

FÍSICA Y QUÍMICA

FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA DE LOS
COMPUESTOS QUÍMICOS INORGÁNICOS

1.1.- FÓRMULAS QUÍMICAS Y SISTEMAS DE NOMENCLATURA.

La formulación y nomenclatura de los compuestos químicos está regida por una serie de normas establecidas por un organismo internacional denominado IUPAC.

Respecto de la formulación, indica que los compuestos químicos se deben representar mediante una sola fórmula, en la que se incluirán los distintos átomos que forman el compuesto y la cantidad de cada uno, que se indicará con un número subíndice colocado después del símbolo del elemento químico correspondiente.

En las fórmulas químicas, se situarán a la derecha de la fórmula el átomo o grupo de átomos con estado de oxidación positivo y a la izquierda el átomo o grupo de átomos con estado de oxidación negativo.

En cuanto al nombre del compuesto, la IUPAC recomienda el uso de la nomenclatura sistemática (“estequiométrica”), aunque también considera válidas otras nomenclaturas (de Stock, sistemática funcional) según el tipo de compuestos. Este organismo desaconseja el uso de la nomenclatura tradicional, aunque para algunos compuestos (ácidos y sales) la admite dado lo extendido de su uso.

La IUPAC admite, también, nombres comunes o triviales para distintos compuestos.

● Prefijos y sufijos en la nomenclatura tradicional.

La nomenclatura tradicional está basada en prefijos y sufijos relacionados con los estados de oxidación. La relación entre ambos es la siguiente:

	Prefijos	Ejemplo	Nombre
Elementos con un solo estado de oxidación	-ico	Sodio	sódico
Elementos con dos estados de oxidación	-ico (mayor e.o.) -oso (menor e.o.)	Hierro	férrico ferroso
Elementos con tres estados de oxidación	-ico (mayor e.o.) -oso (siguiente) hipo- óso (menor e.o.)	Azufre	sulfúrico sulfuroso hiposulfuroso
Elementos con cuatro estados de oxidación	per- -ico (mayor e.o.) -ico (siguiente) -oso (siguiente) hipo- -oso menor (e.o)	Bromo	perbrómico brómico bromoso hipobromoso

1.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS QUÍMICOS INORGÁNICOS

Los compuestos inorgánicos se agrupan en familias que se distinguen, unas de otras, por presentar una estructura similar. Cada familia contiene uno, o un grupo de átomos, que da las propiedades físicas y químicas a sus componentes y de donde toman el nombre.

Las familias a estudiar son las siguientes:

- Sustancias simples.

- Compuestos binarios
 - Óxidos.
 - Hidruros.
 - Ácidos hidrácidos.
 - Sales derivadas de los ácidos hidrácidos.

- Compuestos ternarios.
 - Hidróxidos o bases.
 - Ácidos oxoácidos.
 - Cationes y aniones.
 - Sales derivadas de los ácidos oxoácidos.

- Otros.
 - Peróxidos.
 - Sales ácidas.

SUSTANCIAS SIMPLES

Definición.

Una sustancia simple aquella que está constituida por átomos idénticos, es decir, de un solo tipo, por tanto, corresponde a cualquier elemento químico de la naturaleza.

Formulación.

Se formulan escribiendo el símbolo del elemento. Este símbolo puede constar de una o dos letras. Cuando son dos letras, la primera siempre debe ser mayúscula y la segunda minúscula.

Son excepción los elementos cuyo estado de agregación habitual es el gaseoso, excluidos los gases nobles. Estos se presentan en su estado normal como moléculas biatómicas, y por tanto, su formulación incluye el símbolo del elemento y un dos como subíndice.

Nomenclatura.

Se nombran mediante el nombre del elemento correspondiente.

Ejemplos.

	Nombre trivial	Nombre sistemático
Na	Sodio	sodio
S	Azufre	azufre
Fe	Hierro	hierro
H ₂	hidrógeno	dihidrógeno

La formulación correcta de elementos metálicos, tales como el Fe, Cr o Al, es Fe_x, Cr_x o Al_x, dado que en la naturaleza se encuentran agrupados, formando redes metálicas, donde el número de átomos es indeterminado, si bien para simplificar sólo se indica el símbolo.

ÓXIDOS: COMBINACIONES BINARIAS CON EL OXÍGENO

Definición.

Un **óxido** es un compuesto químico resultante de la combinación del oxígeno con cualquier otro elemento químico, del que recibe el nombre, excepto con el flúor.

El oxígeno proporciona las características químicas a los óxidos y presenta el estado de oxidación -2 , actuando, por tanto, como parte negativa en el compuesto, mientras que el otro elemento, que da nombre al óxido, actúa siempre con estado de oxidación positivo.

Formulación.

La fórmula general de los óxidos es la siguiente:



siendo X el elemento que da nombre al óxido, n es el estado de oxidación del elemento X en el óxido y 2 corresponde al estado de oxidación del oxígeno cambiado de signo:



En los óxidos, y en el resto de compuestos binarios, los subíndices que indican el número de átomos de cada elemento son los estados de oxidación intercambiados y positivos. Por ello, al elemento X le corresponde el subíndice 2.

Cuando n es un número par, la fórmula del óxido debe simplificarse:



Nomenclatura.

El nombre de los óxidos depende de la nomenclatura elegida:

a) Según la nomenclatura sistemática de Stock, el nombre será el siguiente:

óxido de <nombre del elemento X> (estado de oxidación de X en números romanos)

óxido de hierro (II)

-cuando X tiene un solo estado de oxidación, se omite dicho estado colocado entre paréntesis-

- b) Según la nomenclatura sistemática estequiométrica, el nombre será el siguiente:

<prefijo de número> óxido de <prefijo de número> nombre del elemento X
Pentaóxido de divanadio

El prefijo indica el número de átomos de oxígeno o elemento X que hay en la fórmula, siendo di, tri, tetra, penta, hexa, hepta... para dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete... átomos.

-cuando X tiene un solo estado de oxidación, se omiten los prefijos que indica el número de hidrógenos-

Además de las nomenclaturas sistemáticas, la IUPAC admite nombres comunes o triviales para algunos óxidos (agua H_2O).

• Ejemplos.

Formulación:

Elemento	Estado de oxidación	Hidruro
Cl	1+	Cl_2O
	3+	Cl_2O_3
	5+	Cl_2O_5
	7+	Cl_2O_7
Pt	4+	Pt_2O_4 $\bar{\text{O}}$ PtO_2
Fe	2+	Fe_2O_2 $\bar{\text{O}}$ FeO
	3+	Fe_2O_3
Cu	1+	Cu_2O
	2+	Cu_2O_2 $\bar{\text{O}}$ CuO

Nomenclatura:

Óxido	Nomenclaturas sistemáticas		Nomenclatura tradicional (desaconsejada)
	Stock	Estequiométrica	
FeO	Óxido de hierro (II)	Monóxido de monohierro	Óxido ferroso
Fe_2O_3	Óxido de hierro (III)	Trióxido de dihierro	Óxido férrico
CuO	Óxido de cobre (II)	Monóxido de monocobre	Óxido cúprico

Na ₂ O	Óxido de sodio	Óxido de sodio	Óxido sódico
Cl ₂ O	Óxido de cloro (I)	Monóxido de dicloro	Óxido hipocloroso
Cl ₂ O ₇	Óxido de cloro (VII)	Heptaóxido de dicloro	Óxido perclórico

Las nomenclaturas sistemática -stock y estequiométrica- incluyen el estado de oxidación del elemento directamente tras el nombre ó de forma indirecta mediante un prefijo que se antepone a la palabra clave “óxido”.

HIDRUROS: COMBINACIONES BINARIAS CON EL HIDRÓGENO

Definición.

Un **hidruro** es un compuesto químico resultante de la combinación del hidrógeno con cualquier otro elemento químico, del que recibe el nombre, excepto los que pertenecen a los grupos VIA y VIIA.

El hidrógeno proporciona las características químicas a los hidruros y es el único caso en el que presenta el estado de oxidación -1, actuando, por tanto, como parte negativa en el compuesto, mientras que el otro elemento, que da nombre al hidruro, actúa siempre con estado de oxidación positivo.

Formulación.

La fórmula general de los hidruros es la siguiente:



siendo X el elemento que da nombre al hidruro y n es el estado de oxidación del elemento X en el hidruro:



El hidrógeno siempre actúa con estado de oxidación -1. Como en el resto de los compuestos binarios los subíndices que acompañan a cada elemento se corresponde con los estados de oxidación intercambiados y siempre positivos. En este caso, al metal le corresponde un subíndice igual a 1, que no se escribe en la fórmula.

Nomenclatura.

El nombre de los hidruros depende de la nomenclatura elegida:

a) Según la nomenclatura sistemática de Stock, el nombre será el siguiente:

hidruro de <nombre del elemento X> (estado de oxidación de X en números romanos)
hidruro de hierro (II)

-cuando X tiene un solo estado de oxidación, se omite dicho estado colocado entre paréntesis-

b) Según la nomenclatura sistemática estequiométrica, el nombre será el siguiente:

<prefijo de número> hidruro de <nombre del elemento X>
Dihidruro de hierro

El prefijo indica el número de átomos de hidrógeno que hay en la fórmula, siendo di, tri, tetra, penta, hexa, hepta... para dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete... átomos de hidrógeno.

-cuando X tiene un solo estado de oxidación, se omite el prefijo que indica el número de hidrógenos-

Además de las nomenclaturas sistemáticas, la IUPAC admite nombres comunes o triviales para distintos hidruros.

• Ejemplos.

Formulación:

Metal	Estado de oxidación	Hidruro
Na	1+	NaH
Ba	2+	BaH ₂
Fe	2+	FeH ₂
	3+	FeH ₃
Cu	1+	CuH
	2+	CuH ₂

Nomenclatura:

Hidruro	Nomenclaturas sistemáticas		Nomenclatura tradicional (desaconsejada)
	Stock	Estequiométrica	
NaH	Hidruro de sodio	Hidruro de sodio	Hidruro sódico
BaH ₂	Hidruro de bario	Hidruro de bario	Hidruro bórico

FeH ₂	Hidruro de hierro (II)	Dihidruro de hierro	Hidruro ferroso
FeH ₃	Hidruro de hierro (III)	Trihidruro de hierro	Hidruro férrico
CuH	Hidruro de cobre (I)	Monohidruro de cobre	Hidruro cuproso
CuH ₂	Hidruro de cobre (II)	Dihidruro de cobre	Hidruro cúprico

Algunos ejemplos de hidruros con nombres comunes o triviales son los siguientes:

NH₃ Amoníaco –trihidruro de nitrógeno ó hidruro de nitrógeno (III)–
 PH₃ Fosfina –trihidruro de fósforo ó hidruro de fósforo (III)–
 AsH₃ Arsina –trihidruro de arsénico ó hidruro de arsénico (III)–

ÁCIDOS HIDRÁCIDOS

Definición.

Los **ácidos hidrácidos** son compuestos químicos resultantes de la combinación del hidrógeno con los elementos químicos pertenecientes a los grupos VIA y VIIA, cuando presentan estados de oxidación 1– y 2–, respectivamente.

Estos compuestos no pueden ser considerados hidruros, a pesar de ser combinaciones con el hidrógeno, debido a que en ellos el hidrógeno no actúa como parte negativa, sino positiva, presentando estado de oxidación 1+.

Los elementos son: **flúor, cloro, bromo y iodo** del grupo VIIA, que presentan estado de oxidación 1– y **azufre, selenio y telurio** del grupo VIA, que actúan con estado de oxidación 2–.

Estos compuestos se nombran como ácidos hidrácidos cuando se encuentran en disolución acuosa, mientras que se denominan haluros de hidrógeno cuando se encuentran en estado gaseoso, nombrándose tal como si fueran sales.

Formulación.

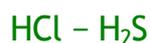
La fórmula general de los ácidos hidrácidos es la siguiente:



cuando X, elemento que da nombre al ácido, pertenece al grupo VIIA y



cuando X pertenece al grupo VIA



Como en los compuestos binarios anteriores, los subíndices que acompañan a cada elemento se corresponden con los estados de oxidación intercambiados y siempre positivos. En este caso, se omiten al tener valor 1.

• Nomenclatura.

El nombre de estos compuestos depende de que se nombren como ácidos hidrácidos o como haluros de hidrógeno.

- a) Cuando se nombran como ácidos hidrácidos, el nombre será el siguiente:

ácido <nombre del elemento X> < sufijo -hídrico >
Ácido clorhídrico

- b) Cuando se nombran como haluros de hidrógeno, el nombre será el siguiente:

<nombre del elemento X> < sufijo -uro > de hidrógeno
Bromuro de hidrógeno

• Ejemplos.

Formulación:

Elemento VI o VII	Ácido hidrácido
S	H ₂ S
Se	H ₂ Se
Te	H ₂ Te
F	Hf
Cl	HCl
Br	HBr
I	HI

Nomenclatura:

Compuesto	Nomenclaturas	
	Ácido	Sal (Haluro)
H ₂ S	Ácido sulfhídrico	Sulfuro de hidrógeno
H ₂ Se	Ácido selenhídrico	Seleniuro de hidrógeno
H ₂ Te	Ácido telurhídrico	Teluro de hidrógeno
HF	Ácido fluorhídrico	Fluoruro de hidrógeno
HCl	Ácido clorhídrico	Cloruro de hidrógeno
HBr	Ácido bromhídrico	Bromuro de hidrógeno
HI	Ácido iodhídrico	Ioduro de hidrógeno

SALES DERIVADAS DE LOS ÁCIDOS HIDRÁCIDOS

Definición.

Las sales derivadas de los ácidos hidrácidos, sales hidrácidas, son compuestos químicos resultantes de la sustitución de todos los hidrógenos del ácido por un elemento metálico.

Estas sales derivan, por tanto, de los elementos: flúor, cloro, bromo y yodo del grupo VIIA, que presentan estado de oxidación 1- y azufre, selenio y telurio del grupo VIA, que actúan con estado de oxidación 2-.

Formulación.

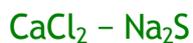
La fórmula general de las sales hidrácidas es la siguiente:



cuando X, pertenece al grupo VIIA y



cuando X pertenece al grupo VIA.



Me es el metal que sustituye al hidrógeno del ácido hidrácido y n es su estado de oxidación en el compuesto.

Cuando n es par, en el segundo caso, se debe simplificar la fórmula, tal y como ocurre en los óxidos.

• Nomenclatura.

El nombre de las sales hidrácidas depende de la nomenclatura elegida:

a) Según la nomenclatura sistemática de Stock, el nombre será el siguiente:

No metal < sufijo -uro > de Metal (estado de oxidación de Me en números romanos)

Cloruro de níquel (III)

b) Según la nomenclatura sistemática estequiométrica, el nombre será el siguiente:

< prefijo de número > No metal < sufijo uro > de < prefijo de número > Metal

Trisulfuro de dicromo

• Ejemplos.

Formulación:

Elemento VI o VII	Metal - Estado de oxidación	Sal hidrácida
S	Na 1+	Na ₂ S
Se	Ni 3+	Ni ₂ Se ₃
Te	Fe 2+	FeTe
F	Ca 2+	CaF ₂
Cl	Na 1+	NaCl
Br	K 1+	KBr
I	Ag 1+	AgI

Nomenclatura:

Compuesto	Nomenclaturas sistemáticas		Nomenclatura tradicional (desaconsejada)
	Stock	Estequiométrica	
Na ₂ S	Sulfuro de sodio	Sulfuro de sodio	Sulfuro sódico
Ni ₂ Se ₃	Seleniuro de níquel (III)	Triseleniuro de diníquel	Seleniuro níquelico

FeTe	Teluro de hierro (II)	Teluro de hierro	Teluro ferroso
CaF ₂	Fluoruro de calcio	Fluoruro de calcio	Fluoruro cálcico
NaCl	Cloruro de sodio	Cloruro de sodio	Cloruro sódico
KBr	Bromuro de potasio	Bromuro de potasio	Bromuro potásico
AgI	Ioduro de plata	Ioduro de plata	Ioduro argéntico

HIDRÓXIDOS O BASES

Definición.

Los hidróxidos son compuestos químicos resultantes de la combinación del grupo hidroxilo (OH⁻) con cualquier elemento metálico.

En estos compuestos, el grupo hidroxilo presenta un estado de oxidación igual a 1-, yendo oxígeno siempre unido al hidrógeno, actuado como si de un solo elemento se tratase (este grupo hace la misma función que el hidrógeno en los hidruros).

Formulación.

La fórmula general de los hidróxidos es la siguiente:



siendo n el estado de oxidación del metal Me.



Cuando n es igual a 1 el grupo se escribe sin paréntesis: KOH.

Nomenclatura.

El nombre de los hidróxidos depende de la nomenclatura elegida:

a) Según la nomenclatura sistemática de Stock, el nombre será el siguiente:

hidróxido de <nombre del elemento Me> (estado de oxidación de Me en números romanos)

hidróxido de plomo (II)

-cuando Me tiene un solo estado de oxidación, se omite dicho estado-

b) Según la nomenclatura sistemática estequiométrica, el nombre será el siguiente:

<prefijo de número> hidróxido de <nombre del elemento Me>
Dihidróxido de calcio

El prefijo indica el número de grupos hidroxilo que hay en la fórmula, siendo di, tri, tetra, penta, hexa, hepta... para dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete... grupos.

-cuando Me tiene un solo estado de oxidación, se omite el prefijo que indica el número de grupos hidroxilo-

• Ejemplos.

Formulación:

Elemento	Estado de oxidación	Hidruro
Na	1+	NaOH
Pt	4+	Pt(OH) ₄
Fe	2+	Fe(OH) ₂
	3+	Fe(OH) ₃
Cu	1+	CuOH
	2+	Cu(OH) ₂

Nomenclatura:

Hidróxido	Nomenclaturas sistemáticas		Nomenclatura tradicional (desaconsejada)
	Stock	Estequiométrica	
Fe(OH) ₂	Hidróxido de hierro (II)	Dihidróxido de hierro	Hidróxido ferroso
Fe(OH) ₃	Hidróxido de hierro (III)	Trihidróxido de hierro	Hidróxido férrico
CuOH	Hidróxido de cobre (I)	Monohidróxido de cobre	Hidróxido cúproso
NaOH	Hidróxido de sodio	Hidróxido de sodio	Hidróxido sódico
Ca(OH) ₂	Hidróxido de calcio	Hidróxido de calcio	Hidróxido cálcico
Cr(OH) ₂	Hidróxido de cromo (II)	Dihidróxido de cromo	Hidróxido cromoso

ÁCIDOS OXOÁCIDOS

Definición.

Los ácidos oxoácidos son compuestos químicos cuya estructura está formada por hidrógeno, oxígeno y un elemento no metálico, que proceden de la reacción del óxido no metálico correspondiente con agua y que en disolución acuosa ceden el hidrógeno en forma de ion H^+ (protón).

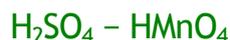
En estos compuestos el no metal ocupa la posición central y tiene número de oxidación positivo –El no metal puede ser sustituido en algún caso por un metal de transición con estado de oxidación elevado–. El oxígeno tiene siempre estado de oxidación 2– y el hidrógeno 1+.

Formulación.

La fórmula general de los ácidos oxoácidos es la siguiente:



siendo X el no metal que da el nombre al ácido y a y b números relacionados con los estados de oxidación –ATENCIÓN, no son los estados de oxidación–.



Para llegar a esta fórmula, conocido el nombre, se puede partir del óxido correspondiente añadiéndole una molécula de agua, si la nomenclatura utilizada es la tradicional o bien, si se trata de las nomenclaturas sistemáticas, se escribe toda la información del nombre debiendo determinar el número de átomos de hidrógeno.

Nomenclatura.

El nombre de los ácidos oxoácidos depende de la nomenclatura elegida:

a) Según la nomenclatura sistemática funcional¹, el nombre será el siguiente:

Ácido <prefijo de número> oxo <nombre del elemento X> < sufijo -ico> (estado de oxidación de X en números romanos)

Ácido trioxonítrico (V)

¹ Esta nomenclatura es equivalente a la de Stock vista en compuestos anteriores.

- b) Según la nomenclatura sistemática estequiométrica, el nombre será el siguiente:

<prefijo de número> oxo <nombre del elemento X> < sufijo -ato> (estado de oxidación de X en números romanos) de hidrógeno
Trioxonitrato (V) de hidrógeno

Para escribir la fórmula de un ácido según las diferentes nomenclaturas se debe obtener previamente el estado de oxidación del elemento central.

• *Determinación del número de hidrógenos cuando se formula.*

Para determinar el número de hidrógenos se debe tener en cuenta el número de átomos de cada elemento, los estados de oxidación del oxígeno y del hidrógeno y que la fórmula debe ser neutra, aplicando la expresión:

$$n^{\circ} \text{ átomos O} * (-2) + n^{\circ} \text{ átomos de H} * (+1) + n^{\circ} \text{ átomos X} * (EO_x) = 0$$

calculando el número de átomos de hidrógeno.

Ejemplo: ¿Cuál es el número de H presentes en el ácido trioxonítrico (V)?:

Según la fórmula hay 3 átomos de oxígeno y uno de nitrógeno que actúa con estado de oxidación 5+. Por tanto:

$$3 * (-2) + x * (+1) + 1 * (+5) = 0 \rightarrow x = 1$$

• *Determinación del estado de oxidación del elemento central cuando se construye el nombre.*

En estos compuestos químicos los estados de oxidación no se pueden obtener directamente a partir de la fórmula. Para determinarlos se aplica la expresión anterior:

$$n^{\circ} \text{ átomos O} * (-2) + n^{\circ} \text{ átomos de H} * (+1) + n^{\circ} \text{ átomos X} * (EO_x) = 0$$

calculando el valor de EO_x .

Ejemplo: ¿Cuál es el estado de oxidación del S en el ácido H_2SO_4 ?:

$$4 * (-2) + 2 * (+1) + 1 * EO_x = 0 \rightarrow EO_x = +6$$

• *Ejemplos.*

Formulación:

Elemento central	Estado de oxidación	Fórmula
S	6+	H ₂ SO ₄
Cl	7+	HClO ₄
	5+	HClO ₃
N	5+	HNO ₃
	3+	HNO ₂
C	4+	H ₂ CO ₃
Mn	7+	HMnO ₄

Nomenclatura:

Ácido	Nomenclaturas sistemáticas		Nomenclatura tradicional
	Funcional*(desaconsejada)	Estequiométrica	
HNO ₂	Acido dioxonítrico (II)	Dioxonitrato (II) de hidrógeno	Acido nitroso
HBrO ₃	Acido trioxobromico (V)	Trioxobromato (V) de hidrógeno	Acido bromico
H ₂ CO ₃	Acido trioxocarbónico (IV)	Trioxocarbonato (IV) de hidrógeno	Acido carbónico
H ₂ CrO ₄	Acido tetraoxocromico (VI)	Tetraoxocromato (VI) de hidrógeno	Ácido crómico
HIO	Acido monoxoiódico (I)	Monoxoiodato (I) de hidrógeno	Acido hipoiódico

La IUPAC acepta como válidos los nombre tradicionales de los oxoácidos debido a ser muy utilizados.

• Particularidades de la nomenclatura tradicional.

La nomenclatura tradicional, no recomendada, utiliza otros prefijos, además de los conocidos, para dar nombre a “ácidos especiales”. Así, por ejemplo, el fósforo o el yodo dan lugar a ácidos diferentes, con el mismo estado de oxidación, cuando sus óxidos se combinan con distintas cantidades de agua:

- $P_2O_5 + H_2O \rightleftharpoons H_2P_2O_6 \rightleftharpoons HPO_3$
- $P_2O_5 + 2H_2O \rightleftharpoons H_4P_2O_7$
- $P_2O_5 + 3H_2O \rightleftharpoons H_6P_2O_8 \rightleftharpoons H_3PO_4$

Los tres son ácidos fosfóricos, según esta nomenclatura, por lo que hay que introducir nuevos prefijos para diferenciarlos:

- ácido **meta**fosfórico \rightleftharpoons menor cantidad de agua
- ácido **piro**fosfórico

c) ácido ortofosfórico $\tilde{\text{O}}$ mayor cantidad de agua

Esto ocurre con otros elementos como el silicio, el boro, el bromo y el yodo. En el caso de yodo y del bromo el ácido orto, con mayor cantidad de agua, se formula con 5 moléculas de agua y este prefijo se suele suprimir, por lo que el ácido ortofosfórico se nombra normalmente como ácido fosfórico simplemente, el ácido ortobórico como ácido bórico, etc.

● *El prefijo di- en la nomenclatura de ácidos.*

Algunos ácidos contienen dos átomos del elemento central en su molécula: son los diácidos.

Cuando se formulan o nombran utilizando las nomenclaturas sistemáticas se sigue el mismo procedimiento que en los ácidos normales, de ahí la ventaja de estos sistemas de formulación, incluyendo la partícula di- antes del nombre el elemento central:

Acido heptaoxidocromico (VI) - $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 Heptaoxodisulfato (VI) de hidrógeno - $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$

El problema surge cuando se utiliza la nomenclatura tradicional. Para nombrarlos se antepone el prefijo di- al nombre:

ácido disulfúrico

mientras que para escribir la fórmula se parte del ácido normal, se suman dos moléculas de éste y al resultado se le “quita” una molécula de agua:

Acido dicrómico: $\text{H}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{CrO}_4 \tilde{\text{O}} \text{H}_4\text{Cr}_2\text{O}_8 - \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

CATIONES Y ANIONES

Definición.

Los cationes y los aniones, en general iones, son sustancias químicas con carga neta positiva o negativa, respectivamente.

Estos compuestos pueden obtenerse de diferentes formas y su formulación resulta útil antes de abordar la formulación de las sales oxoácidas.

Cationes.

Los cationes son especies con carga neta positiva.

Los más sencillos son aquellos que se forman por pérdida de electrones en átomos de elementos metálicos (cationes monoatómicos):

Átomo	electrones perdidos	Catión	Carga del catión
H	1	H ⁺	+1
Na	1	Na ⁺	+1
Ca	2	Ca ²⁺	+2
Fe	3	Fe ³⁺	+3

Para nombrar estos cationes se sigue las reglas observadas en las distintas nomenclaturas, anteponiendo la palabra catión o ión al nombre:

Catión	Nomenclatura IUPAC	Nomenclatura tradicional (desaconsejada)
H ⁺	ion hidrógeno	ión hidrógeno
Cu ⁺	ion cobre (I)	ion cuproso
Ni ⁺²	ion níquel (II)	ion níqueloso
Co ⁺³	ion cobalto (III)	ion cobáltico
Fe ⁺³	ion hierro (III)	ion férrico
Cu ₂ ⁺²	catión dicobre (I)	catión cuproso

Además de estos cationes existen otros, poliatómicos, entre los que se pueden destacar como más interesantes:

Cation	Nomenclatura IUPAC	Nomenclatura tradicional (desaconsejada)
NO ⁺	catión monooxonitrógeno (III)	cation nitrosilo

VO^{+2}	cación monooxovanadio (IV)	cation vanadilo
UO_2^{+2}	cation dioxouranio (VI)	cation uranilo

Por último hay otras especies a las cuales se nombran añadiendo la terminación **-onio** al nombre del compuesto de procedencia:

NH_4^+ ion am**onio** → procede del amoníaco
 PH_4^+ ion fos**onio** → procede de la fosfina
 H_3S^+ ion sulf**onio** → procede del ácido sulfhídrico

• Aniones.

Los aniones son especies químicas con carga neta negativa. Los más sencillos son los monoatómicos formados a partir de elementos no metálicos que ganan electrones:

Átomo	electrones ganados	Anión	Carga del anión
H	1	H^-	-1
Cl	1	Cl^-	-1
I	1	I^-	-1
S	2	S^{2-}	-2

Habitualmente estos aniones derivan de hidruros de no metales y de los ácidos hidrácidos que han perdido los hidrógenos de su molécula. Por ello, se nombran como las sales hidrácidas, es decir, mediante el nombre del elemento terminado en **-uro**:

Anión	Nombre anión
H^-	ión hidruro
Cl^-	ión cloruro
I^-	ión ioduro
S^{2-}	ión sulfuro
Br^-	ión bromuro

Al igual que en los cationes, también existen aniones poliatómicos. En general, derivan de ácidos oxoácidos que han perdido sus hidrógenos. Para nombrarlas, se parte del nombre del ácido de procedencia anteponiendo la palabra ión o anión y cambiando la terminación: **-ico** por **-ato** y **-oso** por **-ito**, en la nomenclatura tradicional e **-ico** por **-ato** en la funcional, coincidiendo con la nomenclatura sistemática estequiométrica:

Anión	Nomenclaturas sistemáticas	Nomenclatura tradicional
NO_2^-	Anión Dioxonitrato (II)	Anión nitrito
BrO_3^-	Anión Trioxobromato (V)	Anión bromato
CO_3^{2-}	Ión Trioxocarbonato (IV)	Ión carbonato
CrO_4^{2-}	Anión Tetraoxocromato (VI)	Anión cromato
IO^-	Ión Monoxiodato (I)	Ión hipiodito
SO_4^{2-}	Anión tetraoxosulfato (VI)	Ión sulfato
MnO_4^-	Ión tetraoxomanganato (II)	Ión permanganato

Dos aniones importantes son el grupo OH^- cuyo nombre admitido es hidróxido y el O_2^{2-} denominado peróxido.

SALES DERIVADAS DE LOS ÁCIDOS OXOÁCIDOS

Definición.

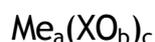
Las sales derivadas de los ácidos oxoácidos -sales oxisales- son compuestos químicos cuya estructura está formada por un metal, oxígeno y un elemento no metálico, que proceden de la sustitución de los átomos de hidrógeno del ácido por uno o más átomos de un elemento metálico.

Cuando la sustitución es total, es decir, no queda ningún hidrógeno, la sal es neutra, mientras que si la sustitución es parcial y sí queda algún hidrógeno la sal es ácida -se verán más adelante-.

También se puede decir que las sales oxisales son especies formadas por la unión de un catión cualquiera y un anión, distinto del hidruro, hidróxido y óxido.

Formulación.

La fórmula general de las oxisales puede ajustarse a la siguiente:



siendo X el no metal que da el nombre al ácido de procedencia, Me el metal que sustituye al hidrógeno del ácido de procedencia y a, b y c son números relacionados con los estados de oxidación -ATENCIÓN, no son los estados de oxidación-. Según sean los subíndices, la fórmula podrá simplificarse:



Para llegar a esta fórmula, conocido el nombre, se pueden aplicar el siguiente procedimiento:

1. Determinar la nomenclatura utilizada.
2. Determinar que parte del nombre corresponde al anión y, por tanto, al ácido de procedencia de la sal.
3. Determinar que parte del nombre corresponde al catión y, por tanto, al metal que sustituye al hidrógeno.
4. Escribir el ácido de procedencia y eliminar los hidrógenos. Por cada hidrógeno eliminado se genera una carga negativa.
5. Escribir el metal con su estado de oxidación -que será positivo-
6. Escribir el símbolo del metal seguido del número de cargas negativas del anión como subíndice.
7. A continuación escribir entre paréntesis el anión seguido del número de oxidación del metal como subíndice.
8. Simplificar la fórmula si se puede.

• *Nomenclatura.*

El nombre de las sales oxoácidas depende de la nomenclatura elegida. La nomenclatura sistemática estequiométrica recomendada por la IUPAC presenta dos variantes:

a) Según la primera variante, el nombre será el siguiente:

<prefijo de número> oxo <nombre del elemento X> < sufijo -ato> (estado de oxidación de X en números romanos) de <nombre del metal Me> (estado de oxidación de Me)
trioxonitrato (V) de hierro (II)

b) Según la segunda opción, el nombre será el siguiente:

<prefijo de grupo aniónico> <prefijo de número> oxo <nombre del elemento X> < sufijo -ato> (estado de oxidación de X en números romanos) de <nombre del metal Me>
Bis trioxonitrato (V) de hierro

Los prefijos de grupo aniónico son: bis, tris, tetrakis, pentakis, hexakis..., para dos, tres, cuatro, cinco, seis... grupos en la fórmula, y viene determinados por el valor del número \underline{c} .

Para llegar al nombre, conocida la fórmula, se puede aplicar el siguiente procedimiento:

1. Determinar que parte de la fórmula corresponde al anión -se encontrará en la

- parte derecha de la fórmula al ser la parte negativa-
- Determinar que parte de la fórmula corresponde al catión -se encontrará en la parte izquierda de la fórmula al ser la parte positiva-.
 - En función del subíndice que acompañe al catión determinar el número de cargas negativas del catión, el número de hidrógenos perdidos por el ácido de procedencia y el estado de oxidación del elemento X.
 - En función del subíndice que acompañe al anión determinar el número de oxidación que corresponde al catión.
 - En los dos pasos anteriores se debe considerar que la fórmula puede estar simplificada, para saberlo, comparar el estado de oxidación obtenido para el catión, que será un metal, con sus estados de oxidación reales.
 - Nombrar el compuesto utilizando el esquema propuesto.

También se pueden nombrar por la nomenclatura tradicional, sin bien no es aconsejable. En este caso los cinco primeros pasos a seguir son los mismos y a partir del sexto sigue de la siguiente forma:

- Nombrar en primer lugar el anión a partir del nombre del ácido de referencia cambiado las terminaciones de ácido por las de sal: -ico por -ato / -oso por -ito.
- Nombrar en segundo lugar el catión, que será un metal, acabado en la terminación correspondiente a su estado de oxidación.

Al nombrar se mantienen los sufijos orto y meta, así como los di, tri, etc, del ácido de procedencia. Algunas raíces cambian: azufre pasa de sulfur- a sulf-, el fósforo pasa de fosfor- a fosf-.

Se puede utilizar una cuarta nomenclatura, permitida por la IUPAC, mezcla de la nomenclatura tradicional y la de Stock, en la que el nombre se compone del nombre del anión según la nomenclatura tradicional seguido del nombre del metal y su valencia entre paréntesis:

Nitrato de hierro (II)

• Ejemplos.

Formulación:

Acido de procedencia	Metal Estado oxidación	Fórmula
HNO ₂	Fe ²⁺	Fe(NO ₂) ₂
HBrO ₃	Na ¹⁺	NaBrO ₃
H ₂ CO ₃	Ni ³⁺	Ni ₂ (CO ₃) ₃
H ₂ CrO ₄	Ca ²⁺	CaCrO ₄
HIO	Al ³⁺	Al(IO) ₃

HNO_2	Au^{3+}	$\text{Au}(\text{NO}_2)_3$
----------------	------------------	----------------------------

Nomenclatura:

Sal	Nomenclatura sistemática 1	Nomenclatura sistemática 2
LiBrO_3	Trioxobromato (V) de litio	Trioxobromato (V) de litio
$\text{Ni}_2(\text{SO}_3)_3$	Trioxosulfato (IV) de níquel (III)	Tris trioxosulfato (IV) de níquel
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	Trioxonitrato (V) de bario	Bis trioxonitrato (V) de bario
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Tetraoxosulfato (VI) de hierro (III)	Tris tetraoxosulfato (VI) de hierro
$\text{Ni}(\text{ClO})_2$	Monoxoclorato (I) de níquel (II)	Bis monoxoclorato (I) de níquel

Sal	Nomenclatura Stock	Nomenclatura tradicional (desaconsejada)
LiBrO_3	Bromato de litio	Bromato lítico
$\text{Ni}_2(\text{SO}_3)_3$	Sulfito de níquel (III)	Sulfito níquelico
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	Nitrato de bario	Nitrato bárico
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Sulfato de hierro (II)	Sulfato férrico
$\text{Ni}(\text{ClO})_2$	Hipoclorito de níquel (II)	Hipoclorito níqueloso

SALES ÁCIDAS

Definición.

Las sales ácidas son sales derivadas de los ácidos hidrácidos o de los oxoácidos en las cuales no se han sustituido todos los hidrógenos por un elemento metálico.

Formulación.

La fórmula general de las sales ácidas puede ajustarse a la siguiente:



siendo X el no metal que da el nombre al ácido de procedencia, Me el metal que sustituye al hidrógeno del ácido de procedencia y a, b, c y d son números relacionados con los estados de oxidación –ATENCIÓN, no son los estados de oxidación–. En el caso de las sales derivadas de ácidos hidrácidos X es un elemento no metálico del grupo VIA. Según sean los subíndices, la fórmula podrá simplificarse:



Para llegar a esta fórmula, conocido el nombre, se pueden aplicar el siguiente

procedimiento:

1. Determinar la nomenclatura utilizada relacionándola con la nomenclatura de las sales neutras.
2. Determinar que parte del nombre corresponde al anión y, por tanto, al ácido de procedencia de la sal y cuantos hidrógenos contiene.
3. Determinar que parte del nombre corresponde al catión y, por tanto, al metal que sustituye al hidrógeno.
4. Escribir el ácido de procedencia y eliminar los hidrógenos que correspondan. Por cada hidrógeno eliminado se genera una carga negativa.
5. Escribir el metal con su estado de oxidación -que será positivo-
6. Escribir el símbolo del metal seguido del número de cargas negativas del anión como subíndice.
7. A continuación escribir entre paréntesis el anión seguido del número de oxidación del metal como subíndice.
8. Simplificar la fórmula si se puede.

• *Nomenclatura.*

El nombre de las sales ácidas depende de la nomenclatura elegida. Para las sales ácidas oxoácidas, la nomenclatura sistemática estequiométrica recomendada por la IUPAC presenta dos variantes:

a) Según la primera variante, el nombre será el siguiente:

<prefijo de número de hidrógenos> hidrógeno <prefijo de número de oxígenos> oxo <nombre del elemento X> < sufijo -ato> (estado de oxidación de X en números romanos) de <nombre del metal Me> (estado de oxidación de Me)

Hidrógeno tretraxosulfato (VI) de hierro (III)

b) Según la segunda opción, el nombre será el siguiente:

<prefijo de número para grupo aniónico> <prefijo de número de hidrógenos> hidrógeno <prefijo de número de oxígenos> oxo <nombre del elemento X> < sufijo -ato> (estado de oxidación de X en números romanos) de <nombre del metal Me>

Tris hidrógenotetraoxosulfato (VI) de hierro

Los prefijos de grupo aniónico son: bis, tris, tetrakis, pentakis, hexakis..., para dos, tres, cuatro, cinco, seis... grupos en la fórmula, y viene determinados por el valor del número c .

Para llegar al nombre, conocida la fórmula, se puede aplicar el siguiente procedimiento:

1. Determinar que parte de la fórmula corresponde al anión -se encontrará en la parte derecha de la fórmula al ser la parte negativa- que contendrá átomos de hidrógeno.
2. Determinar que parte de la fórmula corresponde al catión -se encontrará en la parte izquierda de la fórmula al ser la parte positiva-.
3. En función del subíndice que acompañe al catión determinar el número de cargas negativas del catión, el número de hidrógenos perdidos por el ácido de procedencia y el estado de oxidación del elemento X.
4. En función del subíndice que acompañe al anión determinar el número de oxidación que corresponde al catión.
5. En los dos pasos anteriores se debe considerar que la fórmula puede estar simplificada, para saberlo, comparar el estado de oxidación obtenido para el catión, que será un metal, con sus estados de oxidación reales.
6. Nombrar el compuesto utilizando el esquema propuesto.

También se pueden nombrar por la nomenclatura tradicional, sin bien no es aconsejable. En este caso se nombrar como la sal neutra añadiéndole el prefijo bi-:

Bisulfato férrico

Se puede utilizar una cuarta nomenclatura, permitida por la IUPAC, mezcla de la nomenclatura tradicional y la de Stock, en la que el nombre se compone del número de hidrógenos seguido del nombre del anión según la nomenclatura tradicional y finalmente del nombre del metal y su valencia entre paréntesis:

Hidrógeno sulfato de hierro (III)

En cuanto a las sales ácidas hidrácidas, la nomenclatura recomendada indica que se debe anteponer la palabra hidrógeno al nombre de la sal neutra:

Hidrógeno sulfuro de hierro (III)

● Ejemplos.

Formulación (sales ácidas oxoácidas):

Acido de procedencia	Metal ^{Estado oxidación}	Fórmula
H ₂ SO ₄	Fe ²⁺	Fe(HSO ₄) ₂
H ₃ PO ₄	Na ¹⁺	NaH ₂ PO ₄
H ₂ CO ₃	Ni ³⁺	Ni(HCO ₃) ₃
H ₂ CrO ₄	Ca ²⁺	Ca(HCrO ₄) ₂
H ₃ PO ₄	Al ³⁺	Al(H ₂ PO ₄) ₃
H ₂ SO ₃	Au ³⁺	Au(HSO ₃) ₃

Nomenclatura (sales ácidas oxoácidas):

Sal	Nomenclatura sistemática 1	Nomenclatura sistemática 2
LiH_2PO_4	Dihidrógeno tetraoxofosfato (V) de litio	Dihidrógeno Tetraoxofosfato (V) de litio
$\text{Ni}(\text{HSO}_3)_3$	Hidrógeno Trioxosulfato (IV) de níquel (III)	Tris hidrogenotrioxosulfato (IV) de níquel
$\text{Ba}(\text{HCrO}_2)_2$	Hidrógeno Dioxocromato (VI) de bario	Bis hidrógeno dioxocromato (V) de bario
$\text{Fe}(\text{HSO}_4)_3$	Hidrógeno tetraoxosulfato (VI) de hierro (III)	Tris hidrógeno tetraoxosulfato (VI) de hierro
$\text{Cu}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	Dihidrógenotetraoxofosfato (V) de cobre (II)	Bis dihidrógenotetraoxofosfato (V) de cobre

Sal	Nomenclatura Stock	Nomenclatura tradicional (desaconsejada)
LiH_2PO_4	Dihidrógeno fosfato de litio	Bifosfato lítico
$\text{Ni}(\text{HSO}_3)_3$	Hidrógeno sulfito de níquel (III)	Bisulfito níquelico
$\text{Ba}(\text{HCrO}_2)_2$	Hidrógeno cromato de bario	Bicromato bárico
$\text{Fe}(\text{HSO}_4)_3$	Hidrógeno sulfato de hierro (II)	Bisulfato férrico
$\text{Cu}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	Dihidrógeno fosfato de cobre (II)	Bifosfato cúprico

Formulación (sales ácidas hidrácidas):

Acido de procedencia	Metal ^{Estado oxidación}	Fórmula
H_2S	Fe^{2+}	$\text{Fe}(\text{HS})_2$
H_2Se	Ni^{3+}	$\text{Ni}(\text{HSe})_3$
H_2Te	Ca^{2+}	$\text{Ca}(\text{HTe})_2$

Nomenclatura (sales ácidas oxoácidas):

Sal	Nomenclatura sistemática 1	Nomenclatura sistemática 2
$\text{Fe}(\text{HS})_2$	Hidrógeno sulfuro de hierro (II)	
$\text{Ni}(\text{HSe})_3$	Hidrógeno seleniuro de níquel (III)	
$\text{Ca}(\text{HTe})_2$	Hidrógeno telururo de bario	

PERÓXIDOS: OTRAS COMBINACIONES BINARIAS CON EL OXÍGENO

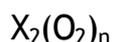
Definición.

Un peróxido es un compuesto químico resultante de la combinación del grupo peroxo con otros elementos químicos, del que recibe el nombre, generalmente metálicos.

El grupo peroxo, O_2^{2-} , proporciona las características químicas a los peróxidos y en él, el oxígeno presenta el estado de oxidación 1-, actuando, por tanto, como parte negativa en el compuesto, mientras que el otro elemento, que da nombre al peróxido, actúa siempre con estado de oxidación positivo. En este compuesto el grupo O_2^{2-} no se puede separar.

Formulación.

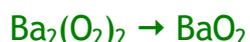
La fórmula general de los óxidos es la siguiente:



siendo X el elemento que da nombre al óxido, n es el estado de oxidación del elemento X en el óxido y 2 corresponde al estado de oxidación del grupo peroxo:



Cuando n es un número par, la fórmula del óxido debe simplificarse:



Nomenclatura.

El nombre de los peróxidos depende de la nomenclatura elegida:

a) Según la nomenclatura sistemática de Stock, el nombre será el siguiente:

peróxido de <nombre del elemento X> (estado de oxidación de X en números romanos)
peróxido de hierro (II)

-cuando X tiene un solo estado de oxidación, se omite dicho estado colocado entre paréntesis-

b) Según la nomenclatura sistemática estequiométrica, el nombre será el

siguiente:

<prefijo de número> óxido de <prefijo de número> nombre del elemento X
Triperóxido de dicromo

El prefijo indica el número de átomos de oxígeno o elemento X que hay en la fórmula, siendo di, tri, tetra, penta, hexa, hepta... para dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete... átomos.

-cuando X tiene un solo estado de oxidación, se omiten los prefijos que indica el número de hidrógenos-

● *Ejemplos.*

Formulación:

Elemento	Estado de oxidación	Hidruro
K	1+	K_2O_2
H	4+	H_2O_2
Ba	2+	BaO_2

Nomenclatura:

Óxido	Nomenclaturas sistemáticas		Nomenclatura tradicional (desaconsejada)
	Stock	Estequiométrica	
K_2O_2	Peróxido de potasio	Peróxido de potasio	Peróxido potásico
H_2O_2	Peróxido de hidrógeno	Peróxido de hidrógeno	Agua oxigenada
BaO_2	Peróxido de bario	Peróxido de bario	Peróxido bórico
Cr_2O_2	Peróxido de cromo (II)	Peróxido de dicromo	Peróxido cromoso