

# TEMA 0. FORMULACIÓN INORGÁNICA.

GRUPOS PERIÓDICOS	1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8	9	10	11B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	GNST'S																				
1	1.00797 -1,1 H Hidrógeno 1s	9.01229 2 Be Berilio 1s, 2s	44,956 3 Sc Escandio 1s, 3d, 4s	47,90 2,3,4 Ti Titanio 1s, 3d, 4s	50,942 2,3,4,5 V Vanadio 1s, 3d, 4s	51,996 2,3,4,5,6 Cr Cromo 1s, 3d, 4s	54,938 2,3,4,5,6,7 Mn Manganeso 1s, 3d, 4s	55,847 2,3 Fe Hierro 1s, 3d, 4s	58,933 2,3 Co Cobalto 1s, 3d, 4s	58,71 2,3 Ni Níquel 1s, 3d, 4s	63,54 1,2 Cu Cobre 1s, 3d, 4s	65,37 2 Zn Zinc 1s, 3d, 4s	69,72 3 Ga Galio 1s, 3d, 4s	72,59 2,4 Ge Germanio 1s, 3d, 4s	74,9216 -3,1,3,5 As Arsénico 1s, 3d, 4s	78,96 -2,2,4,6 Se Selenio 1s, 3d, 4s	79,909 -1,1,3,5,7 Br Bromo 1s, 3d, 4s	83,80 - Kr Kriptón 1s, 3d, 4s	2	4.0026 0 He Helio 1s																		
2	6,939 1 Li Litio 1s, 2s	9,01229 2 Be Berilio 1s, 2s	24,312 2 Mg Magnesio 1s, 3s	44,956 3 Sc Escandio 1s, 3d, 4s	47,90 2,3,4 Ti Titanio 1s, 3d, 4s	50,942 2,3,4,5 V Vanadio 1s, 3d, 4s	51,996 2,3,4,5,6 Cr Cromo 1s, 3d, 4s	54,938 2,3,4,5,6,7 Mn Manganeso 1s, 3d, 4s	55,847 2,3 Fe Hierro 1s, 3d, 4s	58,933 2,3 Co Cobalto 1s, 3d, 4s	58,71 2,3 Ni Níquel 1s, 3d, 4s	63,54 1,2 Cu Cobre 1s, 3d, 4s	65,37 2 Zn Zinc 1s, 3d, 4s	69,72 3 Ga Galio 1s, 3d, 4s	72,59 2,4 Ge Germanio 1s, 3d, 4s	74,9216 -3,1,3,5 As Arsénico 1s, 3d, 4s	78,96 -2,2,4,6 Se Selenio 1s, 3d, 4s	79,909 -1,1,3,5,7 Br Bromo 1s, 3d, 4s	83,80 - Kr Kriptón 1s, 3d, 4s	3	11 22,9898 1 Na Sodio 1s, 2s, 3s	12 24,312 2 Mg Magnesio 1s, 3s	21 44,956 3 Sc Escandio 1s, 3d, 4s	22 47,90 2,3,4 Ti Titanio 1s, 3d, 4s	23 50,942 2,3,4,5 V Vanadio 1s, 3d, 4s	24 51,996 2,3,4,5,6 Cr Cromo 1s, 3d, 4s	25 54,938 2,3,4,5,6,7 Mn Manganeso 1s, 3d, 4s	26 55,847 2,3 Fe Hierro 1s, 3d, 4s	27 58,933 2,3 Co Cobalto 1s, 3d, 4s	28 58,71 2,3 Ni Níquel 1s, 3d, 4s	29 63,54 1,2 Cu Cobre 1s, 3d, 4s	30 65,37 2 Zn Zinc 1s, 3d, 4s	31 69,72 3 Ga Galio 1s, 3d, 4s	32 72,59 2,4 Ge Germanio 1s, 3d, 4s	33 74,9216 -3,1,3,5 As Arsénico 1s, 3d, 4s	34 78,96 -2,2,4,6 Se Selenio 1s, 3d, 4s	35 79,909 -1,1,3,5,7 Br Bromo 1s, 3d, 4s	36 83,80 - Kr Kriptón 1s, 3d, 4s
3	39,102 1 K Potasio 1s, 3s, 4s	40,08 2 Ca Calcio 1s, 3s, 4s	88,905 3 Y Itio 1s, 3d, 4s	91,22 2,3,4 Zr Zirconio 1s, 3d, 4s	92,906 2,3,4,5 Nb Niobio 1s, 3d, 4s	95,94 2,3,4,5,6 Mo Molibdeno 1s, 3d, 4s	98,906 4,5,6,7 Tc Tecnecio 1s, 3d, 4s	101,07 2,3,4,6,8 Ru Rutenio 1s, 3d, 4s	102,905 2,3,4,6 Rh Rodio 1s, 3d, 4s	106,4 2,4 Pd Paladio 1s, 3d, 4s	107,870 1 Ag Plata 1s, 3d, 4s	112,40 2 Cd Cadmio 1s, 3d, 4s	114,82 1,3 In Indio 1s, 3d, 4s	118,69 2,4 Sn Estadio 1s, 3d, 4s	121,75 -3,3,5 Sb Antimonio 1s, 3d, 4s	127,60 -2,2,4,6 Te Teluro 1s, 3d, 4s	128,9044 -1,1,3,5,7 I Yodo 1s, 3d, 4s	131,30 - Xe Xenón 1s, 3d, 4s	4	19 39,102 1 K Potasio 1s, 3s, 4s	20 40,08 2 Ca Calcio 1s, 3s, 4s	39 88,905 3 Y Itio 1s, 3d, 4s	40 91,22 2,3,4 Zr Zirconio 1s, 3d, 4s	41 92,906 2,3,4,5 Nb Niobio 1s, 3d, 4s	42 95,94 2,3,4,5,6 Mo Molibdeno 1s, 3d, 4s	43 98,906 4,5,6,7 Tc Tecnecio 1s, 3d, 4s	44 101,07 2,3,4,6,8 Ru Rutenio 1s, 3d, 4s	45 102,905 2,3,4,6 Rh Rodio 1s, 3d, 4s	46 106,4 2,4 Pd Paladio 1s, 3d, 4s	47 107,870 1 Ag Plata 1s, 3d, 4s	48 112,40 2 Cd Cadmio 1s, 3d, 4s	49 114,82 1,3 In Indio 1s, 3d, 4s	50 118,69 2,4 Sn Estadio 1s, 3d, 4s	51 121,75 -3,3,5 Sb Antimonio 1s, 3d, 4s	52 127,60 -2,2,4,6 Te Teluro 1s, 3d, 4s	53 128,9044 -1,1,3,5,7 I Yodo 1s, 3d, 4s	54 131,30 - Xe Xenón 1s, 3d, 4s	
5	132,905 1 Cs Cesio 1s, 3s, 4s	137,34 2 Ba Bario 1s, 3s, 4s	186,905 3 La Lantano y Lantánidos 1s, 3d, 4s	178,49 2,3,4 Hf Hafnio 1s, 3d, 4s	180,948 2,3,4,5 Ta Tantalio 1s, 3d, 4s	183,85 2,3,4,5,6 W Wolframio 1s, 3d, 4s	186,2 2,4,6,7 Re Renio 1s, 3d, 4s	190,2 2,3,4,6,8 Os Osmio 1s, 3d, 4s	192,2 2,3,4,6 Ir Iridio 1s, 3d, 4s	195,09 2,4,6 Pt Platino 1s, 3d, 4s	196,967 1,3 Au Oro 1s, 3d, 4s	200,59 1,2 Hg Mercurio 1s, 3d, 4s	204,37 1,3 Tl Talio 1s, 3d, 4s	207,19 2,4 Pb Plomo 1s, 3d, 4s	208,980 3,5 Bi Bismuto 1s, 3d, 4s	208,980 4,6 Po Polonio 1s, 3d, 4s	209 -1,1,3,5 At Astatio 1s, 3d, 4s	210 - Rn Radón 1s, 3d, 4s	5	55 132,905 1 Cs Cesio 1s, 3s, 4s	56 137,34 2 Ba Bario 1s, 3s, 4s	57 138,91 3 La Lantano 1s, 3d, 4s	58 140,12 3,4 Ce Cerio 1s, 3d, 4s	59 140,91 3,4 Pr Praseodimio 1s, 3d, 4s	60 141,91 2,3,4 Nd Neodimio 1s, 3d, 4s	61 144,24 3 Pm Prometio 1s, 3d, 4s	62 150,36 2,3 Sm Samario 1s, 3d, 4s	63 151,96 2,3 Eu Europio 1s, 3d, 4s	64 157,25 3 Gd Gadolinio 1s, 3d, 4s	65 158,92 3,4 Tb Terbio 1s, 3d, 4s	66 162,50 3,4 Dy Disprosio 1s, 3d, 4s	67 164,93 3 Ho Holmio 1s, 3d, 4s	68 167,26 3 Er Erbio 1s, 3d, 4s	69 168,93 3 Tm Tulio 1s, 3d, 4s	70 173,04 2,3 Yb Iterbio 1s, 3d, 4s	71 174,97 2,3 Lu Lutecio 1s, 3d, 4s		
6	132,905 1 Cs Cesio 1s, 3s, 4s	137,34 2 Ba Bario 1s, 3s, 4s	186,905 3 La Lantano y Lantánidos 1s, 3d, 4s	178,49 2,3,4 Hf Hafnio 1s, 3d, 4s	180,948 2,3,4,5 Ta Tantalio 1s, 3d, 4s	183,85 2,3,4,5,6 W Wolframio 1s, 3d, 4s	186,2 2,4,6,7 Re Renio 1s, 3d, 4s	190,2 2,3,4,6,8 Os Osmio 1s, 3d, 4s	192,2 2,3,4,6 Ir Iridio 1s, 3d, 4s	195,09 2,4,6 Pt Platino 1s, 3d, 4s	196,967 1,3 Au Oro 1s, 3d, 4s	200,59 1,2 Hg Mercurio 1s, 3d, 4s	204,37 1,3 Tl Talio 1s, 3d, 4s	207,19 2,4 Pb Plomo 1s, 3d, 4s	208,980 3,5 Bi Bismuto 1s, 3d, 4s	208,980 4,6 Po Polonio 1s, 3d, 4s	209 -1,1,3,5 At Astatio 1s, 3d, 4s	210 - Rn Radón 1s, 3d, 4s	6	87 223 1 Fr Francio 1s, 3s, 4s	88 226 2 Ra Radio 1s, 3s, 4s	89 a 103 Actinoides y Actínidos 1s, 3d, 4s	104 281 Rf* Rutherfordio 1s, 3d, 4s	105 282 Db* Dubnio 1s, 3d, 4s	106 283 Sg* Seaborgio 1s, 3d, 4s	107 284 Bh* Bohrio 1s, 3d, 4s	108 285 Hs* Hessio 1s, 3d, 4s	109 286 Mt* Meitnerio 1s, 3d, 4s	110 289 Uun Ununmio 1s, 3d, 4s	111 292 Uuu Ununmio 1s, 3d, 4s	112 293 Uub Ununbio 1s, 3d, 4s	113 294 Uut Ununtrio 1s, 3d, 4s	114 295 Uuq Ununquadio 1s, 3d, 4s	115 298 Uup Ununpentio 1s, 3d, 4s	116 299 Uuh Ununhexio 1s, 3d, 4s	117 299 Uus Ununseptio 1s, 3d, 4s	118 299 Uuo Ununoctio 1s, 3d, 4s	
7	223 1 Fr Francio 1s, 3s, 4s	226 2 Ra Radio 1s, 3s, 4s	89 a 103 Actinoides y Actínidos 1s, 3d, 4s	104 281 Rf* Rutherfordio 1s, 3d, 4s	105 282 Db* Dubnio 1s, 3d, 4s	106 283 Sg* Seaborgio 1s, 3d, 4s	107 284 Bh* Bohrio 1s, 3d, 4s	108 285 Hs* Hessio 1s, 3d, 4s	109 286 Mt* Meitnerio 1s, 3d, 4s	110 289 Uun Ununmio 1s, 3d, 4s	111 292 Uuu Ununmio 1s, 3d, 4s	112 293 Uub Ununbio 1s, 3d, 4s	113 294 Uut Ununtrio 1s, 3d, 4s	114 295 Uuq Ununquadio 1s, 3d, 4s	115 298 Uup Ununpentio 1s, 3d, 4s	116 299 Uuh Ununhexio 1s, 3d, 4s	117 299 Uus Ununseptio 1s, 3d, 4s	118 299 Uuo Ununoctio 1s, 3d, 4s	7	87 223 1 Fr Francio 1s, 3s, 4s	88 226 2 Ra Radio 1s, 3s, 4s	89 227 3 Ac Actinio 1s, 3d, 4s	90 232,04 3,4 Th Torio 1s, 3d, 4s	91 231 3,4,5 Pa Protactinio 1s, 3d, 4s	92 238,03 3,4,5,6 U Uranio 1s, 3d, 4s	93 237 3,4,5,6 Np* Neptunio 1s, 3d, 4s	94 234 3,4,5,6 Pu* Plutonio 1s, 3d, 4s	95 238 3,4,5,6 Am* Americio 1s, 3d, 4s	96 247 3,4 Cm* Curio 1s, 3d, 4s	97 247 3,4 Bk* Berkelio 1s, 3d, 4s	98 251 3,4 Cf* Californio 1s, 3d, 4s	99 252 3,5 Es* Einsteinio 1s, 3d, 4s	100 257 3,4 Fm* Fermio 1s, 3d, 4s	101 258 3 Md* Mendelevio 1s, 3d, 4s	102 259 2,3 No* Nobelio 1s, 3d, 4s	103 260 2,3 Lr* Lawrencio 1s, 3d, 4s		

Número atómico  
 Masa atómica  
 N° de oxidación  
**Símbolo**  
 Nombre  
 Estructura electrónica

• Los elementos cuyos símbolos llevan asterisco, han sido obtenidos artificialmente.  
 • La masa atómica entre paréntesis pertenece al isótopo más estable del elemento correspondiente.

82

## 1. Conceptos básicos.

La valencia representa la posibilidad de un elemento de combinarse con otro, se toma como referencia al hidrógeno al que se le asigna valencia 1.

El número de oxidación de un elemento es su capacidad para captar o ceder electrones para adquirir estructura de gas noble. El número de oxidación viene reflejado en la tabla periódica, que hay que aprenderse de memoria. La valencia o el número de oxidación se intercambian al formular.

El catión (+) debe preceder al anión (-). En los compuestos neutros las cargas deben compensarse. Para ver la diferencia entre ambos conceptos podemos ver que la valencia del carbono en los compuestos: CH<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>Cl, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> y CCl<sub>4</sub> es 4, mientras que su número de oxidación es respectivamente: -4, -2, 0 y +4.

Según Peterson (Introducción a la nomenclatura de sustancias químicas (2010), el que usaremos como referencia, los números de oxidación más frecuentes son:

### NÚMEROS DE OXIDACIÓN más frecuentes

	H	I, -I *			
	Li	I			
grupo 1 (antes IA)	Na	I	grupo 13**	B	III, -III
	K	I		Al	III
	Rb	I			
	Cs	I			
	Be	II	grupo 14**	C	IV, -IV
grupo 2 (antes IIA)	Mg	II		Si	IV, -IV
	Ca	II		Sn	IV, II
	Sr	II		Pb	IV, II
	Ba	II			
grupo 3	Sc	III	grupo 15**	N	II, III, IV, V, -III
grupo 4	Ti	II, III, IV		P	III, V, -III
grupo 5	V	II, III, IV, V		As	III, V
grupo 6	Cr	II, III, VI		Sb	III, V
grupo 7	Mn	II, III, IV, VII			
grupo 8	Fe	II, III	grupo 16**	O	-II
grupo 9	Co	II, III		S	IV, VI, -II
				Se	IV, VI, -II
				Te	IV, VI, -II
grupo 10	Ni	II, III	grupo 17**	F	-I
	Pd	II, IV		Cl	I, III, V, VII, -I
	Pt	II, IV		Br	I, III, V, VII, -I
grupo 11	Cu	I, II		I	I, III, V, VII, -I
	Ag	I			
	Au	I, III			
grupo 12	Zn	II			
	Cd	II			
	Hg	II, I			

El manganeso puede actuar también con valencia VI.

En cuanto a las nomenclaturas, Peterson suele usar varios tipos: tradicional, IUPAC, CA,

sistemática y de Stock, principalmente. CA son los nombres que usa la publicación americana Chemical Abstracts, de la American Chemical Society.

La nomenclatura sistemática usa los prefijos: mono, di, tri, tetra, penta, hexa, hepta, octa, enea, deca, endeca, dodeca, 13, 14, 15,.... Por ejemplo:  $\text{Cl}_2\text{O}_5$ , se leerá en la nomenclatura sistemática pentaóxido de dicloro.

La nomenclatura de Stock consigna la valencia en números romanos entre paréntesis. Por ejemplo, en el caso anterior: óxido de cloro (V).

En la nomenclatura tradicional hay que saber cuántas valencias tiene el elemento:

S dos valencias: el nombre del compuesto que use la valencia más pequeña terminará en oso, el nombre del compuesto que use la valencia mayor terminará en ico. Por ejemplo, el hierro tiene valencias 2 y 3, formará dos óxidos,  $\text{FeO}$  (óxido ferroso) y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (óxido férrico).

S tres valencias: el nombre del compuesto que use la valencia más pequeña terminará en oso y comenzará en hipo, el nombre del compuesto que use la valencia intermedia terminará en oso y el nombre del compuesto que use la valencia mayor terminará en ico. Por ejemplo, el azufre tiene valencias 2, 4 y 6, formará tres óxidos,  $\text{SO}$  (óxido hiposulfuroso),  $\text{SO}_2$  (óxido sulfuroso) y  $\text{SO}_3$  (óxido sulfúrico). Aunque hay que recordar que en la nomenclatura tradicional los óxidos de los no metales se denominan anhídridos.

S cuatro valencias: siguiendo los casos anteriores formularemos los óxidos del cloro,  $\text{Cl}_2\text{O}$  (anhídrido hipocloroso),  $\text{Cl}_2\text{O}_3$  (anhídrido cloroso),  $\text{Cl}_2\text{O}_5$  (anhídrido clórico) y  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  (anhídrido perclórico).

Nosotros, en la medida de lo posible vamos a seguir los criterios de la IUPAC, únicamente, pues son los que van a exigir para selectividad.

## 2.- Sustancias simples.

Son aquellas constituidas por un sólo elemento, suelen ser gaseosas y en algunos casos sólidas.

Por ejemplo,  $\text{H}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  (dioxígeno),  $\text{O}_3$  (trioxígeno),  $\text{S}_8$  (octaazufre),  $\text{S}_6$  (hexaazufre) o  $\text{P}_4$  (tetrafósforo).

## 3.- Formulación de los hidruros.

Los hidruros son combinaciones binarias, de hidrógeno y otro elemento. Los hidruros metálicos se forman al combinarse el hidrógeno con un metal, es decir cuando el elemento es muy electropositivo. En estos casos el hidrógeno actúa con número de oxidación -1. Por ejemplo,  $\text{SnH}_4$ , tetrahidruro de estaño. Fíjense que se coloca antes el más metálico (posible catión). Los más comunes son de las columnas 1 y 2, aunque existen otros como  $\text{CrH}_{12}$ . Los hidruros metálicos se nombran de la siguiente forma:

$\text{NaH}$  : hidruro de sodio.

$\text{CaH}_2$ : hidruro de calcio (Cuando el número de oxidación es único no se usa).

$\text{PH}_3$ : hidruro de fósforo.

$\text{H}_2\text{S}$ : sulfuro de hidrógeno.

$\text{HCl}$ : cloruro de hidrógeno, como vemos todos terminan en -uro.

Sus valencias respecto a las distintas columnas (como regla mnemotécnica) son:

Número de columna	0	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Valencia con el hidrógeno	0	1	2	3	4	3	2	1	0

En la primera posición se coloca siempre el más metálico.

Los elementos de las columnas 15, 14 y 13 tienen nombres especiales: amoniaco, fosfina, arsina, estibina, metano, silano, estannano, plumbano, borano y alano,

respectivamente. Se recomienda usar la nomenclatura sistemática.

Los hidruros que se forman con los elementos de las columnas 16 y 17 se llaman hidrácidos, cuando están en disolución acuosa, el hidrógeno actúa con número de oxidación +1. Se nombran terminando en -uro. En disolución acuosa se antepone la palabra ácido. Por ejemplo:

HF Fluoruro de hidrógeno ó ácido fluorhídrico (en disolución acuosa).

El agua,  $H_2O$ , es un hidruro especial. Independientemente del nombre tradicional, el más usado, la IUPAC recomienda llamarla oxidano.

#### 4.- Formulación de los óxidos

Son combinaciones binarias entre el oxígeno y otro elemento. El oxígeno siempre actúa con número de oxidación -2.

Los óxidos metálicos tienen comportamiento básico, por ejemplo  $FeO$ , óxido ferroso. Como regla mnemotécnica, sus valencias de las columnas A, serán estas:

Número de columna	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Valencia con el oxígeno	0	1	2	1,3	2,4	1,3,5	2,4,6	1,3,5,7	0

Aparte habremos de conocer las valencias de los metales de transición más significativos. En la primera posición se coloca siempre el más metálico.

Los óxidos de las columnas 1 y 2, se nombran como óxido de (metal). Para el resto de los óxidos se recomienda la nomenclatura sistemática, la tradicional se considera anticuada, pero hay que conocerla para las sales. Algunos ejemplos son:

$Cu_2O$ : óxido de dicobre.

Óxido de cobre(I).

$Fe_2O_3$ : trióxido de dihierro.

Óxido de hierro(III).

$BaO$ : óxido de bario.

$BaO_2$ : dióxido de bario.

$Cr_2O_3$ : trióxido de dicromo.

#### 5.- Formulación de los peróxidos.

Formados por el ión peróxido. El oxígeno tiene aquí número de oxidación -1, el ión peróxido actúa con número de oxidación -2. Se conocen peróxidos de las columnas IA, IIA, IB y IIB. En la nomenclatura tradicional se formulan anteponiendo la palabra peróxido al óxido del que provienen. Por ejemplo:

$BaO_2$  Dióxido de bario

peróxido de bario

$H_2O_2$  Dióxido de dihidrógeno

dioxidano (IUPAC), su nombre usual es agua oxigenada.

## 6.- Formulación de combinaciones binarias.

Las más comunes provienen de los ácidos hidrácidos, son sales, los grupos que quedan al eliminar todos (o parte) de los hidrógenos actúan con valencia igual al número de hidrógenos que han perdido. Por tanto todos los grupos actuarán con valencia I o con valencia II. Sus compuestos se nombran terminados en -uro. Suelen ser compuestos iónicos. Ejemplos:

$\text{CaF}_2$  difluoruro de calcio    fluoruro de calcio.

Existen otras más raras, combinación de no metal-no metal, son sales volátiles, en las cuales no se recomienda la nomenclatura tradicional. Suelen ser compuestos covalentes. Por ejemplo:

$\text{BrF}_3$     Trifluoruro de boro            fluoruro de boro(III).  
 $\text{IF}_7$      Heptafluoruro de yodo        fluoruro de yodo(VII).  
 $\text{SiC}$      Carburo de silicio

A veces existen elementos autoenlazados, más complicados, como:

$\text{KI}_3$      Triyoduro de potasio.  
 $\text{S}_2\text{Cl}_2$     Dicloruro de diazufre.

En estos casos se usa siempre la sistemática, llamada de composición con prefijos multiplicadores. NO SE DEJA ESPACIO CUANDO SE INDICA EL NÚMERO DE OXIDACIÓN CON NÚMEROS ROMANOS.

## 7.- Formulación de los hidróxidos.

El grupo  $\text{OH}^{-1}$ , el ión hidróxido, actúa con número de oxidación -1. Se conocen como bases, en la nomenclatura tradicional. Se antepone la palabra hidróxido. En la sistemática se coloca el prefijo delante de la palabra hidróxido. Por ejemplo:

$\text{Fe}(\text{OH})_3$  trihidróxido de hierro    hidróxido de hierro(III).  
 $\text{Al}(\text{OH})_3$  trihidróxido de aluminio    hidróxido de aluminio.  
 $\text{NH}_4\text{OH}$     hidróxido de amonio.

## 8.- Oxoácidos.

Recordamos que existían dos tipos de ácidos:

- Hidrácidos, no contienen oxígeno y son hidruros.
- Oxoácidos, continen oxígeno y derivan de los óxidos.

Acido es toda sustancia que contiene H sustituibles total o parcialmente por metales, dando sales. El hidrógeno en las fórmulas de los ácidos se escribe siempre en primer lugar.

Para construir los oxoácidos, se añade 1  $\text{H}_2\text{O}$  (prefijo meta) al óxido del cual proceden. Se nombran igual que los óxidos, pero poniendo ácido en vez de óxido, en la nomenclatura tradicional. La suma de los números de oxidación debe dar cero.

Existen ácidos polihidratados, en este caso se puede sumar 2  $\text{H}_2\text{O}$  (prefijo piro o di) y tres  $\text{H}_2\text{O}$  (prefijo orto), si la columna es impar. Si la columna es par el prefijo orto indica 2 aguas y el piro (di) indica dos anhídridos más un agua.. Los prefijos di, tri, tetra, indican el grado de polimerización del ácido, se formulan sumando tantas moléculas de ácido como indique el prefijo y restando un número menos de moléculas de ácido.

Actualmente Peterson señala que meta es la mínima hidratación y orto, la máxima. Los prefijos di indican que la molécula central es doble, tri que es triple y así sucesivamente. Por ejemplo, el ácido sulfúrico:  $H_2SO_4$ , el ácido disulfúrico  $H_2S_2O_7$ , el ácido trisulfúrico  $H_2S_3O_{10}$ . Otro ejemplo sería:

Ácido trifosfórico:  $3 H_3PO_4 - 2 H_2O = H_5P_3O_{10}$ .

Aunque la nomenclatura usual de los ácidos es la que se expone en el cuadro siguiente, la IUPAC ha propuesto una nomenclatura de adición y otra de hidrógeno. Consiste en

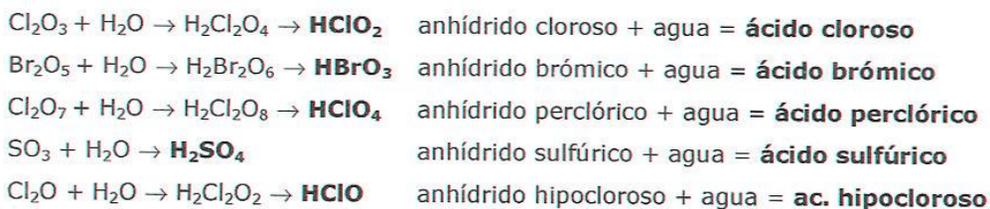
Fórmula	Nombre tradicional	Nombre de adición	Nombre de hidrógeno
HBrO	Acido hipobromoso	Hidroxidobromo	Hidrogeno(oxidobromato)
$H_2SO_3$	Acido sulfuroso	Dihidroxidooxidoazufre	Dihidrogeno(trioxidosulfato)
$H_4P_2O_7$	Acido difosforico	Tetrahidroxidotrioxidodifosforo	Tetrahidrogeno(heptaoxidodifosfato)

Respecto a los ácidos de los elementos de transición y otras excepciones, vamos a verlas con detalle:

En el caso de la columna IVB, se puede aceptar que el titanio sólo puede actuar con valencia 3 y 4, y el circonio con valencia 4 solamente y usualmente como metal.

En el caso de la columna VB sólo se conocen los ácidos:  $HVO_3$  (metavanádico, valencia V),  $H_3VO_4$  (ortovanádico),  $H_3V_3O_9$  (trivanádico),  $H_8Nb_6O_{19}$  (hexanióbico) y  $H_8Ta_6O_{19}$  (hexatantálico).

Ejemplos:



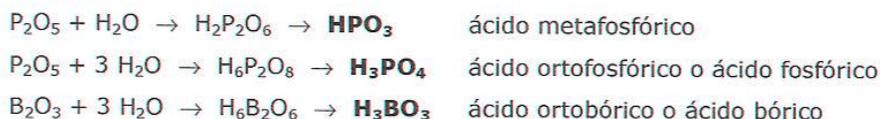
Prefijos meta, orto y di (piro).

- Prefijos *meta* y *orto*: para distinguir ácidos de un mismo anhídrido que difieren por su contenido en agua.

*meta*: 1 molécula de agua ; *orto*: 3 moléculas de agua

- El prefijo *orto* puede omitirse al nombrar el ácido.

Ejemplos:

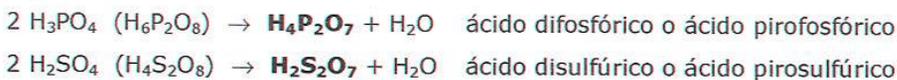


- Sin embargo, el ácido ortosilícico, comúnmente llamado ácido silícico, se forma por combinación del anhídrido silícico con 2 moléculas de agua:



- Prefijo *di* ( o *piro*): ácido formado por la unión de dos moléculas de ácido con eliminación de una molécula de agua.

Ejemplos:



- En algunos casos, también puede entenderse como la combinación del anhídrido con 2 moléculas de agua:



En el caso de la columna VIB, tenemos al cromo, molibdeno y wolframio, que se puede considerar que actúan con valencia 3,6 en la formación de ácidos, cromitos, cromatos, molibdatos y wolframatos.

En el caso de la columna VIIB, teníamos que el manganeso actuaba con valencias 4, 6 y 7, nombrándose la última como per\_\_\_\_ato, al igual que en el caso de el tecnecio y el renio, pero en el renio se nombra al revés, los perrenatos son con valencia 6.

En la columna VIII B, sólo tenemos el Fe, Co, Ni que actúan con 2,3 y el platino y el paladio que actúan con valencias 2, 4.

Algunos ácidos aceptados por la IUPAC, famosos o raros con nombres tradicionales son: HCN, cianhídrico (cianuros), HCNO, ciánico (cianatos).

Una forma sencilla e infalible de formular los ácidos es teniendo en cuenta el grado de oxidación, por ejemplo: hidrógeno(dióxido de fósforo), un hidrógeno, dos oxígenos y un fósforo. Dos oxígenos son cuatro cargas negativas, el fósforo está actuando con valencia tres, sólo falta una carga positiva de un hidrógeno, así  $\text{HPO}_2$ .

Cuando el fósforo actúa con valencia 1, sólo existe la forma orto. Los hidrógenos que puede perder el P cuando actúa con valencia uno son todos menos 2, cuando actúa con valencia tres, son todos menos uno.

### 9.- Formulación de los tioácidos.

Los O de un ácido son sustituidos por el mismo número de S, los prefijos indican el número de O sustituidos: tio (uno), ditio (dos),... sulfo (todos). Ejemplos:  $\text{HAsO}_2$  (arsenioso) pasa a  $\text{HAsS}_2$  (sulfoarsenioso).  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (sulfúrico) pasa a  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (tiosulfúrico).

Insertamos una tabla con la nomenclatura actual para selectividad, no se admite la nomenclatura de Stock:

Fórmula	Nomenclatura de Stock	IUPAC, recomendaciones del 2005 ACEPTADA POR LA PONENCIA		
		Nombre tradicional	Nombre de adición	Nombre de hidrógeno
$\text{HBrO}$	Ácido oxobromico(I) Oxobromato(I) de hidrógeno	Ácido hipobromoso	Hidroxidobromo $\text{Br}(\text{OH})$	Hidrogeno(oxidobromato)
$\text{HIO}_3$	Ácido trioxoiódico(V) Trioxidoyodato(V) de hidrógeno	Ácido iódico/yódico	Hidroxidodioxidoyodo $\text{IO}_2(\text{OH})$	Hidrogeno(trioxidoyodato)
$\text{HClO}_2$	Ácido dioxoclorico(III) Dioxoclorato(III) de hidrógeno	Ácido cloroso	hidroxidooxidocloro $\text{ClO}(\text{OH})$	Hidrogeno(dioxidoclorato)
$\text{HNO}_2$	Ácido dioxonítrico(III) Dioxonitrato(III) de hidrógeno	Ácido nitroso	Hidroxidooxidonitrógeno $\text{NO}(\text{OH})$	Hidrogeno(dioxidonitrato)
$\text{HClO}_4$	Ácido tetraoxoclorico(VII) Tetraoxoclorato(VII) de hidrógeno	Ácido perclórico	hidroxidotrioxidocloro $\text{ClO}_3(\text{OH})$	Hidrogeno(tetraoxidoclorato)
$\text{H}_2\text{SO}_3$	Ácido trioxosulfúrico(IV) Trioxosulfato(IV) de hidrógeno	Ácido sulfuroso	Dihidroxidooxidoazufre $\text{SO}(\text{OH})_2$	dihidrogeno(trioxidosulfato)
$\text{H}_3\text{PO}_4$	Ácido tetraoxofosfórico(V) Tetraoxofosfato(V) de hidrógeno	Ácido fosfórico	Trihidroxidooxidofosforo $\text{PO}(\text{OH})_3$	Trihidrogeno(tetraoxidofosfato)
$\text{H}_4\text{SiO}_4$	Ácido tetraoxosilícico Tetraoxosilicato de hidrógeno	Ácido silícico	Tetrahidroxidosilicio $\text{Si}(\text{OH})_4$	Tetrahidrogeno(tetraoxidosilicato)
$\text{H}_2\text{CrO}_4$	Ácido tetraoxocromico(VI) Tetraoxocromato(VI) de hidrógeno	Ácido crómico	dihidroxidodioxidocromo $\text{CrO}_2(\text{OH})_2$	Dihidrogeno(tetraoxidocromato)

## 10.- Sales de los oxoácidos.

Proceden de sustituir total o parcialmente los H de los ácidos por metales, de ahí que puedan ser neutras o ácidas. También existen sales neutras y sales dobles.

Comencemos por las sales neutras; provienen de la sustitución total de los H. Por ejemplo, sea el  $\text{HNO}_3$ , esto es el hidroxidodioxidonitrogeno. Al descomponerse queda un catión  $\text{H}^+$  y un anión  $\text{NO}_3^-$ , con lo cual el anión podrá ligarse a otro catión metálico como la plata, por ejemplo,  $\text{Ag}^+$ . Se forma una sal,  $\text{AgNO}_3$ ,

Las sales actualmente se nombran de la siguiente forma, se desecha la nomenclatura de Stock:

Fórmula	Nomenclatura de Stock	IUPAC, recomendaciones del 2005 ACEPTADA POR LA PONENCIA			Nombre antiguo incorrecto
		Nombre tradicional	Nomenclatura de composición o sistemática estequiométrica	Nomenclatura de adición	
$\text{K}_2\text{CO}_3$	Trioxocarbonato(IV) de potasio	Carbonato de potasio	Trioxidocarbonato de dipotasio	Trioxidocarbonato(2-) de potasio	Carbonato potásico
$\text{NaNO}_2$	Dioxonitrato(III) de sodio	Nitrito de sodio	Dioxidonitrato de sodio	Dioxidonitrato(1-) de sodio	
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Trioxonitrato(V) de calcio	Nitrato de calcio	Bis(trioxidonitrato) de calcio	Trioxidonitrato(1-) de calcio	
$\text{AlPO}_4$	Tetraoxofosfato(V) de aluminio	Fosfato de aluminio	Tetraoxidofosfato de aluminio	Tetraoxidofosfato(3-) de aluminio	
$\text{Na}_2\text{SO}_3$	Trioxosulfato(IV) de sodio	Sulfito de sodio	Trioxidosulfato de disodio	Trioxidosulfato(2-) de sodio	
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Tetraoxosulfato(VI) de hierro(III)	Sulfato de hierro(III) (*)	Tris(tetraoxidosulfato) de dihierro	Tetraoxidosulfato(2-) de hierro(3+)	Sulfato férrico
$\text{NaClO}$	Oxoclorato(I) de sodio	Hipoclorito de sodio	Oxidoclorato de sodio	Clorurooxigenato(1-) de sodio Oxidoclorato(1-) de sodio	
$\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$	Dioxoclorato(III) de calcio	Clorito de calcio	Bis(dioxidoclorato) de calcio	Dioxidoclorato(1-) de calcio	
$\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$	Trioxoyodato(V) de bario	Yodato de bario	Bis(trioxidoyodato) de bario	Trioxidoyodato(1-) de bario	
$\text{KIO}_4$	Tetraoxoyodato(VII) de potasio	Peryodato de potasio	Tetraoxidoyodato de potasio	Tetraoxidoyodato(1-) de potasio	
$\text{CuCrO}_4$	Tetraoxocromato(VI) de cobre(II)	Cromato de cobre(II) (**)	Tetraoxidocromato de cobre	Tetraoxidocromato(2-) de cobre(2+)	Cromato cúprico
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Heptaoxidicromato(VI) de potasio	Dicromato de potasio	Heptaoxidodicromato de dipotasio	$\mu$ -oxidobis(trioxidocromato)(2-) de potasio	
$\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2$	Tetraoxomanganato(VII) de calcio	Permanganato de calcio	Bis(tetraoxidomanganato) de calcio	Tetraoxidomanganato(1-) de calcio	
$\text{KHCO}_3$	Hidrogenotrioxocarbonato(IV) de potasio	Hidrógencarbonato de potasio	Hidrogeno(trioxidocarbonato) de potasio	Hidroxidodioxidocarbonato(1-) de potasio	Bicarbonato de potasio
$\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	Dihidrogenotetraoxofosfato(V) de bario	Dihidrógenofosfato de bario	Bis[dihidrogeno(tetraoxidofosfato)] de bario	Dihidroxidodioxidofosfato(1-) de bario	Dibifosfato de bario
$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	Hidrogenotetraoxofosfato(V) de sodio	Monohidrógenofosfato de sodio	Hidrogeno(tetraoxidofosfato) de disodio	Hidroxidotrioxidofosfato(2-) de sodio	Bifosfato de sodio

Las sales ácidas resultan de la sustitución parcial de los átomos de hidrógeno, los hidrógenos sustituidos vienen indicados por prefijos: mono (uno), di (dos), tri (tres), .....bi (mitad). Por ejemplo:

Hidrógencarbonato de calcio, procede del ácido carbónico que ha perdido uno de los hidrógenos y por tanto el  $\text{HCO}_3^-$  actúa con valencia 1, el calcio actúa con valencia 2, por ello  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .

## 11.- Compuestos complejos o de coordinación.

Son sustancias con átomos, moléculas o iones (ligandos) unidos a un átomo o ión central. Muchos metales de transición tienen orbitales vacantes formando enlaces covalentes coordinados, es decir ellos ponen el par de electrones que se comparten, sin aportar el otro elemento nada. Para nombrarlos, haremos lo siguiente:

11- Nombramos los ligandos en orden alfabético:

a) si son aniónicos se citan como tales:  $\text{H}^-$ , hidruro;  $\text{HSO}_3^-$ , hidrógenosulfito,  $\text{ClO}_4^-$ , perclorato., existen unos cuantos aniones con nombres algo modificados y son:  $\text{F}^-$ , fluoruro;  $\text{Cl}^-$ , cloruro;  $\text{Br}^-$ , bromuro;  $\text{I}^-$ , yoduro;  $\text{O}^{2-}$ , oxido;  $\text{OH}^-$ , hidroxido;  $\text{O}_2^{2-}$ , peroxo;  $\text{HS}^-$ , mercapto;  $\text{S}^{2-}$ , sulfuro;  $\text{CN}^-$ , cianuro;  $\text{SCN}^-$ , tiociano;  $\text{NO}_2^-$ , nitro;  $\text{NH}_2^-$ , amido;  $\text{CH}_3\text{O}^-$ , metoxo,.....

b) si son neutros ó catiónicos utilizamos su nombre normal a excepción de  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{NH}_3$ , que se denominan "aqua" y "ammina" respectivamente, NO "nitrosilo"; NS, tionitrosilo; CO, "carbonilo" se consideran ligandos neutros.

Los ligandos positivos más usuales son:

$\text{NO}_2^+$ , nitrilo ;  $\text{Cr}_2^{+2}$ , cromilo ;  $\text{VO}^+$ , vanadilo (III) ;  $\text{UO}_2^+$ , uranilo (V) ; etc..

.

21- Cuando se han nombrado los ligandos, se cita el átomo central:

a) si el complejo es "aniónico", a la raíz característica del átomo central le añadimos la terminación ATO indicando el estado de oxidación entre paréntesis.

b) si el complejo es "neutro" ó "catiónico", no se añade sufijo alguno al nombre del átomo central, al que sí se le pone la valencia entre paréntesis.

Ejemplos:

- $[\text{CoCl}_3(\text{OH}_2)_3]$ .....triaquatriclorurocobalto
- $[\text{CuBr}_2(\text{NH}_3)_2]$  .....diamminadibromurocobre
- $[\text{FeBr}_2(\text{OH}_2)_4]^+$  ...tetraaquadibromurohierro(1+)
- $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$  ...pentaamminaclorurocobalto(2+)
- $[\text{Fe}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$  .....hexaaquahierro (2+)
- $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  .....diamminaplata (1+)
- $[\text{CoCl}_4(\text{NH}_3)_2]^-$  .....diamminatetraclorurocobaltato(1-)
- $[\text{NiBr}_2\text{Cl}_2]^{2-}$  .....dibromurodicloruroniquelato(2-).
- $[\text{FeF}_6]^{3-}$  .....ión hexafluoro ferrato (III)
- $[\text{Fe}(\text{CN})_5(\text{H}_2\text{O})]^{2-}$  .....ión aqua pentaciano ferrato (III)