

# FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA - QUÍMICA INORGÁNICA

Este documento toma como referencia los apuntes de nomenclatura elaborados por el IES Binef y el libro “Química Inorgánica. Nomenclatura y Formulación. Normas de la IUPAC 2005. Editorial Edelvives. Autor: Marino Latorre Ariño”.

- 1. Introducción.
  - 1.1 Nomenclatura de composición.
  - 1.2 Nomenclatura de sustitución.
  - 1.3 Nomenclatura de adición.
- 2. Sustancias elementales o simples.
- 3. Compuestos binarios.
  - 3.1. Compuestos binarios. Introducción.
    - 3.1.1. Nomenclatura mediante prefijos multiplicadores (Nomenclatura estequiométrica).
    - 3.1.2. Nomenclatura basada en el número de oxidación ( antiguo sistema Stock).
    - 3.1.3. Nomenclatura basada en el número de carga o carga iónica.
  - 3.2 Combinaciones binarias del hidrógeno.
    - 3.2.1. Combinaciones del hidrógeno con los metales (HIDRUROS).
    - 3.2.2. Combinaciones del hidrógeno con los no metales de los grupos 13, 14 y 15.
    - 3.2.3 Combinaciones del hidrógeno con los no metales de los grupos 15 y 17. (Anfígenuros y Haluros de hidrógeno. En disolución: Ácidos Hidrácidos).
    - 3.2.4 Hidruros padres o progenitores.
  - 3.3. Combinaciones binarias del oxígeno.
    - 3.3.1. Óxidos y haluros de oxígeno.
    - 3.3.2. Peróxidos.
  - 3.4. Otras combinaciones binarias.
    - 3.4.1. Combinaciones de metal con no metal (sales binarias).
    - 3.4.2. Combinaciones de no metal con no metal.
- 4. Hidróxidos.
- 5. Oxoácidos.
  - 5.1. Nomenclatura común (tradicional o clásica).
  - 5.2. Nomenclatura de adición.
  - 5.3. Nomenclatura de hidrógeno.
  - 5.4. Nomenclatura "anterior" a las recomendaciones de la IUPAC 2005.
  - 5.5. Oxoácidos de algunos metales.
- 6. Iones.
  - 6.1. Iones monoatómicos.
  - 6.2. Iones homopoliatómicos.
  - 6.3. Iones heteropoliatómicos.
    - 6.3.1. Aniones derivados de los oxoácidos.
      - 6.3.1.1. Nomenclatura común.
      - 6.3.1.2. Nomenclatura estequiométrica (de composición).
      - 6.3.1.3. Nomenclatura de hidrógeno.
      - 6.3.1.4. Nomenclatura de adición.
      - 6.3.1.5. Nomenclatura "anterior" a las recomendaciones de la IUPAC 2005.
- 7. Oxisales.
  - 7.1. Nomenclatura común o clásica.
  - 7.2. Nomenclatura estequiométrica (de composición).

- [7.3. Nomenclatura de adición.](#)
- [7.4. Nomenclatura anterior a las recomendaciones de la IUPAC 2005.](#)
- [8. Sales ácidas.](#)
  - [8.1 Sales ácidas derivadas de los “ácidos hidrácidos”](#)
  - [8.2 Sales ácidas derivadas de los oxoácidos](#)

## 1. Introducción.

La nomenclatura química (del latín *nomenclatūra*) es un conjunto de reglas o fórmulas que se utilizan para nombrar todos los elementos y los compuestos químicos. Actualmente la **IUPAC** (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, en inglés International Union of Pure and Applied Chemistry) es la máxima autoridad en materia de nomenclatura química, la cual se encarga de establecer las reglas correspondientes.

Las últimas recomendaciones de la IUPAC se publican en 2005. En la web de la IUPAC las tenemos en formato PDF. (*Nomenclature of Inorganic Chemistry, IUPAC Recommendations 2005*, N.G. Connolly, T. Damhus, R.M. Hartshorn and A.T. Hutton, *The Royal Society of Chemistry*, 2005)

Actualmente, en lo referente a la química inorgánica, se aceptan tres sistemas principales de nomenclatura:

- **Nomenclatura de composición.**
- **Nomenclatura de sustitución.**
- **Nomenclatura de adición.**

La **nomenclatura de adición** es quizás la que puede usarse de forma más generalizada en química inorgánica. La **nomenclatura de sustitución** puede usarse en determinadas áreas. Estos dos sistemas requieren el conocimiento de la estructura de las especies químicas que van a ser nombradas. En cambio, la **nomenclatura de composición** puede usarse cuando no es necesario aportar información sobre la estructura de las sustancias, o no se conoce, y sólo se indica la estequiometría o composición.

En esta guía para formular se va a utilizar la siguiente clave interpretativa:

M= elemento metálico, NM=elemento no metálico, X=elemento metálico o no metálico.

a, b, c, etc. Subíndice entero que indica la composición.

+n, +m, -n, -m Letras con signo para indicar los estados de oxidación.

### Ejemplos:

$X^{+n}_a O^{-2}_b$  Combinación de un metal o no metal con estado de oxidación positivo +n con el oxígeno actuando con estado de oxidación -2.

$M^{+n}_a NM^{-m}_b$  Combinación de un metal actuando con estado de oxidación +n frente a un no metal actuando con estado de oxidación -m. a y b son los subíndices estequiométricos que indican la composición

### 1.1 Nomenclatura de composición.

Esta nomenclatura está basada en la composición no en la estructura. Por ello, puede ser la única forma de nombrar un compuesto si no se dispone de información estructural.

El tipo más simple de este tipo de nomenclatura es la llamada **nomenclatura de composición con prefijos multiplicadores**. En ella se indica la proporción de los constituyentes a partir de la fórmula empírica o la molecular.

La proporción de los elementos o constituyentes puede indicarse de tres formas incluyendo la indicada anteriormente:

- utilizando prefijos multiplicadores (mono-, di-, tri-, etc...).
- utilizando números de oxidación de los elementos (antiguamente llamada **sistema de Stock**, mediante números romanos).
- utilizando la carga de los iones (mediante los **números de Ewens-Basset**, números arábigos seguido del signo correspondiente). Este sistema se utiliza solo cuando el compuesto está formado por iones. En compuestos como:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ , etc. en la que las sustancias compuestas están formadas por moléculas existiendo enlace covalente entre los átomos y no hay enlace iónico no se puede emplear la nomenclatura de composición con el número de carga.

### 1.2 Nomenclatura de sustitución.

De forma general, en esta nomenclatura se parte del nombre de unos compuestos denominados “hidruros padres” y se indica, junto con los prefijos de cantidad correspondiente, el nombre de los elementos o grupos que sustituyen a los hidrógenos.

Esta nomenclatura es la usada generalmente para nombrar los compuestos orgánicos.

### 1.3 Nomenclatura de adición.

Esta nomenclatura se desarrolló originalmente para nombrar los compuestos de coordinación. Así, se considera que el compuesto consta de un átomo central o átomos centrales con ligandos asociados, cuyo número se indica con los prefijos multiplicativos correspondientes.

**IMPORTANTE:** Los tres sistemas de nomenclatura pueden proporcionar nombres diferentes, pero sin ambigüedades, para un compuesto dado. La elección entre los tres sistemas depende de la clase de compuesto inorgánico que se trate y el grado de detalle que se desea comunicar.

## 2. Sustancias elementales o simples.

Están constituidas por átomos de un sólo elemento.

Los nombres sistemáticos están basados en la nomenclatura de composición con la indicación del número de átomos en la unidad-fórmula (átomos individuales, moléculas, cristal metálico o covalente); utilizando para ello los prefijos multiplicadores recogidos en la tabla (recomendaciones de 2005 de la IUPAC sobre nomenclatura de química inorgánica (Libro Rojo)) :

1	mono
2	di (bis)
3	tri (tris)
4	tetra (tetrakis)
5	penta (pentakis)

El prefijo “mono-” se usa solamente si el elemento no se encuentra habitualmente de forma monoatómica. Por otro lado, si el número de átomos del elemento es grande y desconocido, se puede usar el prefijo “poli-”.

Fórmula	Nombre de composición con prefijos multiplicadores	Nombre aceptado
H	monohidrógeno	
H <sub>2</sub>	dihidrógeno	
O	monooxígeno	
O <sub>2</sub>	dioxígeno	oxígeno
O <sub>3</sub>	trioxígeno	ozono
S <sub>8</sub>	octaazufre	

S <sub>n</sub>	poliazufre	
----------------	------------	--

*\*Tradicionalmente se han utilizado los nombres flúor, cloro, bromo, yodo, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno, para indicar los compuestos diatómicos que forman estos elementos en la naturaleza y cuyas fórmulas son: F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. Su uso está muy extendido a pesar de que la IUPAC no los admite como nombres válidos desde el 2005.*

Las sustancias elementales son homoatómicas y en ellas el estado de oxidación del elemento que origina la unidad-fórmula es cero. En H<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> el enlace es covalente y cada átomo actúa dentro de la molécula con estado de oxidación cero.

### 3. Compuestos binarios.

Son compuestos que están formados por dos elementos distintos.

Para escribir las fórmulas de los compuestos y nombrarlos en los distintos sistemas, hay que tener en cuenta la electronegatividad; así, un elemento del compuesto será considerado el constituyente electropositivo y el otro el constituyente electronegativo.

Electronegatividad real de los elementos:

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Período																		
1	H 2.1																	He
2	Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3,5	F 4.00	Ne
3		Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar
4	K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.4	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr
5	Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe
6	Cs 0.7	Ba 0.9	*	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.70	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	Rn
7	Fr 0.7	Ra 0.7	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
Lantánidos	*	La 1.10	Ce 1.12	Pr 1.13	Nd 1.14	Pm 1.13	Sm 1.17	Eu 1.10	Gd 1.10	Tb 1.10	Dy 1.10	Ho 1.10	Er 1.10	Tm 1.10	Yb 1.10	Lu 1.27		
Actínidos	**	Ac 1.10	Th 1.30	Pa 1.40	U 1.40	Np 1.40	Pu 1.22	Am 1.30	Cm 1.30	Bk 1.30	Cf 1.30	Es 1.30	Fm 1.30	Md 1.30	No 1.30		Lr	

Al formular, se escribe en primer lugar el elemento más electropositivo y a continuación, el más electronegativo. El número de átomos de cada elemento se indica con un subíndice detrás del símbolo correspondiente.

Para conocer cuál es el elemento más electronegativo y cuál el menos (más electropositivo), se debe utilizar el orden establecido en la tabla VI de las recomendaciones de 2005 de la IUPAC:

**Por convenio la electronegatividad desciende en el sentido indicado por las flechas. Observa que la secuencia recomendada por la IUPAC no coincide con los valores de la electronegatividad pues se trata de una electronegatividad teórica o formal.**

Tabla IV. Secuencia de elementos

El diagrama muestra la secuencia de elementos en la tabla periódica, organizada en columnas y filas. Los elementos se agrupan en tres categorías:

- Elementos electropositivos:** Se encuentran en las primeras tres columnas (He, Li, Be; Ne, Na, Mg; Ar, K, Ca; Kr, Rb, Sr; Xe, Cs, Ba; Rn, Fr, Ra).
- Elementos de transición:** Se encuentran en las columnas 4, 5, 6 y 7 (Al, Ga, In, Tl; Si, Ge, Sn, Pb; C, Si, Ge, Sn, Pb; B, Al, Ga, In, Tl).
- Elementos electronegativos:** Se encuentran en las últimas tres columnas (H, N, O, F; P, S, Cl; As, Se, Br; Sb, Te, I; Bi, Po, At).

Las flechas indican la dirección de la secuencia de elementos, que sigue un camino en zigzag a través de la tabla.

### 3.1. Compuestos binarios. Introducción

Las diferentes formas de nombrar los compuestos binarios son:

- **Nomenclatura mediante prefijos multiplicadores** (Antiguamente “Nomenclatura estequiométrica”. Muy frecuente en videotutoriales que no se adaptan al 100% a las normas IUPAC 2005).
- **Nomenclatura basada en el uso del número de oxidación** (Antigua “Nomenclatura de Stock”. Estrictamente según las reglas de nomenclatura 2005 no se debe emplear el término “Nomenclatura Stock”, aunque por ser muy frecuente en videotutoriales se menciona).
- **Nomenclatura basada en el uso de la carga iónica.**

Para escribir la fórmula de un compuesto binario, de manera general, se intercambian los números de oxidación, o las cargas, de los elementos y se colocan como subíndices del otro elemento, simplificándolos cuando sea posible. En la nomenclatura mediante prefijos multiplicadores los subíndices coinciden con los prefijos de cantidad.

#### 3.1.1. Compuestos binarios. Nomenclatura mediante prefijos multiplicadores (Nomenclatura estequiométrica)

Se nombra, en primer lugar, el elemento más electronegativo; para ello se modifica el nombre del elemento añadiendo el sufijo “-uro” a la raíz del nombre. Seguidamente, tras la palabra “de”, se nombra el elemento menos electronegativo sin modificar.

Delante del nombre de cada elemento, sin espacios ni guiones, se utilizan los prefijos multiplicativos que indican el número de átomos de cada uno.

Una excepción a esta regla se produce cuando el oxígeno es el elemento más electronegativo; en este caso, se nombra como “óxido”.



Cuando no hay ambigüedad en la estequiometría de un compuesto, no es necesario utilizar los prefijos multiplicadores. Esto ocurre cuando se forma un único compuesto entre dos elementos. Además, el prefijo “mono-” es, estrictamente hablando, considerado superfluo y sólo es necesario para recalcar la estequiometría de un compuesto en relación con otros relacionados (para el segundo elemento no se usa).

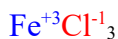
### 3.1.2 Compuestos binarios. Nomenclatura basada en el uso del número de oxidación (Antigua Nomenclatura de Stock).

Igual que antes, se nombra el elemento más electronegativo (el que tiene número de oxidación negativo), con el sufijo “-uro”, pero sin prefijos multiplicativos; a continuación, tras la palabra “de”, se nombra el menos electronegativo (el que tiene número de oxidación positivo), indicándose el número de oxidación mediante números romanos entre paréntesis, inmediatamente tras el nombre del elemento.

elemento menos electronegativo



elemento más electronegativo



$$\text{n}^\circ \text{ de oxidación del hierro} + 3 (\text{n}^\circ \text{ de oxidación del cloro}) = 0$$

$$\text{n}^\circ \text{ de oxidación del hierro} + 3 (-1) = 0$$

Se despeja y se obtiene el n° de oxidación del hierro = +3

Se escribe en números romanos , (III) en nomenclatura basada en el número de oxidación.



Cuando los elementos tienen un único estado de oxidación, no se indica en el nombre del compuesto.

### 3.1.3 Compuestos binarios. Nomenclatura basada en el uso de la carga iónica o número de carga.

En vez del número de oxidación, se puede utilizar la carga para indicar las proporciones de los iones en las especies químicas. En este caso, se coloca entre paréntesis el valor de la carga iónica en números arábigos seguido de su signo. El **paréntesis** se coloca inmediatamente después del nombre de la especie iónica **sin dejar espacios**. Como el número de carga de los aniones no suele dar lugar a confusión, es suficiente señalar solo el de los cationes. Además, la carga de algunos cationes puede omitirse cuando no ha lugar a duda, como en el caso de los metales alcalinos y alcalinotérreos.

Como la determinación del número de oxidación es a veces ambigua y subjetiva, es preferible usar el número de carga. Así, es aconsejable utilizar los números de oxidación sólo cuando no hay incertidumbre acerca de su determinación.

elemento menos electronegativo

**CuCl<sub>2</sub>** cloruro de cobre(2+)

elemento más electronegativo

carga del ion **cobre** + 2 (carga del ion **cloruro**) = 0

carga del ion **cobre** + 2 (-1) = 0

carga del ion **cobre** = 2+

### 3.2. Combinaciones binarias del hidrógeno.

Los compuestos derivados de la combinación del hidrógeno con los restantes elementos son muy dispares, dada la peculiaridad del hidrógeno (puede ceder fácilmente su único electrón, pero también captar un electrón de otro átomo para adquirir la estructura electrónica del helio).

- 3.2.1 Combinaciones del hidrógeno con los metales (**HIDRUROS**).
- 3.2.2 Combinaciones del hidrógeno con los no metales de los grupos 13, 14 y 15 (**HIDRUROS**).
- 3.2.3 Combinaciones del hidrógeno con los no metales de los grupos 16 y 17 (**ANFIGENUROS y HALUROS de Hidrógeno. En disolución: ÁCIDOS HIDRÁCIDOS**).
- 3.2.4 Hidruros padres o progenitores.

#### 3.2.1 Combinaciones del hidrógeno con los metales (**HIDRUROS**).

En estos compuestos, el hidrógeno actúa con número de oxidación -1, sería el elemento más electronegativo, y el metal actúa con número de oxidación positivo.



Para conocer el número de oxidación del metal, hay que tener en cuenta que éste coincide con el número de átomos de hidrógeno, ya que la suma de los números de oxidación debe ser cero.

Para establecer la fórmula se escribe el metal M a la izquierda, con su estado de oxidación +n positivo, y el H se sitúa a la derecha actuando con estado de oxidación -1. Se intercambian los estados de oxidación sin signo entre los elementos que forman el hidruro.

**Importante:** Otra alternativa, la preferida por el profesorado del departamento de Física y Química, es buscar el número x de H que son necesarios para que la suma total de las cargas formales de los elementos que intervienen en el compuesto sea cero.

### Formulación sencilla de hidruros

1º.- Se escribe el símbolo del metal M a la izquierda con su estado de oxidación positivo. El hidrógeno H se escribe a la derecha con estado de oxidación -1.  $M^{+n} H^{-1}$

2º.-  $M_1 H_n$  (se intercambian los estados de oxidación del metal e H sin signo). En los hidruros no ha lugar la simplificación. El subíndice 1 que aparece en el metal no se escribe.  $MH_n$

### Formulación recomendada de hidruros

1º.- Se escribe el símbolo del metal a la izquierda con su estado de oxidación positivo. El H se escribe a la derecha con estado de oxidación -1.  $M^{+n} H^{-1}$ .

2º.-  $M^{+n}_a H^{-1}_b$ . Se buscan los subíndices a y b que hagan que la carga formal total de M y H sea cero. En el caso de los hidruros metálicos, como el H tiene estado de oxidación -1, el subíndice a es siempre 1 y el b coincide con el valor del estado de oxidación del metal M sin signo.  $b=n$ . Por tanto la fórmula general de un hidruro metálico es  $MH_n$ . Ejemplo:  $Cu^{+2} H^{-1} \rightarrow Cu^{+2} H^{-2}_2$  ;  $[1 \cdot (+2) + 2 \cdot (-1) = +2 - 2 = 0] \rightarrow CuH_2$ .

NOMENCLATURA de COMPOSICIÓN			
Fórmula	mediante prefijos multiplicadores (prefijo)hidruro de (prefijo)(nombre del elemento)	con el número de oxidación hidruro de (nombre del elemento)(número de oxidación)	con el valor de la carga iónica hidruro de (nombre del elemento)(valor de la carga)
LiH	hidruro de litio	hidruro de litio	hidruro de litio
PbH <sub>4</sub>	tetrahidruro de plomo	hidruro de plomo(IV)	hidruro de plomo(4+)
CuH <sub>2</sub>	dihidruro de cobre	hidruro de cobre(II)	hidruro de cobre(2+)
NiH <sub>3</sub>	trihidruro de níquel	hidruro de níquel(III)	hidruro de níquel(3+)

**A tener en cuenta:** Si el elemento con el que se combina el hidrógeno tiene un único estado de oxidación, el prefijo multiplicador, el número de oxidación o el valor de la carga iónica no es necesario indicarlo.

### 3.2.2 Combinaciones del hidrógeno con los no metales de los grupos 13, 14 y 15.

Se nombran y formulan de la misma forma que los hidruros metálicos explicados en el apartado anterior.

De acuerdo con la tabla VI de las recomendaciones de la IUPAC de 2005, el hidrógeno es más electronegativo y actúa con número de oxidación -1. El elemento del grupo 13, 14 y 15 que se combina con el H actúa con estado de oxidación positivo +n.



**Formulación recomendada de hidruros de los grupos 13, 14 y 15**

1º.- Se escribe el símbolo del elemento del grupo 13, 14 o 15 a la izquierda con su estado de oxidación positivo. El H se escribe a la derecha con estado de oxidación -1.  $X^{+n} H^{-1}$ .

2º.-  $X^{+n}_a H^{-1}_b$ . Se buscan los subíndices a y b que hagan que la carga formal total de X y H sea cero. En el caso de los hidruros de los grupos 13, 14 y 15, como el H tiene estado de oxidación -1, el subíndice a es siempre 1 y el b coincide con el valor del estado de oxidación de X sin signo.  $b=n$ . Por tanto la fórmula general de un hidruro del grupo 13, 14, 15 es  $XH_n$ . Ejemplo:  $B^{+3} H^{-1} \rightarrow B^{+3} H^{-1}_3$ ;  $[1 \cdot (+3) + 3 \cdot (-1) = +3 - 3 = 0] \rightarrow BH_3$ .

**Nota aclaratoria:** Para formular también se puede optar por intercambiar los estados de oxidación entre el elemento X (+n) del grupo 13, 14 y 15 y el H (-1).

NOMENCLATURA DE COMPOSICIÓN		
Fórmula	mediante prefijos multiplicadores (prefijo) <b>hidruro</b> de (prefijo) ( <b>nombre del elemento</b> )	con el número de oxidación <b>hidruro</b> de ( <b>nombre del elemento</b> )(número de oxidación)
BH <sub>3</sub>	trihidruro de boro	hidruro de boro
PH <sub>3</sub>	trihidruro de fósforo	hidruro de fósforo(III)
PH <sub>5</sub>	pentahidruro de fósforo	hidruro de fósforo(V)

**Aclaración:** No se usa la nomenclatura de composición con números de carga por no tener carácter iónico los compuestos formados al tratarse de compuestos covalentes.

**3.2.3 Combinaciones del hidrógeno con los no metales de los grupos 16 y 17 (Anfígenos y haluros de hidrógeno. En disolución: ÁCIDOS HIDRÁCIDOS).**

En estos casos, el hidrógeno es el elemento menos electronegativo y actúa con número de oxidación +1. Los halógenos (grupo 17) o los anfígenos (grupo 16), son los elementos más electronegativos, actuando con números de oxidación -1 y -2, respectivamente. En este caso no se les debe llamar hidruros sino anfígenos de hidrógeno o haluros de hidrógeno. Obsérvese como la terminación -uro la lleva siempre el elemento más electronegativo, que actúa con estado de oxidación negativo en el compuesto binario.

Las disoluciones acuosas de los compuestos binarios anteriores, que son compuestos gaseosos cuando se sintetizan en el laboratorio, presentan carácter ácido (hidrácidos) y se pueden nombrar como "ácido" seguido de la raíz del elemento que se combina con el hidrógeno con el sufijo "-hídrico". Hay que tener en cuenta que la terminación -hídrico no es recomendada por la IUPAC por corresponder a una mezcla, en la que la proporción del compuesto y agua de la mezcla puede ser variable y se considera incorrecta emplearla para nombrar a un compuesto de composición fija.

**Formulación recomendada de hidruros de los grupos 16 y 17**

1º.- Se escribe el símbolo del H a la izquierda con estado de oxidación +1. El elemento X, que puede ser un anfígeno o halógeno y actuar con estado de oxidación -2 o -1 respectivamente, se escribe a la derecha con estado de oxidación negativo.  $H^{+1} X^{-n}$ .  $n = -2, -1$

2º.-  $H^{+1}_a X^{-n}_b$ . Se buscan los subíndices a y b que hagan que la carga formal total de H y X sea cero. En el caso de los anfígenos y haluros de hidrógeno de los grupos 16 y 17, como el H tiene estado de oxidación +1, el subíndice a es siempre igual al estado de oxidación sin signo de X, siendo éste

un elemento del grupo 16 o 17 con estado de oxidación -2 o -1 respectivamente. y el b coincide con el valor del estado de oxidación de X sin signo.  $a=n$ . Por tanto la fórmula general de un anfígenuro o haluro de hidrógeno es  $H_nX$ .  $N= 2$  ó  $1$ . Ejemplos:  $H^{+1} F^{-1} \rightarrow H^{+1}_1 F^{-1}_1$  ;  $[1 \cdot (+1) + 1 \cdot (-1) = +1 - 1 = 0] \rightarrow HF$  .  $H^{+1} S^{-2} \rightarrow H^{+1}_2 S^{-2}_1$  ;  $[2 \cdot (+1) + 1 \cdot (-2) = +2 - 2 = 0] \rightarrow H_2 S$

**Nota aclaratoria:** Para formular también se puede optar por intercambiar los estados de oxidación entre el el H (+1) y el elemento X (+n) del grupo 16 y 17 .

Fórmula	NOMENCLATURA de COMPOSICIÓN		Nomenclatura de hidrógeno Admitida por la IUPAC en las normas 2005 <b>hidrogeno(raíz del no metal acabado en uro)</b>	(en disolución acuosa) No recomendada por la normas IUPAC 2005 Se trata de mezclas y no sirven para nombrar compuestos químicos. Se usa mucho.
	mediante prefijos multiplicadores (raíz del no metal acabado en uro) de (prefijo)hidrógeno	con el número de oxidación (raíz del no metal acabado en uro) de hidrógeno		
HF	fluoruro de hidrógeno	fluoruro de hidrógeno	hidrogeno(fluoruro)	ácido fluorhídrico
HCl	cloruro de hidrógeno	bromuro de hidrógeno	hidrogeno(cloruro)	ácido clorhídrico
HBr	bromuro de hidrógeno		hidrogeno(bromuro)	ácido bromhídrico
HI	yoduro de hidrógeno	yoduro de hidrógeno	hidrogeno(yoduro)	ácido yodhídrico
H <sub>2</sub> S	sulfuro de dihidrógeno	sulfuro de hidrógeno	hidrogeno(sulfuro)	ácido sulfhídrico
H <sub>2</sub> Se	seleniuro de dihidrógeno	seleniuro de hidrógeno	hidrogeno(seleniuro)	ácido selenhídrico
H <sub>2</sub> Te	telururo de dihidrógeno	telururo de hidrógeno	hidrogeno(telururo)	ácido telurhídrico
HCN	cianuro de hidrógeno	cianuro de hidrógeno	hidrogeno(cianuro)	ácido cianhídrico

Obsérvese como en la nomenclatura de hidrógeno éste no lleva tilde, aunque si se debe pronunciar con énfasis en la sílaba “dro”.

Téngase en cuenta que el hidrógeno tiene un único estado de oxidación positivo razón por la que en la nomenclatura de composición con el número de oxidación no se especifica.

El último compuesto de la tabla anterior está formado por tres elementos y sería un compuesto ternario. Se ha incluido debido a que sus disoluciones acuosas son ácidas (hidrácido). Está formado por el ion cianuro,  $CN^-$ , y el ion hidrógeno,  $H^+$ .

### 3.2.4 Hidruros padres o progenitores.

Uno de los sistemas de nomenclatura recogidos en las recomendaciones de 2005 de la IUPAC, es la denominada sustitutiva, tal como se ha comentado al principio.

Esta forma de nombrar los compuestos está basada en los denominados “hidruros padres o progenitores”. Éstos son hidruros, con un número determinado de átomos de hidrógeno unidos al

átomo central, de los elementos de los grupos 13 al 17 de la tabla periódica.

El nombre de los hidruros padres o progenitores están recogidos en la tabla siguiente (tabla IR-6.1. de las recomendaciones de 2005 de la IUPAC):

NOMENCLATURA de SUSTITUCIÓN “hidruros progenitores”									
Grupo 13		Grupo 14		Grupo 15		Grupo 16		Grupo 17	
BH <sub>3</sub>	<b>Borano</b>	CH <sub>4</sub>	<b>Metano</b>	NH <sub>3</sub>	Azano o <b>amoníaco</b>	H <sub>2</sub> O	Oxidano o <b>agua</b>	HF	Fluorano
AlH <sub>3</sub>	Alumano	SiH <sub>4</sub>	<b>Silano</b>	PH <sub>3</sub>	<b>Fosfano</b>	H <sub>2</sub> S	Sulfano	HCl	Clorano
GaH <sub>3</sub>	Galano	GeH <sub>4</sub>	Germano	AsH <sub>3</sub>	<b>Arsano</b>	H <sub>2</sub> Se	Selano	HBr	Bromano
InH <sub>3</sub>	Indigano	SnH <sub>4</sub>	Estanano	SbH <sub>3</sub>	<b>Estibano</b>	H <sub>2</sub> Te	Telano	HI	Yodano
TlH <sub>3</sub>	Talano	PbH <sub>4</sub>	Plumbano	BiH <sub>3</sub>	<b>Bismutano</b>	H <sub>2</sub> Po	Polano	HAt	Astatano

Se admiten los nombres comunes de amoníaco para el NH<sub>3</sub> y de agua para el H<sub>2</sub>O; pero dejan de ser aceptados los nombres comunes de fosfina (PH<sub>3</sub>), arsina (AsH<sub>3</sub>) y estibina (SbH<sub>3</sub>), que deben de ir abandonándose.

### 3.3 Combinaciones binarias del oxígeno.

El oxígeno se combina con todos los elementos químicos de la tabla periódica excepto con los gases nobles pudiendo originar óxidos, haluros de oxígeno y peróxidos.

- 3.3.1 Óxidos y haluros de oxígeno
- 3.3.2 Peróxidos

#### 3.3.1 Combinaciones binarias del oxígeno. Óxidos y haluros de oxígeno

Se denominan óxidos a las combinaciones del oxígeno con otro elemento, metálico o no metálico, a excepción de los halógenos. Las combinaciones de los halógenos con el oxígeno se denominan haluros de oxígeno. La secuencia de electronegatividad formal indicada en la tabla VI de las recomendaciones IUPAC 2005 establece que el O tiene menor electronegatividad formal que los halógenos, razón por la que se habla de haluros de oxígeno. Hay que tener en cuenta sin embargo que la electronegatividad real del O es superior a la del Cl, Br, I lo cual dará lugar a una pequeña contradicción.

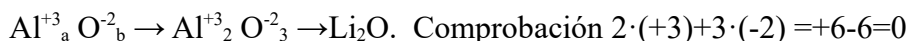
##### 3.3.1.1 Óxidos

En los óxidos de los elementos metálicos y no metálicos, el número de oxidación del oxígeno es -2, mientras que el otro elemento X actúa con número de oxidación positivo. Si se quiere escribir la fórmula, se pueden intercambiar los números de oxidación colocándolos como subíndice del otro elemento, escribiéndose el oxígeno en segundo lugar. En cambio, el oxígeno se nombra en primer lugar como óxido.

El departamento de Física y Química recomienda averiguar los subíndices a y necesarios para que la carga formal total del óxido sea cero.  $X^{+n}_a O^{-2}_b$ . Se debe cumplir que  $a \cdot (+n) + b \cdot (-2) = 0$

Veamos ejemplos de formulación de óxidos





NOMENCLATURA de COMPOSICIÓN			
Fórmula	mediante prefijos multiplicadores (prefijo) <b>óxido</b> de (prefijo) <b>(nombre del elemento)</b>	con el número de oxidación <b>óxido</b> de <b>(nombre del elemento)</b> (número de oxidación)	con el valor de la carga iónica <b>óxido</b> de <b>(nombre del elemento)</b> (valor de la carga)
$\text{Li}_2\text{O}$	óxido de litio	óxido de litio	óxido de litio
$\text{Cu}_2\text{O}$	monóxido de dicobre	óxido de cobre(I)	óxido de cobre(1+)
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	trióxido de dicromo	óxido de cromo(III)	óxido de cromo(3+)
$\text{Al}_2\text{O}_3$	trióxido de dialuminio	óxido de aluminio	óxido de aluminio
$\text{SiO}_2$	dióxido de silicio	óxido de silicio	óxido de silicio
$\text{N}_2\text{O}$	monóxido de dinitrógeno	óxido de nitrógeno(I)	óxido de nitrógeno(1+)

### 3.3.1.2 Haluros de oxígeno

Anteriormente a las recomendaciones de 2005 de la IUPAC, la secuencia de los elementos era diferente a la establecida en la tabla VI. Antes, el oxígeno era el segundo elemento, después del flúor, por lo que las combinaciones del oxígeno con cloro, bromo, yodo y astato, también eran nombradas como óxidos.

En el Libro Rojo de las recomendaciones de 2005 de la IUPAC se puede leer (IR-1.6.3):

*“En la nomenclatura de Química Inorgánica, IUPAC Recomendaciones de 1990 (Ref. 11), la posición del oxígeno en ciertas secuencias de elementos fue tratada como una excepción. Estas excepciones han sido eliminadas y la secuencia de elementos de la Tabla VI es ahora estrictamente respetada. En particular, el oxígeno es tratado como el componente electropositivo con respecto a cualquier halógeno para la construcción de los nombres según el sistema en el que se indica la composición (sección IR-5.2) y las fórmulas correspondientes (Sección de IR-4.4.3) para los compuestos binarios. Esto se traduce en, por ejemplo, la fórmula  $\text{O}_2\text{Cl}$  y el nombre cloruro de dióxigeno en lugar de la fórmula  $\text{ClO}_2$  y el nombre dióxido de cloro.”*

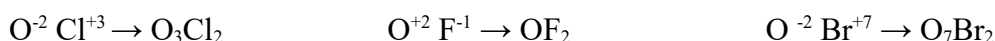
Debido a que se han nombrado como óxidos durante mucho tiempo, se seguirán encontrando de ese modo, hasta que se vaya imponiendo la nueva recomendación. A continuación se dan algunos ejemplos de esto:

Antes de las recomendaciones del 2005		NOMENCLATURA de COMPOSICIÓN mediante prefijos multiplicadores Recomendaciones 2005	
$\text{Cl}_2\text{O}$	óxido de dicloro	$\text{OCl}_2$	dicloruro de oxígeno
$\text{ClO}_2$	dióxido de cloro	$\text{O}_2\text{Cl}$	cloruro de dióxigeno
$\text{Cl}_2\text{O}_3$	trióxido de dicloro	$\text{O}_3\text{Cl}_2$	dicloruro de trióxigeno

$\text{Br}_2\text{O}_5$	pentaóxido de dibromo	$\text{O}_5\text{Br}_2$	dibromuro de pentaóxígeno
$\text{Br}_2\text{O}_7$	heptaóxido de dibromo	$\text{O}_7\text{Br}_2$	dibromuro de heptaoxígeno

**Formulación:**

A la hora de establecer la fórmula de los haluros de oxígeno hay que tener en cuenta que la electronegatividad real del oxígeno es superior a la de la serie de halógenos: Cl, Br, I, por lo que el O actuará con estado de oxidación -2 y el halógeno de la serie anterior con estado de oxidación positivo. Solo en el caso del flúor, por tener una electronegatividad real superior a la del oxígeno, el O actuará con estado de oxidación +2 y el F con estado de oxidación -1.

**Ejemplos:**

Como se puede apreciar el O se escribe siempre a la izquierda en los haluros de oxígeno porque su electronegatividad formal es menor que la de la serie de los halógenos (F, Cl, Br y I), pero como la electronegatividad real del O es superior a la del Cl, Br y I cuando se formule hay que escribirlo con estado de oxidación -2. Solo cuando el O se enfrenta al F, por ser este último formalmente y realmente más electronegativo, se escribe con estado de oxidación +2.

El compuesto  $\text{OF}_2$  se sigue llamando de la misma manera: difluoruro de oxígeno

**3.3.2 Combinaciones binarias del oxígeno. Peróxidos**

Son combinaciones del anión peróxido,  $\text{O}_2^{2-}$ , con un elemento metálico o con el H.

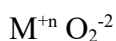
El anión peróxido también puede ser nombrado mediante la nomenclatura de composición con el número de carga como **dióxido(2-)**

En estos compuestos el oxígeno actúa con número de oxidación -1 y **no puede simplificarse el subíndice dos**, que indica que hay dos oxígenos unidos, cuando se formule.

Se puede usar la nomenclatura de composición mediante prefijos multiplicadores, la nomenclatura de composición con el número de oxidación, donde se nombran como peróxidos del elemento electropositivo, indicando su número de oxidación entre paréntesis, si tiene varios; y por último la nomenclatura de composición con los números de carga o carga iónica, en la que se utiliza el nombre del anión dióxido(2-) seguido del nombre del metal junto con el valor de las carga iónica, en números arábigos y entre paréntesis sin espacio.

**Formulación:**

1.- Escribimos el metal con estado de oxidación positivo y a continuación el anión peróxido.



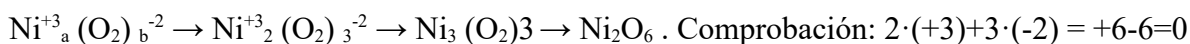
2.- Calculamos los subíndices a y b para que la carga formal total del peróxido sea 0.  $\text{M}^{+n}_a (\text{O}_2)_b^{-2}$

Si el metal tiene estado de oxidación par el subíndice a no se escribe y el b puede valer 1,2, etc.

**Ejemplo:**

$\text{Ni}^{+2}_a (\text{O}_2)_b^{-2} \rightarrow \text{Ni}^{+2}_1 (\text{O}_2)_1^{-2} \rightarrow \text{NiO}_2$ . Comprobación:  $1 \cdot (+2) + 1 \cdot (-2) = +2 - 2 = 0$  Se escribe entre paréntesis  $(\text{O}_2)_b^{-2}$  para remarcar que el anión peróxido forma un agrupamiento indisoluble de dos átomos de O cada uno con estado de oxidación -1.

Si el metal tiene estado de oxidación impar el subíndice a es siempre 2, y el b coincide con el valor del estado de oxidación impar del metal.



NOMENCLATURA de COMPOSICIÓN			
Fórmula	mediante prefijos multiplicadores (prefijo)óxido de (prefijo) (nombre del metal)	con el número de oxidación peróxido de (nombre del metal)(número de oxidación)	con el valor de la carga iónica dióxido(2-) de (nombre del metal)(valor de la carga positiva)
$\text{Na}_2\text{O}_2$	dióxido de sodio	peróxido de sodio	dióxido(2-) de sodio
$\text{BaO}_2$	dióxido de bario	peróxido de bario	dióxido(2-) de bario
$\text{CuO}_2$	dióxido de cromo	peróxido de cobre(II)	dióxido(2-) de cobre(2+)
$\text{H}_2\text{O}_2$	dióxido de hidrógeno agua oxigenada	peróxido de hidrógeno	dióxido(2-) de hidrógeno

Cuando el metal tiene un único estado de oxidación no es preciso especificarlo, por no dar lugar a ambigüedad al nombrarlo o formularlo.

Se acepta el nombre agua oxigenada para el peróxido de hidrógeno.

### 3.4. Otras combinaciones binarias

- 3.4.1 Combinaciones de metal con no metal (sales binarias).
- 3.4.2 Combinaciones de no metal con no metal .

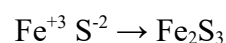
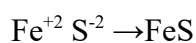
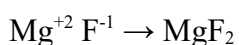
#### 3.4.1 Combinaciones de metal con no metal (sales binarias).

En la fórmula aparecerá en primer lugar el metal, ya que se trata del elemento menos electronegativo, y, a continuación, el no metal. Para formularlas buscamos los valores de los subíndices a y b que hagan que la carga formal total de la sal binaria sea neutra. Si la fórmula es  $\text{M}^{+n}_a \text{NM}^{-m}_b$   $a \cdot (+n) + b \cdot (-m) = 0$ .

Como alternativa al método anterior los números de oxidación de los elementos se intercambian como subíndice y se simplifican cuando sea posible.

#### Ejemplos:

$\text{Na}^{+1} \text{Cl}^{-1} \rightarrow \text{NaCl}$  . Cuando los estados de oxidación del metal y no metal son coincidentes ya no escribimos el subíndice a y b al ser 1 en ambos casos.



La nomenclatura de composición en las tres variantes indicadas con anterioridad son las más usadas en estos casos. En ambas se nombra en primer lugar el elemento no metálico con la terminación “-uro”, a continuación se nombra el metal. Según la nomenclatura empleada, se usan los prefijos de cantidad, los números de oxidación, o el número de carga del elemento metálico cuando sea necesario. Si el metal tiene un único estado de oxidación no es necesario especificarlo en la nomenclatura de composición con el número de oxidación. Tampoco sería preciso especificar el valor de la carga iónica del metal en la nomenclatura de composición con el número de carga.

NOMENCLATURA de COMPOSICIÓN			
Fórmula	mediante	con el	con el

	<b>prefijos multiplicadores</b> (prefijo)( <b>raíz del no metal acabada en uro</b> ) de (prefijo)( <b>nombre del metal</b> )	<b>número de oxidación</b> ( <b>raíz del no metal</b> acabada en <b>uro</b> ) de ( <b>nombre del metal</b> ) (número de oxidación)	<b>valor de la carga iónica</b> ( <b>raíz del no metal</b> acabada en <b>uro</b> ) de ( <b>nombre del metal</b> )(valor de la carga)
CaF <sub>2</sub>	difluoruro de calcio	fluoruro de calcio	fluoruro de calcio
FeCl <sub>2</sub>	dicloruro de hierro	cloruro de hierro(II)	cloruro de hierro(2+)
FeCl <sub>3</sub>	tricloruro de hierro	cloruro de hierro(III)	cloruro de hierro(3+)
CuBr	monobromuro de cobre	bromuro de cobre(I)	bromuro de cobre(1+)
CuBr <sub>2</sub>	dibromuro de cobre	bromuro de cobre(II)	bromuro de cobre(2+)
V <sub>2</sub> S <sub>5</sub>	pentasulfuro de divanadio	sulfuro de vanadio(V)	sulfuro de vanadio(5+)
* NH <sub>4</sub> Cl	cloruro de amonio	cloruro de amonio	cloruro de amonio
* KCN	cianuro de potasio	cianuro de potasio	cianuro de potasio

\* También se consideran sales los compuestos del ion cianuro con los metales y aquellos que tienen el amonio como catión. Los compuestos indicados con \* serían ternarios.

## Sulfuro de manganeso(IV)

### 3.4.2 Combinaciones de no metal con no metal.

En estos casos hay que tener presente la secuencia de los elementos indicada en la tabla VI del Libro Rojo con las recomendaciones de 2005 de la IUPAC. De acuerdo con ese criterio, en las fórmulas se escribirá en primer lugar el elemento de menor electronegatividad formal, seguido por el más electronegativo.

Para formularlos se sigue el mismo procedimiento que en los ejemplos anteriores asignándoles los estados de oxidación positivos a los elementos menos electronegativos.

$NM_1^{+n} NM_2^{-m}$       **Ejemplos:**  $P^{+3} Cl^{-1} \rightarrow PCl_3$  ;  $P^{+5} Cl^{-1} \rightarrow PCl_5$

Como es habitual, a la hora de nombrarlos se empieza por el más electronegativo, con la terminación “-uro”, y tras la partícula “de” se nombra al elemento menos electronegativo. Según los casos se utilizarán los prefijos de cantidad, el número de oxidación, o el número de carga(carga iónica), como se observa en los ejemplos:

<b>NOMENCLATURA de COMPOSICIÓN</b>			
<b>Fórmula</b>	<b>mediante</b>	<b>con el</b>	<b>con el</b>



	<b>prefijos multiplicadores</b> (prefijo)( <b>raíz del no metal más electronegativo acabada en uro</b> ) de (prefijo)( <b>nombre del otro no metal</b> )	<b>número de oxidación</b> ( <b>raíz del no metal más electronegativo</b> acabada en <b>uro</b> ) de ( <b>nombre del otro no metal</b> )(número de oxidación)	<b>valor de la carga iónica</b> ( <b>raíz del no metal más electronegativo</b> acabada en <b>uro</b> ) de ( <b>nombre del otro no metal</b> )(valor de la carga)
$\text{PCl}_3$	tricloruro de fósforo	cloruro de fósforo(III)	cloruro de fósforo(3+)
$\text{PCl}_5$	pentacloruro de fósforo	cloruro de fósforo(V)	cloruro de fósforo(5+)
$\text{SF}_6$	hexafluoruro de azufre	fluoruro de azufre(VI)	fluoruro de azufre(6+)
$\text{BN}^*$	nitruro de boro	nitruro de boro	nitruro de boro
$\text{ICl}_7$	heptacloruro de yodo	cloruro de yodo(VII)	cloruro de yodo(7+)
$\text{As}_2\text{Se}_5$	pentaseleniuro de diarsénico	seleniuro de arsénico(V)	seleniuro de arsénico(5+)

\*Cuando el elemento que actúa con estado de oxidación positivo tiene un único estado de oxidación, tal y como ocurre en el caso del boro, no es necesario especificarlo en la nomenclatura de composición con el número de oxidación, ni tampoco se especifica la carga iónica en la nomenclatura de composición con el número de carga.



#### 4. Hidróxidos.

Son combinaciones ternarias, formadas por tanto por tres elementos químicos, en las que el anión hidróxido,  $\text{OH}^-$ , se combina con cationes metálicos. El grupo  $\text{OH}^-$ , llamado hidróxido, tiene carga iónica -1. Si se siguiese la secuencia de electronegatividad formal indicada en las normas IUPAC 2005 el hidróxido  $\text{OH}^-$  habría que escribirlo como  $\text{HO}^-$ . Es muy poco frecuente en la bibliografía escribirlo tal y como como recomiendan las normas de la IUPAC 2005, razón por la se seguirá escribiendo el ion hidróxido como  $\text{OH}^-$ .

Estos compuestos se denominan hidróxidos o bases por el carácter básico que confieren a las disoluciones acuosas.

En la fórmula de estos compuestos, el número de iones  $\text{OH}^-$  coincide con el número de oxidación del catión metálico, para que la suma total de las cargas sea cero. Cuando hay más de un ion hidróxido, éstos se colocan entre paréntesis, indicando que el subíndice se refiere a todo el ion.

$\text{M}^{+n} \text{OH}^- \rightarrow \text{M}(\text{OH})_n$ . Si el estado de oxidación del metal es 1 se escribe sin paréntesis y no se indica el 1.  $\text{MOH}$

La IUPAC recomienda nombrarlos según la nomenclatura de composición mediante los tres sistemas habituales:

NOMENCLATURA de COMPOSICIÓN			
Fórmula	mediante prefijos multiplicadores (prefijo) <b>hidróxido</b> de (nombre del metal)	con el número de oxidación <b>hidróxido</b> de (nombre del metal) (número de oxidación)	con el número de carga <b>hidróxido</b> de (nombre del metal) (valor de la carga)
Ca(OH) <sub>2</sub>	dihidróxido de calcio	hidróxido de calcio	hidróxido de calcio
KOH	hidróxido de potasio	hidróxido de potasio	hidróxido de potasio
Sn(OH) <sub>2</sub>	dihidróxido de estaño	hidróxido de estaño(II)	hidróxido de estaño(2+)
Sn(OH) <sub>4</sub>	tetrahidróxido de estaño	hidróxido de estaño(IV)	hidróxido de estaño(4+)



## 5. Oxoácidos.

Son compuestos ternarios formados por tres elementos químicos: hidrógeno, oxígeno y un no metal o algunos metales de transición. Los ácidos que contienen oxígeno tienen como fórmula general: H<sub>a</sub>X<sub>b</sub>O<sub>c</sub>.

El hidrógeno actúa con número de oxidación +1 y el oxígeno -2. X, es el átomo central. Como tal pueden actuar los elementos no metálicos y algunos metales de transición con sus números de oxidación más altos.

Según las recomendaciones de la IUPAC de 2005, se pueden nombrar de tres formas diferentes:

- Nomenclatura común, clásica o tradicional.
- Nomenclatura de adición
- Nomenclatura de hidrógeno.

### 5.1 Oxoácidos. Nomenclatura común (tradicional o clásica).

Para nombrarlos de este modo, es necesario conocer todos los números de oxidación que puede presentar el elemento que actúa como átomo central en la formación de oxoácidos. Luego, el número de oxidación que presenta en el compuesto concreto que queremos nombrar, se indica mediante sufijo y/o prefijos.

Con esta nomenclatura se pueden nombrar **hasta cuatro oxoácidos** diferentes para un elemento actuando como átomo central.

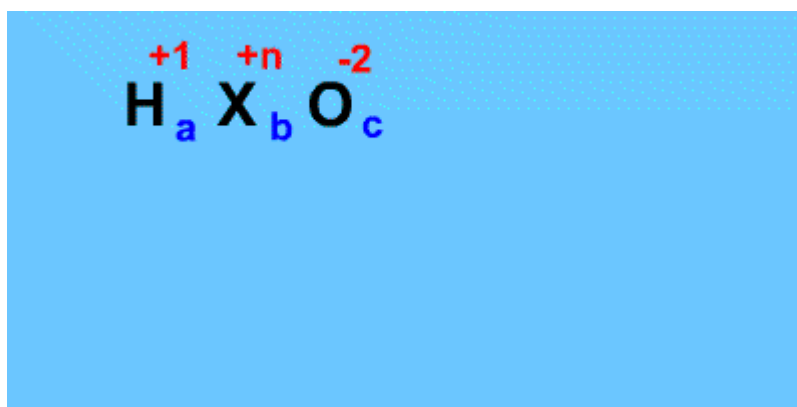
Es importante, por tanto, conocer los números de oxidación que pueden presentar los elementos que actúan como átomo central para formar oxoácidos.

Para nombrarlos, se antepone la palabra “ácido” a la raíz del nombre del elemento con los prefijos y sufijos correspondientes.

Por ejemplo:



prefijo y sufijo que indican que el cloro presenta el mayor número de oxidación: +7



Para calcular el número de oxidación del átomo central se tiene en cuenta que el hidrógeno presenta número de oxidación +1 y el oxígeno -2. Y la carga total del ácido es cero, ya que se trata de un compuesto ternario neutro:

**Ejemplos:** Para averiguar el estado de oxidación del azufre en el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  tenemos que tener en cuenta que en los oxoácidos el estado de oxidación de H es +1 y del O es -2. Como no conocemos el estado de oxidación del S le llamamos x.  $\text{H}^{+1}_2 \text{S}^x \text{O}^{-2}_4$ . El ácido sulfúrico es un compuesto ternario neutro por lo que el producto del número de átomos de cada tipo que forman la unidad-fórmula por su correspondiente estado de oxidación debe dar cero. De este modo se plantea la siguiente ecuación  $2 \cdot (+1) + 1 \cdot x + 4 \cdot (-2) = 0 \rightarrow +2 + x - 8 = 0 \rightarrow x = +8 - 2 = +6$ , por tanto el estado de oxidación del azufre es +6.

En el caso del ácido trifosfórico  $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  el procedimiento es igual.  $5 \cdot (-1) + 3 \cdot x + 10 \cdot (-2) = 0 \rightarrow -5 + 3x - 20 = 0 \rightarrow x = (+20 - 5) / 3 = +5$ . El estado de oxidación del P sería +5.

Para nombrar los oxoácidos, la IUPAC admite la nomenclatura tradicional de estos compuestos ternarios usando el nombre genérico ácido y los prefijos y sufijos: hipo-...-oso;...-oso;...-ico;per-...-ico, según los estados de oxidación que tenga el átomo central X del ácido  $\text{H}_a \text{X}_b \text{O}_c$ .

En la siguiente tabla tienes un resumen de las distintas posibilidades:

	Cuatro estados de oxidación	Tres estados de oxidación	Dos estados de oxidación	Un estado de oxidación
Menor	hipo-...-oso	hipo-...-oso	-	-

↓ Mayor	...-OSO	...-OSO	...-OSO	-
	...-ICO	...-ICO	...-ICO	...-ICO
	per-...-ICO	-	-	-

Tabla con los prefijos y sufijos de los oxoácidos en la nomenclatura tradicional

### Formulación:

Para establecer la fórmula de un oxoácido se debe tener en cuenta que el H actúa siempre con estado de oxidación +1, el O con estado de oxidación +2 y el no metal o metal de transición con estado de oxidación positivo. A partir de los prefijos y sufijos del nombre debemos averiguar el valor numérico del estado de oxidación del no metal / metal de transición en el ácido tal y como se indicó en la tabla anterior.  $H^+{}_a X^{+n}{}_b O^{-2}{}_c$ . En la mayor parte de los ejemplos que se van a formular  $b=1$  y habrá que determinar a y c para que la carga formal total sea cero.

### Ejemplos:

Veamos cómo se obtiene la fórmula de los oxoácidos del nitrógeno (estado de oxidación impar) y del azufre (estado de oxidación par). El H y el O actúan en los oxoácidos con estado de oxidación +1 y -2 respectivamente.

Los oxoácidos del N se forman con los estados de oxidación **impares** +1, +3, +5 dando lugar a:

**ácido hiponitroso** (N con estado de oxidación +1)

$H^+ N^+ O^{-2} \rightarrow H^+ N^+ O^{-2}_1 \rightarrow HNO$  La suma de las cargas formales de los átomos tiene que ser cero al ser una especie química neutra tal y como se puede comprobar:  $1 \cdot (+1) + 1 \cdot (+1) + 1 \cdot (-2) = +1 + 1 - 2 = +2 - 2 = 0$ .

**ácido nitroso** (N con estado de oxidación +3)

$H^+ N^{+3} O^{-2} \rightarrow H^+ N^{+3} O^{-2}_2 \rightarrow HNO_2$

La suma de las cargas formales de los átomos tiene que ser cero al ser una especie química neutra tal y como se puede comprobar:  $1 \cdot (+1) + 1 \cdot (+3) + 2 \cdot (-2) = +1 + 3 - 4 = +4 - 4 = 0$

**ácido nítrico** (N con estado de oxidación +5)

$H^+ N^{+5} O^{-2} \rightarrow H^+ N^{+5} O^{-2}_3 \rightarrow HNO_3$

La suma de las cargas formales de los átomos tiene que ser cero al ser una especie química neutra tal y como se puede comprobar:  $1 \cdot (+1) + 1 \cdot (+5) + 3 \cdot (-2) = +1 + 5 - 6 = +6 - 6 = 0$

**Truco para formular:** Cuando el estado de oxidación del átomo central es impar se suma éste con el estado de oxidación del hidrógeno obteniendo un número positivo que debe ser "neutralizado" colocando los oxígenos necesarios en la fórmula del oxoácido para que la suma total de las cargas formales sea 0.

$H^+ N^{+5} O^{-2}_x$   $+1 + (+5) + x \cdot (-2) = 0$ ;  $+6 - 2x = 0$ ;  $+6 = 2x$ ;  $6/2 = x$ ;  $3 = x$ ;  $x = 3$ . El número x de O necesarios para compensar la suma de +1+(+5) es 3.

Los oxoácidos del S se formulan con los estados de oxidación **pares** +2, +4 y +6 dando lugar a los siguientes ácidos.

**ácido hiposulfuroso** (S con estado de oxidación +2):  $H^+ S^{+2} O^{-2} \rightarrow H^+ S^{+2} O^{-2}_x$ ;  $2 \cdot (+1) + (+2) + x \cdot (-2) = 0$ ;  $+2 + 2 - 2x = 0$ ;  $+4 - 2x = 0$ ;  $x = 4/2 = 2$ . La fórmula final del ácido hiposulfuroso es  $H_2SO_2$

**Truco para formular:** Como el estado de oxidación del S es un número par, al sumarlo con +1, que es el estado de oxidación del hidrógeno en el oxoácido, obtenemos un número impar. Debemos conseguir un número de oxidación positivo que sea par colocando un subíndice en el átomo de H del

oxoácido. Ejemplo:  $H^{+1} {}_2 S^{+2} O^{-2} {}_x$ . Al colocar un 2 como subíndice en el H la carga formal total positiva es +4 y x es igual a 2.  $2 \cdot (+1) + (+2) + x \cdot (-2) = 0$ , por tanto  $+4 - 2x = 0$ ,  $x = 4/2 = 2$ . El oxoácido así obtenido sería el ácido hiposulfuroso.  $H_2SO_2$ .

**ácido sulfuroso** (S con estado de oxidación +4):  $H^{+1} S^{+4} O^{-2} \rightarrow H^{+1} {}_2 S^{+4} O^{-2} {}_x$ ;  $2 \cdot (+1) + (+4) + x \cdot (-2) = 0$ ;  $+2 + 4 - 2x = 0$ ;  $+6 - 2x = 0$ ;  $x = 6/2 = 3$ . La fórmula final del ácido sulfuroso es  $H_2SO_3$

**ácido sulfúrico** (S con estado de oxidación +6):  $H^{+1} S^{+6} O^{-2} \rightarrow H^{+1} {}_2 S^{+6} O^{-2} {}_x$ ;  $2 \cdot (+1) + (+6) + x \cdot (-2) = 0$ ;  $+2 + 6 - 2x = 0$ ;  $+8 - 2x = 0$ ;  $x = 8/2 = 4$ . La fórmula final del ácido sulfúrico es  $H_2SO_4$

Ejemplos de oxoácidos según la nomenclatura tradicional

	Fórmula	Nombre común	Fórmula	Nombre común
Grupo 17	HClO	ácido hipocloroso	HBrO	ácido hipobromoso
	HClO <sub>2</sub>	ácido cloroso	HBrO <sub>2</sub>	ácido bromoso
	HClO <sub>3</sub>	ácido clórico	HBrO <sub>3</sub>	ácido brómico
	HClO <sub>4</sub>	ácido perclórico	HBrO <sub>4</sub>	ácido perbrómico
Grupo 16	H <sub>2</sub> SO <sub>2</sub>	ácido hipocloroso	H <sub>2</sub> SeO <sub>2</sub>	ácido hiposelenioso
	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	ácido sulfuroso	H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	ácido selenioso
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ácido sulfúrico	H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>	ácido selénico
Grupo 15	HNO	Ácido hiponitroso		
	HNO <sub>2</sub>	ácido nitroso		
	HNO <sub>3</sub>	ácido nítrico		
Grupo 14	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	ácido carbónico	H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	ácido silícico
Grupo 13	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	ácido bórico		
Metales	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	ácido crómico	HMnO <sub>4</sub>	ácido permangánico
	H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	ácido dicrómico		

### Otros prefijos fundamentales de los oxoácidos en la nomenclatura tradicional

#### Oxoácidos con prefijos meta- y orto-

Existen algunos elementos no metálicos como P, As, Sb, B y Si que con el mismo estado de oxidación se pueden originar distintos oxoácidos con proporción de H y O diferente. La nomenclatura tradicional diferencia esas situaciones empleando los prefijos **meta-** (mínima proporción de H y O) y **orto-** (proporción de H y O inmediatamente superior a la mínima),

Los oxoácidos con menor número de átomos de H y O se formulan según lo explicado anteriormente para los oxoácidos y se nombran con el prefijo **meta-**.

Los oxoácidos con mayor número de átomos de H y O se obtienen con la proporción de H y O inmediatamente superior a la del metaoxoácido correspondiente y se nombraban anteriormente a las normas IUPAC 2005 con el prefijo **orto-**. Ahora se considera innecesario emplear el prefijo orto-, razón por la que es un error según las normas IUPAC del 2005 llamarle ácido **ortofosfórico** al **ácido fosfórico**  $H_3PO_4$ . Entre la fórmula final de un metaoxoácido y la de un "orto"oxoácido hay un diferencia de una molécula de agua. Véanse los ejemplos para mayor concreción.

**Ejemplos:**

El P cuando actúa con estado de oxidación +5 puede dar lugar al ácido metafosfórico y al ácido fosfórico (ortofosfórico antes del 2005) . Veamos cómo obtenemos sus fórmulas.

**Ácido metafosfórico:** Se formula siguiendo las indicaciones vistas anteriormente para los oxoácidos.  $H^{+1} P^{+5} O^{-2} \rightarrow H^{+1} P^{+5} O^{-2}_x$  Como la suma del estado de oxidación +5 del P más el +1 del H da +6 solo hay que averiguar al número x de O necesarios para que la carga formal total sea 0.  $1 \cdot (+1) + 1 \cdot (+5) + x \cdot (-2) = 0$  ;  $+6 - 2x = 0$ ;  $x = 6/2 = 3$ . La fórmula final del ácido metafosfórico es  $HPO_3$ .

**Ácido fosfórico:** Partimos del mismo estado de oxidación para el fósforo que en el caso anterior pero añadiendo un O más a partir del metaoxoácido formulado antes y averiguamos el número de H necesarios para que la carga formal total sea 0.

$H^{+1} P^{+5} O^{-2} \rightarrow H^{+1}_x P^{+5} O^{-2}_4$  ;  $x \cdot (+1) + 1 \cdot (+5) + 4 \cdot (-2) = 0$ ;  $x = 3$ . Por tanto la fórmula del ácido fosfórico , antiguamente llamado ácido ortofosfórico, sería  $H_3PO_4$ .

	Fórmula	Nombre común (Normas IUPAC 2005 tradicional)
<b>Ácidos del fósforo más frecuentes</b>	$H_3PO_2$	<b>ácido hipofosforoso</b> (sería un oxoácido orto)
	$HPO_2$	<b>ácido metafosforoso</b>
	$H_3PO_3$	<b>ácido fosforoso</b> (ortofosforoso antes del 2005)
	$H_3PO_4$	<b>ácido fosfórico</b> (ortofosfórico antes del 2005)

	Fórmula	Nombre común (Normas IUPAC 2005 tradicional)
<b>Ácidos del arsénico más frecuentes</b>	$H_3AsO_3$	<b>ácido arsenioso</b> (ortoarsenosos antes del 2005)
	$H_3AsO_4$	<b>ácido arsénico</b> (ortoarsénico antes del 2005)

**Oxoácidos con prefijo di-, tri-, tetra-...**

Estos oxoácidos son el resultado de la condensación de dos, tres, cuatro, etc. Moléculas del oxoácido y de la eliminación de 1, 2, 3, ... moléculas de agua respectivamente. Para formularlos es muy sencillo y solo hay que colocar dos, tres, cuatro átomos de X según el prefijo di, tri, tetra en el oxoácido  $H_aX_bO_c$ . B=2 (di); b=3 (tri); b=4 (tetra)

**Ejemplos:**

**ácido dicrómico.** En el caso del metal de transición Cr, con estados de oxidación +2 (hipo-...-oso), +4 (...-oso) y +6 (...-ico) seleccionamos el estado de oxidación +6, por ser el correspondiente a la terminación -ico. Escribimos el subíndice 2 en el Cr debido al prefijo di, y ajustamos los subíndices del H y Oxígeno para que la suma de las cargas formales sea 0.

$H^{+1} Cr^{+6}_2 O^{-2} \rightarrow H^{+1}_2 Cr^{+6}_2 O^{-2}_x$  (conseguimos con el subíndice dos en el H que la suma de los estados de oxidación positivos sea un número par)  $\rightarrow H^{+1}_2 Cr^{+6}_2 O^{-2}_7$  (con el subíndice 7 en el O logramos que la suma de los estados de oxidación positivos y negativos sea 0)

**ácido disulfúrico.** Seleccionamos el estado de oxidación +6 por tener la terminación -ico y escribimos el subíndice 2 en el S .  $H^{+1} S^{+6}_2 O^{-2} \rightarrow H^{+1}_2 S^{+6}_2 O^{-2}_x \rightarrow H_2S_2O_7$  .

Nomenclatura tradicional de algunos oxoácidos con prefijos di-, tri-, tetra...	
Fórmula	Nomenclatura tradicional
$H_2S_2O_5$	ácido disulfuroso
$H_5P_3O_{10}$	ácido trifosfórico
$H_3Se_2O_7$	ácido diselénico
$H_4P_2O_7$	ácido difosfórico (antiguamente “pirofosfórico”)

## 5.2 Oxoácidos. Nomenclatura de adición.

Esta forma de nomenclatura da información estructural. Así, se nombra el átomo central y, utilizando los prefijos correspondientes, los grupos o ligandos que se unen a él, ordenados alfabéticamente delante del nombre del átomo central.

Lo habitual, en los oxoácidos que estudiamos, es encontrar los hidrógenos “ácidos” unidos a oxígenos y estos unidos al átomo central; y, por otro lado, se encuentran átomos de oxígeno que se unen directamente al átomo central. Es decir, al átomo central se pueden unir grupos -OH (que se nombran como “hidroxido-”) y grupos =O (que se nombran como “oxido-”), ambos precedidos por los prefijos de cantidad correspondientes. El nombre se finaliza con el nombre del átomo central.

De forma general:

(prefijo de cantidad)(hidroxido)(prefijo de cantidad)(oxido)(átomo central)



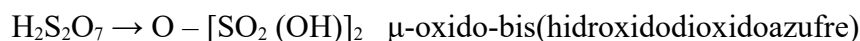
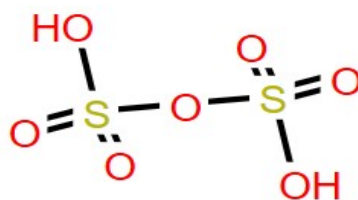
Fórmula	Nomenclatura de adición
HClO	hidroxidocloro
HClO <sub>2</sub>	hidroxidooxidocloro
HClO <sub>3</sub>	hidroxidodioxidocloro
HClO <sub>4</sub>	hidroxidotrioxidocloro
HBrO	hidroxidobromo
HBrO <sub>2</sub>	hidroxidooxidobromo
HBrO <sub>3</sub>	hidroxidodioxidobromo
HBrO <sub>4</sub>	hidroxidotrioxidobromo
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	dihidroxidooxidoazufre
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	dihidroxidodioxidoazufre
HNO <sub>2</sub>	hidroxidooxidon
HNO <sub>3</sub>	hidroxidooxidonitrogeno
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	trihidroxidooxidofosforo
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	trihidroxidofosforo
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	dihidroxidooxidocarbono



$H_4SiO_4$	tetrahidroxidosilicio
$H_3BO_3$	trihidroxidoboro
$H_2CrO_4$	dihidroxidodioxicromo
$H_2Cr_2O_7$	dihidroxidopentaoxidocromo
$HMnO_4$	hidroxidotrioxidomanganeso

### Oxoácidos con doble número del ácido central

Cuando un ácido presenta dos entidades dinucleares simétricas, pueden nombrarse siguiendo la nomenclatura de adición. Para indicar que son dos entidades, se introduce el nombre entre paréntesis y se utiliza el prefijo bis-. Delante, separado por un guion, se nombra el elemento que sirve de puente; en estos compuestos suele ser el oxígeno y se nombra como oxido-. Este elemento se designa anteponiéndole la letra griega  $\mu$  separado por un guion.



Derechos de autor: Molécula dibujada con el editor gratuito JSME molecular editor.

### 5.3 Oxoácidos. Nomenclatura de hidrógeno.

Para los oxoácidos y sus derivados hay una forma alternativa de nomenclatura aceptada por la IUPAC. Esta nomenclatura se usa cuando no se conoce la disposición estructural de los átomos en la fórmula. Es la segunda nomenclatura más utilizada en enseñanza para formular y nombrar oxoácidos.

Consiste en nombrar, en primer lugar, los hidrógenos que contiene el ácido mediante la palabra “hidrogeno-”, precedida por el prefijo de cantidad. A continuación, sin dejar espacios y entre paréntesis, se nombra el anión según la nomenclatura de adición; es decir, en general, se nombran los oxígenos que tiene y se acaba con la raíz del nombre del átomo central acabado en “-ato”. Obsérvese que la palabra hidrogeno se escribe sin acento pero debe leerse con énfasis en la sílaba “dro”.

(prefijo de cantidad)(hidrogeno)((prefijo de cantidad)(oxido)(prefijo de cantidad)(raíz del átomo central acabado en -ato))

#### Ejemplos:

dihidrogeno(tetraoxidosulfato)  $H_2SO_4$

dihidrogeno(heptaoxidodicromato)  $H_2Cr_2O_7$

Fórmula	Nomenclatura de hidrógeno
---------	---------------------------

<b>HClO</b>	<b>hidrogeno(oxidoclorato)</b>
<b>HClO<sub>2</sub></b>	<b>hidrogeno(dioxidoclorato)</b>
<b>HClO<sub>3</sub></b>	<b>hidrogeno(trioxidoclorato)</b>
<b>HClO<sub>4</sub></b>	<b>hidrogeno(tetraoxidoclorato)</b>
<b>HBrO</b>	<b>hidrogeno(oxidobromato)</b>
<b>HBrO<sub>2</sub></b>	<b>hidrogeno(dioxidobromato)</b>
<b>HBrO<sub>3</sub></b>	<b>hidrogeno(trioxidobromato)</b>
<b>HBrO<sub>4</sub></b>	<b>hidrogeno(tetraoxidobromato)</b>
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></b>	<b>dihidrogeno(trioxidosulfato)</b>
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>dihidrogeno(tetraoxidosulfato)</b>
<b>HNO<sub>2</sub></b>	<b>hidrogeno(dioxidonitrato)</b>
<b>HNO<sub>3</sub></b>	<b>hidrogeno(trioxidonitrato)</b>
<b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>	<b>trihidrogeno(tetraoxidofosfato)</b>
<b>H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub></b>	<b>trihidrogeno(trioxidofosfato)</b>
<b>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	<b>dihidrogeno(trioxidocarbonato)</b>
<b>H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub></b>	<b>tetrahidrogeno(tetraoxidosilicato)</b>
<b>H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub></b>	<b>trihidrogeno(trioxidoborato)</b>
<b>H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub></b>	<b>dihidrogeno(tetraoxidocromato)</b>
<b>H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	<b>dihidrogeno(heptaoxidodicromato)</b>
<b>HMnO<sub>4</sub></b>	<b>hidrogeno(tetraoxidomanganato)</b>

#### 5.4 Oxoácidos. Nomenclatura “anterior” a las recomendaciones de 2005 de la IUPAC.

Existen dos formas de nombrar los oxoácidos, que ya no son recomendadas por la IUPAC, pero que durante cierto tiempo seguirán encontrándose y, por ello, parece aconsejable conocerlas. Ambas son muy parecidas, por lo que se estudiará preferentemente una de ellas:

En una de ellas se nombran primero los oxígenos, mediante la palabra “oxo-”, precedida del prefijo de cantidad. A continuación, se nombra el átomo central, acabado en “-ato”, seguido por el número de oxidación entre paréntesis; si es necesario, se añade un prefijo de cantidad. Por último se indica la presencia de hidrógenos (sin especificar el número).

(prefijo de cantidad)(oxo)(prefijo de cantidad)(átomo central acabado en -ato)(número de oxidación)  
de hidrógeno

**Ejemplos:**

tetraoxosulfato(VI) de hidrógeno **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

heptaoxidicromato(VI) de hidrógeno **H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>**

En la otra forma, llamada anteriormente como sistemática funcional, se antepone la palabra ácido. Después se nombran los oxígenos, mediante la palabra “oxo-”, precedida del prefijo de cantidad. A

continuación, se nombra el átomo central, acabado en “-ico”, seguido por el número de oxidación entre paréntesis; si es necesario, se añade un prefijo de cantidad.

ácido (prefijo de cantidad)(oxo)(prefijo de cantidad)(átomo central acabado en -ico)(número de oxidación)

**Ejemplos:**

ácido tetraoxosulfúrico(VI)  $H_2SO_4$

ácido heptaoxidocrómico(VI)  $H_2Cr_2O_7$

Fórmula	Nombre anterior a las recomendaciones IUPAC 2005	
HClO	ácido oxoclórico(I)	oxoclorato (I) de hidrógeno
HClO <sub>2</sub>	ácido dioxoclórico (III)	dioxoclorato (III) de hidrógeno
HClO <sub>3</sub>	ácido trioxoclórico (V)	trioxoclorato (V) de hidrógeno
HClO <sub>4</sub>	ácido tetraoxoclórico (VII)	tetraoxoclorato (VII) de hidrógeno
HBrO	ácido oxobromico (I)	oxobromato (I) de hidrógeno
HBrO <sub>2</sub>	ácido dioxobromico (III)	dioxobromato (III) de hidrógeno
HBrO <sub>3</sub>	ácido trioxobromico (V)	trioxobromato (V) de hidrógeno
HBrO <sub>4</sub>	ácido tetraoxobromico (VII)	tetraoxobromato (VII) de hidrógeno
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	ácido trioxosulfúrico (IV)	trioxosulfato (IV) de hidrógeno
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ácido tetraoxosulfúrico (VI)	tetraoxosulfato (VI) de hidrógeno
HNO <sub>2</sub>	ácido dioxonítrico (III)	dioxonitrato (III) de hidrógeno
HNO <sub>3</sub>	ácido trioxonítrico (V)	trioxonitrato (V) de hidrógeno
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	ácido tetraoxofosfórico (V)	tetraoxofosfato (V) de hidrógeno
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	ácido trioxofosfórico (III)	trioxofosfato (III) de hidrógeno
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	ácido trioxocarbónico(IV)	trioxocarbonato (IV) de hidrógeno
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	ácido tetraoxosilícico (IV)	tetraoxosilicato (IV) de hidrógeno.
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	ácido trioxobórico (III)	trioxoborato (III) de hidrógeno
H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	ácido tetraoxocrómico (VI)	tetraoxocromato (VI) de hidrógeno
H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	ácido heptaoxidocrómico (VI)	heptaoxidocromato (VI) de hidrógeno.
HMnO <sub>4</sub>	ácido tetraoxomangánico (VII)	tetraoxomanganato (VII) de hidrógeno.

### 5.5 Oxoácidos de algunos metales

Son oxoácidos en los que el elemento central puede ser un metal.

#### Oxoácidos del B

El B actúa con estado de oxidación +3

Fórmula	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura de hidrógeno
---------	--------------------------	---------------------------

$\text{HBO}_2$	ácido metabórico	hidrogeno(dioxidoborato)
$\text{H}_3\text{BO}_3$	ácido bórico (antiguamente ácido ortobórico)	trihidrogeno(trioxidoborato)
$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	ácido tetrabórico	dihidrogeno(heptaoxidotetraborato)

### Oxoácidos teóricos del manganeso y cromo

Debido a la importancia química de las sales de manganeso y cromo escribimos los ácidos teóricos a partir de las cuales se obtienen. Los ácidos que se indican a continuación son hipotéticos y solo se conocen sus sales.

#### Oxoácidos del manganeso

Estado Oxidación	Fórmula	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura de hidrógeno
+4	$\text{H}_2\text{MnO}_3$	ácido manganoso	dihidrogeno(trioxidomanganato)
+6	$\text{H}_2\text{MnO}_4$	ácido mangánico	dihidrogeno(tetraoxidomanganato)
+7	$\text{HMnO}_4$	ácido permangánico No admitido en la lista de la IUPAC 2005	hidrogeno(tetraoxidomanganato)

#### Oxoácidos del cromo

Estado Oxidación	Fórmula	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura de hidrógeno
+3	$\text{HCrO}_2$	ácido cromoso	hidrogeno(dioxidocromato)
+6	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	ácido crómico No admitido en la lista de la IUPAC 2005	dihidrogeno(tetraoxidocromato)
+6	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	ácido dicrómico	dihidrogeno(heptaoxidodicromato)

Esta misma estructura se repite en los ácidos del **molibdeno** y **wolframio** los cuales actúan con los mismos estados de oxidación que el Cr.

### 6. Iones.

Los **iones** son especies con carga eléctrica positiva o negativa, ya sea un átomo o un grupo de átomos. Son átomos o moléculas que mediante un proceso de ionización, han ganado o perdido electrones. Los iones cargados positivamente se llaman **cationes** :  $\text{H}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ . La carga positiva indica que la especie química, átomo individual o molécula, tiene un defecto de electrones. Los iones cargados negativamente se llaman **aniones**:  $\text{F}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{N}^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Los aniones tienen un exceso de electrones respecto a su estado neutro.

El valor de la carga de los iones se expresa mediante un superíndice a la derecha del símbolo del último elemento, que consta de un **número seguido del signo correspondiente**.

En la fórmula de los iones monoatómicos, la carga se expresa con un superíndice a la derecha del símbolo del elemento. En los iones poliatómicos, la carga, que se indica igualmente con un superíndice a la derecha del último elemento que forma el ion, corresponde a la suma de los números de oxidación que se atribuye a los elementos que lo constituyen,  $\text{SO}_4^{2-}$ ; es decir, pertenece a todo el ion. Si sumamos los números de oxidación del S y del O en el anión sulfato el resultado final es -2, coincidente con la carga real del anión sulfato que se escribe 2-. ( $\text{S}^{+6} \text{O}_4^{-2}$ )<sup>2-</sup> Se utilizan

paréntesis para remarcar que la carga 2- pertenece a la agrupación de átomos a de azufre y 4 de oxígeno.  $1 \cdot (+6) + 4 \cdot (-2) = +6 - 8 = -2$ .

Debe tenerse en cuenta que mientras que en el número de oxidación el signo se escribe antes del número, para indicar la carga de un catión el signo de éste se escribe después del número. Ejemplo:  $\text{Ca}^{+2}$  expresa el número de oxidación del Ca cuando se va a formular. Cuando escribimos  $\text{Ca}^{2+}$  estamos indicando que se trata de un catión calcio formado a partir de un átomo neutro de calcio por la pérdida de dos electrones.

Los iones pueden estar constituidos por un mismo tipo de átomos como los iones monoatómicos ( $\text{H}^+$ ,  $\text{H}^-$ ,  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{P}^{3-}$ ), homopoliatómicos ( $\text{O}_2^{2-}$ , etc.). Si los iones tienen átomos de diferentes elementos químicos son iones heteroatómicos ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_2^-$ , etc.). Se emplea el término iones poliatómicos para aquellos formados por varios átomos, del mismo elemento o de diferentes elementos.

Cuando el valor de la carga es uno, ya sea positiva o negativa, sólo se indica con el signo en la fórmula. **Ejemplo:**  $\text{H}^+$ ,  $\text{H}^-$ .

## 6.1 Iones monoatómicos

### Cationes monoatómicos

Los cationes monoatómicos se nombran con el nombre del elemento seguido del valor de carga (un número con signo +), en números arábigos y entre paréntesis. Si el catión solo puede adoptar un estado de oxidación, no es necesario indicarlo. Al nombrarlos se debe emplear la palabra catión porque si no se pueden producir confusiones

Los cationes monoatómicos se formulan con el símbolo del elemento, con un superíndice a la derecha donde se indica el valor de la carga (un número seguido del signo +)

Fórmula	Cationes monoatómicos (nombre del elemento)(valor de la carga)
$\text{H}^+$	hidrógeno(1+) o hidrón
$\text{Mg}^{2+}$	magnesio(2+) o catión magnesio
$\text{Fe}^{2+}$	hierro(2+)
$\text{Fe}^{3+}$	hierro(3+)
$\text{Au}^+$	oro(1+)
$\text{Au}^{3+}$	oro(3+)
$\text{K}^+$	potasio(1+) o catión potasio
$\text{Na}^+$	sodio(1+) o sodio
$\text{O}_2^+$	dioxígeno(1+)
$\text{Hg}_2^{2+}$	dimercurio(2+)

### Aniones monoatómicos

Se nombran añadiendo la terminación “-uro” a la raíz del nombre del elemento, seguido del número de carga correspondiente (un número seguido del signo -), en números arábigos y entre paréntesis. Si no hay ambigüedad y el anión solo admite un estado de oxidación, se puede omitir el número de carga. El oxígeno se considera una excepción a esta norma para el que el anión  $\text{O}^{2-}$  recibe el nombre de óxido.

Los aniones monoatómicos se formulan con el símbolo del elemento, con un superíndice a la derecha donde se indica el valor de la carga (un número seguido del signo -)

<b>Fórmula</b>	<b>Mediante número de carga</b> (raíz del átomo acabada en uro)(valor de la carga)
<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>cloruro(1-) o cloruro</b>
<b>H<sup>-</sup></b>	<b>hidruro(1-) o hidruro</b>
<b>N<sup>3-</sup></b>	<b>nitruro(3-) o nitruro</b>
<b>Se<sup>2-</sup></b>	<b>seleniuro(2-) o seleniuro</b>
<b>O<sup>2-</sup></b>	<b>óxido(2-) u óxido</b>
<b>S<sup>2-</sup></b>	<b>sulfuro(2-) o sulfuro</b>
<b>C<sup>4-</sup></b>	<b>carburo(4-) o carburo</b>

## 6.2 Iones homopoliatómicos

Son especies con carga constituidas por varios átomos, pero de un mismo elemento químico. Los que tienen carga positiva se denominan cationes,  $O_2^+$ , y los que tienen carga negativa, aniones,  $O_2^{2-}$ .

Los cationes y aniones homopoliatómicos se nombran mediante la nomenclatura de composición; con el prefijo multiplicador delante del nombre del elemento correspondiente, seguido del valor de la carga iónica.

<b>Fórmula</b>	<b>Cationes homopoliatómicos</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Aniones homopoliatómicos</b>	
(prefijo de cantidad)(nombre del átomo)(valor de la carga)		(prefijo de cantidad)(raíz del átomo acabada en uro)(valor de la carga)		
<b>O<sub>2</sub><sup>+</sup></b>	<b>dioxígeno(1+)</b>	<b>O<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	<b>dióxido(1-)</b>	<b>superóxido</b>
<b>Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup></b>	<b>dimercurio(2+)</b>	<b>O<sub>2</sub><sup>2-</sup></b>	<b>dióxido(2-)</b>	<b>peróxido (aceptado)</b>
<b>H<sub>3</sub><sup>+</sup></b>	<b>trihidrógeno(1+)</b>	<b>O<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>trióxido(1-)</b>	<b>ozónido (aceptado)</b>
<b>S<sub>4</sub><sup>2+</sup></b>	<b>tetraazufre(2+)</b>	<b>N<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>trinitruro(1-)</b>	<b>azida (aceptado)</b>
<b>Bi<sub>5</sub><sup>4+</sup></b>	<b>pentabismuto(4+)</b>	<b>S<sub>2</sub><sup>2-</sup></b>	<b>disulfuro(2-)</b>	

## 6.3 Iones heteropoliatómicos

Los iones heteropoliatómicos son especies químicas con carga constituidas por varios átomos de diferentes elementos químicos.

En estos iones, el valor de la carga se obtiene al sumar los números de oxidación de los elementos que lo constituyen; por ejemplo:  $CO_3^{2-}$  deriva del ácido carbónico en el que el C actúa con estado de oxidación +4. El oxígeno actúa con estado de oxidación -2. Al multiplicar en número de átomos de cada tipo en el  $CO_3^{2-}$  por su estado de oxidación obtenemos la carga final del anión.  $1 \cdot (+4) + 3 \cdot (-2) = +4 - 6 = -2$ . Por tanto la carga del ion es 2-. Cuando la carga del ion es +1 o -1 solo se indica el signo. Ejemplo:  $NH_4^+$ ,  $ClO_4^-$ .

Muchos de los aniones heteropoliatómicos resultan de la pérdida parcial o total de los  $H^+$  de un oxoácido. Ejemplos:  $H_3PO_4 - H^+ \rightarrow H_2PO_4^-$ ;  $H_2PO_4^- - H^+ \rightarrow HPO_4^{2-}$ ;  $HPO_4^{2-} - H^+ \rightarrow PO_4^{3-}$

Para nombrar a los aniones heteropoliatómicos se necesita saber cuál es el estado de oxidación del átomo central. Veamos como calcularlo en el siguiente ejemplo:  $H_2PO_4^-$   $H_2P^xO_4^-$  1º.- Llamamos x al

estado de oxidación que queremos averiguar. 2º.- Planteamos la ecuación en la que al multiplicar el número de átomos por su estado de oxidación obtenemos la carga total de la especie química. Aplicado a nuestro caso sería  $2 \cdot (+1) + 1 \cdot x + 4 \cdot (-2) = -1$ .  $+2 + x - 8 = -1$ .  $x - 6 = -1$ .  $x = +6 - 1 = +5$ . El estado de oxidación del P en este anión es +5.

La IUPAC admite la nomenclatura tradicional para los iones heteropoliatómicos, pero recomienda la nomenclatura de adición, la de hidrógeno y la de composición con el número de carga.

### 6.3.1 Iones heteropoliatómicos. Aniones derivados de oxoácidos

Son los iones que resultan por la pérdida de iones hidrógeno,  $H^+$ , de un oxoácido.

- Nomenclatura común
- Nomenclatura de composición
- Nomenclatura de hidrógeno
- Nomenclatura de adición
- Nomenclatura de oxoaniones “anterior” a las recomendaciones de 2005 de la IUPAC.

#### 6.3.1.1 Iones heteropoliatómicos. Aniones derivados de oxoácidos. Nomenclatura común

Se cambia la terminación “-oso” o “-ico” del oxoácido por “-ito” o “-ato”, respectivamente. Nombrándose como ion o anión, en vez de ácido. Se mantienen los prefijos hipo- y per- en los nombres.

(hipo/.../.../per)(prefijo de cantidad)(raíz del nombre del átomo central acabada en ito/ato)

$H_2SO_4$  ácido sulfúrico  $- 2 H^+ \rightarrow SO_4^{2-}$  anión sulfato

$HClO_4$  ácido perclórico  $\rightarrow ClO_4^-$  anión perclorato

$H_2Cr_2O_7$  ácido dicrómico  $\rightarrow Cr_2O_7^{2-}$  anión dicromato

Como hay oxoácidos con varios hidrógenos, puede ocurrir que el anión derivado se forme por pérdida de algunos, pero no de todos los hidrógenos. En este caso, se antepone el prefijo hidrogeno-, dihidrogeno-, etc..., según el caso, al nombre del anión.

(prefijo de cantidad)hidrógeno(hipo/.../.../per)(prefijo de cantidad)(raíz del nombre del átomo central acabada en ito/ato)

$H_2SO_4$  ácido sulfúrico  $- H^+ \rightarrow HSO_4^-$  anión hidrógenosulfato

$H_2Cr_2O_7$  ácido dicrómico  $\rightarrow HCr_2O_7^-$  anión hidrógenodicromato

#### 6.3.1.2 Iones heteropoliatómicos. Aniones derivados de oxoácidos. Nomenclatura de composición con el número de carga.

Se nombran los elementos, indicando el número de cada uno con los prefijos de cantidad. Sería como eliminar los hidrógenos de la nomenclatura de hidrógeno de los oxoácidos. Finalmente, se indica la carga del anión mediante el número de carga.

(prefijo de cantidad)(oxido)(prefijo de cantidad)(átomo central acabado en -ato)(carga del anión)

$SO_4^{2-}$  tetraoxidosulfato(2-)

$Cr_2O_7^{2-}$  heptaoxidodicromato(2-)

$PO_4^{3-}$  tetraoxidofosfato(3-)



**6.3.1.3 Iones heteropoliatómicos. Aniones derivados de oxoácidos. Nomenclatura de hidrógeno**

Para los aniones que contienen hidrógeno se puede usar esta nomenclatura descrita para los ácidos, indicando la carga del anión al final del nombre entre paréntesis.

(prefijo de cantidad)(hidrogeno)((prefijo de cantidad)(oxido)(prefijo de cantidad)(raíz del nombre del átomo central acabado en -ato))(carga del anión)

**6.3.1.4 Iones heteropoliatómicos. Aniones derivados de oxoácidos. Nomenclatura de adición**

Para nombrar estos aniones derivados, se siguen las mismas reglas que para los oxoácidos en cuanto a la forma de nombrar los grupos unidos átomo central, pero se añade el sufijo “-ato” al nombre del elemento que actúa como átomo central y, a continuación, el número de carga del anión entre paréntesis.

(prefijo de cantidad)(hidroxido)(prefijo de cantidad)(oxido)(prefijo de cantidad)(átomo central acabado en -ato)(carga del anión)



\*Cuando se tiene un anión sin hidrógenos, la nomenclatura de adición coincide con la estequiométrica (nomenclatura de composición con el número de carga), siempre que haya un único átomo central.

**6.3.1.5 Iones heteropoliatómicos. Aniones derivados de oxoácidos. Nomenclatura de oxoaniones “anterior” a las recomendaciones de 2005 de la IUPAC. (NO OBLIGATORIA)**

Se nombran los oxígenos, mediante la palabra oxo-, precedida del prefijo de cantidad. A continuación, se nombra el átomo central, acabado en -ato, seguido por su número de oxidación entre paréntesis; si es necesario, se añade un prefijo de cantidad. Se antepone la palabra ion.

ion (prefijo de cantidad)(oxo)(prefijo de cantidad)(átomo central acabado en -ato)(número de oxidación)

**6.3.2 Iones heteropoliatómicos. Cationes heteropoliatómicos**

Se forman al añadir un  $\text{H}^+$  a los hidruros progenitores y se nombran a partir del hidruro progenitor correspondiente, sustituyendo la terminación -o por -io.

NOMENCLATURA de CATIONES HETEROPOLIATÓMICOS		
Fórmula	Nombre derivado del hidruro progenitor	Nombre común aceptado
$\text{H}_3\text{O}^+$	oxidanio	oxonio*
$\text{NH}_4^+$	azanio	amonio
$\text{PH}_4^+$	fosfanio	
$\text{SbH}_4^+$	estibanio	

\*No se admite el nombre hidronio.

Obsérvese como algunos cationes conservan el nombre común como amonio para el  $\text{NH}_4^+$  y oxonio para el  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

## 7. Oxisales

Resultan de la combinación de un anión de oxoácido con un catión. En estos casos la suma total de las cargas es cero, lo que condiciona el número de cada ion en el compuesto. Cuando se repite un ion formado por varios átomos (heteropoliatómico), se sitúa entre paréntesis en la fórmula, con el subíndice correspondiente.

Las oxisales neutras están formadas por un no metal, oxígeno y otro elemento. Se formulan colocando primero el catión y después el anión y se nombran con el nombre del anión seguido del nombre del catión. **Ejemplos:**  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  Sulfato de sodio  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  nitrato de amonio

En general, se nombran siguiendo la estructura de los compuestos binarios (formados por un anión y por un catión).

- Nomenclatura común o clásica
- Nomenclatura estequiométrica (de composición)
- Nomenclatura de adición
- Nomenclatura de sales de oxoácidos “anterior” a las recomendaciones de 2005 de la IUPAC

### 7.1 Oxisales. Nomenclatura común o clásica.

Se nombra el **oxoanión** y, tras la palabra “de”, se indica el nombre del catión, indicando entre paréntesis el número de carga o el número de oxidación en número romanos y sin signo, si es necesario.

Cuando no hay ambigüedad sobre la carga de un catión, debido a que está formado por un elemento que presenta su único y habitual estado de oxidación, no se indica el número de carga o el estado de oxidación.

(nombre del **oxoanión**) de (nombre del **catión**)(número de carga o número de oxidación)

**Ejemplo:** Se combina un ion sodio con uno perclorato para que la sal resultante sea eléctricamente neutra.

$\text{Na}^+$  catión sodio y  $\text{ClO}_4^-$  anión perclorato originan  $\text{NaClO}_4$  perclorato de sodio

			Nomenclatura tradicional	
Fórmula	oxoanión	catión	Nomenclatura tradicional indicando el número de oxidación	Nomenclatura tradicional indicando el número de carga
$\text{Fe}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{ClO}_3^-$	$\text{Fe}^{2+}$	clorato de hierro(II)	clorato de hierro(2+)
$\text{Fe}(\text{ClO}_3)_3$	$\text{ClO}_3^-$	$\text{Fe}^{3+}$	clorato de hierro(III)	clorato de hierro(3+)
$\text{Au}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Au}^{3+}$	sulfato de oro(III)	sulfato de oro(3+)
$\text{NaNO}_2$	$\text{NO}_2^-$	$\text{Na}^+$	nitrito de sodio	nitrito de sodio
$\text{KNO}_3$	$\text{NO}_3^-$	$\text{K}^+$	nitrato de potasio	nitrato de potasio
$\text{AlPO}_4$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{Al}^{3+}$	(orto)fosfato de aluminio	(orto)fosfato de aluminio
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{NH}_4^+$	carbonato de amonio	carbonato de amonio
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$\text{K}^+$	dicromato de potasio	dicromato de potasio

$\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$	$\text{PO}_3^-$	$\text{Ca}^{2+}$	metafosfato de calcio	metafosfato de calcio
$\text{RbMnO}_4$	$\text{MnO}_4^-$	$\text{Rb}^+$	permanganato de rubidio	permanganato de rubidio

## 7.2 Oxisales Nomenclatura estequiométrica (de composición)

Se nombra en primer lugar el anión del oxoácido (no se indica la carga) y, tras la palabra “de”, se nombra el catión. La proporción de ambos constituyentes se indica mediante los prefijos multiplicativos.

Cuando el nombre de un constituyente comienza por un prefijo multiplicativo o para evitar ambigüedades, se usan los prefijos de cantidad alternativos [bis (2), tris (3), tetrakis (4), pentakis (5), etc...], colocando el nombre correspondiente entre paréntesis (esto es lo habitual con el oxoanión).

(prefijo de cantidad)(nombre del oxoanión, sin la carga) de (prefijo de cantidad)(nombre del catión sin la carga)

$\text{Na}_2\text{SO}_4$  tetraoxidosulfato de disodio

Fórmula	oxoanión	nombre de oxoanión	catión	nombre
$\text{Fe}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{ClO}_3^-$	trioxidoclorato(1-)	$\text{Fe}^{2+}$	bis(trioxidoclorato) de hierro
$\text{Fe}(\text{ClO}_3)_3$	$\text{ClO}_3^-$	trioxidoclorato(1-)	$\text{Fe}^{3+}$	tris(trioxidoclorato) de hierro
$\text{Au}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{SO}_4^{2-}$	tetraoxidosulfato(2-)	$\text{Au}^{3+}$	tris(tetraoxidosulfato) de dioro
$\text{NaNO}_2$	$\text{NO}_2^-$	dioxidonitrato(1-)	$\text{Na}^+$	dioxidonitrato de sodio
$\text{KNO}_3$	$\text{NO}_3^-$	trioxidonitrato(1-)	$\text{K}^+$	trioxidonitrato de potasio
$\text{AlPO}_4$	$\text{PO}_4^{3-}$	tetraoxidofosfato(3-)	$\text{Al}^{3+}$	tetraoxidofosfato de aluminio
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{CO}_3^{2-}$	trioxidocarbonato(2-)	$\text{NH}_4^+$	trioxidocarbonato de diamonio
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	heptaoxidodicromato(2-)	$\text{K}^+$	heptaoxidodicromato de dipotasio
$\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$	$\text{PO}_3^-$	trioxidofosfato(1-)	$\text{Ca}^{2+}$	bis(trioxidofosfato) de calcio
$\text{RbMnO}_4$	$\text{MnO}_4^-$	tetraoxidomanganato(1-)	$\text{Rb}^+$	tetraoxidomanganato de rubidio

## 7.3 Oxisales. Nomenclatura de adición

Se nombra el anión de acuerdo a la nomenclatura de adición y, tras la palabra “de”, el catión, utilizando el número de carga correspondiente.

(nombre del oxoanión)(número de carga) de (nombre del catión)(número de carga)

Si el estado de oxidación del catión es único puede prescindirse de él.

Fórmula	oxoanión	nombre de oxoanión	catión	nombre
$\text{Fe}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{ClO}_3^-$	trioxidoclorato(1-)	$\text{Fe}^{2+}$	trioxidoclorato(1-) de hierro(2+)
$\text{Fe}(\text{ClO}_3)_3$	$\text{ClO}_3^-$	trioxidoclorato(1-)	$\text{Fe}^{3+}$	trioxidoclorato(-1) de hierro(3+)

$\text{Au}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{SO}_4^{2-}$	tetraoxidosulfato(2-)	$\text{Au}^{3+}$	tetraoxidosulfato(2-) de oro(3+)
$\text{NaNO}_2$	$\text{NO}_2^-$	dioxidonitrato(1-)	$\text{Na}^+$	dioxidonitrato(1-) de sodio
$\text{KNO}_3$	$\text{NO}_3^-$	trioxidonitrato(1-)	$\text{K}^+$	trioxidonitrato(1-) de potasio
$\text{AlPO}_4$	$\text{PO}_4^{3-}$	tetraoxidofosfato(3-)	$\text{Al}^{3+}$	tetraoxidofosfato(3-) de aluminio
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{CO}_3^{2-}$	trioxidocarbonato(2-)	$\text{NH}_4^+$	trioxidocarbonato(2-) de amonio
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$\text{CrO}_4^{2-}$	heptaoxidodicromato(2-)	$\text{K}^+$	tetraoxidocromato(2-) de potasio
$\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$	$\text{PO}_3^-$	trioxidofosfato(1-)	$\text{Ca}^{2+}$	trioxidofosfato(1-) de calcio
$\text{RbMnO}_4$	$\text{MnO}_4^-$	tetraoxidomanganato(1-)	$\text{Rb}^+$	tetraoxidomanganato(1-) de rubidio

#### 7.4 Oxisales. Nomenclatura de sales de oxoácidos “anterior” a las recomendaciones de 2005 de la IUPAC. (NO OBLIGATORIO)

Se nombra el oxoanión de acuerdo a esta nomenclatura y, tras la palabra “de”, se indica el nombre del catión, especificando el número de oxidación entre paréntesis cuando sea necesario (Stock). Cuando el oxoanión se repite varias veces en la fórmula, es recomendable indicarlo mediante los prefijos de cantidad alternativos (bis, tris, tetrakis, pentakis, etc...), introduciendo el nombre entre corchetes.

Fórmula	oxoanión	nombre de oxoanión	catión	nombre
$\text{Fe}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{ClO}_3^-$	trioxoclorato(V)	$\text{Fe}^{2+}$	bis(trioxoclorato(V)) de hierro(II)
$\text{Fe}(\text{ClO}_3)_3$	$\text{ClO}_3^-$	trioxoclorato(V)	$\text{Fe}^{3+}$	tris(trioxoclorato(V)) de hierro(III)
$\text{Au}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{SO}_4^{2-}$	tetraoxosulfato(VI)	$\text{Au}^{3+}$	tris(tetraoxosulfato(VI)) de oro (III)
$\text{NaNO}_2$	$\text{NO}_2^-$	dioxonitrato(III)	$\text{Na}^+$	dioxonitrato(III) de sodio
$\text{KNO}_3$	$\text{NO}_3^-$	trioxonitrato(V)	$\text{K}^+$	trioxonitrato(V) de potasio
$\text{AlPO}_4$	$\text{PO}_4^{3-}$	tetraoxofosfato(V)	$\text{Al}^{3+}$	tetraoxofosfato(V) de aluminio
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{CO}_3^{2-}$	trioxocarbonato(IV)	$\text{NH}_4^+$	trioxocarbonato(IV) de amonio
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	heptaoxidodicromato(VI)	$\text{K}^+$	heptaoxidodicromato(VI) de potasio
$\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$	$\text{PO}_3^-$	trioxofosfato(V)	$\text{Ca}^{2+}$	bis(trioxofosfato(V)) de calcio
$\text{RbMnO}_4$	$\text{MnO}_4^-$	tetraoxomanganato(VII)	$\text{Rb}^+$	tetraoxomanganato(VII) de rubidio

## 8 Sales ácidas

Proviene de los ácidos hidrácidos o de los oxoácidos por pérdida parcial de uno o varios hidrones  $\text{H}^+$ .

### 8.1 Sales ácidas derivadas de los “ácidos hidrácidos”

Los ácidos hidrácidos que contienen dos átomos de hidrógeno en su fórmula pueden perder un  $\text{H}^+$  y

dar lugar a la formación de un anión que contiene hidrógeno. Estos aniones se nombran anteponiendo la palabra hidrógeno a la raíz del nombre del no metal que lo acompaña, acabada en -uro.

Cuando los aniones anteriores se combinan con cationes originan sales ácidas y se nombran como compuestos binarios.

### 8.1.1 Sales ácidas derivadas de los “ácidos hidrácidos”. Nomenclatura tradicional

hidrógeno(raíz del no metal acabada en uro) de (nombre del catión)(número de oxidación)

K(HS) hidrogenosulfuro de potasio      Cu(HS)<sub>2</sub> hidrogenosulfuro de cobre(II)

### 8.1.2 Sales ácidas derivadas de los “ácidos hidrácidos”. Nomenclatura de hidrógeno, normas IUPAC

(prefijo de cantidad)hidrógeno(raíz del átomo central acabada en uro) de (nombre del catión)

K(HS) hidrogenosulfuro de potasio      Cu(HS)<sub>2</sub> bis[hidrógeno(sulfuro)] de cobre

Nomenclatura de sales ácidas derivadas de los ácidos hidrácidos				
Fórmula	catión	anión	Nomenclatura tradicional indicando el número de oxidación	Nomenclatura tradicional indicando el número de carga
NaHS	Na <sup>+</sup>	HS <sup>-</sup>	hidrogenosulfuro de sodio	hidrógeno(sulfuro) de sodio
Co(HSe) <sub>3</sub>	Co <sup>3+</sup>	HSe <sup>-</sup>	hidrogenoseleniuro de cobalto(III)	tris[hidrógeno(seleniuro)] de cobalto
Cu(HTe) <sub>2</sub>	Cu <sup>2+</sup>	HTe <sup>-</sup>	hidrogenotelururo de cobre(II)	bis[hidrógeno(telururo)] de cobre
NH <sub>4</sub> HS	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	hidrogenosulfuro de amonio	hidrógeno(sulfuro) de amonio

## 8.2 Sales ácidas derivadas de los oxoácidos

Algunos oxoácidos están compuestos por varios hidrógenos; si éstos pierden algunos hidrógenos, pero no todos, se forman aniones que contienen hidrógeno.

Estos aniones cuando se combinan con cationes dan especies neutras llamadas oxisales ácidas, las cuales son compuestos cuaternarios al ser combinaciones de cuatro elementos.

Se pueden nombrar utilizando:

Nomenclatura tradicional

Nomenclatura estequiométrica (de composición con prefijos multiplicadores)

Nomenclatura de adición

Nomenclatura anterior al 2005

Se formulan escribiendo primero el símbolo del metal o catión correspondiente y después el símbolo del anión buscando la neutralidad eléctrica del catión y anión, o intercambiando los subíndices con la posible simplificación de éstos, si procede. Como el subíndice afecta a todo el anión, este debe aparecer entre paréntesis.

### 8.2.1 Sales ácidas derivadas de los oxoácidos. Nomenclatura tradicional

Se nombra el anión según esta nomenclatura y tras la palabra de se escribe el nombre del catión, indicando entre paréntesis su número de oxidación si es necesario.

(nombre del oxoanión) de (nombre del catión)(número de oxidación)

### Ejemplos:

catión  $\text{Fe}^{3+}$  y anión  $\text{H}_2\text{PO}_3^{2-}$  originan  $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_3)_3$  dihidrogenofosfato de hierro(III)

catión  $\text{Na}^+$  y anión  $\text{HCO}_3^-$  originan  $\text{NaHCO}_3$  hidrogenocarbonato de sodio\*

\*Llamado antiguamente **bicarbonato sódico** o **bicarbonato de sodio**. Todavía se sigue utilizando ese nombre en los recipientes cuando lo compramos en la farmacia para utilizar en repostería para hacer más esponjosos los postres, o para reducir la acidez de estómago después de una comida copiosa. A partir de ahora ya le podéis comentar a la farmacéutica o al farmacéutico que el nombre que se utiliza en los envases no sigue las recomendaciones de la IUPAC 2005.

### 8.2.2 Sales ácidas derivadas de los oxoácidos. Nomenclatura de composición con prefijos multiplicadores (Nomenclatura estequiométrica)

Se nombra, en primer lugar, el anión del oxoácido(sin indicar la carga) y tras la preposición de se escribe el nombre del catión sin la carga. La proporción de ambos iones se indica por medio de prefijos multiplicadores. Se utilizan los prefijos bis, tris, tetrakis, pentakis para indicar la cantidad de aniones. En el nombre del anión se requiere el uso de corchetes cuando se usen los prefijos anteriores pues ya hay paréntesis.

(prefijo de cantidad)(nombre del **oxoanión**) de (prefijo de cantidad)(nombre del catión)

$\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$  tris[dihidrogeno(tetraoxidofosfato)] de hierro

$\text{Fe}_2(\text{HPO}_3)_3$  tris[hidrogeno(tetraoxidofosfato)] de dihierro

$\text{NaHCO}_3$  hidrogeno(trioxidocarbonato) de sodio

### 8.2.3 Sales ácidas derivadas de los oxoácidos. Nomenclatura de adición

Se nombra el anión de acuerdo a la nomenclatura de adición y a continuación de la palabra de se indica el nombre del catión con el número de carga correspondiente.

(nombre del **oxoanión**)(carga negativa) de (nombre del **catión**)(carga positiva)

$\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$  dihidroxidodioxidofosfato(1-) de hierro(3+)

$\text{Fe}_2(\text{HPO}_4)_3$  hidroxidodioxidofosfato de hierro(3+)

$\text{NaHCO}_3$  hidrogeno(trioxidocarbonato) de sodio

### 8.2.4 Sales ácidas derivadas de los oxoácidos. Nomenclatura anterior a 2005 (NO OBLIGATORIA)

Se nombra el anión de acuerdo con esta nomenclatura, y tras la preposición de se indica el nombre del catión, especificando el número de oxidación entre paréntesis cuando se a necesario. Cuando el anión se repite varias veces n la fórmula es recomendable indicarlo mediante prefijos de cantidad alternativos como se indicó con anterioridad: bis, tris, tetrakis, pentakis, hexakis, heptakis, introduciendo el nombre entre corchetes.

Prefijo de cantidad[(prefijo de cantidad)(nombre del anión)(número de oxidación)](nombre del catión)(número de oxidación)

### Ejemplos:

$\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$  tris[dihidrogenotetraoxofosfato(V)] de hierro(III)

$\text{Fe}_2(\text{HPO}_4)_3$  tris[hidrogenotetraoxofosfato(V)] de hierro(III)

$\text{NaHCO}_3$  hidrogenotrioxidocarbonato(IV) de sodio

<b>NOMENCLATURA de SALES ÁCIDAS DERIVADAS de los OXOÁCIDOS</b>			
<b>Fórmula</b>	<b>Nomenclatura tradicional</b>	<b>Nomenclatura de composición</b>	<b>Nomenclatura de adición</b>
$\text{CuHSO}_4$	hidrogenosulfato de cobre(I)	hidrogeno(tetraoxidosulfato) de cobre	hidroxiidotrioxidosulfato(1-) de Cu(1+)
$\text{Cu}(\text{HSO}_4)_2$	hidrogenosulfato de cobre(II)	bis[hidrogeno(tetraoxidosulfato)] de cobre	hidroxiidotrioxidosulfato(1-) de cobre(2+)
$\text{NH}_4\text{HCO}_3$	hidrogenocarbonato de amonio	hidrogeno(trioxidocarbonato) de amonio	hidroxiidodioxidocarbonato(1-) de amonio
$\text{Cd}(\text{HS}_2\text{O}_7)_2$	Hidrogenodisulfato de cadmio	bis[hidrogeno(heptoxidodisulfato)] de cadmio	hidroxiidoheptoxidodisulfato(1-) de cadmio?