifica siempre que sea posible.

#### Nomenclatura de Stock.

Según esta nomenclatura, los óxidos se nombran con la palabra óxido, seguida del nombre del elemento, y a continuación el número de oxidación con números romanos entre paréntesis. En los elementos con número de oxidación único no se indica.

#### Nomenclatura sistemática estequiométrica (de composición).

Se escribe primero la palabra óxido, seguida del nombre del otro constituyente. Las proporciones en que se encuentran los elementos en los óxidos, se indican mediante prefijos griegos (mono-, di-, tri-, tetra-, etc). El prefijo mono- se puede suprimir.

- La IUPAC, en las normas dictadas en 2005 considera a los halógenos más electronegativos que el oxígeno. Según esto, las combinaciones binarias de un halógeno con el oxígeno deben nombrarse como haluros de oxígeno y no como óxidos.

**Ej.:  $\text{OCl}_2$  dicloruro de oxígeno;  $\text{O}_3\text{Cl}_2$  dicloruro de trióxigeno;  
 $\text{O}_5\text{I}_2$  diyoduro de pentaóxigeno.**

Ejemplos:

Fórmula	N. sistemática	N. stock	Fórmula	N. sistemática	N. Stock
$\text{Na}_2\text{O}$	óxido de sodio	Óxido de sodio	$\text{SO}$	Monóxido de azufre	Óxido de azufre (II)
$\text{CaO}$	óxido de calcio	Óxido de calcio	$\text{N}_2\text{O}$	Monóxido dinitrógeno	Óxido de nitrógeno (I)
$\text{FeO}$	Monóxido de hierro	Óxido de hierro (II)	$\text{NO}$	Monóxido nitrógeno	Óxido de nitrógeno (II)
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Trióxido dihierro	Óxido de hierro (III)	$\text{N}_2\text{O}_3$	Trióxido dinitrógeno	Óxido de nitrógeno (III)
$\text{PbO}_2$	Dióxido de plomo	Óxido de plomo (IV)	$\text{N}_2\text{O}_4$	Tetraóxido dinitrógeno	Óxido de nitrógeno (IV) dímero
$\text{SeO}_2$	Dióxido de Selenio	Óxido de selenio (IV)	$\text{NO}_2$	Dióxido nitrógeno	Óxido de nitrógeno (IV)
$\text{SO}_3$	Trióxido de azufre	Óxido de azufre (VI)	$\text{N}_2\text{O}_5$	Pentaóxido dinitrógeno	Óxido de nitrógeno (V)

El N presenta los siguientes óxidos:

Fórmula	N. sistemática	N. Stock
N <sub>2</sub> O	Monóxido de dinitrógeno	Óxido de nitrógeno (I)
NO	Monóxido de mononitrógeno	Óxido de nitrógeno (II)
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de dinitrógeno	Óxido de nitrógeno (III)
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno	Óxido de nitrógeno (IV)
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Tetraóxido de dinitrógeno	Óxido de nitrógeno (IV) dímero
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentaóxido de nitrógeno	Óxido de nitrógeno (V)

### Peróxidos.

Son peróxidos los óxidos en los cuales existe el enlace peroxo (-O-O-), o los enlaces simples oxígeno-oxígeno. Aparentemente, los peróxidos contienen más átomos de oxígeno que los que corresponden según la valencia del metal. Y es que, en los peróxidos, el oxígeno tiene de número de oxidación o valencia (-1). El subíndice del oxígeno no se puede simplificar ya que existen ambos átomos.

Sólo se conocen los peróxidos de Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr y Ba (iónicos); los de Cu, Ag, Zn, Cd y Hg (covalentes) y los lantánidos (de carácter intermedio)

H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)
Li <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de litio o dióxido de dilitio
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de sodio o dióxido de disodio
BaO <sub>2</sub>	Peróxido de bario o dióxido de bario
CuO <sub>2</sub>	Peróxido de cobre (II) o dióxido de cobre
ZnO <sub>2</sub>	Peróxido de Zinc o dióxido de cinc

### Hidruros.

Las combinaciones de un elemento con el hidrógeno reciben el nombre de hidruros.

En los hidruros metálicos la valencia del hidrógeno es (-1). Se nombran con la palabra hidruro seguida del nombre del metal, con la valencia entre paréntesis, si tiene varias. En la nomenclatura sistemática (de composición), preceden a la palabra hidruro los prefijos mono, di, tri, etc., según los hidrógenos que tengan.

Valencia	Fórmula	N. sistemática	N. stock (la más frecuente)
1	NaH	Hidruro de sodio	Hidruro de sodio
2	FeH <sub>2</sub>	Dihidruro de hierro	Hidruro de Hierro (II)
3	FeH <sub>3</sub>	Trihidruro de hierro	Hidruro de hierro (III)
4	SnH <sub>4</sub>	Tetrahidruro de estaño	Hidruro estaño (IV)

Los hidruros no metálicos resultan de la unión de B, C, Si, N, P, As, Sb y O con hidrógeno, que en ellos tiene siempre número de oxidación +1.

Fórmula	N. tradicional	N. sistemática (de composición)	N. de sustitución
H <sub>2</sub> O	Agua	Oxido de hidrógeno	oxidano
NH <sub>3</sub>	Amoniaco	Trihidruro de nitrógeno	azano
PH <sub>3</sub>	Fosfina	Trihidruro de fósforo	fosfano
AsH <sub>3</sub>	Arsina	Trihidruro de arsénico	arsano
SbH <sub>3</sub>	Estibina	Trihidruro de antimonio	estibano
BH <sub>3</sub>	Borano	Trihidruro de boro	borano
CH <sub>4</sub>	Metano	Tetrahidruro de carbono	metano
SiH <sub>4</sub>	Silano	Tetrahidruro de silicio	silano

### Haluros de Hidrógeno.

Las combinaciones del hidrógeno con los elementos de los grupos 16 y 17 (F, Cl, Br, I, S, Se y Te) no se nombran como hidruros sino como haluros de hidrógeno. El hidrógeno tiene número de oxidación (+1) y se escribe a la izquierda.

Son compuestos que forman moléculas y, generalmente, son gases a temperatura y presión normales. Sus disoluciones acuosas poseen un marcado carácter ácido y se denominan hidrácidos.

Fórmula	Nombre sistemático	(en disolución acuosa)
HF	Fluoruro de hidrógeno	Ácido fluorhídrico
HCl	Cloruro de hidrógeno	Ácido clorhídrico
HBr	Bromuro de hidrógeno	Ácido bromhídrico
HI	Yoduro de hidrógeno	Ácido yodhídrico
H <sub>2</sub> S	Sulfuro de hidrógeno	Ácido sulfhídrico
H <sub>2</sub> Se	Seleniuro de hidrógeno	Ácido selenhídrico
H <sub>2</sub> Te	Telururo de hidrógeno	Ácido telurhídrico

### Sales binarias

#### Combinaciones binarias de no-metal con metal.

Las combinaciones de los metales con los no-metales de los grupos 17 (F, Cl, Br, I), 16 (S, Se, Te), 15 (N, P, As), 14 (C, Si) y (B) dan lugar a sales binarias. Cuando el no metal es un halógeno reciben el nombre de sales haloideas. La nomenclatura funcional hace terminar en -uro el nombre del no-metal seguido del nombre del metal (se puede poner la notación de Stock).

Debe tenerse en cuenta que, salvo contadas excepciones, el estado de oxidación o valencia de los no-metales en estos compuestos es siempre el negativo (cuando puede tener varios). Así:

F, Cl, Br, I:	-1
S, Se, Te:	-2
N, P, As:	-3
C, Si:	-4
B:	-3

Fórmula	N. stock	N. sistemática (de composición)
CaF <sub>2</sub>	Fluoruro de calcio	Difluoruro de calcio
FeCl <sub>2</sub>	Cloruro de hierro (II)	Dicloruro de hierro
FeCl <sub>3</sub>	Cloruro de hierro (III)	Tricloruro de hierro
CuBr <sub>2</sub>	Bromuro de cobre (II)	Dibromuro de cobre
CuBr	Bromuro de cobre (I)	Monobromuro de cobre
Mg <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	Nitruro de magnesio	Dinitrúro de trimagnesio
AgI	Yoduro de plata	Yoduro de plata

### Combinaciones binarias no metal – no metal.

Estas combinaciones se nombran de igual modo que las anteriores haciendo terminar en –uro el elemento que figure delante de la serie siguiente: F, Cl, Br, I, S, Se, Te, N, P, As, Sb, C, Si, B (más electronegativo).

Fórmula	N. stock	N. sistemática
BrCl	Cloruro de Bromo (I)	Cloruro de Bromo
IBr <sub>3</sub>	Bromuro de yodo (III)	Tribromuro de yodo
B <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Sulfuro de boro	Trisulfuro de diboro
Ca <sub>2</sub> C	Carburo de calcio	Carburo de dicalcio

## FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA DE LOS COMPUESTOS TERNARIOS

### Hidróxidos.

Son compuestos ternarios formados por la combinación de un catión metálico con iones OH<sup>-</sup>, hidróxido. Se llaman bases o hidróxidos por el carácter básico que presenta el ion OH<sup>-</sup> (tiende a captar protones H<sup>+</sup>).

El grupo OH<sup>-1</sup> siempre tiene número de oxidación -1.

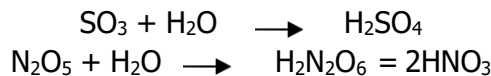
Fórmula	N. sistemática	N. stock (la más frecuente)
NaOH	Hidróxido de sodio	Hidróxido de sodio
Ca(OH) <sub>2</sub>	Dihidróxido de calcio	Hidróxido de calcio
Ni(OH) <sub>2</sub>	Dihidróxido de níquel	Hidróxido de níquel (II)
Al(OH) <sub>3</sub>	Trihidróxido de aluminio	Hidróxido de aluminio
Pb(OH) <sub>4</sub>	Tetrahidróxido de plomo	Hidróxido de plomo (IV)

### Oxoácidos.

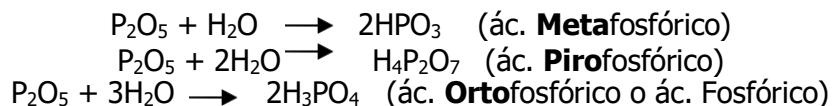
Son compuestos ternarios que tienen de fórmula general H<sub>a</sub>X<sub>b</sub>O<sub>c</sub>, siendo X de ordinario un no-metal; pero también puede ser un metal de transición como V, Cr, Mn, Mo, W, Ru, etc., cuando actúan con número de oxidación superior a 4.

El hidrógeno utiliza el número de oxidación +1, el no metal su número de oxidación positivo, y el oxígeno el número de oxidación -2.

Los oxoácidos pueden suponerse teóricamente **(es una regla teórica que no tiene por qué coincidir con una reacción experimental)** formados al combinarse los óxidos-ácidos (oxígeno con no metal) con el agua. Así:



Se puede dar el caso de que un elemento en un estado de oxidación concreto, puede dar lugar a oxoácidos con distinto grado de hidratación. En este caso al óxido le sumamos una, dos o tres moléculas de agua, el ácido que se obtiene lleva los prefijos **meta, piro u orto**, respectivamente; por ejemplo:



Así pues, el prefijo meta indica que el ácido que lo lleva es el que tiene menor contenido en agua, mientras que el orto sirve para indicar el de mayor contenido en agua. Nos daremos cuenta fijándonos en el número de H que tiene la fórmula.

Cuando **no se especifique** prefijo alguno, **interpretaremos** que se trata de **meta** a **excepción** de los elementos: **B, Si, P, As y Sb que serán orto. Excepciones:**

Meta significa menor hidratación y orto mayor hidratación.

\*Para el Si solo existen dos ácidos hidratados con la valencia 4 (con 1 y 2 moléculas de agua) por ello solo tenemos el ácido metasilícico ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) y el ácido ortosilícico o silícico ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ).

\*Para el I existen cuatro ácidos hidratados con la valencia 7 (con 3 moléculas de agua se llama mesoperiódico ( $\text{H}_3\text{IO}_5$ ) y con 5 moléculas de agua se llama ortoperiódico ( $\text{H}_5\text{IO}_6$ ).

### Nomenclatura tradicional.

Consta de la palabra genérica ácido seguida de la raíz del nombre del elemento central con la terminación -ico. Si el elemento posee dos números de oxidación diferentes, se emplean las terminaciones -ico y -oso, para el mayor y el menor, respectivamente. Si tuviera más de dos números de oxidación, se reservan estas terminaciones para los números de oxidación intermedios, anteponiendo, además, los prefijos -per e -hipo para designar los números de oxidación superior e inferior, respectivamente.

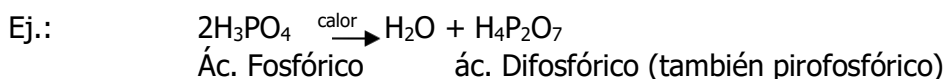
	Elemento con única valencia	Elemento con dos valencias	Elemento con tres valencias	Elemento con cuatro valencias
Hipo -----oso			Menor valencia	Menor valencia
---OSO		Menor valencia		
---ico		Mayor valencia	Mayor valencia	
Per -----ico				Mayor valencia

\*Mn forma oxoácidos con las valencias 6 (-ico) y 7 (per---ico) y Cr solo con la valencia 6 (-ico).

## Ejemplos

<b>HClO</b>	<b>Valencia 1</b>	<b>Ácido hipocloroso</b>	<b>HClO<sub>2</sub></b>	<b>Valencia 3</b>	<b>Ácido cloroso</b>
<b>HClO<sub>3</sub></b>	<b>Valencia 5</b>	<b>Ácido clórico</b>	<b>HClO<sub>4</sub></b>	<b>Valencia 7</b>	<b>Ácido perclórico</b>
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></b>	<b>Valencia 4</b>	<b>Ácido sulfuroso</b>	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>Valencia 6</b>	<b>Ácido sulfúrico</b>

También existen los ácidos "di" que se suelen obtener por dimerización de un ácido con pérdida de una molécula de agua. El prefijo di- indica que el elemento X es el doble de lo que se preveía, equivale antiguamente al prefijo piro-, pues tales ácidos se suelen obtener por calentamiento de los ácidos normales.



El prefijo **di** indica que el número de átomos del elemento central en la molécula es 2. De modo similar, el prefijo **tri** denota la existencia de 3 y así sucesivamente.

$$\text{Poliácido} = n \cdot \text{ácido} - (n-1) \text{H}_2\text{O}$$

**En general (EXCEPCIÓN Ácido (orto)silícico= H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>)**

ÁCIDO	X en grupo impar		X en grupo par	
<b>META</b>	<b>HXO<sub>N</sub></b>	$N = \frac{1+x}{2}$	<b>H<sub>2</sub>XO<sub>N</sub></b>	$N = \frac{1+x}{2}$
<b>PIRO</b>	<b>H<sub>4</sub>X<sub>2</sub>O<sub>N</sub></b>	$N = \frac{1+x}{2}$	<b>H<sub>4</sub>XO<sub>N</sub></b>	$N = \frac{1+x}{2}$
<b>ORTO</b>	<b>H<sub>3</sub>XO<sub>N</sub></b>	$N = \frac{1+x}{2}$	_____	_____
<b>DIÁCIDO</b>	<b>= PIRO</b>		<b>H<sub>2</sub>X<sub>2</sub>O<sub>N</sub></b>	$N = \frac{1+x}{2}$

**Nomenclatura de adición.**

La nomenclatura de adición considera que un compuesto o especie es una combinación de un átomo central o átomos centrales con ligandos asociados. Los ácidos inorgánicos pueden nombrarse con esta nomenclatura, teniendo en cuenta que los hidrógenos se unen cada uno a un oxígeno y éste se une al átomo central (X–OH), y que los oxígenos restantes se enlazan mediante doble enlace (X=O). No se utiliza la palabra ácido.

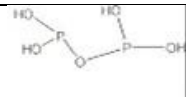
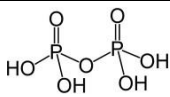
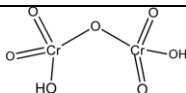
Se nombra como prefijohidroxido (-OH) prefijo oxido (=O) nombre del elemento (X). Están nombrados por orden alfabético hidróxido y oxido y sin tilde. No se utiliza la palabra ácido porque no todos los oxoácidos tienen esa propiedad química.

Fórmula	N. tradicional	Representación IUPAC	N. sistemática-adición
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ácido carbónico	CO(OH) <sub>2</sub>	Dihidroxioxidocarbono
HNO <sub>2</sub>	Ácido nitroso	NO(OH)	hidróxidooxidonitrógeno
HNO <sub>3</sub>	Ácido nítrico	NO <sub>2</sub> (OH)	hidróxidodioxidonitrógeno
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	Ácido fosforoso	P(OH) <sub>3</sub>	trihidroxidofósforo
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Ácido fosfórico	PO(OH) <sub>3</sub>	trihidroxidooxidofósforo

**Nomenclatura de hidrógeno.**

Se escribe la palabra hidrógeno (sin tilde) y, a continuación, entre paréntesis, el número de oxígenos (prefijooxido) y el no metal terminado en -ato. Se usan los prefijos multiplicadores necesarios.



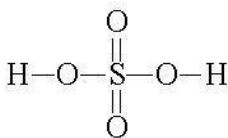
Fórmula	N. tradicional	Representación IUPAC	N. adición	N. hidrógeno
<b>Oxoácidos de los halógenos (Cl, Br, I)</b>				
HClO	Ac. hipocloroso	[Cl(OH)]	Hidroxidocloro	hidrogeno(oxidoclorato)
HClO <sub>2</sub>	Ac. cloroso	[ClO(OH)]	Hidroxidooxidocloro	hidrogeno(dioxidoclorato)
HClO <sub>3</sub>	Ac. clórico	[ClO <sub>2</sub> (OH)]	Hidroxidodioxidocloro	hidrogeno(trioxidoclorato)
HClO <sub>4</sub>	Ac. perclórico	[ClO <sub>3</sub> (OH)]	Hidroxidotrioxidocloro	hidrogeno(tetraoxidoclorato)
<b>Oxoácidos de los anfígenos (S, Se, Te)</b>				
H <sub>2</sub> SO <sub>2</sub>	Ac. hiposulfuroso	[S(OH) <sub>2</sub> ]	Dihidroxidoazufre	Dihidrogeno(dioxidosulfato)
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Ac. sulfuroso	[SO(OH) <sub>2</sub> ]	Dihidroxidooxidoazufre	Dihidrogeno(trioxidosulfato)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ac. sulfúrico	[SO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ]	Dihidroxidodioxidoazufre	Dihidrogeno(tetraoxidosulfato)
H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Ac. disulfúrico		μ-oxido bis (hidroxidodioxidoazufre)	Dihidrogeno(heptaoxidodisulfato)
<b>Oxoácidos de los nitroideos (N, P, As, Sb)</b>				
<b>Para el nitrógeno</b>				
HNO <sub>2</sub>	Ac. nitroso	[NO(OH)]	Hidroxidooxidonitrogeno	Hidrogeno(dioxidonitrato)
HNO <sub>3</sub>	Ac. nítrico	[NO <sub>2</sub> (OH)]	hidroxidodioxidonitrogeno	Hidrogeno(trioxidonitrato)
<b>Para el fósforo, arsénico y antimonio</b>				
HPO <sub>2</sub>	Ac. metafosforoso	[PO(OH)]	Hidroxidooxidofosforo	hidrogenodioxidofosfato
H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ac. pirofosforoso		μ-oxido-bis(dihidroxidofosforo)	Tetrahidrogeno(pentaoxidodifosfato)
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	Ac. ortofosforoso	[P(OH) <sub>3</sub> ]	Trihidroxidofosforo	trihidrogeno(trioxidofosfato)
HPO <sub>3</sub>	Ac. metafosfórico	[PO <sub>2</sub> (OH)]	hidroxidodioxidofosforo	Hidrogeno(trioxidofosfato)
H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Ac. pirofosfórico Ac. difosfórico		μ-oxido-bis(dihidroxidooxidofosforo)	Tetrahidrogeno(heptaoxidodifosfato)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Ac. ortofosfórico	[PO(OH) <sub>3</sub> ]	Trihidroxidooxidofosforo	trihidrogeno(tetraoxidofosfato)
<b>Oxoácidos de carbono y de silicio</b>				
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ac. carbónico	[CO(OH) <sub>2</sub> ]	dihidroxidooxidocarbono	dihidrogeno(trioxidocarbonato)
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Ac. metasilícico	[SiO(OH) <sub>2</sub> ]	dihidroxidooxidosilicio	Dihidrogeno(trioxidosilicato)
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	Ac. silícico	[Si(OH) <sub>4</sub> ]	tetrahidroxidosilicio	tetrahidrogeno(tetraoxidosilicato)
<b>Oxoácidos del boro</b>				
HBO <sub>2</sub>	Ac. metabórico	[BO(OH)]	hidroxidooxidoboro	Hidrogeno(dioxidoborato)
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Ac. ortobórico	[B(OH) <sub>3</sub> ]	trihidroxidoboro	Trihidrogeno(trioxidoborato)
<b>Oxoácidos de cromo y manganeso (metales de transición)</b>				
H <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	Ácido mangánico	[MnO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ]	dihidroxidodioxidomanganeso	Dihidrogeno(tetraoxidomanganato)
HMnO <sub>4</sub>	Ácido permangánico	[MnO <sub>3</sub> (OH)]	Hidroxidotrioxidomanganeso	Hidrogeno(tetraoxidomanganato)
H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Ácido crómico	CrO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	dihidroxidodioxidocromo	dihidrogeno(tetraoxidocromato)
H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Ácido dicrómico		μ-oxidobis (hidroxidodioxidocromo)	dihidrogeno(heptaoxidodicromato)

**Oxoácidos con enlace carbono-nitrógeno:**

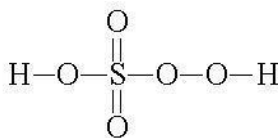
El más corriente es el ácido cianhídrico, HCN o cianuro de hidrógeno, que se puede agrupar con los hidrácidos: HF; HCl, HBr. Sus sales provienen del anión  $\text{CN}^-$  y se llaman cianuros ( $\text{KCN}$ , cianuro de potasio). Ácido ciánico,  $\text{HOCN}$ , cuyas sales son los cianatos:  $\text{KOCN}$ , cianato potásico.

**Peroxoácidos.**

Son los ácidos que llevan el enlace peroxo ( $-\text{O}-\text{O}-$ ) en su molécula. En la nomenclatura tradicional se añade el prefijo peroxo al ácido del que proceden:



Ácido sulfúrico



Ácido peroxosulfúrico

$\text{H}_2\text{SO}_5$  o  $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{O}_2)$  ácido peroxosulfúrico

$\text{HNO}_4$  o  $\text{HNO}_2(\text{O}_2)$  ácido peroxonítrico

$\text{H}_3\text{PO}_5$  o  $\text{H}_3\text{PO}_3(\text{O}_2)$  ácido peroxofosfórico

Si se sustituye más de un  $\text{O}^{2-}$  por grupos peroxo, habrá que indicarlo con los prefijos di-, tri-, etc.

Ej.:  $\text{H}_2\text{CrO}_6$  ácido diperoxocrómico

Fórmula	N. tradicional
$\text{H}_2\text{SO}_5$	Ácidos: Peroxosulfúrico
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$	Peroxodisulfúrico
$\text{H}_3\text{PO}_5$	Peroxofosfórico
$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_8$	Peroxodifosfórico
$\text{HNO}_4$	Peroxonítrico
$\text{H}_2\text{CO}_4$	Peroxocarbónico
$\text{HBO}_3$	Peroxobórico

**Tioácidos.**

El prefijo **tio-** delante del nombre de un ácido significa sustitución de oxígeno por azufre.



Ácido sulfuroso



Ácido tiosulfuroso



Ácido sulfúrico



Ácido tiosulfúrico



Ácido forsfórico



Ácido monotiofosfórico



Ácido tetratiofosfórico

**Iones**

Los iones son átomos o grupos de átomos que han perdido o ganado electrones, y tienen carga eléctrica neta.

Los hidróxidos, los ácidos y las sales (binarias y oxisales) son compuestos iónicos que, disueltos en agua, originan estos iones.

**Aniones** son las especies químicas cargadas negativamente.

Los **aniones monoatómicos** se nombran con la palabra *ion* o anión seguida del nombre del elemento terminado en *-uro*.

Ej.	H <sup>-</sup>	ion hidruro	S <sup>2-</sup>	ion sulfuro
	C <sup>4-</sup>	ion carburo	Si <sup>4-</sup>	ion siliciuro
	CN <sup>-</sup>	ion cianuro	Br <sup>-</sup>	ion bromuro
	S <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	ion disulfuro	I <sup>3-</sup>	ion triyoduro

Como excepciones importantes podemos citar:

O <sup>2-</sup>	ion óxido
O <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	ion peróxido
O <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ion ozónido

Los **aniones poliatómicos** procedentes de los ácidos por pérdida de iones H<sup>+</sup> se nombran con la palabra ion seguida del nombre del ácido de que proceden terminando en *-ito* o *-ato*, según que el ácido termine en *-oso* o *-ico* respectivamente (nomenclatura tradicional). El anión más sencillo es el ion hidroxilo o hidróxido OH<sup>-</sup> que podemos suponer que procede del agua.

**La IUPAC aconseja la nomenclatura sistemática o de composición:** para un anión con oxígeno se escribe un prefijo numeral que indique el número de oxígenos, seguido de la palabra "óxido" y del nombre del elemento terminado en *-ato*. A continuación se escribe la carga del ion con números arábigos.

Anión	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura sistemática
ClO <sup>-</sup>	Ion hipoclorito	oxidoclorato(1-)
ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Ion clorito	dioxidoclorato(1-)
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ion clorato	trioxidoclorato(1-)
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ion perclorato	tetraoxidoclorato(1-)
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ion permanganto	tetraoxidomanganato(1-)
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	Ion dicromato	heptaoxidodicromato(2-)
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Ion carbonato	trioxidocarbonato(2-)
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ion hidrógenocarbonato	hidroxidodioxidocarbonato(1-)/ hidrogeno(trioxidocarbonato)(1-)
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ion sulfato	tetroxidosulfato(2-)
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ion hidrogenosulfato	hidroxidotrioxidosulfato(1-)/ hidrogeno(tetraoxidosulfato)(1-)
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ion dihidrogenofosfato	dihidroxidodioxidofosfato(1-)/ dihidrogeno(tetraoxidofosfato)(1-)
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	Ion dicromato	μ-oxido-bis(trioxidocromato)(2-)

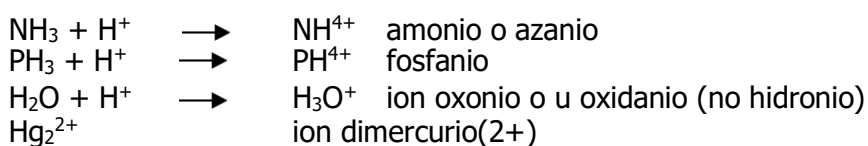
μ-oxido significa que en la estructura de este compuesto dímero hay un O que enlaza los dos Cr.

Para nombrar los **cationes monoatómicos** se escribe el nombre del elemento con su estado de oxidación en números arábigos y entre paréntesis, sin espacios. También se admite indicar su número de oxidación entre paréntesis en números romanos

Catión	N. sistemática de composición	
K <sup>+</sup>	Ion potasio(1+)	Ion potasio
Cu <sup>+</sup>	Catión cobre (1+)	Ion cobre (I)
Cu <sup>2+</sup>	Catión cobre (2+)	Ion cobre (II)
Fe <sup>3+</sup>	Ion hierro(3+)	Ion hierro (III)
Ca <sup>2+</sup>	Ion calcio(2+)	Ion calcio
H <sup>+</sup>		Ion hidrógeno

El ion hidrógeno se ha llamado habitualmente protón pero la IUPAC defiende que se denomine así al isótopo de masa 1 u y que para la mezcla de isótopos se utilice la palabra hidrón.

**Los cationes poliatómicos** poseen nombres tradicionales o de sustitución:



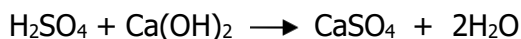
Para los cationes heteropoliatómicos se utiliza el mismo sistema que para los oxiácidos: prefijo oxido nombre del elemento (carga con nº arábico)

Catión	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura sistemática
NO <sup>+</sup>	Ion nitrosilo	Oxidonitrógeno(1+)
NO <sup>2+</sup>	Ion nitroílo	Dioxidonitrogeno(1+)
SO <sup>2+</sup>	Ion sulfinilo	Oxidoazufre(2+)
SO <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Ion sulfonilo	Dioxidoazufre(2+)
VO <sup>2+</sup>	Ion vanadilo(IV)	Oxidovanadio(2+)
VO <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Ion vanadilo (V)	Dioxidovanadio(1+)

### Oxisales

Son los compuestos que resultan de sustituir el hidrógeno de los ácidos por metales. Cada átomo metálico sustituye un número de átomos de hidrógeno igual a su número de oxidación.

Se obtienen mediante la reacción entre un hidróxido y un oxoácido. En esta reacción, conocida como neutralización, se obtiene una sal y agua.



### Sales "neutras" (sustitución total de H)

Proviene de sustituir totalmente los átomos de hidrógeno de los ácidos por átomos de metal. Para formularlas se escribe primero el símbolo del metal con un subíndice igual al número de hidrógenos que tenía el ácido y, a continuación, entre paréntesis, el radical ácido con un subíndice igual al número de oxidación del metal. Ambos subíndices se simplifican siempre que sea posible, y en caso de que alguno de ellos sea 1, se omite en la fórmula correspondiente.

**El nombre tradicional y de Stock** de las sales consta de tres palabras: la primera se forma a partir de la raíz del nombre del ácido, sustituyendo la terminación

**–ico** por **–ato** y la terminación **–oso** por **–ito** (si el elemento forma más de dos ácidos, se emplean los prefijos **hipo-** y **per-** como en los ácidos correspondientes); la segunda palabra es la preposición **de**, y la tercera el nombre del metal, indicando su número de oxidación, si es variable, mediante la notación de Stock.

**La nomenclatura sistemática, de composición**, es la actualmente aconsejada por la IUPAC. Utiliza la nomenclatura sistemática de aniones y cationes con los prefijos estequiométricos. Los aniones pueden llevar los prefijos numerales bis, tris, tetraquis, etc.

Fórmula	N. tradicional	N. estequiométrica
KNO <sub>2</sub>	Nitrito de potasio	Dioxidonitrato de potasio
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfato de sodio	Tetraoxidosulfato de disodio
Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Nitrato de cobalto(II)	Bis(trioxidonitrato) de cobalto
Pb(NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>	Nitrito de plomo(IV)	Tetraquis(dioxidonitrato) de plomo
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Sulfato de aluminio	Tris(tetraoxidosulfato) de dialuminio
Cu <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Pirofosfato de cobre(II)	Heptaoxidodifosfato de dicobre
CoWO <sub>4</sub>	Wolframato de cobalto (II)	Tetraoxidowolframato de cobalto
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Dicromato de potasio	Heptaoxidodicromato de dipotasio
KMnO <sub>4</sub>	Permanganato de potasio	Tetraoxidomanganato de potasio
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Carbonato de sodio	Trioxidocarbonato de disodio
Ba(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Yodato da bario	Bis(trioxidoyodato) de bario

#### ***Sales ácidas (sustitución parcial de H)***

Proviene de la sustitución parcial de los átomos de hidrógeno de los oxoácidos o también de los hidrácidos por metal, por lo que contienen algún átomo de hidrógeno sin sustituir en la molécula.

Fórmula	N.Tradicional	N. estequiométrica
NaHCO <sub>3</sub>	Hidrogenocarbonato de sodio	hidrogeno(trioxidocarbonato) de sodio
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dihidrogenofosfato de potasio	dihidrogeno(tetraoxidofosfato) de potasio
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Hidrogenofosfato de potasio	Hidrogeno(tetraoxidofosfato) de dipotasio
Pb(HSO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Hidrogeno sulfato de plomo(II)	Bis[hidrogeno(tetraoxidosulfato)] de plomo
Al(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Dihidrogenofosfato de aluminio	Tris[dihidrogeno(tetraoxidofosfato)] de aluminio
Al <sub>2</sub> (HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Monohidrogenofosfato de aluminio	Tris[tetraoxidofosfato] de dialuminio
Ca(HSO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Hidrogenosulfito de calcio	Bis[hidrogeno(trioxidosulfato)] de calcio
Fe(HSeO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Hidrogenoseleniato de hierro(3+)	Tris[hidrogeno(tetraoxidoseleniato)] de hierro
AgHSO <sub>4</sub>	Hidrogenosulfato de plata	Hidrogeno(tetraoxidosulfato) de plata