

Física y Química

Unidad 2

Formulación química inorgánica



I U P A C

International Union of Pure
and Applied Chemistry

Formulación de química inorgánica, actualizado según las
recomendaciones de la IUPAC de 2005

Índice de Contenido

1. Números de oxidación de los elementos	3
2. Sustancias simples	4
3. Combinaciones binarias con el oxígeno	5
3.1 Peróxidos	7
4. Combinaciones binarias con el hidrógeno	8
5. Combinaciones binarias de metales con no metales	10
6. Hidróxidos	11
7. Ácidos Oxoácidos	12
8. Oxosales	14
9. Iones	17
10. Sales “ácidas”	19

1. Números de oxidación de los elementos

Los números de oxidación representan la carga aparente de un átomo cuando se combina con otros para formar una molécula, el número de electrones cedidos o ganados por ese átomo en relación al átomo aislado. A continuación se indican los números de oxidación más habituales de los distintos grupos (las separaciones indican un cambio de número de oxidación en elementos que pertenecen al mismo grupo).

G1		G2		G13		G14		G15		G16		G17	
Li		Be		B		C	-4	N	(*)	O	-2	F	-1
Na		Mg		Al		Si	+2,+4	P	-3	S	-2	Cl	-1
K	+1	Ca	+2	Ga	+3	Ge		As	+1, +3,	Se	+2, +4,	Br	+1, +3,
Rb		Sr		In		Sn	+2, +4	Sb	+5	Te	+6	I	+5, +7
Cs		Ba		Tl		Pb		Bi	+3, +5	Po	+2, +4, +6	At	
Fr		Ra											

* El nitrógeno también actúa con número de oxidación +2 y +4

Número de oxidación de algunos metales de transición:

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

2. Sustancias simples

Las sustancias simples son las que están formadas por una sola clase de átomos. En este grupo se incluyen las sustancias formadas por un solo elemento, aunque puedan tener más de un átomo.

- Los metales (Li, Mg, Ag,..) se nombran como el elemento que los compone (Litio, Magnesio, Plata)
- Los gases nobles son monoatómicos (He, Ne, Xe,...) y se nombran como el elemento del que proceden (Helio, Neón, Xenón,...)
- El resto de gases y las moléculas homonucleares (H₂, N₂, P₄,...) se nombran utilizando el prefijo numeral que corresponda: dihidrógeno, dinitrógeno, tetrafóforo. En el caso del O₃, se acepta el nombre *Ozono*.

3. Combinaciones binarias con el oxígeno

NOMENCLATURA DE COMPOSICIÓN CON PREFIJOS MULTIPLICADORES

Todas las combinaciones con oxígeno se nombran como óxidos del elemento correspondiente. Delante de la palabra óxido y del nombre del elemento se antepone un prefijo que indica el número de átomos de oxígeno y el número de átomos del elemento que hay en el compuesto.

Estos prefijos son:

mono: 1	di: 2	tri: 3	tetra: 4
penta: 5	hexa: 6	hepta: 7	octa: 8
nona: 9	deca: 10	

Ej: El compuesto N_2O_3 tiene 2 átomos de N y 3 átomos de O, luego su nombre será: trióxido de dinitrógeno.

NOMENCLATURA DE COMPOSICIÓN EXPRESANDO EL NÚMERO DE OXIDACIÓN

El compuesto se nombra con la palabra óxido seguida del nombre del elemento y, cuando el elemento puede actuar con más de un número de oxidación, éste se escribe entre paréntesis con números romanos.

Ej: En el Fe_2O_3 , el Fe actúa con número de oxidación +3, por tanto, se nombrará: óxido de hierro (III).

NOMENCLATURA DE COMPOSICIÓN EXPRESANDO LOS NÚMEROS DE CARGA

El compuesto se nombra con la palabra óxido seguida del nombre del elemento y, cuando el elemento puede actuar con más de un número de oxidación, éste se escribe entre paréntesis, primero el número y luego el signo.

Ej: En el Cu_2O , el Cu actúa con número de oxidación +1, por tanto se nombrará: óxido de cobre (1+)

 Ejemplos de formulación de óxidos:

	Prefijos multiplicadores	Número de oxidación	Número de carga
FeO	monóxido de hierro	óxido de hierro (II)	óxido de hierro (2+)
Fe_2O_3	trióxido de dihierro	óxido de hierro (III)	óxido de hierro (3+)
CuO	monóxido de cobre	óxido de cobre (II)	óxido de cobre (2+)
N_2O	óxido de dinitrógeno	óxido de nitrógeno (I)	óxido de nitrógeno (1+)
NO	monóxido de nitrógeno	óxido de nitrógeno (II)	óxido de nitrógeno (2+)
N_2O_5	pentaóxido de dinitrógeno	óxido de nitrógeno (V)	óxido de nitrógeno (5+)
SO_2	dióxido de azufre	óxido de azufre (IV)	óxido de azufre (4+)
SO_3	trióxido de azufre	óxido de azufre (VI)	óxido de azufre (6+)

Atendiendo a las recomendaciones de la IUPAC de 2005, hay que tener en cuenta que los halógenos son considerados, por convenio, más electronegativos que el oxígeno. Por tanto, las combinaciones binarias de un halógeno con el oxígeno se nombrarán como haluros de oxígeno y no como óxidos, y el halógeno se escribirá a la derecha.

Ej: OCl_2 *dicloruro de oxígeno*
 O_3Cl_2 *dicloruro de trióxígeno*

3.1 Peróxidos

Son combinaciones del ion peróxido (O_2^{2-}) con un elemento metálico o no metálico. Este grupo está formado por dos átomos de oxígeno unidos entre sí. El Oxígeno actúa con número de oxidación -1 y no puede simplificarse el subíndice 2 cuando se formule. Para nombrarlos podemos hacerlo como peróxidos o utilizando prefijos multiplicadores.

	<i>Peróxido</i>	<i>Prefijos multiplicadores</i>
Li_2O_2	peróxido de litio	dióxido de dilitio
BaO_2	peróxido de bario	dióxido de bario
H_2O_2 (*)	peróxido de hidrógeno	dioxido de dihidrógeno

(*) se admite su nombre comercial; agua oxigenada.

Tan sólo unos pocos elementos forman este tipo de compuestos que suelen ser poco estables. Los más comunes son los de los alcalinos y alcalinotérreos.

4. Combinaciones binarias con el hidrógeno

CON NO METALES DE LOS GRUPOS 16 Y 17

En estos compuestos el hidrógeno actúa con número de oxidación +1, y el no metal utiliza su número de oxidación negativo (n° de electrones para llegar a 8 en su capa externa).

Se nombran de la siguiente manera:

(raíz del no metal)*uro* de hidrógeno.

Tradicionalmente, estos compuestos se han nombrado con la palabra ácido+nombre del elemento con la terminación -hídrico. Aunque actualmente la IUPAC, desaconseja la utilización de este tipo de nombre, es conveniente conocerlo debido a su extendido uso, Estos compuestos se denominan ácidos hidrácidos.

	Prefijos multiplicadores	en disolución acuosa
HF	Fluoruro de hidrógeno	ácido fluorhídrico
HCl	Cloruro de hidrógeno	ácido clorhídrico
HI	Ioduro de hidrógeno	ácido iodhídrico
H ₂ S	Sulfuro de dihidrógeno	ácido sulfhídrico
H ₂ Se	Seleniuro de dihidrógeno	ácido selenhídrico
H ₂ Te	Telururo de dihidrógeno	ácido telurhídrico

RESTO DE NO METALES

El hidrógeno actúa con número de oxidación -1 cuando se combina con los no metales de los grupos 13, 14 y 15. En estos compuestos se puede utilizar la *nomenclatura de sustitución*, si bien, se admiten nombres comunes como amoníaco (NH_3) y agua (H_2O)

	Nomenclatura de Sustitución/ Nombre común	Prefijos multiplicadores
NH_3	Azano / Amoníaco	Trihidruro de Nitrógeno
PH_3	Fosfano	Trihidruro de Fósforo
AsH_3	Arsano	Trihidruro de Arsénico
SbH_3	Estibano	Trihidruro de Antimonio
CH_4	Metano	Tetrahidruro de carbono
SiH_4	Silano	Tetrahidruro de Silicio
H_2O	Agua / Oxidano	

CON METALES

Estos compuestos reciben el nombre de *hidruros metálicos*. El hidrógeno actúa con número de oxidación -1. Podemos dividirlos en dos clases: los hidruros de los metales de los grupos 1, 2, 13 y 14, y por otra parte los hidruros de los metales de transición. Estos se nombran de la siguiente forma:

hidruro de (nombre del metal)

	Prefijos multiplicadores	Número de oxidación	Número de carga
LiH	monohidruro de litio	Hidruro de litio	Hidruro de litio
NaH	monohidruro de sodio	Hidruro de sodio	Hidruro de sodio

MgH_2	dihidruro de magnesio	Hidruro de magnesio	Hidruro de magnesio
AlH_3	trihidruro de aluminio	Hidruro de aluminio	Hidruro de aluminio
SnH_4	tetrahidruro de estaño	Hidruro de estaño (IV)	Hidruro de estaño (4+)

Los hidruros de los metales de transición suelen ser compuestos de oclusión del hidrógeno dentro de redes metálicas y no llegan a tener una composición estequiométrica razonable, a excepción de algunos casos como el UH_3 (trihidruro de uranio).

5. Combinaciones binarias de metales con no metales

Reciben el nombre de *sales haloideas*. El metal como elemento electropositivo, se escribe a la izquierda. El no metal utiliza su número de oxidación negativo (nº de electrones para llegar a 8 en su capa externa) . Para nombrarlos se añade al no metal la terminación *uro*.

	Prefijos multiplicadores	Número de oxidación	Número de carga
CaF_2	difluoruro de calcio	Fluoruro de calcio	Fluoruro de calcio
$FeCl_2$	dicloruro de hierro	Cloruro de hierro (II)	Cloruro de hierro (2+)
$FeCl_3$	tricloruro de hierro	Cloruro de hierro (III)	Cloruro de hierro (3+)
$CuBr$	monobromuro de cobre	Bromuro de cobre (I)	Bromuro de cobre (1+)

CuBr_2	dibromuro de cobre	Bromuro de cobre (II)	Bromuro de cobre (2+)
MnS	monosulfuro de manganeso	Sulfuro de manganeso (II)	Sulfuro de manganeso (II)
MnS_2	disulfuro de manganeso	Sulfuro de manganeso (IV)	Sulfuro de manganeso (IV)

6. Hidróxidos

Son combinaciones de un metal con oxígeno e hidrógeno, provienen de la reacción entre un óxido iónico y agua. Su formulación es muy sencilla, el metal se escribe a la izquierda y a la derecha el grupo OH (ion hidroxilo) entre paréntesis y como subíndice la valencia del metal.



	Prefijos multiplicadores	Número de oxidación	Número de carga
LiOH	monohidróxido de litio	Hidróxido de litio	Hidróxido de litio
Ba(OH)_2	dihidróxido de bario	Hidróxido de bario	Hidróxido de bario
Fe(OH)_2	dihidróxido de hierro	Hidróxido de hierro (II)	Hidróxido de hierro (2+)
Fe(OH)_3	trihidróxido de hierro	Hidróxido de hierro (III)	Hidróxido de hierro (3+)
Sn(OH)_4	tetrahidróxido de estaño	Hidróxido de estaño (IV)	Hidróxido de estaño (4+)

7. Ácidos Oxoácidos

Son compuestos ternarios tipo $H_aX_bO_c$, donde X es un elemento no metálico o un metal de transición (Cr, Mn) con número de oxidación alto. el número de oxidación del Hidrógeno es +1 y el del Oxígeno -2.

NOMENCLATURA TRADICIONAL

Si el no metal del ácido oxoácido tiene cuatro valencias, los distintos ácidos se formularán como sigue:

Para la valencia más baja de todas:

$HClO$ ácido hipocloroso

Para la segunda valencia:

$HClO_2$ ácido cloroso

Para la tercera valencia:

$HClO_3$ ácido clórico

Para la valencia más alta:

$HClO_4$ ácido perclórico

Si el no metal tiene dos valencias, los oxoácidos se nombrarán:

H_2SO_3 ácido sulfuroso

H_2SO_4 ácido sulfúrico

NOMENCLATURA DE HIDRÓGENO

Tradicionalmente, las fórmulas de los oxoácidos se escriben $H_aX_bO_c$. En estos casos se utiliza la siguiente nomenclatura:

(prefijo de cantidad) hidrogeno (sin tilde) ((prefijo de cantidad) oxido (sin tilde) (prefijo de cantidad) raíz del átomo central-ato)

*Ej: $HClO_2$ Hidrogeno(dioxidoclorato)
 H_3PO_4 Trihidrogeno(tetraoxidofosfato)*

Ejemplos de formulación de ácidos oxoácidos:

	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura de hidrógeno
HBrO	ácido hipobromoso	hidrogeno(oxidobromato)
HNO ₃	ácido nítrico	hidrogeno(trioxidonitrato)
H ₂ CO ₃	ácido carbónico	dihidrogeno(trioxidocarbonato)
H ₃ PO ₄	ácido fosfórico (*)	trihidrogeno(tetraoxidofosfato)
HPO ₃	ácido metafosfórico (**)	hidrogeno(trioxidofosfato)
H ₃ BO ₃	ácido bórico (*)	trihidrogeno(trioxidoborato)
HBO ₂	ácido metabórico (**)	hidrogeno(dioxidoborato)

() Formas habituales de los ácidos del fósforo y del boro, antiguamente se las conocía como formas orto, en las nuevas normas no es necesario especificar este prefijo. (**) Las formas meta presentan un único átomo de hidrógeno en la fórmula y un menor número de oxígenos.*

Los metales de transición pueden dar lugar a ácidos oxoácidos, si bien, la importancia de estos radica en sus oxosales derivadas. Consideraremos los siguientes ejemplos significativos:

	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura de hidrógeno
H_2CrO_4	ácido crómico	dihidrogeno(tetraoxidocromato)
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	ácido dicrómico	dihidrogeno(heptaoxidodicromato)
HMnO_4	ácido permangánico	hidrogeno(tetraoxidomanganato)
H_2MnO_4	ácido mangánico	dihidrogeno(tetraoxidomanganato)

De esta forma puede formularse cualquier ácido. Veamos el proceso inverso: dada la fórmula averiguar el nombre. Para ello tenemos que averiguar el número de oxidación con que actúa el no metal.

Como ejemplo, consideremos la fórmula H_2SeO_4 para saber la valencia del selenio en este compuesto, realizaremos la siguiente operación:

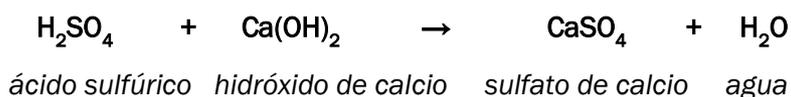
$$\text{número de oxidación del no metal} = (\text{n}^\circ \text{ de oxígenos}) \times 2 - (\text{n}^\circ \text{ de hidrógenos})$$

$$\text{valencia del Se} = (4 \times 2) - 2 = 6,$$

que es la tercera valencia del Selenio y le corresponderá la terminación *-ico*, por lo tanto se trata del *ácido selénico* o dihidrógeno(tetraoxidoseleniato).

8. Oxosales

Son combinaciones ternarias de un no metal, oxígeno y un metal. Proviene de la reacción entre un ácido y un hidróxido, obteniéndose sal más agua. Ejemplo:



NOMENCLATURA TRADICIONAL

Una sal está formada por un ion negativo (anión) que procede del ácido y un catión (ion positivo) que procede del hidróxido. Los aniones se nombran, en la nomenclatura tradicional, de la siguiente forma:

- Si el ácido es: (raíz del no metal)oso se obtiene el anión (raíz del no metal)ito.

Ej: del ácido cloroso, HClO_2 , se obtiene el anión clorito; del ácido bromoso, del HBrO_2 , el anión bromito, etc...

- Si el ácido es: (raíz del no metal)ico se obtiene el anión (raíz del no metal)ato.

Ej: del ácido clórico, HClO_3 , se obtiene el anión clorato; del ácido carbónico, del H_2CO_3 , el anión carbonato, etc...

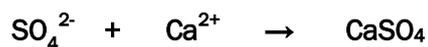
La fórmula del anión se obtiene eliminando del ácido todos los hidrógenos y dejando tantas cargas negativas como hidrógenos perdidos.



El catión conserva el mismo nombre que el hidróxido del que procede, y se obtiene eliminando los grupos hidroxilo y dejando tantas cargas positivas como hidroxilos desaparecidos.



Las sales se forman por la unión de un catión y un anión de forma que el conjunto quede neutro. Por ejemplo, el sulfato de calcio se formará por la unión del anión sulfato con el catión calcio:



como las cargas negativas se compensan con las positivas no hay ninguna dificultad para escribir la fórmula final.

En el caso del sulfato de aluminio, se unirá el anión sulfato, SO_4^{2-} , y el catión aluminio, Al^{3+} . Como las cargas de los iones son distintas, consideraremos que el anión tiene "número de oxidación" 2 y el catión "número de oxidación" 3, y los intercambiamos como si se tratara de un compuesto binario, obteniéndose la fórmula:



NOMENCLATURA DE COMPOSICIÓN

En esta nomenclatura el nombre del compuesto se construye de la siguiente forma:

(prefijo de cantidad) ((prefijo de cantidad) oxido (sin tilde) (prefijo de cantidad) raíz del átomo central-ato) de (prefijo de cantidad) nombre del catión*

(* para este prefijo de cantidad se utilizan los prefijos bis (2), tri (3)...

<i>Ej:</i>	<i>Na_2CO_3</i>	<i>trioxidocarbonato de disodio</i>
	<i>Cu_2SO_4</i>	<i>tetraoxidosulfato de dicobre</i>

NOMENCLATURA DE ADICIÓN

En esta nomenclatura el nombre del compuesto se construye de la siguiente forma:

(prefijo de cantidad) oxido (sin tilde) (prefijo de cantidad) raíz del átomo central-ato (carga del anión) de (prefijo de cantidad) nombre del catión (carga del catión)

<i>Ej:</i>	<i>Na_2CO_3</i>	<i>trioxidocarbonato(2-) de sodio</i>
	<i>Cu_2SO_4</i>	<i>tetraoxidosulfato(2-) de cobre(1+)</i>



Ejemplos de formulación de oxosales:

	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura de composición	Nomenclatura de adición
NaClO	Hipoclorito de sodio	oxidoclorato de sodio	oxidoclorato(1-) de sodio
NaClO_2	Clorito de sodio	dioxidoclorato de sodio	dioxidoclorato(1-) de sodio
LiBrO_3	Bromato de litio	trioxidobromato de litio	trioxidobromato(1-) de litio
K_2SO_3	Sulfito de potasio	trioxidosulfato de dipotasio	trioxidosulfato(2-) de potasio
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Fosfato de calcio	Bis(tetraoxidofosfato) de tricalcio	tetraoxidofosfato(3-) de calcio
$\text{Fe}(\text{BrO}_3)_2$	Bromato de hierro (II)	bis(trioxidobromato) de hierro	trioxidobromato(1-) de hierro(2+)
NaNO_3	Nitrato de sodio	trioxidonitrato de sodio	trioxidonitrato(1-) de sodio

9. Iones

Los iones son átomos o grupos de átomos con carga eléctrica. Si la carga es positiva se les llama cationes, y si es negativa aniones.

Aniones monoatómicos. Se nombran utilizando el sufijo *-uro* al final del nombre del átomo, a excepción del oxígeno que se nombra como óxido. El número de carga puede omitirse al nombrarlo.

<i>Ej:</i>	Cl^-	<i>cloruro(1-) ó cloruro</i>
	S^{2-}	<i>sulfuro(2-) ó sulfuro</i>
	N^{3-}	<i>nitruro(3-) ó nitruro</i>
	O_2^{2-}	<i>dióxido(2-) ó peróxido</i>

Cationes monoatómicos. Se nombran utilizando el nombre del elemento con el número de carga añadido entre paréntesis, que no se debe omitir aunque no haya ambigüedad.

<i>Ej:</i>	Na^+	<i>sodio(1+)</i>
	Cu^{2+}	<i>cobre(2+)</i>

Iones poliatómicos. Están formados por la unión de dos o más átomos de distintos elementos. Destacamos los siguientes iones de uso común:

H_3O^+	<i>oxidanio ó oxonio</i>
NH_4^+	<i>amonio ó azanio</i>
OH^-	<i>hidróxido</i>
CN^-	<i>cianuro</i>

Oxoaniones. Los oxoaniones, se pueden nombrar según las tres nomenclaturas que hemos visto para las sales, es decir, de forma tradicional, o mediante las nomenclaturas de composición o de adición.

NOMENCLATURA TRADICIONAL

Si el ácido del que procede el anión termina en **-oso** se cambia la terminación por **ito**, nombrándose como anión en vez de ácido.

Si el ácido del que procede el anión termina en *-ico* se cambia la terminación por *ato*, nombrándose como anión en vez de ácido.

<i>Ej:</i>	SO_4^{2-}	<i>ion sulfato</i>
	$Cr_2O_7^{2-}$	<i>ion dicromato</i>

NOMENCLATURA DE ADICIÓN

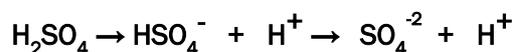
Se nombran los elementos, indicando el número de cada uno con prefijos de cantidad, y a continuación entre paréntesis la carga del anión.

(prefijo de cantidad) oxido (sin tilde) (prefijo de cantidad) raíz del átomo central-ato (carga del anión)

<i>Ej:</i>	SO_4^{2-}	<i>tetraoxidosulfato(2-)</i>
	$Cr_2O_7^{2-}$	<i>heptaoxidodicromato(2-)</i>

10. Sales “ácidas”

Los ácidos con más de un hidrógeno no los ceden todos con la misma facilidad, originándose iones que todavía tienen átomos de H. Un ejemplo de esto se da en los ácidos sulfúrico y fosfórico.



Los iones como el HSO_4^- , H_2PO_4^- , etc..., se nombran en nomenclatura tradicional, añadiendo un prefijo *hidrogeno* o *dihidrogeno*, etc..., delante del nombre del anión, sus sales correspondientes se suelen llamar **sales "ácidas"**, aunque la expresión no es en sí muy ortodoxa.



Ejemplos de formulación de sales ácidas:

	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura de hidrógeno
NaHSO_4	Hidrogenosulfato de sodio	Hidrogeno (tetraoxidosulfato de sodio)
$\text{Fe}(\text{HSO}_4)_2$	Hidrogenosulfato de hierro (II)	Bis[hidrogeno(tetraoxidosulfato)] de hierro
KH_2PO_4	Dihidrogenofosfato de potasio	Dihidrogeno(tetraoxidofosfato) de potasio
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	Dihidrogenofosfato de calcio	Bis[dihidrogeno(tetraoxidofosfato)] de calcio
Na_2HPO_4	Hidrogenofosfato de sodio	Hidrogeno(tetraoxidofosfato) de disodio
$\text{Ca}(\text{HS})_2$	Hidrógenosulfuro de calcio	Bis(hidrogenosulfuro) de calcio

Aunque todavía es muy habitual el uso de nombres como *Bi-carbonato sódico* para referirse al compuesto NaHCO_3 , este nombre es **incorrecto**. Siendo su nombre correcto Hidrogeno-carbonato de sodio, Hidrogeno(tetraoxidocarbonato) de disodio ó Hidroxidodioxidocarbonato(1-) de sodio.

Aviso Legal

La utilización de recursos de terceros se ha realizado respetando las licencias de distribución que son de aplicación, acogiéndonos igualmente a los artículos 32.3 y 32.4 de la Ley 21/2014 por la que se modifica el Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual. Si en algún momento existiera en los materiales algún elemento cuya utilización y difusión no estuviera permitida en los términos que aquí se hace, es debido a un error, omisión o cambio en la licencia original.

Si el usuario detectara algún elemento en esta situación podría comunicarlo a la CIDEAD para que tal circunstancia sea corregida de manera inmediata.

En estos materiales se facilitan enlaces a páginas externas sobre las que la CIDEAD no tiene control alguno, y respecto de las cuales declinamos toda responsabilidad.

