

# Fórmula química

(La idea de fórmula se introduce al ver enlace)

- **Fórmula química:** representación composición de una sustancia, usando símbolos y subíndice (si no se pone número se asume 1)
  - **Fórmula molecular:** indica el número de átomos en cada molécula. NO SE PUEDE SIMPLIFICAR. Asociado moléculas y a enlaces covalentes.
  - **Fórmula empírica:** indica la proporción más sencilla de átomos de cada tipo. Sí se simplifica. Aplica a todos los tipos de enlace, única posible en iónicos

Ejemplos: cómo leer y representar si hay molécula asociada

- $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  son moleculares, sus empíricas son HO y  $\text{C}_2\text{H}_5$
- $\text{H}_2\text{O}$  “en una molécula de agua hay 2 átomos de H y 1 átomo de O”
- $\text{NaCl}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  “por cada átomo de... hay tantos átomos de ...”



# Formulación inorgánica

Se deben enseñar las normas IUPAC, y se van actualizando...

-Últimas (2017): IUPAC 2005 inorgánica (se piden en EvAU)

– No las siguen algunos materiales; ¡seguir estos apuntes !

Requisitos previos:

- Conceptos de metal, no metal, enlace y fórmula
- Conocer nombres, símbolos, posiciones en tabla periódica
- **Conocer los estados de oxidación/“valencias”**

(no toda la tabla: grupos 1,2 y 13 a 17, y algunos metales de transición, y solamente los estados de oxidación más habituales)



# Valencias y estados de oxidación

**Valencia:** nº de enlaces que puede formar un elemento. Sin signo. Relacionado con los electrones de valencia. Ejemplo: alcalinos 1

**Estado de oxidación** de un átomo en un compuesto es un número teórico que indica la carga que tendría si el compuesto fuera completamente iónico. Tiene signo, puede tener un valor distinto en distintos compuestos, y suele ser un valor entero.

- En los átomos de un elemento libre es cero. Ejemplo  $\text{Cl}_2$
- En un ion monoatómico, es igual a la carga del ion. Ejemplo  $\text{Cl}^-$
- Para H es +1 casi siempre, excepto -1 en los hidruros metálicos.
- Para O es -2 (salvo en unos pocos compuestos)
- La suma de estados de oxidación de los átomos de una fórmula es su carga neta (si es neutro, suman cero). **“Regla de oro”**



# Formulación y nomenclatura

**Nomenclatura:** dada la fórmula, indicar nombre del compuesto

**Formulación:** dado un nombre de compuesto, indicar su fórmula

**Tipos de nomenclaturas. Básicamente 3 en inorgánica**

- "Sistemática": de composición estequiométrica

- "Stock": de composición con nº oxidación con sistema Stock

- "Tradicional": una lista de nombres aceptados por la IUPAC.

En 1º Bach vemos esos tres tipos (en casos con otros nombres)

En 1º Bach vemos sustancias homoatómicas, compuestos binarios, y ternarios, [ampliando oxácidos y oxisales](#)



# Formulación binarios (I)

Aquí hacemos tratamiento global, no vemos [sub]categorías: nos centramos en formular, no en categorizar

## F. “Sencilla/casi siempre IUPAC 2005”

- El que actúa como metal a la izquierda
- El que actúa como no metal a la derecha

Actúa como:

Nº oxidación:

Ejemplo:

Metal	No metal
+	-
<b>Fe<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>

- Tienen como subíndices los nºs de oxidación “intercambiados”.
- Los subíndices se “simplifican” cuando indican proporción (iónicos y cristales covalentes), pero no si indican número de átomos

*¿Qué quiere decir “casi siempre”, cuándo no es IUPAC 2005 poner el no metal a la derecha?*

*En compuestos entre O y grupo 17. No son óxidos*

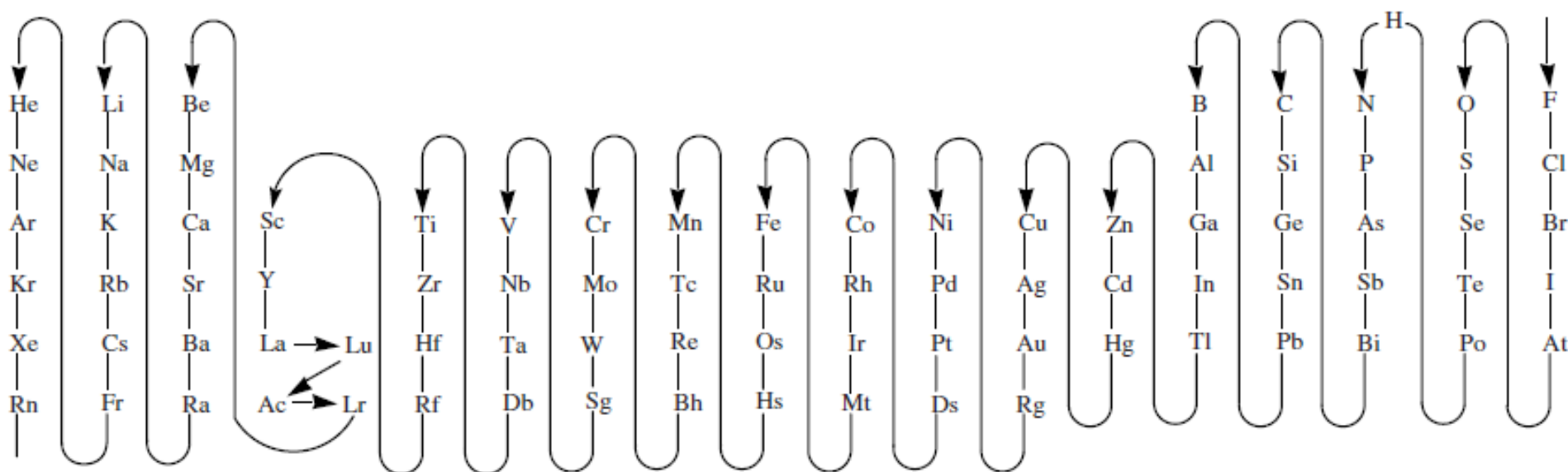


# Formulación binarios (II)

## F. IUPAC 2005:

Izquierda el menos electronegativo, Derecha el más electronegativo

Electronegatividad: convenio IUPAC 2005 (Tabla VI) Se resume en descender grupos de derecha a izquierda, con H encima del N.



# Nomenclatura binarios (I)

## Nomenclatura de iones monoatómicos

Se indica el nombre seguido de la carga entre paréntesis siempre en números árabes. La carga se omite si se sobreentiende porque solamente puede ser una en aniones (halógenos, anfígenos,...)

**Aniones:** se nombran terminados en -uro.

Excepciones: Óxido, Sulfuro, Selenuro, Telururo, Hidruro, Nitruro, Fosfuro, y Carburo

Ejemplos: Cl<sup>-</sup> ion cloruro(1-) ó cloruro, O<sup>2-</sup> ion óxido(2-) u óxido

**Cationes:** se nombran con el nombre del elemento sin modificar

Ejemplos: Fe<sup>3+</sup> ion hierro(3+), Mg<sup>2+</sup> ion magnesio(2+)



# Nomenclatura binarios (II)

## Ideas básicas comunes Sistemática y Stock (Composición)

Se nombra primero el elemento de la derecha como un anión monoatómico.  
Luego “ de “ seguido del “catión de la izquierda” (no siempre es iónico).

### -Nomenclatura Sistemática

Se usan prefijos para indicar el subíndice de cada elemento

*Gran ventaja: NO NECESITA CONOCER LOS ESTADOS DE OXIDACIÓN*

### -Nomenclatura Stock (no vemos carga en números árabes)

Nunca se utilizan prefijos para indicar el subíndice de elementos

Se indica entre paréntesis el **número de oxidación** (en romanos) con el que actúa en ese compuesto el elemento que actúa como metal, solamente en caso de que haya ambigüedad al poder actuar con más de uno.

Practicar con muchos ejemplos:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{AgF}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ...





# Nomenclatura binarios (III)

**Tradicional: IUPAC admite nombres en ciertos casos**

**Combinaciones de H con elementos grupos 13 a 15 y O grupo 16 “Hidruros no metálicos/volátiles”**

BH<sub>3</sub>: Borano, CH<sub>4</sub>: Metano, SiH<sub>4</sub>: Silano, NH<sub>3</sub>: Amoniacó, PH<sub>3</sub>: Fosfano, AsH<sub>3</sub>: Arsano, SbH<sub>3</sub>: Estibano, H<sub>2</sub>O: Agua

**Combinaciones de H con elementos de grupos 16 (salvo O) y 17 en disolución acuosa “Hidrácidos”**

-Estos compuestos mantienen el nombre sistemático en estado puro; se nombran de manera tradicional como hidrácidos en caso de disolución acuosa, que se indica añadiendo “(ac)” de acuosa, no de ácido.

-Nombrar: “Ácido ” + nombre elemento y sufijo -hídrico. Ácido fluorhídrico: HF (ac), clorhídrico: HCl (ac), bromhídrico: HBr (ac), yodhídrico: HI (ac), sulfhídrico: H<sub>2</sub>S (ac), selenhídrico: H<sub>2</sub>Se (ac), telurhídrico: H<sub>2</sub>Te (ac).

**Hay nomenclaturas tradicionales que están desaconsejadas o prohibidas por IUPAC, aunque pueden salir en material no adaptado a normas de 2005**



# Nomenclatura binarios (IV)

Se pueden introducir compuestos asociables a binarios:

## Peróxidos

Actúa como no metal el grupo peróxido  $O_2^{2-}$ ; O actúa con número de oxidación -1. El 2 del grupo peróxido no se puede simplificar. En sistemática se nombran como óxidos (no hay que saber que son peróxidos), en Stock se nombran como peróxidos, y hay algún nombre tradicional aceptado por IUPAC:

$H_2O_2$ : Sistemático: dióxido de dihidrógeno, Stock: peróxido de hidrógeno,  
Tradicional: agua oxigenada

## Hidróxidos (ternarios que se pueden tratar como binarios)

Actúa como no metal el grupo  $OH^-$  (hidróxido) con número de oxidación -1.

Ejemplos NaOH Hidróxido de sodio.  $Fe(OH)_3$  Trihidróxido de hierro ó hidróxido de hierro (III)



# Nomenclatura binarios (V)

**Compuestos en los que el metal tiene varios números de oxidación**

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  tetraóxido de trihierro, óxido de hierro (II, III)

**Compuestos con amonio**

Aparece como catión el cation amonio  $\text{NH}_4^+$

$\text{NH}_4\text{Cl}$  cloruro de amonio

**Sales dobles**

Hay dos metales distintos. Se formulan y nombran por orden alfabético

$\text{KMgCl}_3$  tricloruro de magnesio y potasio

$\text{AlCuS}_2$  disulfuro de aluminio y cobre, sulfuro de aluminio y cobre (I)



# Nomenclatura homoatómicos

Formados por un único tipo de átomos. Se comentan tras ver binarios porque reutilizan ideas vistas, salvo algunos nombres comunes aceptados.

Se nombran de forma sistemática, añadiendo mono- solamente si hace falta diferenciarlo porque en la naturaleza no se encuentra aislado, pueden ser poliatómicos

Ejemplos:

- Ar argón (todos los gases nobles son monoatómicos)
- O monóxígeno
- O<sub>2</sub> dióxígeno u oxígeno
- O<sub>3</sub> trióxígeno u ozono
- S<sub>6</sub> hexaazufre



# Ternarios: oxácidos (I)

**Formulación:** son compuestos  $H_aX_bO_c$  donde X suele ser un no metal.

Números de oxidación: H siempre +1, O siempre -2, X siempre positivo (actúa como metal)

**Nomenclatura:** hay dos tipos

## **-Nomenclatura Sistemática “de hidrógeno”**

*prefijo + hidrogeno + abrir paréntesis + prefijo + oxido + prefijo + nombre latin elemento central terminado -ato + cierre paréntesis.*

Los prefijos son di-, tri-, tetra-, ... asociados al elemento que preceden. En el nombre no hay ningún espacio, y no lleva tilde ni “hidrógeno” ni “óxido”

Ejemplo:  $H_2S_2O_7$  dihidrogeno(heptaoxidodisulfato)

Gran ventaja: NO NECESITA CONOCER LOS ESTADOS DE OXIDACIÓN



# Ternarios: oxácidos (II)

## -Nomenclatura tradicional

Se puede pensar en una “regla básica” de prefijos y sufijos: hipo-...-oso, -oso, -ico, y per-...-ico, que requiere conocer el número oxidación elemento central; “pequeño cálculo”.

Ojo a qué nombres tradicionales admite la IUPAC

**“Nivel sencillo”, X = no metal**

Térreos	Carbonoideos	Nitrogeneideos	Anfígenos	Halógenos
<p><i>Solamente B</i></p> <p>+3 <math>\text{H}_3\text{BO}_3</math> ácido bórico</p> <p>Casos especiales..</p> <p>.</p>	<p><i>Solamente C y Si</i></p> <p>+4 <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math> ácido carbónico</p> <p>+4 <math>\text{H}_4\text{SiO}_4</math> ácido silícico</p> <p><i>Si especial ...</i></p>	<p><i>Solamente N, P, As, Sb.</i></p> <p>+3 <math>\text{HNO}_2</math> ácido nitroso</p> <p>+5 <math>\text{HNO}_3</math> ácido nítrico</p> <p><i>P, As y Sb especiales</i></p> <p><i>(+1 <math>\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2</math> ácido hiponitroso)</i></p>	<p><i>No contemplar con O.</i></p> <p>+4 <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math> ácido sulfuroso</p> <p>+6 <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> ácido sulfúrico</p> <p><i>Similar Se, Te (no más)</i></p> <p><i>(+2 <math>\text{H}_2\text{SO}_2</math> ácido hiposulfuroso)</i></p>	<p><i>No contemplar con F.</i></p> <p>+1 <math>\text{HClO}</math> ácido hipocloroso</p> <p>+3 <math>\text{HClO}_2</math> ácido cloroso</p> <p>+5 <math>\text{HClO}_3</math> ácido clórico</p> <p>+7 <math>\text{HClO}_4</math> ácido perclórico</p> <p><i>Similar Br, I (no más)</i></p>



# Ternarios: oxácidos (III)

“Nivel sencillo”, X = metal. Todos tachados porque ninguno se admite en normas IUPAC 2005, **pero hay aniones sí aceptados.**

Cromo	Manganeso	
+6 <del>H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> áe-crómico</del>	+4 <del>H<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub> áe-manganeso</del>	+6 <del>H<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> áe-mangánico</del> +7 <del>HMnO<sub>4</sub> áe-permangánico</del>

**Oxácidos “especiales”:** en 1º Bach se ven todos

Los más habituales son los del grupo 15: con P son fosfórico y fosforoso (hay similares a P con arsénico y antimonio)

*Hay más casos no vistos con nomenclatura tradicional aceptada por IUPAC, como **tioácidos** al sustituir O por S (Ejemplo H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ácido tiosulfúrico), y **peroxiácidos** al sustituir O<sup>2-</sup> por grupo peroxi (-O-O-, O<sub>2</sub><sup>2-</sup>) (Ejemplo H<sub>2</sub>SO<sub>5</sub> ácido peroxisulfúrico)*



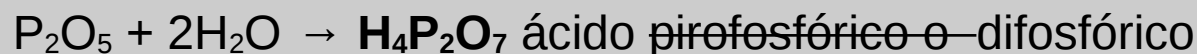
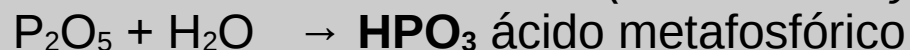
# Ternarios: oxácidos (IV)

## Fósforo

Tres casos con +3 (*1 caso es el ya visto*)



Tres casos con +5 (*1 caso es el ya visto*)



(Poco habituales:  $H_4P_2O_6$  ácido hipodifosfórico,  $H_5P_3O_{10}$  ácido trifosfórico,  $H_3P_3O_9 = (HPO_3)_3$  ácido ciclo-trifosfórico)

## Arsénico y Antimonio

Dos casos cada uno con +3 y +5, similares a P







# Ternarios: oxisales (I)

Oxisales neutras: todos los H sustituidos por único catión, se forma oxoanión.

Dos nomenclaturas como en oxácidos. Siempre se nombra primero anión y luego catión

## **-Nomenclatura Sistemática**

Los nombres de ion en oxisales (ternarios) siempre terminan en **-ato**, y provienen de nomenclatura de hidrógeno del oxácido asociado.

Como puede haber subíndices adicionales, se usan prefijos bis, tris, tetrakis.

Ejemplos:  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  tris(tetraoxidosulfato) de dihierro.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  tetraoxidosulfato de diamonio



# Ternarios: oxisales (II)

## Nomenclatura tradicional

Se nombra primero el oxoanión, que en general es el nombre del ácido al que:

**1º.** Se le quita la palabra ácido **2º.** Se sustituyen las terminaciones -oso por -ito, -ico por -ato. (Excepciones: sulfúrico/oso → sulfato/ito, fosfórico/oso → fostato/ito). *Para recordar “El pato tiene pico y el oso toca el pito”* **3º.** Se añade el número de oxidación del metal entre paréntesis y en romanos (notación Stock) en caso de que el metal tenga varios.

Hay 3 oxoaniones importantes aceptados sin nombre ácido tradicional aceptado: **CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> cromato**, **Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> dicromato**, **MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> permanganato**

Ejemplo: Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> sulfato de hierro (III), K<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> fosfito de potasio, KMnO<sub>4</sub> permanganato de potasio



# Sales ácidas

Derivados de ácidos (oxácidos ó hidrácidos) que no se pierden todos los H

Se nombran añadiendo el prefijo hidrógeno con prefijo para indicar los H que quedan

## **Derivadas de ácidos binarios (siempre aparecerá la terminación -URO)**

Derivan de ácidos de anfígenos (S, Se, Te) que tienen 2 hidrógenos y son compuestos ternarios.

Ejemplo (con  $\text{H}_2\text{S}$ )  $\text{Fe}(\text{HS})_3$ , tradicional: hidrógenosulfuro de hierro (III), y sistemática: tris(hidrogeno(sulfuro)) de hierro

## **Derivadas de oxácidos**

Derivan de oxácidos con al menos 2 hidrógenos, y son compuestos cuaternarios.

Ejemplos:  $\text{NaHCO}_3$ , tradicional: hidrógenocarbonato de sodio, y sistemática: hidrogeno(trioxidocarbonato) de sodio

$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , tradicional: hidrógenofosfato de amonio, y sistemática: hidrogeno(tetraoxidofosfato) de diamonio.

$\text{Cu}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , tradicional: dihidrógenofosfato de cobre (II), y sistemática: bis(dihidrogeno(tetraoxidofosfato)) de cobre.



# Sales básicas

Compuestos donde hay un anión proveniente de un ácido (binario u oxácido) y al tiempo uno o más grupos hidróxido (OH<sup>-</sup>). No muy importantes: IUPAC en 2005 no las menciona y en 1971 indica tratarlas como sales dobles (ver resumen binarios) con iones OH<sup>-</sup>. Orden de iones alfabético en fórmula y nombre como indica IUPAC 2005, aunque tradicionalmente se ponía el grupo OH<sup>-</sup> siempre por delante del otro anión.

Ejemplos provenientes de binarios: ZnI(OH) (~~Zn(OH)I~~) hidróxido yoduro de zinc, CdBr(OH) (~~Cd(OH)Br~~) Bromuro hidróxido de cadmio

Ejemplos provenientes de oxácidos: Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sistemática de composición: dihidroxido(tetraoxidosulfato) de dicobre,

FeCO<sub>3</sub>(OH) (~~Fe(OH)CO<sub>3</sub>~~) sistemática de composición: trioxidocarbonato hidróxido de hierro.

**Ejemplos para reflexión final:** ¿nombre tradicional AuPO<sub>3</sub>, CuFeS<sub>2</sub>, PbO<sub>2</sub>? ¿Fosfito de oro (III) ó metafosfato de oro (I), Sulfuro de cobre (II) y hierro (II) ó de cobre (I) y hierro (III), Óxido de plomo (IV) o Peróxido de plomo (II)? Para mí muestran lo "absurdo" de poner en el nombre el estado de oxidación; realmente darlo no da información sobre la fórmula, y la nomenclatura sistemática es más útil en dar un nombre que describa la fórmula.

