

### Compuestos binarios y ternarios

1. Compuestos binarios son aquellos que están formados por dos elementos diferentes.

Ejemplos:

- NaH está formado por dos elementos el Na y el H
- Cl<sub>2</sub>O está formado por dos elementos diferentes el Cl y el O.
- B<sub>2</sub>S<sub>3</sub> está formado por dos elementos diferentes el B y el S.

Lo importante es precisar el número de elementos diferentes que forman el compuesto, aunque algún elemento se repita varias veces; es decir, aunque algún elemento tenga varios átomos.

2. Compuestos binarios son aquellos que están formados por tres elementos diferentes.

Ejemplos:

- El NaOH está formado por tres elementos diferentes el Na, el O y el H.
- El H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> está formado por tres elementos diferentes el H, el S y el O.
- El Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> está formado por tres elementos diferentes el Ca, el P y el O.

### ¿Qué es el número de oxidación? Cálculo del número de oxidación de un elemento en un compuesto.

Denominamos número de oxidación de un elemento en un compuesto al número de electrones cedidos (total o parcialmente) o captados (total o parcialmente) por un átomo en su combinación química con otro para formar un enlace. El átomo que capta electrones se le asigna un número de oxidación negativo, mientras que el que cede electrones se le asigna un número de oxidación positivo.

Para comprender el significado de número de oxidación debes recordar qué sucede en el enlace iónico y qué sucede en el enlace covalente:

- Enlace iónico. Uno de los átomos (el menos electronegativo, un metal) cede electrones a otro átomo (el más electronegativo, un no metal).
- Enlace covalente. Los dos átomos comparten electrones: tienen electronegatividades altas y parecidas, son no metales.

Por tanto, en el enlace iónico los átomos metálicos (los menos electronegativos) pierden sus electrones, quedan cargados positivamente (número de oxidación positivo). Los átomos no metálicos (los más electronegativos del enlace) ganan electrones, quedan cargados negativamente (número de oxidación negativo).

Por otro lado, en el enlace covalente, si los átomos que lo forman son de diferentes elementos, uno será más electronegativo que el otro. El más electronegativo tiene más cerca los electrones que comparte, se le asigna el número de oxidación negativo. El no metal menos electronegativo tiene algo más lejos los electrones que comparte con el otro no metal, se le asigna número de oxidación positivo.

En resumen, el elemento menos electronegativo actuará con número de oxidación positivo. El elemento más electronegativo actuará con número de oxidación negativo.

¿Cómo podemos averiguar el número de oxidación de un elemento en un compuesto químico? Si conocemos la fórmula deberemos conocer el número de oxidación del resto de los elementos que forman el compuesto. Como en este curso vamos a utilizar preferentemente compuesto binarios, se trataría de calcular el número de oxidación de un elemento conocido el número de oxidación del otro elemento.

Reglas para averiguar el número de oxidación de un elemento:

- El número de oxidación de todos los elementos libres es cero.  
Ej. Fe, Cu, H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>, S<sub>8</sub> n° oxidación = 0
- El número de oxidación del oxígeno es -2, en todos sus compuestos, excepto con el flúor.
- El hidrógeno posee en todos los compuestos número de oxidación +1, excepto en los hidruros metálicos, como LiH, que es -1.

- Los metales suelen tener número de oxidación positivo cuando están combinados.
- La suma total de los números de oxidación de todos los átomos de un compuesto debe ser cero, si el compuesto es neutro.

### Ejemplos

- $\text{BCl}_3$

Û nº oxidación del Cl = -1 Al ser el Cl el más electronegativo (en una fórmula el más electronegativo se escribe a la derecha) es el único que actúa con número de oxidación negativo (ver números de oxidación negativos en la tabla periódica): número oxidación del Cl es -1

Û Como tenemos tres átomos de cloro (Cl), el número de cargas (electrones ganados) será  $(-1) \cdot 3 = -3$ .

Û Aplicando la última regla (suma total de los número de oxidación debe ser cero en un compuesto neutro), se deberá compensar con +3.

Û Por tanto como sólo hay un átomo de B (boro), dicho átomo actuará con número de oxidación +3.

- $\text{MnO}_2$

Û nº oxidación del O = -2 Al ser el O el más electronegativo (en una fórmula el más electronegativo se escribe a la derecha) es el único que actúa con número de oxidación negativo (ver números de oxidación negativos en la tabla periódica): número oxidación del O es -2. También lo hemos indicado en una de las reglas anteriores.

Û Como tenemos dos átomos de oxígeno (O), el número de cargas (electrones ganados) será  $(-2) \cdot 2 = -4$ .

Û Aplicando la última regla (suma total de los número de oxidación debe ser cero en un compuesto neutro), se deberá compensar con +4.

Û Por tanto como sólo hay un átomo de Mn (manganeso), dicho átomo actuará con número de oxidación +4.

- $\text{Fe}_2\text{S}_3$

Û nº oxidación del S = -2 Al ser el S el más electronegativo (en una fórmula el más electronegativo se escribe a la derecha) es el único que actúa con número de oxidación negativo (ver números de oxidación negativos en la tabla periódica): número oxidación del S es -2

Û Como tenemos tres átomos de azufre (S), el número de cargas (electrones ganados) será  $(-2) \cdot 3 = -6$ .

Û Aplicando la última regla (suma total de los número de oxidación debe ser cero en un compuesto neutro), se deberá compensar con +6.

Û Por tanto como hay dos átomos de Fe (hierro), cada átomo actuará con número de oxidación  $+6 / 2 = +3$ .

Como regla general en la fórmula tendremos el elemento más electronegativo (el de más tendencia a coger electrones, su número de oxidación será negativo) a la derecha, y a su izquierda pondremos el elemento o elementos menos electronegativo(s).

### Sistemas de nomenclatura.

En nomenclatura coexisten tres sistemas aunque el recomendado por la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) es el sistemático. Seguidamente se indican las características más importantes de los mismos aplicada a la nomenclatura de compuestos binarios:

**SISTEMA TRADICIONAL.**- Está siendo retirado paulatinamente por indicación de la I.U.P.A.C. pero como sigue utilizándose en los textos, lo exponemos a continuación:

Este sistema se caracteriza por el uso de determinados sufijos para uno de los elementos que lo integran. Cuando el elemento tiene un solo número de oxidación se añade la terminación -ico (sódico, potásico), también se admite decir (de sodio, de potasio)

Si el elemento tiene dos números de oxidación, se añade la terminación -oso si actúa con el menor número de oxidación e -ico si actúa con el mayor número de oxidación.

Ejemplo:

FeO óxido ferroso (el Fe actúa con el número de oxidación +2, recuerda que el Fe tiene +2 y +3)

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  óxido férrico (el Fe actúa con el número de oxidación +2, recuerda que el Fe tiene +2 y +3)

**NOTACIÓN DE STOCK.** - Se nombra el tipo de compuesto, indicando a continuación, entre paréntesis, el número de oxidación de alguno de los elementos componentes. Si el elemento tiene únicamente un número de oxidación, éste se omite.

Ej. :

$\text{FeO}$  óxido de hierro (II) El Fe tiene +2 y +3, como aquí actúa con +2 se pondrá entre paréntesis en números romanos.

$\text{CaO}$  óxido de calcio El Ca sólo tiene número de oxidación +2, al ser el único número de oxidación con el que puede actuar no existirá posibilidad de confusión, no se debe poner entre paréntesis nada.

**NOMENCLATURA SISTEMÁTICA.** - Se indican las proporciones en que se combinan los distintos elementos de un compuesto mediante los siguientes prefijos:

1 Mono (o nada)	5 Penta
2 Di	6 Hexa
3 Tri	7 Hepta
4 Tetra	8 Octa

Ej.  $\text{N}_2\text{O}_3$  trióxido de dinitrógeno (trióxido  $\Rightarrow$  tres átomos de oxígeno, dinitrógeno  $\Rightarrow$  dos átomos de nitrógeno).

### Resumen de pasos a seguir en la formulación y nomenclatura

1. Para averiguar el nombre de gran número de compuestos necesitamos conocer el número de oxidación de los elementos del compuesto. Procedemos según las reglas estudiadas. Se debe recordar que, para los compuestos que estudiamos este curso, el Oxígeno actúa con  $-2$  y el Hidrógeno con  $+1$  (no metales) o  $-1$  (metales).
2. Tipos de compuestos binarios a estudiar:
  - a) Óxidos:
    - Metálicos: metal + oxígeno
    - No metálicos: no metal + oxígeno
  - b) Hidruros:
    - Metálicos: metal + hidrógeno
    - No metálicos: no metal + hidrógeno o hidrógeno + no metal
  - c) Sales binarias: metal + no metal
  - d) Compuestos binarios de no metal con no metal.
3. Al escribir la fórmula se pone primero el elemento menos electronegativo (el que actúa con número de oxidación positivo) y después el electronegativo (actúa con número de oxidación negativo).
4. Para nombrarlos se hace al revés, se dice primero el electronegativo (actúa con número de oxidación negativo) y después el otro elemento (actúa con número de oxidación positivo).
5. Para poner el nombre, conocida la fórmula, se debe averiguar el número de oxidación de cada elemento (no es necesario para la nomenclatura sistemática o para nombres comunes). En general, para los compuestos binarios, el elemento que se encuentra a la derecha se nombrará acabado en -uro salvo que sea oxígeno (óxido) o tenga nombre propio el compuesto.
6. Para escribir la fórmula conocido el nombre:
  - a) Por la tradicional o por la Stock, se averiguan los números de oxidación (analizar el nombre).
  - b) Por la tradicional, la terminación -oso se corresponde con el número de oxidación menor del elemento de la izquierda. La terminación -ico se corresponde con el número de oxidación menor del citado elemento
  - c) Se intercambian los dos números de oxidación:
    - El número de oxidación del elemento de la izquierda se pone como subíndice del elemento de la derecha.
    - El número de oxidación del elemento de la derecha se pone como subíndice del elemento de la izquierda.
  - d) Se simplifica si se puede.

Ejemplo:  
Si el nombre es óxido plúmbico, sabemos que el oxígeno actúa con  $-2$  y, por el nombre, el plomo con  $+4$ :

  - Primero ponemos Pb a la izquierda y O a la derecha:  $\text{PbO}$
  - Después intercambiamos los números de oxidación de ambos elementos, olvidando el signo que tienen:  $\text{Pb}_2\text{O}_4$

- Si se pueden simplificar los dos números se hace (dividiendo por el mismo número ambos subíndices):  $\text{PbO}_2$

$$\left[ \frac{2}{2} = 1 \text{ (no se pone)} \quad \frac{4}{2} = 2 \text{ (se pone)} \right]$$

## COMPUESTOS BINARIOS (COMPUESTOS CON DOS ELEMENTOS DIFERENTES)

### COMBINACIONES BINARIAS DEL OXÍGENO: ÓXIDOS.

Son combinaciones del oxígeno con un elemento cualquiera de la tabla periódica.

- La fórmula general es  $\text{X}_a\text{O}_b$ , donde X es un elemento.
- El número de oxidación del oxígeno es siempre -2.

Distinguiremos dos tipos de óxidos: metálicos y no metálicos.

#### A) Óxidos metálicos:

NOMENCLATURA TRADICIONAL.-

Óxido *nombre metal-sufijo*

Cuando el elemento tiene un solo número de oxidación se añade el sufijo -ico (sódico, potásico), también se admite decir (de sodio, de potasio).

Si el elemento tiene dos números de oxidación, se añade la terminación -oso para la menor e -ico para la mayor (ferroso, férrico). Si el metal tuviera más de dos números de oxidación, como ocurre con el cromo o el manganeso, no utilizaríamos esta nomenclatura, recurriendo a la sistemática o la de stock.

NOTACIÓN STOCK.-

Óxido de *nombre metal* (número de oxidación del metal)

El número de oxidación del metal se indica entre paréntesis con números romanos. Si el elemento tiene únicamente un número de oxidación, éste se omite.

Ej. :  $\text{FeO}$  óxido de hierro (II);  $\text{CaO}$  óxido de calcio

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA.-

Prefijo-óxido de prefijo-*nombre metal*

Ej. : Trióxido de dihierro:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

#### B) Óxidos no metálicos.

NOMENCLATURA STOCK:

Óxido de *nombre no-metal* (número de oxidación del no metal)

Ej. :  $\text{Cl}_2\text{O}_5$  à óxido de cloro (V)

$\text{SO}_3$  à óxido de azufre (VI)

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA:

(prefijo)-óxido de (prefijo)-*nombre no-metal*

Ej. :  $\text{Cl}_2\text{O}_5$  à pentaóxido de dicloro

$\text{SO}_3$  à trióxido de azufre

### COMBINACIONES BINARIAS DEL HIDRÓGENO

Son combinaciones de un elemento cualquiera con el hidrógeno.

- Si el elemento es metálico el compuesto es un hidruro metálico
- Si elemento es un no-metal halógeno o anfígeno ( F, Cl, Br, I, S, Se, Te) el compuesto es un ácido hidrácido, pues al disolverse en agua produce una solución ácida.
- Si el elemento es un no-metal diferente de los anteriores (C, Si, etc) el compuesto pertenece al grupo de los hidruros volátiles.

#### Nomenclatura y formulación:

##### **A) Hidruros metálicos:**

La fórmula general es  $M H_n$  donde n representa el número de oxidación del metal.

NOMENCLATURA TRADICIONAL:

Hidruro *nombre metal*-sufijo

Cuando el elemento tiene un sólo número de oxidación se añade el sufijo **-ico** (sódico, potásico), también se admite decir (de sodio, de potasio)

Si el elemento tiene dos números de oxidación, se añade la terminación **-oso** para la menor e **-ico** para la mayor (ferroso, férrico).

NOMENCLATURA DE STOCK:

Hidruro de *nombre metal* (nº oxidación)

El número de oxidación del metal se indica con números romanos entre paréntesis (sólo cuando el elemento tiene varias posibilidades de número de oxidación). Ej. : LiH (hidruro de litio); CuH<sub>2</sub> (hidruro de cobre (II)).

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA:

Prefijo-hidruro de *nombre metal*

El prefijo mono, di, tri, tetra... indica el número de hidrógenos presentes en la molécula, igual al número de oxidación del metal. Ej. : BaH<sub>2</sub> (dihidruro de bario); NaH (monohidruro de sodio). Cuando no da lugar a equivocaciones, el prefijo mono puede suprimirse (NaH se puede llamar hidruro de sodio)

##### **B) Hidrógeno más no-metal:**

- **Con los halógenos y anfígenos:**

NOMENCLATURA TRADICIONAL (se utiliza en disolución acuosa del compuesto)

Ácido *nombre no-metal* - hídrico

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA (se usa en la fase gaseosa del compuesto)

*Nombre no metal*-uro de prefijo-hidrógeno

El prefijo sólo se presentaría con los anfígenos y sería di, para indicar la presencia de dos hidrógenos.

Ej. : HCl (cloruro de hidrógeno); H<sub>2</sub>S (sulfuro de dihidrógeno); H<sub>2</sub>Se (seleniuro de dihidrógeno)

Fórmula	Tradicional	Stock
HF	Ácido fluorhídrico	Fluoruro de hidrógeno
HCl	Ácido clorhídrico	Cloruro de hidrógeno
HBr	Ácido bromhídrico	Bromuro de hidrógeno
HI	Ácido iodhídrico	Ioduro de hidrógeno
H <sub>2</sub> S	Ácido sulfhídrico	Sulfuro de hidrógeno
H <sub>2</sub> Se	Ácido selenhídrico	Seleniuro de hidrógeno
H <sub>2</sub> Te	Ácido telurhídrico	Telururo de hidrógeno

- **Con otros no metales (hidruros volátiles):**

Se utilizan nombres especiales o la nomenclatura sistemática:

	Nombre común	Nombre sistemático
--	--------------	--------------------

NH <sub>3</sub>	Amoniaco	Trihidruro de nitrógeno
PH <sub>3</sub>	Fosfina	Trihidruro de fósforo
AsH <sub>3</sub>	Arsina	Trihidruro de arsénio
SbH <sub>3</sub>	Estibina	Trihidruro de antimonio
CH <sub>4</sub>	Metano	-----
SiH <sub>4</sub>	Silano	Tetrahidruro de silicio
BH <sub>3</sub>	Borano	Trihidruro de boro
H <sub>2</sub> O	Agua	-----

### SALES BINARIAS

La fórmula general es  $M_a X_b$ , donde M es un metal y X es un no-metal, diferente de O y H.

- El no-metal es siempre el más electronegativo y por ello se escribe a la derecha y se nombra en primer lugar con la terminación **-uro**.
- Al ser más electronegativo, el no-metal adquiere estado de oxidación negativo, que es siempre el mismo.

NOMENCLATURA TRADICIONAL:

*Nombre no metal-uro metal -oso o -ico*

Ejemplo: CuBr<sub>2</sub> Bromuro cúprico  
 CuBr Bromuro cuproso  
 Na<sub>2</sub>S Sulfuro sódico

NOMENCLATURA STOCK:

*Nombre no metal-uro de nombre metal (nº oxidación)*

Ejemplo: CuBr<sub>2</sub> Bromuro de cobre (II)  
 CuBr Bromuro de cobre (I)  
 Na<sub>2</sub>S Sulfuro de sodio

NOMENCLATURA SISTEMÁTICA:

*prefijo-nombre no metal-uro de prefijo- nombre metal*

Ejemplo: CuBr<sub>2</sub> Dibromuro de cobre  
 CuBr Monobromuro de cobre  
 Na<sub>2</sub>S Sulfuro de disodio

### COMBINACIONES BINARIAS DE NO-METAL CON NO-METAL

Utilizaremos la NOMENCLATURA SISTEMÁTICA:

*Prefijo-elemento más electronegativo -uro de prefijo- elemento menos electronegativo*

A la derecha de la fórmula se encuentra el elemento más electronegativo. Así, por ejemplo, es correcto designar la combinación de nitrógeno y boro por nitruro de boro y escribir BN, pero es incorrecto decir boruro de nitrógeno y escribir NB.

Ej. : BrF<sub>5</sub> Pentafluoruro de bromo  
 CS<sub>2</sub> Disulfuro de carbono  
 SiC Carburo de silicio  
 CCl<sub>4</sub> Tetracloruro de carbono