

FORMULACIÓN y NOMENCLATURA QUÍMICA INORGÁNICA

1. IDEAS GENERALES

Las moléculas de las sustancias están formadas por átomos. Existen más de 100 clases distintas de átomos, llamándose elemento químico a todos los átomos de una misma clase. Un elemento químico se designa mediante una o dos letras que constituye su símbolo.

Los elementos químicos se clasifican en la Tabla Periódica. Consiste ésta, en una agrupación de los elementos químicos según orden creciente de sus números atómicos en la que aparecen juntos, en la misma columna (familia), los elementos con propiedades químicas semejantes.

La fórmula se utiliza para representar a una molécula y con ella se indican los elementos que la integran y el número de átomos de cada uno de ellos.

Las distintas sustancias no son combinaciones al azar de los elementos de la Tabla Periódica, sino que son el resultado de la combinación en unas determinadas proporciones de elementos que guardan cierta "afinidad". Estas limitaciones vienen prefijadas por la capacidad de combinación o valencia de los elementos, que a su vez es función de su posición en la Tabla Periódica.

Para escribir un compuesto químico se deben tener en cuenta los dos criterios siguientes:

- En el caso de compuestos binarios (compuestos formados por dos elementos), se debe escribir siempre el elemento de número de oxidación positivo a la izquierda y el de número de oxidación negativo a la derecha, aunque al nombrarlos se hace en orden inverso.
- Para formular un compuesto se intercambian los números de oxidación de los diferentes átomos, grupos o iones que intervienen, colocándolos como subíndices y simplificándolos, teniendo en cuenta que el número 1 no se escribe y que en la fórmula final deben aparecer siempre números enteros.

Debemos recordar también que en la actualidad existen dos criterios de uso, y son:

➤ **Nomenclatura tradicional o funcional.**

Es la más frecuentemente utilizada en el lenguaje químico, industrial y comercial. Se basa en la asignación de nombres genéricos para compuestos que poseen estructuras y propiedades análogas. La primera parte del nombre indica el tipo de compuesto del que se trata, seguidamente se especifica el elemento concreto que interviene, metálico o no metálico, con la terminación **-ico**, para el estado de mayor valencia, y acabado en **-oso** para el de menor. Si la valencia es única, se utiliza la terminación **-ico** o el nombre del elemento.

➤ **Nomenclaturas sistemáticas (IUPAC).**

Se comienza con el prefijo que indica el número de átomos de los elementos, O e H, seguido del nombre del tipo de compuesto y del nombre del elemento generalmente no metálico. Si ambos elementos tienen más de un átomo, se utilizan prefijos numerales en ambos casos. Se acepta la **notación de Stock**, en la que su referencia fundamental es el uso mediante números romanos entre paréntesis de la valencia o número de oxidación del elemento que entra a formar parte del compuesto químico, aunque si este elemento tiene una única valencia, se omite.

2. CONCEPTO DE VALENCIA Y DE NÚMERO DE OXIDACIÓN

La valencia química se puede definir como la capacidad de combinación de un elemento químico con respecto a otros elementos, cuando forman entre sí diversos compuestos químicos. Actualmente se ha sustituido el concepto de valencia química por el de número de oxidación por tener un carácter más general.

El número de oxidación de un átomo en un compuesto es el número de electrones ganados o perdidos por dicho átomo con respecto al mismo átomo aislado. Existen números de oxidación negativos si ganan electrones y positivos si se pierden electrones.

Los números de oxidación **más frecuentes** son:

| Sí mbolo. | Nombre | Nº de oxidación | Sí mbolo. | Nombre | Nº de oxidación |
|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|--------------------|
| Al | Aluminio | +3 | H | Hidrógeno | ±1 |
| Sb | Antimonio | ±3, +5 | Fe | Hierro | +2, +3 |
| As | Arsénico | ±3, +5 | In | Indio | +3 |
| S | Azufre | ±2, +4, +6 | I | Yodo | ±1,+3, +5, +7 |
| Ba | Bario | +2 | Li | Litio | +1 |
| Be | Berilio | +2 | Mg | Magnesio | +2 |
| Bi | Bismuto | +3, +5 | Mn | Manganeso | +2, +3, +4, +6, +7 |

| Símbolo. | Nombre | Nº de oxidación | Símbolo. | Nombre | Nº de oxidación |
|----------|-----------|-----------------|----------|-----------|--------------------|
| B | Boro | +3 | Hg | Mercurio | +1, +2 |
| Br | Bromo | ±1, +3, +5, +7 | Ni | Níquel | +2, +3 |
| Cd | Cadmio | +2 | N | Nitrógeno | +1, +2, ±3, +4, +5 |
| Ca | Calcio | +2 | Au | Oro | +1, +3 |
| C | Carbono | ±4, +2 | O | Oxígeno | -2 |
| Cs | Cesio | +1 | Pd | Paladio | +2, +4 |
| Zn | Cinc | +2 | Ag | Plata | +1 |
| Cl | Cloro | ±1, +3, +5, +7 | Pt | Platino | +2, +4 |
| Co | Cobalto | +2, +3 | Pb | Plomo | +2, +4 |
| Cu | Cobre | +1, +2 | K | Potasio | +1 |
| Cr | Cromo | +2, +3, +6 | Ra | Radio | +2 |
| Sc | Escandio | +3 | Rb | Rubidio | +1 |
| Sn | Estaño | +2, +4 | Se | Selenio | -2, +4, +6 |
| Sr | Estroncio | +2 | Si | Silicio | +4 |
| F | Flúor | -1 | Na | Sodio | +1 |
| P | Fósforo | ±3, +5 | Tl | Talio | +1, +3 |
| Ga | Galio | +3 | Te | Telurio | -2, +4, +6 |
| Ge | Germanio | +4 | Ti | Titanio | +3, +4 |
| He | Helio | 0 | V | Vanadio | +2, +3, +4, +5 |

Existen unas reglas para asignar los números de oxidación de los elementos químicos dentro de un compuesto:

- El número de oxidación de todos los elementos químicos en su estado libre es cero, en cualquiera de las formas en que se presenten en la naturaleza.
- El número de oxidación del H en sus compuestos es siempre +1 excepto en los hidruros metálicos, que es -1.
- El número de oxidación del O en sus compuestos es siempre -2 excepto en los peróxidos que es -1.
- La suma algebraica de los productos de los números de oxidación de los átomos de una molécula por su subíndice es igual a cero, y en el caso de un ion, dicha suma algebraica deberá ser igual al valor de la carga del ion.

3. COMBINACIONES MONARIAS

Son combinaciones de átomos de un solo elemento. Como más importantes citaremos las moléculas del propio elemento, He, Cl₂, O₂, P₄, etc. Su fórmula, en muchos casos, depende de su forma de obtención, dando lugar a diferentes estados alotrópicos, los cuales reciben frecuentemente nombres vulgares. De cualquier modo, su **nomenclatura sistemática** se limita a la utilización de prefijos griegos ante el nombre del elemento en cuestión: dicloro, trióxígeno, tetrafósforo, etc. Sería interesante recordar los prefijos más importantes:

| | | | |
|-------|---|-------|---|
| Mono | 1 | Penta | 5 |
| Di | 2 | Hexa | 6 |
| Tri | 3 | Hepta | 7 |
| Tetra | 4 | Octa | 8 |

EJERCICIO-1:

Escribe la fórmula o el nombre sistemático de las especies siguientes:

Hidrógeno molecular

Cl₂

Cloro atómico

O₃

N₂

Nitrógeno molecular

Hierro

H

Flúor

4. COMBINACIONES BINARIAS CON EL OXÍGENO.

Las combinaciones binarias con oxígeno más importantes, se pueden resumir funcionalmente en: óxidos y peróxidos.

4.1. ÓXIDOS.

Se denominan óxidos a los compuestos binarios del oxígeno con otro elemento. A efectos exclusivos de formulación, vamos a clasificar los óxidos en metálicos y no metálicos, según que el oxígeno se una a un metal o a un no metal.

| | | |
|--------|--------------|--------------------|
| Óxidos | Metálicos | Oxígeno + metal |
| | No metálicos | Oxígeno + no metal |

4.1.1. ÓXIDOS BÁSICOS O METÁLICOS

La unión del **oxígeno** con los **metales** da lugar a los óxidos básicos o metálicos. La fórmula general es M_2O_m donde **M** es el metal y **m** el número de oxidación con que actúa.

NOMENCLATURA TRADICIONAL

Se nombran con la palabra **óxido** seguida del nombre del metal terminado en **-oso** o **-ico**, según que el metal actúe con el menor o con el mayor estado de oxidación. Si sólo actúa con un número de oxidación se puede nombrar con la terminación **-ico** o con la palabra **óxido** seguida de la preposición **de** y el nombre del metal.

Óxido de sodio (o sódico): Na_2O ; Óxido férrico: Fe_2O_3

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA

En esta nomenclatura se indica la proporción de los constituyentes o se puede utilizar la notación de Stock,

Trióxido de azufre: SO_3 ; Óxido de plomo(IV): PbO

4.1.2. ÓXIDOS ÁCIDOS O NO METÁLICOS.

La unión del **oxígeno** con los **no metales** da lugar a los óxidos ácidos o no metálicos. La fórmula general es Y_2O_m donde **Y** es el no metal y **m** el número de oxidación con que actúa.

NOMENCLATURA TRADICIONAL

En este caso se nombran con la palabra genérica **óxido** seguida del nombre del no metal. (la denominación **anhídrido** NO SE USA)

Hay que distinguir los siguientes casos:

| Estados de oxidación posibles | Prefijos y sufijos |
|-------------------------------|---|
| 1 | -ico |
| 2 | -oso -ico |
| 3 | Hipo- -oso -oso -ico |
| 4 | Hipo- -oso -oso -ico per- -ico |



Óxido cloroso: Cl_2O_3 ; Óxido arsenioso As_2O_3

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA.

Se nombran y formulan igual que en el caso de los óxidos metálicos.

Monóxido de dinitrógeno u óxido de nitrógeno (I): N₂O

4.2. PERÓXIDOS.

Son óxidos en los que, en su estructura, figura la agrupación **peroxo** (-O-O-), donde el oxígeno actúa con número de oxidación **-1**. No se puede simplificar, por lo tanto, el subíndice 2 del oxígeno.

Podemos tener algunos problemas al confundirlos con los óxidos; para distinguirlos tendremos en cuenta que: a) si está sin simplificar se trata de un peróxido; b) si la fórmula no se puede simplificar, como el CuO₂, si suponemos que se trata de un óxido, le tendríamos que asignar al cobre un estado de oxidación de +4, que no es posible.

NOMENCLATURA TRADICIONAL

Se nombran con la palabra **peróxido**, seguida del nombre del metal y aplicando las reglas de los óxidos en el caso de que dicho metal tenga una o varios estados de oxidación.

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA.

Análoga a la de los óxidos. Se puede usar la notación de stock pero con la palabra peróxido.

Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) H₂O₂.

EJERCICIO-2:

Escribe la fórmula de las especies siguientes:

Óxido cobáltico

Peróxido de litio

Trióxido de dinitrógeno

Peróxido de mercurio(I)

Óxido de platino(II)

Óxido de níquel(III)

Óxido hipocloroso

Óxido ferroso

Heptóxido de dimanganeso

Óxido de dicloro

Óxido plumboso

Dióxido de silicio

EJERCICIO-3:

Nombra (funcional y sistemática) de las siguientes especies químicas:

I₂O

CaO

P₂O₅

SO₂

CaO₂

GeO₂

Cs₂O₂

Cl₂O₅

CrO₃

PtO₂

Al₂O₃

N₂O₄

5. COMBINACIONES BINARIAS CON EL HIDRÓGENO.

5.1. HIDRUROS

Se denominan hidruros a los compuestos binarios del hidrógeno con otro elemento. A efectos exclusivos de formulación, vamos a clasificar los hidruros en metálicos y no metálicos, según que el hidrógeno se una a un metal o a un no metal.

| | | |
|----------|--------------|----------------------|
| Hidruros | Metálicos | Hidrógeno + metal |
| | No metálicos | Hidrógeno + no metal |

5.1.1. HIDRUROS METÁLICOS.

En este caso el hidrógeno actúa con número de oxidación **-1** y va precedido en las fórmulas por el símbolo del metal. (MH_x)

NOMENCLATURA TRADICIONAL

En la nomenclatura tradicional el nombre es **hidruro** del metal con los sufijos **-oso** e **-ico** para el menor y mayor número de oxidación, respectivamente.

Hidruro plumboso: PbH₂; Hidruro cálcico: CaH₂

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA.

En la sistemática se emplean los prefijos **mono, di, tri, tetra**, etc. delante de la palabra **hidruro** para indicar el número de átomos de hidrógeno que entran a formar parte del compuesto. Se puede utilizar la notación de Stock (si el elemento posee una sola valencia no es necesario indicarla).

Tetrahidruro de estaño o Hidruro de estaño(IV): SnH₄

5.1.2. HIDRUROS NO METÁLICOS.

En este caso el hidrógeno actúa con número de oxidación **+1**, y el no metal va precedido en las fórmulas por el símbolo del hidrógeno. (**H_xM**).

Dentro de los hidruros metálicos podemos hacerla siguiente división:

5.1.2.1. HALUROS DE HIDRÓGENO (Ácidos HIDRÁCIDOS)

Es la combinación del hidrógeno con alguno de los siguientes elementos: **F, Cl, Br, I, S, Se, Te** los cuales actúan con estado de oxidación negativo.

Se nombran añadiendo el no metal la terminación **-uro** y completando con la expresión **de hidrógeno**.

Se formulan escribiendo primero el **H** y luego el símbolo del no metal, intercambiándose los números de oxidación.

| Compuesto | Nombre | En disolución acuosa |
|-------------------|------------------------|----------------------|
| HF | Fluoruro de hidrógeno | Ácido fluorhídrico |
| HCl | Cloruro de hidrógeno | Ácido clorhídrico |
| HBr | Bromuro de hidrógeno | Ácido bromhídrico |
| HI | Yoduro de hidrógeno | Ácido yodhídrico |
| H ₂ S | Sulfuro de hidrógeno | Ácido sulfhídrico |
| H ₂ Se | Seleniuro de hidrógeno | Ácido selenhídrico |
| H ₂ Te | Teluriuro de hidrógeno | Ácido telurhídrico |

Como se aprecia en la tabla anterior, al disolver estos compuestos en agua, presentan propiedades ácidas, tomando otro nombre.

5.1.2.2. HIDRUROS DE IIIA, IVA Y VA

Es la combinación del hidrógeno con alguno de los siguientes elementos: **N, P, As, Sb, C, Si y B** los cuales actúan con estado de oxidación negativo.

Al no poseer propiedades ácidas se clasifican aparte.

Se nombran con la expresión **hidruro de** seguido del nombre del no metal anteponiendo al hidruro la partícula correspondiente al número de H que lleve la molécula. También acepta la IUPAC nombre especiales.

| Compuesto | Nombre | Nombre especial aceptado |
|------------------|-------------------------|--------------------------|
| NH ₃ | Trihidruro de nitrógeno | Amoniaco |
| PH ₃ | Trihidruro de fósforo | Fosfina |
| AsH ₃ | Trihidruro de arsénico | Arsina |
| SbH ₃ | Trihidruro de antimonio | Estibina |
| SiH ₄ | Tetrahidruro de silicio | Silano |
| BH ₃ | Trihidruro de boro | Borano |
| CH ₄ | ----- | Metano |

6. METALES CON NO METALES. (SALES BINARIAS).

En estos casos se escribe primero el símbolo del metal (menos electronegativo); el no metal actúa con estado de oxidación negativo. Para nombrar estos compuestos se utiliza el sufijo **-uro**, que se añade al no metal. Cuando el metal actúa con más de una valencia se utilizan los criterios ya conocidos.

NOMENCLATURA FUNCIONAL.

Como hemos anteriormente, se utilizan las terminaciones **-oso** e **-ico**. Si el metal tiene un solo de estado de oxidación, puede utilizarse su nombre completo o terminado en **-ico**.

Cloruro férrico : FeCl₃ ; Cloruro sódico o cloruro de sodio (sal común) NaCl.

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA.

Se nombran añadiendo el sufijo **-uro** al nombre del no metal. Se indican las proporciones de los constituyentes o se usa la notación de Stock.

Sulfuro de hierro (III) o trisulfuro de dihierro: Fe₂S₃

7. NO METAL CON NO METAL

Estas combinaciones se nombran añadiendo la terminación **-uro** al elemento más electronegativo. La IUPAC recomienda en cualquier combinación binaria entre dos metales colocar más a la izquierda de la fórmula al elemento que esté delante en la secuencia:

B, Si, C, Sb, As, P, N, Te, Se, S, I, Br, Cl, F

y añadir el sufijo **-uro** al nombre del elemento que quede a la derecha. En este tipo de compuestos se utiliza la nomenclatura sistemática pudiéndose aplicar la notación de Stock.

EJERCICIO-6:

Formula los siguientes compuestos:

Fluoruro de plata

Disulfuro de manganeso

Bromuro auroso

Nitruro de calcio

Cloruro de plata

Sulfuro de dipotasio

EJERCICIO-7:

Nombra, utilizando las dos nomenclaturas, los siguientes compuestos:

NaBr

AuCl₃

HgS

PbS₂

PbCl₄

Ni₂S₃

BeS

AgI

EJERCICIO-8:

Formula los siguientes compuestos:

Fluoruro de bromo(I)

Fluoruro de bromo (V)

Nitruro de silicio

Disulfuro de carbono

Tetrafluoruro de azufre

Fosfuro de boro

EJERCICIO-9:

Nombra, utilizando IUPAC, los siguientes compuestos:

BrCl

BP

As₂Se₃

CS₂

Si₃N₄

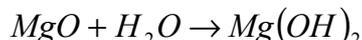
PF₅

SF₄

SiC

8. HIDRÓXIDOS.

Los hidróxidos son sustancias que se obtienen al reaccionar un óxido metálico con agua:



El número de grupos OH que posee la molécula de un hidróxido coincide con el número de oxidación del elemento. Se les considera, por lo tanto, formados por el catión metálico y por el anión OH⁻ (**ion hidróxido**).

NOMENCLATURA FUNCIONAL.

Se nombran con la palabra **hidróxido** seguido del nombre del metal terminado en **-oso** o en **-ico**. Si sólo hay un grupo hidróxido no se escribe el paréntesis.

Hidróxido de calcio o hidróxido cálcico: Ca(OH)₂; Hidróxido férrico: Fe(OH)₃

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA.

Se nombran con la palabra **hidróxido** seguido del nombre del metal. Se indica la proporción de los constituyentes. También se puede utilizar la notación de Stock.

Au(OH)₃: Trihidróxido de oro o hidróxido de oro (III); Fe(OH)₂: hidróxido de hierro(II)

EJERCICIO-10

Formula los siguientes hidróxidos:

Hidróxido de potasio

Hidróxido de estaño(II)

Hidróxido de cromo(III)

Hidróxido de aluminio

Hidróxido de cesio

Tetrahidróxido de platino

EJERCICIO-11

Nombra los siguientes compuestos:

KOH

AuOH

Hg(OH)₂

Zn(OH)₂

AgOH

Be(OH)₂

Pt(OH)₄

LiOH

9. ÁCIDOS OXOÁCIDOS.

Son compuestos ternarios que tienen de fórmula general $H_mY_nO_p$, siendo **Y** generalmente un no metal, aunque también puede ser un metal de transición como el V, Cr, Mn, Mo y W, cuando actúa con un número de oxidación mayor o igual que +4.

La mayor parte de los ácidos oxácidos se obtienen al reaccionar el óxido no metálico con agua. Por ejemplo, el ácido nítrico resulta de la adición de una molécula de agua al óxido de nitrógeno(V):



9.1. NOMENCLATURA FUNCIONAL.

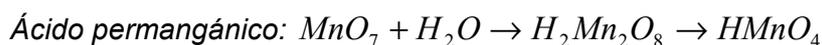
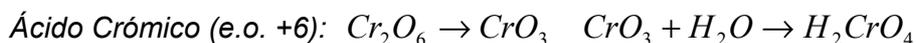
Hay que distinguir:

- ÁCIDOS OXOÁCIDOS SIMPLES
- ÁCIDOS OXOÁCIDOS POLIHIDRATADOS
- ISOPOLIÁCIDOS

9.1.1. ÁCIDOS OXOÁCIDOS SIMPLES

Para formularlos, primero se escribe el óxido correspondiente y si se puede se simplifica; en segundo lugar se le suma una molécula de agua; por último se simplifica si se puede.

Ejemplos:



Se nombra con la palabra genérica ácido y una específica igual a la del óxido ácido del que procede.



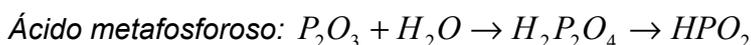
9.1.2. ÁCIDOS OXOÁCIDOS POLIHIDRATADOS

Para el **P, As, Sb, B y Si**, con un mismo estado de oxidación, pueden formar dos ácidos oxácidos que se diferencian en las moléculas de agua añadidas al óxido inicial.

| Elemento | Meta | Orto |
|---------------|--------------------|---------------------|
| P, As, Sb y B | 1 MOLÉCULA DE AGUA | 3 MOLÉCULAS DE AGUA |
| Si | 1 MOLÉCULA DE AGUA | 2 MOLÉCULAS DE AGUA |

El prefijo **orto** suele omitirse, no así el **meta**. Así, suele escribirse ácido fosfórico en lugar de ácido ortofosfórico.

Ejemplos:



Para los oxoácidos del P, As, Sb y B siempre que el subíndice del hidrógeno sea 3, estamos ante la forma **orto**, si no la forma es **meta**.

9.1.3. ISOPOLIÁCIDOS

Son oxoácidos en cuya molécula existe más de un átomo central (no metal). Sólo nos detendremos en el caso en que haya dos átomos del elemento central, lo cual se va a indicar con el prefijo **piro** o **di**. Siempre se cumple que los ácidos “piro-” o “di-”, resultan de la condensación de dos moléculas de ácido “orto-” con eliminación de una molécula de agua.

Ejemplo:

Formularemos el ácido disulfúrico o piro-sulfúrico:

1. Formulamos el ácido sulfúrico: H_2SO_4
2. Tomamos 2 moléculas del ácido y le quitamos una molécula de agua:



El ácido piro-sulfúrico (que se puede denominar también disulfúrico) cuyo átomo central (S), puede construirse de la siguiente forma:

$2SO_3 + H_2O \rightarrow H_2S_2O_7$, es decir, se añade agua a dos moléculas del óxido no metálico como indica el prefijo multiplicativo del nombre

9.2. NOMENCLATURA SISTEMÁTICA.

Para nombrarlos aplicaremos una serie de reglas que desarrollaremos para los ácidos $HClO_4$ y H_2SO_3 :

1. Se nombran primero los átomos de oxígeno mediante la partícula **oxo** precedida del prefijo que indica su número (**di**, **tri**, **tetra**,...); en nuestros ejemplos tendremos: tetraoxo y trioxo.
2. Posteriormente se nombra la raíz del elemento del átomo central (no metal o metal de transición) acabada siempre con el sufijo **-ato** y se indica entre paréntesis, en número romanos, su estado de oxidación; en nuestros ejemplos: tetraoxoclorato(VII) y trioxosulfato(IV).
3. Finalmente se acaba diciendo siempre **de hidrógeno**. Nuestros ejemplos quedarían: tetraoxoclorato(VII) de hidrógeno y trioxosulfato(IV) de hidrógeno.

Para formularlos se escribe en primer lugar el hidrógeno, seguido del elemento central y a su derecha el oxígeno teniendo en cuenta los prefijos. El número de hidrógenos se establece a partir de que la suma algebraica de los productos del número de átomos por sus respectivos estados de oxidación debe ser cero.

H_2SO_4 tetraoxosulfato(VI) de hidrógeno; $H_4P_2O_7$: heptaoxidofosfato(V) de hidrógeno.

También se acepta, como sistemática, la denominación de dos palabras: la primera genérica del tipo de función (**ácido**) y la segunda formada por un prefijo multiplicativo que indica el número de átomos de oxígeno (denominado también **oxo**) seguido, formando una sola palabra, del átomo del elemento central, adjetivado en **-ico**. A continuación, entre paréntesis, se utiliza la notación de Stock para designar el estado de oxidación del elemento central.

H_2SO_4 ácido tetraoxosulfúrico(VI) ; $H_4P_2O_7$: ácido heptaoxidofosfórico (V)

EJERCICIO-12

Formula los siguientes ácidos oxácidos:

Ácido brómico

Ácido nítrico

Ácido sulfuroso

Ácido carbónico

Ácido piroarsenioso

Ácido permangánico

EJERCICIO-13

Nombra los siguientes compuestos:

$HBrO_2$

$H_2Cr_2O_7$

HPO_2

HNO_2

$HClO_4$

H_3BO_3

H_2CO_3

H_2SO_3

10. IONES: CATIONES Y ANIONES

Un ion es una especie química cargada positiva o negativamente

10.1. CATIONES

Son especies cargadas positivamente. Si están formadas por un solo tipo de átomos se denominan **monoatómicos**; si están formadas por más de un átomo se denominan **poliatómicos**.

Se nombran anteponiendo a la palabra **catión** al nombre del elemento. En el caso de que un catión pueda adoptar varios estados de oxidación, es conveniente utilizar la notación de Stock.

| Catión | Sistemática | Tradicional |
|------------------|--------------------|------------------|
| H ⁺ | Ion hidrógeno | Protón |
| Ca ²⁺ | Catión calcio | Catión calcio |
| Fe ³⁺ | Catión hierro(III) | Catión férrico |
| Sn ²⁺ | Catión estaño(II) | Catión estannoso |

Los poliatómicos se nombran:

| Catión | Tradicional | Sistemática |
|------------------|------------------|-----------------------------|
| NO ⁺ | Catión nitrosilo | Catión monoxonitrógeno(III) |
| VO ²⁺ | Catión vanadilo | Ion monoxovanadio(IV) |

Hay bastantes compuestos que disponen de electrones libres, no compartidos. Estos compuestos pueden unirse al catión hidrógeno, para dar una especie cargada:

| Catión | Sistemática |
|-------------------------------|-----------------------|
| NH ₄ ⁺ | Ion amonio |
| H ₃ O ⁺ | Ion oxonio (hidronio) |
| PH ₄ ⁺ | Ion fosfonio |

10.2. ANIONES

Son especies cargadas negativamente.

10.2.1. MONOATÓMICOS

Se nombran utilizando el sufijo **-uro**. El ion óxido constituye una excepción.

| Anión | Nombre |
|-----------------|---------------|
| Cl ⁻ | Anión cloruro |
| H ⁻ | Anión hidruro |
| S ²⁻ | Anión sulfuro |
| O ²⁻ | Anión óxido |

10.2.2. POLIATÓMICOS

Se consideran provenientes de moléculas que han perdido uno o más iones hidrógeno (protones):

| Anión | Nombre |
|------------------------------|-----------------|
| OH ⁻ | Anión hidróxido |
| CN ⁻ | Anión cianuro |
| NO ₃ ⁻ | Anión nitrato |

En el caso particular de provenir de un oxoácido, el anión se llama **oxoanión**.

10.2.3. OXOANIONES

NOMENCLATURA TRADICIONAL

Para nombrarlos se emplea la palabra **anión**, seguida del nombre específico del ácido del que se considere derivado, cambiando los prefijos y sufijos de la siguiente manera:

| ÁCIDO DE QUE PROVIENE | OXOANIÓN |
|-----------------------|-----------|
| Hipo -oso | Hipo -ito |
| -oso | -ito |
| -ico | -ato |
| Per -ico | Per -ato |

Ejemplos:

| Ácido | OXOANIÓN |
|--|---|
| HClO ácido hipocloroso | ClO ⁻ Anión hipoclorito |
| HClO ₃ Ácido clórico | ClO ₃ ⁻ Anión clorato |
| H ₂ SO ₃ Ácido sulfuroso | SO ₃ ²⁻ Anión sulfito |
| H ₂ SO ₄ ácido sulfúrico | SO ₄ ²⁻ Anión sulfato |

Se formulan escribiendo el ácido del que provienen, eliminándose después los protones.

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA

Se nombran con la palabra **anión** seguida del nombre sistemático del ácido eliminando **de hidrógeno**.

Ejemplo: NO₃⁻ anión trioxonitrato(V)

Para formularlos se escribe el no metal seguido del oxígeno teniendo en cuenta los prefijos. La carga total se establece a partir de que la suma algebraica de los productos de los números de átomos por su estado de oxidación debe ser igual a la carga del oxoanión.

Ejemplo: Anión trioxofosfato(V) : PO₃⁻

11. OXISALES

Son compuestos ternarios formados por un metal (Me), un no metal o metal de transición (X) y oxígeno (O). Su fórmula general es: Me_aX_bO_c.

Las sales pueden considerarse, en general, como productos de la reacción entre un ácido (hidrácido u oxácido) y una base (hidróxido), mediante una reacción que se denomina de neutralización. A efectos de formulación y nomenclatura, operativamente, pueden considerarse también como productos de sustitución, parcial o total, de los hidrógenos de un ácido por átomos de uno o varios elemento electropositivos (metales).

11.1. SALES NEUTRAS.

Formalmente son compuestos derivados de la sustitución de todos los hidrógenos sustituibles de un ácido por átomos electropositivos (metálicos). Cuando el ácido es un ácido hidrácido se producen las llamadas sales haloideas y cuando el ácido es oxoácido se producen las oxisales. Las primeras ya las estudiamos cuando vimos las combinaciones binarias (sales binarias).

Las fórmula de las oxisales se reduce a sustituir el máximo posible de los hidrógenos del ácido por átomos metálicos, de forma que la molécula de la sal sea eléctricamente neutra. El procedimiento operativo consiste, como siempre, en intercambiar el número de oxidación del elemento electropositivo con la carga negativa del resto del ácido (anión). Si la fórmula final fuese simplificable, se simplificará.

La sal neutra procedente de sustituir en el ácido sulfúrico los átomos de hidrógenos por sodio es:



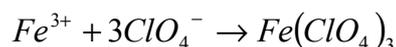
NOMENCLATURA FUNCIONAL

Para formular una oxisal:

1. Escribir el oxoácido del que procede y el oxoanión correspondiente.
2. Escribir el símbolo del catión metálico (símbolo del metal con tantas cargas como indique su estado de oxidación)
3. Aplicar la neutralidad eléctrica.

Ejemplo: perclorato de hierro(III):

Ácido perclórico: HClO₄, anión perclorato: ClO₄⁻:



Para nombrar una oxisal se escribe el nombre del oxoanión del que procede seguido del nombre del metal. El estado de oxidación de este último se indica con los sufijos **-oso** e **-ico** o bien con números romanos entre paréntesis.

Ejemplo: MgSO₄ Sulfato de magnesio; Fe₃(PO₄)₂ Ortofosfato de hierro (II) Ortofosfato férrico

El nombre de las oxisales neutras está formado por dos palabras. La primera es específica del ácido oxácido correspondiente, cambiando la terminación como sigue:

| El átomo central actúa con | Ácido termina en | La sal terminará en |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Mínima valencia | -oso (como sulfuroso) | -ito (como sulfito) |
| Máxima valencia | -ico (como sulfúrico) | -ato (como sulfato) |

La segunda palabra es característica de del átomo metálico que ha sustituido a los hidrógenos adjetivado, como es habitual, en **-oso** (si actúa con el menor número de oxidación) o en **-ico** (si lo hace con el mayor). Debemos recordar que la preposición **de** uniendo la primera y segunda palabra del nombre (como sulfato de cobre) equivale a la actuación del mayor número de oxidación del metal (en el ejemplo citado equivale a sulfato cúprico).

Carbonato plúmbico Pb(CO₃)₂

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA.

Para formular una oxisal se escribe primero el catión y luego el anión aplicando después el criterio de neutralidad eléctrica. Al leer la fórmula, el orden seguido es el inverso, es decir, está formado por dos palabras. La primera es característica del ácido oxácido del que procede, que se denominará con su nombre sistemático el cual, entre paréntesis -siguiendo la notación de Stock- indica también el estado de oxidación del átomo central. La segunda palabra es el nombre del elemento electropositivo que ha sustituido los protones del ácido, seguido por su estado de oxidación, encerrado entre paréntesis). Para indicar la proporción en la que entra el anión se utilizarán los prefijos: bis, tris, tetrakis, pentakis, hexakis, etc.

Fe₂(S₂O₇)₃: trisheptaoxodisulfato(VI) de hierro (III).

BaSO₄ tetraoxosulfato (VI) de bario

11.2. OXISALES ÁCIDAS.

Formalmente son compuestos derivados de la sustitución parcial de los hidrógenos sustituibles de un ácido (oxácido o hidrácido) por átomos electropositivos (metálicos). Poseerán, por tanto, algún H en su fórmula que les confiere el carácter ácido a la sal.

NOMENCLATURA FUNCIONAL.

Las sales ácidas se nombran como sales neutras, mediante nombre formado por dos palabras: la primera, característica del ácido del que procede adjetivado de acuerdo con las reglas ya expuestas. La segunda palabra se la hace preceder por un prefijo (**mono, di, tri, tetra,...**) que indica el número de átomos de hidrógeno que han sido sustituidos por átomos electropositivos.

NaH₂PO₄: fosfato monosódico.

En el caso de los **ácidos dipróticos** (con 2 hidrógenos sustituibles en su molécula) se acostumbra a preceder el prefijo **bi-** al nombre del anión cuando queda 1 hidrógeno en su molécula.

NaHCO₃: Bicarbonato sódico

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA

Se utiliza el nombre propio de **-hidrógeno-** precedido por el prefijo multiplicativo que indica el número de átomos de hidrógenos presentes. También utilizaremos los prefijos bis, tris, tetrakis, etc, para indicar la proporción del anión en el compuesto.

Dihidrogenofosfato(V) de sodio: NaH_2PO_4

EJERCICIO-14

Formula las siguientes sales:

sulfato crómico

sulfato manganoso

Nitrito amónico

Nitrato mercurioso

sulfito de cesio

Peryodato potásico

EJERCICIO-15

Nombra los siguientes compuestos:

K_3PO_4

CuNO_3

CaCO_3

CrMnO_4

$\text{Ba}_3(\text{PO}_2)_2$

NiCrO_4

$\text{Au}(\text{NO}_2)_3$

NaBO_2