

FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA EN QUÍMICA INORGÁNICA

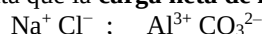
IUPAC 2005

NORMAS PRÁCTICAS ELEMENTALES SOBRE FORMULACIÓN

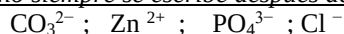
- En general, se escribe siempre en primer lugar el símbolo del elemento o grupo que actúe con estado de oxidación positivo y a continuación el que actúe con estado de oxidación negativo. Al nombrarlos se hace en orden inverso.

Ejemplos: $\text{NaCl} \rightarrow$ cloruro de sodio $\text{CaCO}_3 \rightarrow$ carbonato de calcio

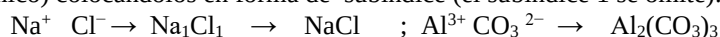
- Los subíndices indican la cantidad de átomos/iones o la proporción de estos que participan en un compuesto. (H_2O ; H_3O^+)
- Para asignar un número de oxidación a cada átomo de un compuesto, se emplean un conjunto de reglas que se pueden resumir de la siguiente manera:
 - el número de oxidación de todos los elementos es cero
 - el número de oxidación de cualquier ion monoatómico, hidratado o formando parte de un sólido iónico, es su carga eléctrica
 - el número de oxidación del H es +I, excepto en los hidruros metálicos que es -I
 - el número de oxidación del oxígeno en los óxidos es -II y en los peróxidos (O_2^{2-}) es -I
 - el número de oxidación del F en sus compuestos es -I
 - la suma algebraica de los números de oxidación de un compuesto es cero si éste es neutro y si es un ión es igual a la carga del mismo.
- Para nombrar un compuesto conviene deducir las respectivas estados de oxidación con que actúan los elementos o grupos de elementos teniendo en cuenta que la **carga neta de los compuestos es cero**:



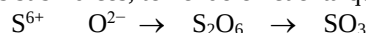
- Para trabajar con **iones** se debe tener en cuenta que su **carga neta no es cero**. Esta se indica en forma de superíndice con su signo (+ ó -). Nota: por convenio el signo siempre se escribe después del número y no al revés



- Al formular un compuesto se intercambian los respectivos estados de oxidación o carga de un ion (en el caso de un ion negativo poliatómico) colocándolos en forma de subíndice (el subíndice 1 se omite):



- Si se puede, se simplifican los subíndices, teniendo en cuenta que deben ser números enteros (excepto peróxidos):



ESQUEMA GENERAL DE LA NOMENCLATURA INORGÁNICA

1. Compuestos binarios (constituidos por dos elementos):

1.1. OXÍGENO CON:

- 1.1.1. Metal o no metal
- 1.1.2. Halógenos
- 1.1.3. Peróxidos.

1.2. HIDRÓGENO CON:

- 1.2.1. Metal : Hidruros metálicos
- 1.2.2. No metal

1.3. SALES:

- 1.3.1. Metal + no metal (Sales neutras)
- 1.3.2. No metal + no metal (Sales volátiles)

2. Compuestos ternarios (constituidos por tres elementos):

- 2.1. ÁCIDOS OXOÁCIDOS
- 2.2. HIDRÓXIDOS (BASES) (metal + OH)
- 2.3. IONES (CATIONES Y ANIONES)
- 2.4. OXISALES (SALES NEUTRAS)

3. Compuestos cuaternarios (constituidos por cuatro elementos)

- 4.1. SALES ÁCIDAS.
- 4.2. SALES DOBLES.

1. COMPUESTOS BINARIOS

1.1. COMBINACIONES BINARIAS DEL OXÍGENO

El oxígeno se combina con todos los elementos químicos, excepto con los gases nobles. En todos estos compuestos el oxígeno actúa con estado de oxidación $-II$: O^{2-} y al ser **casi siempre** el más electronegativo se coloca en segundo lugar en la fórmula, excepto cuando se combina con los halógenos.

En los compuestos llamados “*peróxidos*”, el oxígeno actúa con estado de oxidación $-I$: O_2^{2-}

1.1.1. OXÍGENO CON METALES Y NO METALES

En este tipo de compuestos vamos a utilizar las siguientes nomenclaturas de acuerdo a las recomendaciones IUPAC de 2005:

- Nomenclatura sistemática I (de composición o estequiométrica con prefijos multiplicadores):** utiliza la palabra genérica **óxido** precedida de los prefijos: mono, di, tri, tetra, penta, hexa, hepta, etc., según el número de oxígenos que existan e indicando de la misma manera a continuación la proporción del segundo elemento. Es recomendable utilizar el prefijo mono sólo en los casos que sea necesario distinguirlo de otro compuesto similar.

Ejemplo: $N_2O_5 \rightarrow$ pentaóxido de dinitrógeno.

- Nomenclatura sistemática II (de composición o estequiométrica expresando el número de oxidación con números romanos):** se utiliza la palabra genérica **óxido** seguida del nombre del otro elemento indicando el estado de oxidación con el que actúa en números romanos y entre paréntesis. **Si el elemento sólo tiene un estado de oxidación nunca se deberá indicar éste.**

Ejemplos: $Fe_2O_3 \rightarrow$ óxido de hierro(III) ; $Al_2O_3 \rightarrow$ óxido de aluminio.

Compuesto	Símbolo y estado de oxidación	Símbolo y estado de oxidación	Fórmula
Óxido de sodio	Na I	O $-II$	Na_2O
Óxido de magnesio	Mg II	O $-II$	MgO
Óxido de plomo(IV)	Pb IV	O $-II$	PbO_2
Óxido de níquel(III)	Ni III	O $-II$	Ni_2O_3

Ejemplos:

Fórmula	Nomenclatura sistemática I	Nomenclatura sistemática II
BaO	Monóxido de bario/ óxido de bario	Óxido de bario
Na_2O	Monóxido de disodio / óxido de disodio	Óxido de sodio
Al_2O_3	Trióxido de dialuminio	Óxido de aluminio
CoO	Monóxido de cobalto / óxido de cobalto	Óxido de cobalto(II)
CuO	Monóxido de cobre / óxido de cobre	Óxido de cobre(II)
Cu_2O	Monóxido de dicobre/ óxido de dicobre	Óxido de cobre(I)
FeO	Monóxido de hierro / óxido de hierro	Óxido de hierro(II)
Fe_2O_3	Trióxido de dihierro	Óxido de hierro(III)

En **negrita** la nomenclatura recomendable.

1.1.2. OXÍGENO CON HALÓGENOS

Por convenio de la Nomenclatura de la IUPAC 2005, **los halógenos son considerados más electronegativos que el oxígeno**, por lo que en estas combinaciones se utilizará la regla que sigue:

- Nomenclatura sistemática I:** esta es la única nomenclatura que se aplica a estos compuestos. En ella se utiliza el nombre del halógeno seguido de la terminación **-uro**, precedida de prefijo numeral di y se indicará con su prefijo correspondiente el número de oxígenos.

Ejemplo: $O_5Br_2 \rightarrow$ dibromuro de pentaóxígeno ; $OF_2 \rightarrow$ difluoruro de oxígeno

A continuación otros ejemplos de este tipo de compuestos:

Fórmula	Nomenclatura sistemática I
OCl_2	Dicloruro de oxígeno
O_3Br_2	Dibromuro de trióxígeno
O_5Cl_2	Dicloruro de pentaóxígeno
O_7I_2	Diyoduro de heptaóxígeno

Ejercicios:

1. Nombrar los compuestos siguientes por las dos nomenclaturas:

<u>Fórmula</u>	<u>Nomenclatura sistemática I</u>	<u>Nomenclatura sistemática II</u>
BeO		
Au ₂ O ₃		
CaO		
ZnO		
CrO		
Cr ₂ O ₃		
HgO		
Hg ₂ O		
NiO		
MgO		

2. Formular los siguientes compuestos, completando la tabla con la otra nomenclatura:

Óxido de cromo(II)		
Óxido de cromo(III)		
Óxido de plata		
Óxido de hierro(II)		
Óxido de níquel(II)		
Óxido de cadmio		
Óxido de estaño(II)		
Óxido de calcio		

3. Nombrar los siguientes compuestos según las dos nomenclaturas indicadas **si es posible**:

<u>Fórmula</u>	<u>Nomenclatura sistemática I</u>	<u>Nomenclatura sistemática II</u>
N ₂ O ₃		
P ₂ O ₃		
SeO ₃		
As ₂ O ₃		
SO ₂		
OBr ₂		
P ₂ O ₅		
CO		
TeO		

4. Formular los siguientes compuestos, completando la tabla con la otra nomenclatura siempre que sea posible:

Dióxido de carbono		
Pentaóxido de dinitrógeno		
Dibromuro de heptaoxígeno		
Monóxido de nitrógeno / óxido de nitrógeno		
Trióxido de azufre		
Óxido de azufre(IV)		
Óxido de fósforo(V)		
Dicloruro de oxígeno		
Dibromuro de pentaóxido		
Diyoduro de trióxido		
Óxido de azufre(VI)		

1.1.3. PERÓXIDOS

El oxígeno puede actuar con estado de oxidación -I formando los peróxidos, siendo el grupo característico de éstos el O_2^{2-} .

- Nomenclatura sistemática I: igual que los óxidos.

Ejemplo: $Li_2O_2 \rightarrow$ dióxido de dilitio ; $Hg_2O_2 \rightarrow$ dióxido de dimercurio

- Nomenclatura sistemática II: Para nombrar estos compuestos, se antepone el prefijo **per-** al nombre del óxido y se indica el estado de oxidación del otro elemento si es necesario.

Ejemplo: $Li_2O_2 \rightarrow$ peróxido de litio

$Hg_2O_2 \rightarrow$ peróxido de mercurio (I)

IMPORTANTE: Hay que tener en cuenta que no se puede simplificar el subíndice correspondiente al grupo: O_2^{2-} .

Ejemplo: Peróxido de calcio: $Ca^{2+} O_2^{2-} \rightarrow Ca_2(O_2)_2 \rightarrow CaO_2$

Ejercicios:

5. Nombrar los compuestos siguientes:

<u>Fórmula</u>	<u>Nomenclatura sistemática I</u>	<u>Nomenclatura sistemática II</u>
K_2O_2		
CuO_2		
Ag_2O_2		
H_2O_2		
MgO_2		
BeO_2		

1.2. COMBINACIONES BINARIAS DEL HIDRÓGENO

El hidrógeno podrá actuar con número de oxidación **+I o -I** dependiendo del elemento con que se combine:

1.2.1. HIDRUROS METÁLICOS : HIDRÓGENO + METALES

En estos compuestos el hidrógeno actúa con estado de oxidación **-I**.

- Nomenclatura sistemática I: Se nombra con la palabra genérica **hidruro** seguida del nombre del metal correspondiente indicando con prefijos multiplicadores (mono, di, tri, tetra) el número de hidrógenos.
- Nomenclatura sistemática II: se indica el estado de oxidación del metal con números romanos.

Ejemplos:

<u>Fórmula</u>	<u>Nomenclatura sistemática I</u>	<u>Nomenclatura sistemática II</u>
NaH	Hidruro de sodio / monohidruro de sodio	Hidruro de sodio
CaH_2	Dihidruro de calcio	Hidruro de calcio
SnH_2	Dihidruro de estaño	Hidruro de estaño(II)
AuH	Monohidruro de oro / hidruro de oro	Hidruro de oro(I)
FeH_3	Trihidruro de hierro	Hidruro de hierro(III)

En **negrita** la nomenclatura recomendable.

Ejercicios:

6. Nombrar los siguientes compuestos:

<u>Fórmula</u>	<u>Nomenclatura sistemática I</u>	<u>Nomenclatura sistemática II</u>
LiH		
CuH		
AuH_3		
KH		
ZnH_2		
AlH_3		

MgH ₂		
CoH ₃		
CoH ₂		

7. Formular los siguientes compuestos, completando la tabla con la otra nomenclatura:

Hidruro de rubidio / monohidruro de rubidio		
Hidruro de níquel(II)		
Hidruro de aluminio		
Hidruro de estaño(IV)		
Tetrahidruro de plomo		
Hidruro de bario		
Hidruro de cadmio		
Tetrahidruro de platino		

1.2.2. HIDRÓGENO + NO METALES

El hidrógeno actúa en estos compuestos con estado de oxidación **+I** y los no metales con su respectivo estado de oxidación negativo, siendo por tanto los elementos más electronegativos.

Dependiendo del tipo de elementos que combinen con el hidrógeno:

A. Con los grupos 16 y 17 de la tabla periódica.

- Nomenclatura sistemática I: se nombran añadiendo el sufijo **-uro** al no metal y seguido **de hidrógeno**. (*Normalmente la terminación -uro hace mención al estado de oxidación negativo del elemento*)
IMPORTANTE: no se debe indicar el número de hidrógenos con prefijos numerales.

Ejemplos:

<u>Fórmula</u>	<u>Nomenclatura sistemática I</u>
HF	Fluoruro de hidrógeno
HCl	Cloruro de hidrógeno
H ₂ S	Sulfuro de hidrógeno
H ₂ Se	Selenuro de hidrógeno
HCN *	Cianuro de hidrógeno

* El HCN está formado por el ion cianuro, CN⁻, combinado con el ion H⁺.

Cuando estos compuestos están en **disolución acuosa** dan disoluciones ácidas y reciben el nombre de **ÁCIDOS HIDRÁCIDOS**. Así, de manera tradicional se nombran utilizando la palabra genérica **ácido** y se añade el sufijo **-hídrico** a la raíz del no metal.

Ejemplos: HF_(aq): Ácido fluorhídrico; HCl_(aq): Ácido clorhídrico; H₂S_(aq): Ácido sulfhídrico; H₂Se_(aq): Ácido selenhídrico

Esta nomenclatura sólo se podrá aplicar en aquellos casos en que de manera expresa se indique que los compuestos están disueltos en agua.

Ejercicios:

8. Formular los siguientes compuestos:

Bromuro de hidrógeno	
Telururo de hidrógeno	
Yoduro de hidrógeno	
Sulfuro de hidrógeno	
Selenuro de hidrógeno	

B. Con los grupos 13, 14 y 15 de la tabla periódica:

Son compuestos formados por combinación del hidrógeno con los elementos nitrógeno, fósforo, arsénico, antimonio, carbono, silicio y boro. (Son los únicos compuestos donde la parte negativa del compuesto queda a la izquierda)

- Nomenclatura sistemática I: Se nombran con la palabra genérica **hidruro** seguida del nombre del otro elemento. Se utilizan prefijos numerales para indicar el número de hidrógenos presentes en el compuesto. (Como si fueran hidruros metálicos)

Ejemplos: NH_3 : Trihidruro de nitrógeno; PH_3 : Trihidruro de fósforo ; AsH_3 : Trihidruro de arsénico
 SbH_3 : Trihidruro de antimonio ; BH_3 : Trihidruro de boro ; SiH_4 : Tetrahidruro de silicio

NUEVA NOMENCLATURA DE LOS HIDRUROS DE ACUERDO A LAS NORMAS IUPAC 2005

- Nomenclatura sistemática de sustitución: esta forma de nombrar está basada en los llamados “hidruros padres o progenitores”. Estos nombres están recogidos en la siguiente tabla (terminación -ano):

Grupo 13		Grupo 14		Grupo 15		Grupo 16		Grupo 17	
BH_3	Borano	CH_4	Metano	NH_3	Azano	H_2O	Oxidano	HF	Fluorano
AlH_3	Alumano	SiH_4	Silano	PH_3	Fosfano	H_2S	Sulfano	HCl	Clorano
GaH_3	Galano	GeH_4	Germano	AsH_3	Arsano	H_2Se	Selano	HBr	Bromano
InH_3	Indigano	SnH_4	Estannano	SbH_3	Estibano	H_2Te	Telano	HI	Yodano
TlH_3	Talano	PbH_4	Plumbano	BiH_3	Bismutano	H_2Po	Polano	HA^+	Astanano

Además, se aceptan los nombres comunes de amoníaco para el NH_3 y agua para el H_2O

La raya negra separa los hidruros metálicos de no metálicos. En estos últimos el elemento con nº de oxidación negativo es el No Metal, aunque esté colocado a la izquierda (grupos 13, 14 y 15).

1.3. OTRAS COMBINACIONES BINARIAS: SALES

1.3.1. SALES NEUTRAS: METALES + NO METALES

Son combinaciones de un metal (estado de oxidación positivo) con un no metal (estado de oxidación negativo). En la fórmula de estos compuestos el metal se coloca en primer lugar. Se utilizan dos formas de nombrar:

- Nomenclatura sistemática I: se nombra primero el no metal con el sufijo **-uro** y se utilizan prefijos multiplicadores para indicar la proporción de cada elemento.
- Nomenclatura sistemática II: No se utilizan prefijos multiplicadores, sino que se indica el estado de oxidación positivo del metal mediante números romanos.

Ejemplos:

Fórmula	Nomenclatura sistemática I	Nomenclatura sistemática II
LiF	Fluoruro de litio / monofluoruro de litio	Fluoruro de litio
CaF_2	Difluoruro de calcio	Fluoruro de calcio
AlCl_3	Tricloruro de aluminio	Cloruro de aluminio
CuBr_2	Dibromuro de cobre	Bromuro de cobre(II)
Cu_2S	Sulfuro de dicobre / monosulfuro de dicobre	Sulfuro de cobre(I)
Ca_3P_2	Difosfuro de tricalcio	Fosfuro de calcio
NH_4Cl^*	Cloruro de amonio / monocloruro de amonio	Cloruro de amonio
KCN^*	Cianuro de potasio / monocianuro de potasio	Cianuro de potasio

En **negrita** la nomenclatura recomendable.

* Estos dos compuestos también se consideran sales. En ellos se combinan el ion amonio (azanio), NH_4^+ con el ion cloruro Cl^- y el ion cianuro CN^- con el ion potasio K^+ .

Ejercicios:

9. Nombrar los siguientes compuestos :

Fórmula	Nomenclatura sistemática I	Nomenclatura sistemática II
FeCl_2		

MnS		
Cu ₂ Te		
AlF ₃		
NiS		
Mg ₃ N ₂		
ZnCl ₂		
KI		
AlP		
MgI ₂		

10. Formular los siguientes compuestos, completando la tabla con la otra nomenclatura:

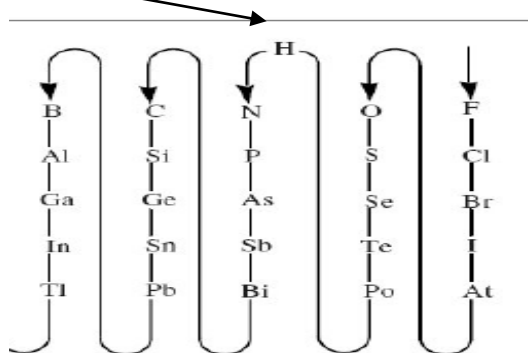
Fluoruro de cobre(II)		
Sulfuro de vanadio(V)		
Antimonuro de cromo(III)		
Tetrafluoruro de silicio		
Cloruro de hierro(II)		
Bromuro de sodio		
Yoduro de plomo(IV)		
Selenuro de calcio		
Cloruro de estaño(IV)		
Nitruro de calcio		
Tetracloruro de platino		

1.3.2. SALES VOLÁTILES: NO METAL + NO METAL

La IUPAC establece que en las combinaciones binarias entre no metales, al igual que en los demás compuestos binarios, se escribirá primero en la fórmula el elemento menos electronegativo (que llevará el estado de oxidación positivo) seguido del más electronegativo (estado de oxidación negativo).

Así, se escribirá en primer lugar en la fórmula el elemento que aparezca más tarde en la siguiente secuencia que comienza en el flúor (elemento más electronegativo de la tabla periódica):

Observa la posición del H



Estos compuestos se nombran añadiendo la terminación **-uro** al elemento cuyo símbolo este colocado a la derecha en la fórmula, de acuerdo a las nomenclaturas sistemáticas I y II vistas para sales neutras de metal y no metal.

Ejemplos:

<u>Fórmula</u>	<u>Nomenclatura sistemática I</u>	<u>Nomenclatura sistemática II</u>
BrF	Monofluoruro de bromo / fluoruro de bromo	Fluoruro de bromo(I)
IBr ₃	Tribromuro de yodo	Bromuro de yodo(III)

BrF ₃	Trifloruro de bromo	Fluoruro de bromo(III)
BrCl	Monocloruro de bromo / cloruro de bromo	Cloruro de bromo(I)
SeI ₂	Diyoduro de selenio	Yoduro de selenio(II)
BN	Mononitruro de boro/ nitruro de boro	Nitruro de boro
CCl ₄	Tetracloruro de carbono	Cloruro de carbono(IV)

En **negrita** nomenclatura recomendable.

Ejercicios:

11. Nombrar los siguientes compuestos:

<u>Fórmula</u>	<u>Nomenclatura sistemática I</u>	<u>Nomenclatura sistemática II</u>
B ₂ S ₃		
CS ₂		
BP		
C ₃ Sb ₄		
P ₂ Se ₅		
Si ₃ N ₄		
IF ₇		

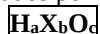
12. Formular los siguientes compuestos, completando la tabla con la otra nomenclatura:

Hexafluoruro de azufre		
Tricloruro de nitrógeno		
Antimonuro de boro		
Selenuro de nitrógeno(V)		
Fluoruro de bromo(V)		
Bromuro de yodo(III)		
Pentacloruro de fósforo		
Pentasulfuro de dinitrógeno		
Fluoruro de azufre(VI)		

2. COMPUESTOS TERNARIOS

2.1. ÁCIDOS OXOÁCIDOS

Los ácidos oxoácidos son compuestos formados por **hidrógeno-no metal-oxígeno**, cuya fórmula general es:



Donde X representa, en general, un no metal, aunque puede ser también un metal de transición de estado de oxidación elevado como: cromo, manganeso, tecnecio, molibdeno,....

Sabiendo que el estado de oxidación del Oxígeno es **-II** y que del Hidrógeno es **+I**, es fácil deducir la fórmula conociendo el estado de oxidación del elemento X. Así, se obtiene:

nº oxidación de X	Fórmula normal	Hidratados (+ H ₂ O)
I	HXO	
II	H₂XO₂	
III	HXO₂	H₃XO₃
IV	H₂XO₃	H₄XO₄
V	HXO₃	H₃XO₄
VI	H₂XO₄	
VII	HXO₄	

Para nombrar los ácidos vamos a utilizar sólo la *Nomenclatura Tradicional*.

- Nomenclatura tradicional: la IUPAC admite la nomenclatura tradicional de estos compuestos, utilizando el nombre genérico de **ácido** y los prefijos y sufijos hipo-oso, -oso, -ico y per-ico para caracterizar el compuesto. El uso de estos prefijos y sufijos dependen del nº de oxidación del elemento X así como de los posibles estados de oxidación que pueda tener.

En general, si X tiene un sólo estado de oxidación se utiliza el sufijo -ico, si tiene 2 estados de oxidación se utiliza el sufijo -ico para el estado mayor y el -oso para el menor, si tiene 3 se utiliza de mayor a menor, -ico, -oso e hipo-oso para la menor, y en caso de tener 4, se utiliza de mayor a menor, per-ico, -ico, -oso e hipo-oso.

En resumen, y teniendo en cuenta los estados de oxidación de los distintos elementos que forman oxoácidos, tenemos:

Elementos	Números de oxidación para formar oxoácidos			
	Hipo- -oso	-oso	-ico	Per- -ico
Halógenos (Cl, Br, I)	I	III	V	VII
Anfígenos (S, Se, Te)	II	IV	VI	
Nitrogenoideos (N, P, As, Sb)	I	III	V	
Carbonoideos (C, Si)		II*	IV	
B			III	
Mn**			VI	VII
Cr, Mo, W			VI	
V			V	

*En algún ejercicio se ha encontrado el carbono con número de oxidación II (ejemplo en el CO), pero no lo suele presentar en este tipo de compuestos y derivados.

**El manganeso presenta estos dos números de oxidación (VI y VII) y al nombrarlos no se sigue la regla general, sino el orden que se indica en esta tabla.

A parte de estos prefijos y sufijos, se emplean otros para caracterizar los ácidos polihidratados y los isopoliácidos:

→ **Ácidos polihidratados**: Son ácidos que en su formulación tienen añadidas moléculas de agua (H₂O). Se aplican los prefijos meta- al ácido sin hidratar, y orto- al ácido con agua. El prefijo orto- se debe eliminar, pero el prefijo meta- es obligatorio indicarlo si existe el ácido hidratado. Se da en el B, Si, P, As, Sb, Te y V.

Ejemplo: **HXO₃** → Ácido meta-.....

HXO₃ + H₂O = H₃XO₄ → Ácido orto-.....

(en la última recomendación de la IUPAC se aconseja eliminar el prefijo orto-)

→ **Isopoliácidos**: Son ácidos en cuya fórmula general existe más de un átomo del elemento central X (fáciles de reconocer). Se forman por polimerización de los ácidos respectivos y se formulan quitando una molécula de agua menos que el número de ácidos que se unen. Se nombran con el prefijo di-, tri-, ect.

Ejemplo: **H₂XO₄ x 2 – H₂O = H₄X₂O₈ – H₂O = H₂X₂O₇** → Ácido di-...

H₃XO₄ x 3 – 2H₂O = H₉X₃O₁₂ – 2H₂O = H₅X₃O₁₀ → Ácido tri-...

H₂XO₃ x 4 – 3H₂O = H₈X₄O₁₂ – 3H₂O = H₂X₄O₉ → Ácido tetra-...

Veamos los distintos ácidos por grupos, indicando sus características (puede que se indiquen algunos oxoácidos que no tienen existencia real, pero si sus oxisales, por lo que conviene saber formularlos). **En negrita nomenclatura recomendable.**

Grupo 13: Boro (III) (existe el hidratado)

Fórmula	<u>Nomenclatura tradicional</u>
HBO ₂	Ácido metabórico
H ₃ BO ₃	Ácido ortobórico/ ácido bórico

Grupo 14: Carbono y Silicio (IV) (del Si existe el hidratado)

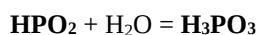
Fórmula	<u>Nomenclatura tradicional</u>
H ₂ CO ₃	Ácido carbónico
H ₂ SiO ₃	Ácido metasilícico
H ₄ SiO ₄	Ácido ortosilícico/ ácido silícico

Grupo 15: Nitrógeno, Fósforo, Arsénico y Antimonio (I, III, V) (del P, As y Sb existe el hidratado)

Hacemos los ácidos del fósforo:

	Fórmula	<u>Nomenclatura tradicional</u>
Normales	HPO	Ácido metahipofosforoso
	HPO ₂	Ácido metafosforoso
	HPO ₃	Ácido metafosfórico
Hidratados	H ₃ PO ₂	Ácido ortohipofosforoso Ácido hipofosforoso
	H ₃ PO ₃	Ácido ortofosforoso Ácido fosforoso
	H ₃ PO ₄	Ácido ortofosfórico Ácido fosfórico
Isopoliácidos	H ₄ P ₂ O ₃	Ácido diortohipofosforoso Ácido dihipofosforoso
	H ₄ P ₂ O ₅	Ácido diortofosforoso Ácido difosforoso
	H ₄ P ₂ O ₇	Ácido diortofosfórico Ácido difosfórico

Se comprueba que los hidratados provienen de los normales al sumarles agua y que los isopoliácidos provienen de los hidratados. Por ejemplo, para el ácido con n° de oxidación III:

**Grupo 16: Azufre, Selenio y Teluro (II, IV, VI)** (del Te existe el Hidratado)

Veamos los más importantes:

Fórmula	<u>Nomenclatura tradicional</u>
H ₂ SO ₂	Ácido hiposulfuroso (sulfoxílico)
H ₂ SO ₃	Ácido sulfuroso
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
H ₂ S ₂ O ₅	Ácido disulfuroso
H ₂ S ₂ O ₇	Ácido disulfúrico
H ₂ SeO ₃	Ácido selenoso
H ₂ SeO ₄	Ácido selénico
H ₂ Se ₂ O ₇	Ácido diselénico
H ₂ TeO ₃	Ácido teluroso
H ₂ TeO ₄	Ácido telúrico
H ₆ TeO ₆	Ácido ortotelúrico

Obsérvese que el ácido ortotelúrico (el realmente estable) proviene del ácido telúrico al sumarle 2 moléculas de agua.
 $\text{H}_2\text{TeO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{H}_6\text{TeO}_6$ En este caso, es el único compuesto que se debe nombrar con el prefijo orto-

Grupo 17: Cloro, Bromo y Yodo (I, III, V, VII)

Hacemos los ácidos del Cloro:

Fórmula	<u>Nomenclatura tradicional</u>
HClO	Ácido hipocloroso
HClO ₂	Ácido cloroso
HClO ₃	Ácido clórico
HClO ₄	Ácido perclórico

Metales de Transición: Mn (VI, VII), Cr (VI), V (V) (del V existe el hidratado)

Fórmula	<u>Nomenclatura tradicional</u>
H_2MnO_4	Ácido mangánico
HMnO_4	Ácido permangánico
H_2CrO_4	Ácido crómico
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Ácido dicrómico
HVO_3	Ácido metavanádico
H_3VO_4	Ácido ortovanádico/ vanádico

Ejercicios:

13. Nombra los siguientes compuestos:

Ácido	<u>Nomenclatura tradicional</u>
HIO	
HBrO_3	
H_2TeO_4	
H_2CO_3	
H_2SeO_3	
H_3AsO_3	
H_2SiO_3	

14. Nombra los siguientes compuestos:

Ácido	<u>Nomenclatura tradicional</u>
HIO_4	
H_2CO_3	
HBrO	
HNO_3	
H_2SeO_3	
H_6TeO_6	
HBrO_2	
H_3PO_4	

15. Formula los siguientes compuestos:

Ácido nitroso	
Ácido sulfuroso	
Ácido hipoyodoso	
Ácido selénico	
Ácido carbónico	
Ácido perclórico	
Ácido clórico	
Ácido permangánico	
Ácido mangánico	
Ácido sulfúrico	
Ácido dicrómico	
Ácido disulfuroso	

16. Formula los siguientes compuestos:

Ácido arsenioso	
Ácido fosfórico	
Ácido metaarsénico	
Ácido bórico	
Ácido metasilícico	
Ácido ditionioso	
Ácido diselénico	
Ácido triselenoso	
Ácido dicarbónico	
Ácido disulfuroso	

17. Nombrar los siguientes ácidos:

H ₃ AsO ₄	
H ₄ SiO ₄	
HPO ₃	
H ₂ S ₄ O ₉	
H ₂ Cr ₂ O ₇	
HBO ₂	
H ₃ PO ₃	
H ₃ SbO ₄	
H ₂ CrO ₄	
HNO ₂	
HMnO ₄	

2.2. HIDRÓXIDOS

Se caracterizan por tener el grupo OH⁻, llamado hidróxido, de estado de oxidación -I, unido a un metal. Se pueden nombrar utilizando las dos nomenclaturas vistas anteriormente (prefijos multiplicadores e indicando el número de oxidación con números romanos) y utilizando la palabra genérica hidróxido.

Ejemplos:

<u>Fórmula</u>	<u>Nomenclatura sistemática I</u>	<u>Nomenclatura sistemática II</u>
NaOH	Hidróxido de sodio	Hidróxido de sodio
Fe(OH) ₂	Dihidróxido de hierro	Hidróxido de hierro(II)
Al(OH) ₃	Trihidróxido de aluminio	Hidróxido de aluminio
Hg(OH) ₂	Dihidróxido de mercurio	Hidróxido de mercurio(II)
Ca(OH) ₂	Dihidróxido de calcio	Hidróxido de calcio

Ejercicios:

18. Nombrar los siguientes compuestos:

<u>Fórmula</u>	<u>Nomenclatura sistemática I</u>	<u>Nomenclatura sistemática II</u>
CuOH		
Pt(OH) ₂		
Ra(OH) ₂		
Mg(OH) ₂		
Co(OH) ₂		
Ni(OH) ₃		
AuOH		
KOH		

19. Formular los siguientes compuestos y completar la tabla con la otra nomenclatura:

Hidróxido de plomo(IV)		
Hidróxido de berilio		
Hidróxido de cinc		
Hidróxido de plomo(II)		
Tetrahidróxido de platino		
Hidróxido de cobre(I)		
Hidróxido cobalto(II)		
Trihidróxido de oro		
Hidróxido de cadmio		
Hidróxido de hierro(III)		
Hidróxido de níquel(II)		

2.3. IONES (CATIONES Y ANIONES)

Un ion es una especie química con carga eléctrica, positiva o negativa.

2.3.1. Cationes Monoatómicos

Son iones cargados positivamente formados por un solo átomo. Para nombrarlos basta poner el nombre del elemento seguido por paréntesis con la carga del ion (sin espacio).

Ejemplos:

<u>Catión</u>	<u>Nomenclatura sistemática</u>
K^+	Potasio(1+)
Ca^{2+}	Calcio(2+)
Fe^{3+}	Hierro(3+)
Cu^+	Cobre (1+)

2.3.2. Cationes Poliatómicos

Son iones cargados positivamente formados por más de un átomo. Si son del mismo elemento se nombran de forma similar a los monoatómicos indicando el número de átomos con prefijos numeradores, pero si son de heteroatómicos, se nombran con la terminación -io.

Ejemplos:

<u>Catión</u>	<u>Nomenclatura sistemática</u>	<u>Nomenclatura tradicional (aceptada)</u>
Hg_2^{2+}	Dimercurio(2+)	---
S_4^{2+}	Tetraazufre(2+)	---
$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$	Azanio	Amonio
$PH_3 + H^+ \rightarrow PH_4^+$	Fosfanio	---
$H_2O + H^+ \rightarrow H_3O^+$	Oxidanio	Oxonio

2.3.3. Aniones Monoatómicos

Son iones cargados negativamente formados por un solo átomo.

- Nomenclatura tradicional : se utilizan la palabra ion seguida del elemento terminado en ideo.
- Nomenclatura sistemática : sólo se escribe el elemento terminado en ideo y la carga del ion entre paréntesis.

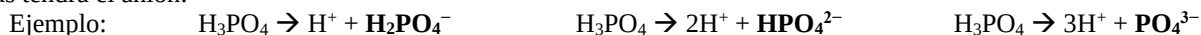
Ejemplos:

<u>Anión</u>	<u>Nomenclatura sistemática</u>	<u>Nomenclatura tradicional</u>
Cl^-	Cloruro(1-)	Ion Cloruro
F^-	Fluoruro(1-)	Ion Fluoruro
S^{2-}	Sulfuro(2-)	Ion Sulfuro
O_2^{2-}	Dióxido(2-)	Ion Peróxido

2.3.4. Aniones poliatómicos

En ellos se combinan elementos que actúan con su estado de oxidación positivo, con el oxígeno. A diferencia de los compuestos, en los iones la carga neta no debe ser nula: al tratarse de aniones, la carga total deberá resultar negativa.

Para formularlos se debe partir del ácido e ir perdiendo protones (H^+). Por tanto protones que pierda tantas cargas negativas tendrá el anión.



Nomenclatura tradicional: se nombran como los ácidos de los que provienen, cambiando la palabra ácido por ión, así como las terminaciones -ico por -ato y -oso por -ito. Si el anión tiene algún átomo de hidrógeno se indica el número de éstos anteponiéndolo al nombre del anión.

Ejemplos:

Ion	Nomenclatura tradicional
HSO_4^-	Ion hidrógenosulfato
NO_3^-	Ion nitrato
ClO^-	Ion hipoclorito
BrO_2^-	Ion bromito
PO_4^{3-}	Ion fosfato
HPO_4^{2-}	Ion hidrógenofostato
$H_2PO_4^-$	Ion dihidrógenofosfato
SO_3^{2-}	Ion sulfito
IO_4^-	Ion peryodato
MnO_4^-	Ion permanganato
CO_3^{2-}	Ion carbonato
HCO_3^-	Ion hidrógenocarbonato

Ejercicios:

20. Nombrar los siguientes iones por las dos nomenclaturas cuando sea posible:

Ion	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura sistemática
Ni^{2+}		
Fe^{3+}		
I^-		
SO_3^{2-}		
NH_4^+		
F^-		
IO_3^-		
S^{2-}		
HSO_3^-		
CrO_4^{2-}		
HCO_3^-		
$Cr_2O_7^{2-}$		
TeO_3^{2-}		
Cr^{3+}		
NO_3^-		
ClO^-		
MnO_4^-		
Sr^{2+}		
BO_2^-		
PO_3^-		

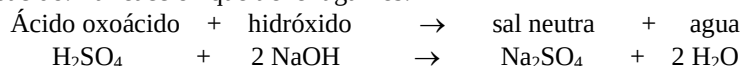
21. Formular los siguientes iones:

Ion Sulfato	
Ion cromato	
Yoduro(1-)	
Ion perclorato	
Ion hipobromito	
Amonio	
Ion hiposulfito	
Cloruro(1-)	
Ion sulfito	
Ion nitrito	
Ion antimonato	
Ion dicromato	
Ion disulfito	
Ion yodato	
Ion silicato	
Ion manganato	
Ion hidrógenofosfato	
Ion carbonato	

Otros iones poliatómicos que conviene conocer y que han aparecido anteriormente son el **ion cianuro** CN^- , el **ion azanio** NH_4^+ (amonio aceptado por la IUPAC) y el **ion oxidanio** H_3O^+ (la IUPAC admite el nombre de **oxonio**)

2.4. OXISALES (SALES NEUTRAS)

Son compuestos ternarios constituidos por un no metal, oxígeno y metal. Se obtienen por neutralización total de un hidróxido sobre un ácido oxoácido. La reacción que tiene lugar es:

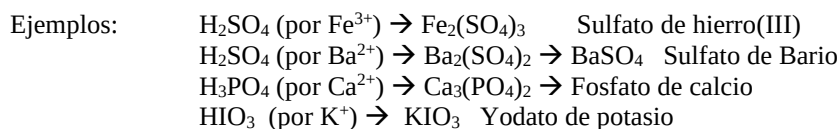


La neutralización completa del ácido por el hidróxido lleva consigo la sustitución de todos los iones hidrógeno del ácido por el catión del hidróxido, formándose además agua en la reacción.

Pueden pues considerarse como compuestos binarios formados por un catión (proveniente del hidróxido) y un anión (que proviene del ácido).

Análogamente, se puede considerar la formación de una sal neutra como la sustitución de todos los átomos de hidrógeno de un ácido por un metal.

Para formular estos compuestos se escribe primero el catión (metal), luego el anión (lo que queda del ácido) y se intercambian las cargas de los iones simplificándose después si es posible:



- **Nomenclatura tradicional:** Para nombrar las sales neutras, basta utilizar el nombre del anión correspondiente y añadirle el nombre del catión según hemos indicado anteriormente indicando su número de oxidación con números romanos. Esta es la nomenclatura más comúnmente usada.

Ejemplos:

Oxial	Catión	Anión	Nombre
NaClO	Na^+ Ion sodio	ClO^- Ion hipoclorito	Hipoclorito de sodio
KClO_4	K^+ Ion potasio	ClO_4^- Ion perclorato	Perclorato de potasio
CaSO_4	Ca^{2+} Ion calcio	SO_4^{2-} Ion sulfato	Sulfato de calcio
$\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$	Fe^{3+} Ion hierro(III)	SO_3^{2-} Ion sulfito	Sulfito de hierro(III)

<u>Nombre</u>	<u>Catión</u>	<u>Anión</u>	<u>Fórmula</u>
Nitrito de cobre(II)	Cobre(2+): Cu^{2+}	Nitrito: NO_2^-	$\text{Cu}(\text{NO}_2)_2$
Sulfito de estaño(II)	Estaño(2+): Sn^{2+}	Sulfito: SO_3^{2-}	SnSO_3
Fosfato de magnesio	Magnesio(2+): Mg^{2+}	Fosfato: PO_4^{3-}	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$
Dicromato de potasio	Potasio(1+): K^+	Dicromato: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
Permanganato de sodio	Sodio(1+): Na^+	Permanganato: MnO_4^-	KMnO_4

Ejercicios:

22. Formular y nombrar los siguientes compuestos:

<u>Nomenclatura tradicional</u>	<u>Catión</u>	<u>Anión</u>	<u>Oxísal</u>
Carbonato de amonio			
Silicato de aluminio			
Nitrito de cobre(I)			
Clorato de cinc			
Yodato de estaño(II)			
Selenito de níquel(II)			
Cromato de sodio			
Manganato de cadmio			
Permanganato de potasio			
Disulfato de plomo(IV)			
Fosfato de calcio			
Sulfato de cinc			
Hipoclorito de sodio			
Yodato de plomo(IV)			
Nitrato de plomo(II)			
Borato de berilio			
Dicromato de sodio			

23. Nombrar los siguientes compuestos:

<u>Fórmula</u>	<u>Catión</u>	<u>Anión</u>	<u>Nomenclatura tradicional</u>
CuNO_2			
$\text{Fe}(\text{BrO}_3)_3$			
$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$			
Hg_2TeO_3			
CaCO_3			
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_2$			
AlPO_4			
$\text{Mg}_3(\text{AsO}_4)_2$			
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$			
CoSeO_3			
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$			
KBO_2			
$\text{Sn}(\text{CO}_3)_2$			
$\text{Be}(\text{ClO}_3)_2$			
AgNO_3			
PtSeO_4			
$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$			

3. COMPUESTOS CUATERNARIOS

3.1. SALES ÁCIDAS

Las sales ácidas provienen de la sustitución parcial de los iones hidrógeno de un ácido oxoácido poliprótico por cationes.

Ejemplo: H_2SO_4 (por Fe^{3+}) $\rightarrow \text{Fe}(\text{HSO}_4)_3$ Hidrógenosulfato de hierro(III)
 H_3PO_4 (por Ca^{2+}) $\rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ Dihidrógenofosfato de calcio
 H_3PO_4 (por Ca^{2+}) $\rightarrow \text{Ca}_2(\text{HPO}_4)_2 \rightarrow \text{CaHPO}_4$ Hidrógenofostato de calcio

Para nombrar las sales ácidas, la IUPAC propone que se designen anteponiendo al nombre del anión la palabra hidrógeno, indicando con los prefijos mono (se omite), di, tri, etc, el número de átomos de hidrógeno presentes en la sal. (La palabra hidrógeno se une directamente al nombre del anión).

- Nomenclatura tradicional: se indica el número de hidrógenos mediante un prefijo numeral seguido del nombre tradicional del anión y se termina indicando el catión con su estado de oxidación siempre y cuando sea necesario.

Ejemplos:

<u>Sal</u>	<u>Nomenclatura tradicional</u>
NaHSO_4	Hidrogenosulfato de sodio
K_2HPO_4	Monohidrogenofosfato de potasio
KH_2PO_4	Dihidrogenofosfato de potasio
NaHCO_3	Hidrogenocarbonato de sodio
$\text{Cr}(\text{HSO}_3)_3$	Hidrogenosulfito de cromo (III)

Ejemplos:

<u>Sal</u>	<u>Catión</u>	<u>Anión</u>	<u>Fórmula</u>
Hidrogenocarbonato de amonio	Amonio: NH_4^+	Hidrogenocarbonato: carbonato + 1 H^+ $\text{CO}_3^{2-} + 1 \text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^-$	NH_4HCO_3
Hidrogenosulfato de magnesio	Magnesio(2+): Mg^{2+}	Hidrogenosulfato: Sulfato + 1 H^+ $\text{SO}_4^{2-} + 1 \text{H}^+ \rightarrow \text{HSO}_4^-$	$\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$
Dihidrogenofosfato de aluminio	Aluminio(3+): Al^{3+}	Dihidrogenofosfato: (orto)fosfato + 2 H^+ $\text{PO}_4^{3-} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$

Ejercicios:

24. Nombrar los siguientes compuestos:

<u>Sal</u>	<u>Nomenclatura tradicional</u>
NaHCO_3	
$\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$	
$\text{Al}_2(\text{H}_2\text{SiO}_4)_3$	
KHSO_4	
$\text{Sn}(\text{HPO}_3)_2$	
$\text{Ni}_2(\text{HSbO}_4)_3$	

25. Formular los siguientes compuestos:

<u>Sal</u>	<u>Anión</u>	<u>Catión</u>	<u>Fórmula</u>
Dihidrogenofosfato de amonio			
Hidrogenoselenato de hierro(III)			
Hidrogenodicromato de cobalto(II)			
Hidrogenoborato de sodio			
Hidrogenodisulfato de aluminio			
Hidrogenofosfato de berilio			
Hidrogenosulfato de níquel(II)			

3.2. SALES DOBLES

Sólo vamos a ver, a modo de ejemplo las formadas por dos cationes y un anión. Se nombran primero nombrando primero el nombre del anión y a continuación los cationes en orden alfabético.

Ejemplos:

<u>Sal</u>	<u>Cationes</u>	<u>Anión</u>	<u>Nombre</u>
CaNa(NO ₃) ₃	Ca ²⁺ , Na ⁺	NO ₃ ⁻	Nitrato de calcio y sodio o Nitrato doble de calcio y sodio
FeMg(SO ₄) ₂	Fe ²⁺ , Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Sulfato de hierro(II) y magnesio
KNaCO ₃	K ⁺ , Na ⁺	CO ₃ ²⁻	Carbonato doble de potasio y sodio
CaFe(CO ₃) ₂	Ca ²⁺ , Fe ²⁺	CO ₃ ²⁻	Carbonato de calcio y hierro (II)

ANEXO:

Estados de oxidación más comunes:

Grupo 1

H → ±1 Li, Na, K, Rb, Cs y Fr → +1

Grupo 2

Be, Mg, Ca, Sr, Ba y Ra → +2

Grupo 13

B → ±3 Al, Ga, In, Tl → +3

Grupo 14

C → +2 y ±4 Si → ±4 Ge, Sn y Pb → +2 y +4

Grupo 15

N → +1, +2, ±3, +4 y +5 P, As, Sb → ±3 y +5 Bi → +5

Grupo 16

O → -1 y -2 S, Se, Te → ±2, +4 y +6

Grupo 17

F → -1 Cl, Br, I → ±1, +3, +5 y +7

Elementos de transición más comunes:

Fe, Co, Ni → +2 y +3 Zn, Cd → +2 Cu, Hg → +1 y +2 Pd, Pt → +2 y +4
Ag → +1 Au → +1 y +3 Cr → +2, +3 y +6 Mn → +2, +3, +4, +6 y +7

Notas:

- Los estados de oxidación negativos son típicos de los elementos No metálicos.
- El nitrógeno solo utiliza los estados +2 y +4 cuando forma óxidos.
- El carbono solo utiliza el +2 en el CO