

TEMA 1º.- FORMULACIÓN DE QUÍMICA INORGÁNICA y ORGÁNICA

PRIMERA PARTE.- FORMULACIÓN QUÍMICA INORGÁNICA

CONCEPTOS DE VALENCIA Y 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 o estado de oxidación, que, además de tener un carácter más general, es más fácil de retener.

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 se ganan electrones y positivos si se pierden electrones.

NUMEROS DE OXIDACIÓN Y VALENCIAS MÁS USUALES

NO METALES						
ELEMENTOS	SIMBOLOS	VALENCIAS				
Hidrógeno	H	-I				I
Fluor	F	-I				
Cloro	Cl					
Bromo	Br	-I	I	III	V	VII
Yodo	I					
Oxígeno	O	-II				
Azufre	S					
Selenio	Se	-II	II	IV	VI	
Telurio	Te					
Nitrógeno	N	-III	I	II	III	IV V
Fósforo	P	-III	I		III	V
Arsénico	As					
Antimonio	Sb	-III		III		V
Boro	B			III		
Bismuto	Bi	-III		III		V
Carbono	C			II		IV
Silicio	Si	-IV				IV

METALES

ELEMENTOS	SIMBOLOS	VALENCIAS	ELEMENTOS	SIMBOLOS	VALENCIAS
Litio	Li	I	Cobre	Cu	I, II
Sodio	Na		Mercurio	Hg	
Potasio	K		Aluminio	Al	III
Rubidio	Rb		Oro	Au	I, III
Cesio	Cs		Hierro	Fe	
Francio	Fr		Cobalto	Co	II, III
Plata	Ag		Niquel	Ni	
Amonio	NH ₄		Estaño	Sn	II, IV
Berilio	Be		Plomo	Pb	
Magnesio	Mg		Platino	Pt	
Calcio	Ca	Iridio	Ir		
Estroncio	Sr	II	Cromo	Cr	II, III, VI
Bario	Ba		Manganeso	Mn	II,III,IV,VI,VII
Radio	Ra				
Cinc	Zn				
Cadmio	Cd				

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

- 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 (oxígeno) en sus compuestos es siempre -2, excepto en los peróxidos, que es -1.
- La suma algebraica de los números de oxidación de los átomos de una molécula es igual a cero, y en el caso de un ion, dicha suma algebraica deberá ser igual al valor de la carga del ion.

Ejemplo:

En el compuesto H₂ S O₄ el número de oxidación del S se determina de la siguiente forma:

El oxígeno tiene un número de oxidación -2 y el hidrógeno un valor de + 1. Como el compuesto es neutro, la suma algebraica de los números de oxidación de los elementos que intervienen en la fórmula debe ser igual a 0. Por tanto, el azufre deberá tener un número de oxidación igual a +6, ya que:

$$2 \cdot (+1) + 1 \cdot (+6) + 4 \cdot (-2) = 0$$

Hidruros

Son las combinaciones binarias del elemento hidrógeno con otro elemento, dependiendo de la naturaleza de este último elemento, tendremos dos tipos de hidruros:

a) Hidruros de un metal

En este caso el hidrógeno actúa con su número de oxidación -1 y el metal tiene un número de oxidación siempre positivo.

En la nomenclatura de composición expresando el número de oxidación con números romanos se denominan hidruro del metal, indicando su número de oxidación entre paréntesis en números romanos.

En la nomenclatura de composición con prefijos multiplicadores 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. El prefijo mono sólo se utilizará para distinguir compuestos distintos de un mismo elemento y sólo cuando aparezca él como prefijo (esta regla es aplicable siempre que se utilice la N.C.P.M.

Ejemplo	N.C.N.R.	N.C.P.M
Li H	Hidruro de Litio	Hidruro de Litio
CuH	Hidruro de cobre (I)	Monohidruro de cobre
CuH ₂	Hidruro de cobre (II)	Dihidruro de cobre
CaH ₂	Hidruro de Calcio	Dihidruro de Calcio
CoH ₂	Hidruro de Cobalto (II)	Dihidruro de Cobalto
PbH ₄	Hidruro de Plomo (IV)	Tetrahidruro de Plomo

b) Hidruros de un elemento no metálico

En este caso el hidrógeno actúa con su número de oxidación + 1.

Los elementos boro, carbono, silicio, nitrógeno, fósforo, arsénico y antimonio utilizan la N.C.P.M., empezando con el prefijo--hidruro y nombre del elemento. Los elementos azufre, selenio, telurio, flúor, cloro, bromo y yodo, utilizan la N.C.P.M empezando con el prefijo del elemento...uro de prefijo...hidrógeno.

COMPUESTO	NOMBRE
BH ₃	Trihidruro de boro
HCl	Cloruro de hidrógeno
H ₂ S	Sulfuro de dihidrógeno

SALES BINARIAS

Son combinaciones binarias de un metal con un no metal. En estos compuestos, el metal se escribe en primer lugar por ser el elemento de número de oxidación siempre positivo, y a continuación se escribe el no metal que actúa con su número de oxidación negativo

Siempre el no metal se nombra utilizando la terminación **-uro**.

Ejemplo	N.C.N.R.	N.C.P.M.
Fe Cl ₂	Cloruro de hierro (II)	Dicloruro de hierro
Fe Cl ₃	Cloruro de hierro (III)	Tricloruro de hierro
Cu Br	Bromuro de cobre (I)	Monobromuro de cobre
Cu Br ₂	Bromuro de cobre (II)	Dibromuro de cobre
Co S	Sulfuro de cobalto (II)	Monosulfuro de cobalto
Co ₂ S ₃	Sulfuro de cobalto(III)	Trisulfuro de dicobalto

ÓXIDOS

Son compuestos binarios del oxígeno. En estos compuestos, el oxígeno siempre actúa con el número de oxidación **-2**, y pueden ser de los siguientes tipos:

Ejemplo	N.C.N.R.	N.C.P.M.
Fe O	óxido de hierro (II)	Monóxido de hierro
Fe ₂ O ₃	óxido de hierro (III)	Trióxido de dihierro
Cu ₂ O	óxido de cobre (I)	Óxido de dicobre
Cu O	óxido de cobre (II)	Monóxido de cobre
N ₂ O	Óxido de nitrógeno (I)	Óxido de dinitrógeno
OCl ₂ *		Dicloruro de oxígeno
BaO	Óxido de Bario	Monóxido de bario

* Los elementos halógenos se consideran más electronegativos que el oxígeno, por tanto, las combinaciones binarias de un halógeno con el oxígeno se nombrarán como haluros de oxígeno (no como óxidos) y el halógeno se escribirá a la derecha.

- **Peróxidos.** Son combinaciones de un metal o del hidrógeno con el grupo peroxo: O₂²⁻ que responde al conjunto - O - O -,

Ejemplo	N.C.N.R.	N.C.P.M.
BaO ₂	Peróxido de bario	Dióxido de bario
H ₂ O ₂ *	Peróxido de hidrógeno	Dióxido de dihidrógeno

* Admitido el nombre de agua oxigenada.

Se puede observar que en estos compuestos no se puede aplicar la regla de simplificación al escribir la fórmula del mismo, pues se destruiría la agrupación de los dos átomos unidos de oxígeno, que es lo característico de los mismos.

HIDRÓXIDOS

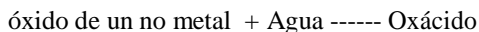
Son compuestos formados por la unión de un metal con el ion hidroxilo: OH⁻, que actúa en su conjunto con un número de oxidación igual a -1.

Ejemplo	N.C.N.R.	N.C.P.M.
Ba(OH) ₂	Hidróxido de bario	Dihidróxido de bario
Fe(OH) ₂	Hidróxido de hierro (II)	Dihidróxido de hierro
Fe(OH) ₃	Hidróxido de hierro (III)	Trihidróxido de hierro
Zn(OH) ₂	Hidróxido de zinc (II)	Dihidróxido de zinc
NH ₄ OH	Hidróxido de amonio	Hidróxido de amonio

ÁCIDOS OXÁCIDOS

Tienen de fórmula general $H_a X_b O_c$, donde X es un no metal o un metal de transición como el Cr o el Mn.

Aunque, en muchos casos, no reaccionen con el agua, para ayudar a formular se puede suponer que tiene lugar la reacción:



Existen los siguientes tipos de oxácidos:

- Oxácidos simples.
- Ácidos polihidratados (poliácidos).
- Isopoliácidos.

a) Oxácidos simples

Se puede considerar que estos ácidos están formados por la unión de un óxido de un no metal con una sola molécula de agua.

La nomenclatura tradicional es en este caso la más utilizada y en ella se utiliza el siguiente sistema de prefijos y sufijos:

No metal con una sola valencia..... Raíz no metal...ico

No metal con dos valencias..... Raíz no metal...oso (Valencia menor)
Raíz no metal... ico (Valencia mayor)

No metal con tres valencias..... Hipo...raíz no metal...oso (Valencia menor)
Raíz no metal...oso (Valencia intermedia)
Raíz no metal...ico (Valencia mayor)

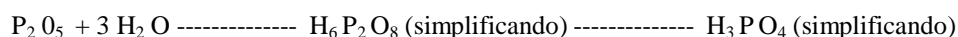
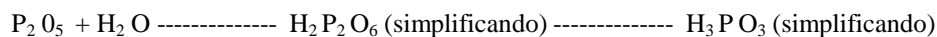
No metal con cuatro valencia..... Hipo...raíz no metal...oso (Valencia menor)
Raíz no metal...oso (Valencia menor intermedia)
Raíz no metal...ico (Valencia mayor intermedia)
Per.....raíz no metal...ico (Valencia mayor)

Ejemplo	Nomenclatura Tradicional
$N_2 O_3 + H_2 O \rightarrow HNO_2$ Una vez simplificado	Ácido nitroso
$N_2 O_5 + H_2 O \rightarrow HNO_3$ Una vez simplificado	Ácido nítrico
$S O_2 + H_2 O \rightarrow H_2 S O_3$	Ácido sulfuroso
$S O_3 + H_2 O \rightarrow H_2 S O_4$	Ácido sulfúrico
$C O_2 + H_2 O \rightarrow H_2 C O_3$	Acido carbónico
$Cl_2 O + H_2 O \rightarrow H Cl O$ Una vez simplificado	Ácido hipocloroso
$Cl_2 O_3 + H_2 O \rightarrow HClO_2$ Una vez simplificado	Ácido cloroso
$Cl_2 O_5 + H_2 O \rightarrow HClO_3$ Una vez simplificado	Ácido clórico
$Cl_2 O_7 + H_2 O \rightarrow HClO_4$ Una vez simplificado	Ácido perclórico
$Mn O_3 + H_2 O \rightarrow H_2 Mn O_4$	Ácido mangánico
$Mn_2 O_7 + H_2 O \rightarrow HMnO_4$ Una vez simplificado	Ácido permangánico

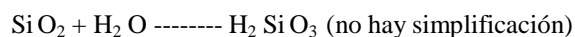
b) Ácidos polihidratados (poliácidos)

Existen una serie de elementos como el fósforo o el silicio que, con un mismo número de oxidación, pueden formar series de ácidos oxácidos que se diferencian en el contenido de oxígeno e hidrógeno en la molécula, y que se puede suponer que están formados por la unión del óxido correspondiente con más de una molécula de agua.

Así, por ejemplo, el P_2O_5 puede formar los siguientes ácidos:



De igual modo, el SiO_2 puede formar los siguientes ácidos:



En la nomenclatura tradicional, estos ácidos se nombran partiendo de la misma sistemática que en el caso de los oxácidos simples, pero indicando el grado de hidratación intercalando un prefijo característico:

Elementos de los grupos III A, V A y VB (Números de oxidación impares)	Elementos del grupo IV (Números de oxidación pares)
meta: 1 molécula de H_2O	
piro: 2 moléculas de H_2O	meta: 1 molécula de H_2O
orto: 3 moléculas de H_2O	orto: 2 moléculas de H_2O

El prefijo **orto** suele omitirse en la literatura química, no así el prefijo **meta**. Asimismo, también se suele utilizar el prefijo **di** en vez del piro. Por tanto la formulación de los anteriores compuestos es:

H_3PO_3	Ácido metafosfórico
$H_4P_2O_7$	Ácido pirofosfórico o difosfórico
H_3PO_4	Ácido ortofosfórico o fosfórico
H_2SiO_3	Ácido metasilícico
H_4SiO_4	Ácido ortosilícico o silícico

c) Isopoliácidos

Son oxácidos en cuya molécula existe más de un átomo del elemento principal o central y que se pueden considerar que están formados por la unión de varias moléculas de óxido con una molécula de agua.

Por ejemplo, el B_2O_3 puede originar el siguiente ácido:



En la nomenclatura tradicional se nombran intercalando un prefijo numeral (**di**, **tri**, **tetra**, etc.) que indica el número de átomos del elemento principal en la fórmula del ácido.

Por tanto, el $H_2B_4O_7$ es el ácido tetrabórico. Otros ejemplos son:

Ejemplo	Nomenclatura Tradicional
$2 \text{S O}_3 + \text{H}_2 \text{O} \text{ ----- } \text{H}_2 \text{S}_2 \text{O}_7$	Ácido disulfúrico
$3 \text{S O}_3 + \text{H}_2 \text{O} \text{ ----- } \text{H}_2 \text{S}_3 \text{O}_{10}$	Ácido trisulfúrico
$2 \text{S O}_2 + \text{H}_2 \text{O} \text{ ----- } \text{H}_2 \text{S}_2 \text{O}_5$	Acido disulfuroso
$3 \text{S O}_3 + \text{H}_2 \text{O} \text{ ----- } \text{H}_2 \text{S}_3 \text{O}_7$	Ácido trisulfuroso
$2 \text{Cr O}_3 + \text{H}_2 \text{O} \text{ ----- } \text{H}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7$	Ácido dicrómico
$3 \text{Cr O}_3 + \text{H}_2 \text{O} \text{ ----- } \text{H}_2 \text{Cr}_3 \text{O}_{10}$	Acido tricrómico

- **Nomenclatura de hidrógeno.**- Es válida para cualquier tipo de ácido

Prefijo numeral...hidrógeno(prefijo numeral...oxido...raíz no metal...ato)

H_2SO_3 ,..... Dihidrógeno(trioxidosulfato)

SALES

Son compuestos que provienen de la combinación de un ácido con una base y pueden ser de los siguientes tipos:

- Sales neutras.
- Sales ácidas.

a) Sales neutras

Son las que se forma al sustituir todos los hidrógenos de un ácido por un metal.
Para nombrarlas se utiliza la nomenclatura tradicional siguiente

Ácido		Sal
-oso	se sustituye por	-ito
-ico	se sustituye por	-ato

Número de oxidación de menor a mayor	Prefijo	Sufijo
	hipo-	-ito
	-	-ito
	-	-ato
	per-	-ato

La forma más simple de formar una oxisal es generando el anión a partir del oxácido correspondiente, de la siguiente forma:

El anión resulta por eliminación de los hidrógenos existentes en la fórmula del ácido y asignando una carga eléctrica negativa igual al número de hidrógenos retirados, y que será el número de oxidación con que el anión actuará en sus combinaciones.

Los aniones se nombran utilizando las reglas análogas que las sales que originan.

Acido	Nombre	Anión	Nombre
H ₂ S O ₄	Acido Sulfúrico	S O ₄ ²⁻	Anión Sulfato
H Cl O	Acido Hipocloroso	Cl O ⁻	Anión Hipoclorito
H ₃ P O ₄	Acido Fosfórico	P O ₄ ³⁻	Anión fosfato

Ejemplo	Nomenclatura Tradicional
Fe (N O ₂) ₂	Nitrito de hierro (III)
Au (N O ₃) ₃	Nitrato de oro (III)
K ₂ S O ₃	Sulfito de potasio
Ni ₂ (S O ₄) ₃	Sulfato de niquel (III)
Fe ₂ (C O ₃) ₃	Carbonato de hierro (III)
Ca ₃ (P O ₄) ₂	Fosfato de calcio
K ₂ Cr ₂ O ₇	Dicromato de potasio

b) Sales ácidas

Son un tipo de sales en las que se sustituye parcialmente el hidrógeno por metales, así el ácido carbónico H₂ C O₃ puede originar dos tipos de aniones, el anión carbonato CO₃²⁻ y el anión hidrógenocarbonato HCO₃¹⁻.

De forma general, en la nomenclatura tradicional se nombran igual que las sales neutras, colocando delante el número de hidrógenos que no se sustituyen.

Ejemplo	N.Tradicional
Ba (H S) ₂	Hidrogenosulfuro de bario
Mg (H S O ₄) ₂	Hidrogenosulfato de magnesio
Fe (H ₂ P O ₄) ₂	Dihidrogenofosfato de hierro (III)

SEGUNDA PARTE.- FORMULACIÓN QUÍMICA ORGÁNICA