

FORMULACIÓN QUÍMICA INORGÁNICA.

Valencia de un elemento: Es la capacidad de combinación que tiene para formar compuestos con otros elementos.

Valencias más comunes de los elementos:

Grupo	Valencia
Grupo 1: H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr.	1
Grupo 2: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra	2
Grupo 13: B, Al, Ga In, Tl	3 1,3
Grupo 14: Ge, Sn, Pb, C Si	2, 4 4
Grupo 15: N P As, Sb, Bi	1, 2, 3, 4, 5 1, 3, 5 3, 5
Grupo 16: O S, Se, Te Po	2 2, 4, 6 2, 4
Grupo 17: F Cl, Br, I, At	1 1, 3, 5, 7
Grupo 11: Cu Ag Au	1,2 1 1, 3
Grupo 12: Zn, Cd Hg	2 1, 2
Grupo 3: Sc, Y, La, Ac	3
Grupo 4: Ti, Zr, Hf	2, 3, 4 3, 4
Grupo 5: V Nb, Ta	2, 3, 4, 5 3, 4, 5
Grupo 6: Cr, Mo, W	2, 3, 4, 5, 6
Grupo 7: Mn, Tc, Re	2, 3, 4, 5, 6, 7 4, 5, 6, 7
Grupos 8, 9 y 10: Fe, Co, Ni Ru, Os Rh, Ir Pd Pt	2, 3 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 3, 4, 6 2, 4 2, 4, 6
Lantánidos: Ce, Pr, Tb, Dy Pm, Gd, Ho, Er, Lu Sm, Eu, Tm, Yb Nd	3, 4 3 2, 3 2, 3, 4
Actínidos: Th, Cm, Bk Pa U, Np, Pu, Am Cf, Es, Fm, Md	3, 4 3, 4, 5 3, 4, 5, 6 3

1.- Sustancias simples:

Son sustancias que están formadas por un único elemento, también se llaman sustancias elementales.

La nomenclatura a emplear para nombrar a este tipo de sustancias es la **nomenclatura de composición**, que indica mediante prefijos multiplicadores cómo es la molécula.

Los gases de sustancias elementales, salvo los gases nobles, se encuentran en forma molecular diatómica, existiendo algunas excepciones.

dioxígeno	O ₂	dicloro	Cl ₂
dinitrógeno	N ₂	dibromo	Br ₂ (líquido a T ambiente)
dihidrógeno	H ₂	diyodo	I ₂ (sólido a T ambiente)
difluor	F ₂	trioxígeno, Ozono	O ₃

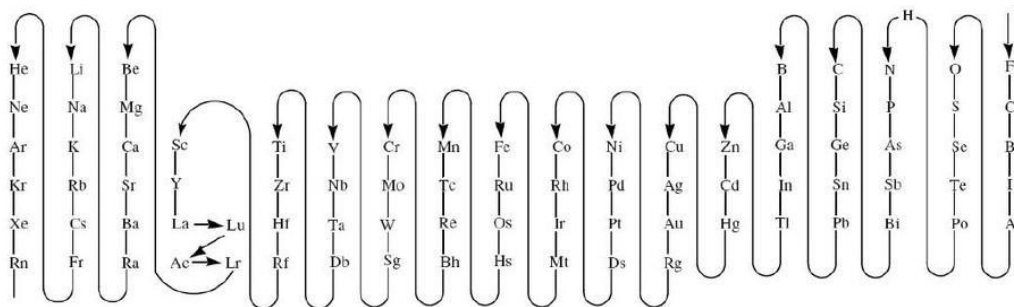
Los gases nobles se encuentran en forma molecular monoatómica, para formularlos se escribe únicamente el símbolo del elemento.

Helio	He	Neón	Ne
Argón	Ar	Kriptón	Kr
Xenón	Xe	Radón	Rn

El resto de sustancias simples son fundamentalmente sólidos; en ellos los átomos están unidos entre si formando redes tridimensionales. Para formularlos se escribe simplemente el símbolo del elemento, exceptuando algunos casos en los que hay agrupaciones de átomos que forman el cristal, como el octaazufre: S₈ y tetrafosforo: P₄.

2.- Compuestos binarios:

Están formados por dos elementos diferentes de la tabla periódica. Para formular un compuesto binario se pone a la derecha de la fórmula el símbolo del elemento que esté antes en la siguiente lista y el otro elemento se pondrá a la izquierda. Después se pone como subíndice de cada símbolo la valencia del otro elemento. El subíndice 1 siempre se omite. Si resultaran dos subíndices que se puedan simplificar, es decir, divisibles por un mismo número, se simplifican.



Existen diferentes tipos de compuestos binarios como son los del hidrógeno, oxígeno y sales binarias.

2.1.- Combinaciones binarias del hidrógeno:

Son los compuestos que están formados por hidrógeno y cualquier otro elemento. Debido a la gran reactividad del hidrógeno, este reacciona con la mayoría de los elementos químicos, y se conocen compuestos binarios del hidrógeno de casi todos los elementos.

Formulación de los compuestos binarios del hidrógeno.

- Se siguen las reglas de los compuestos binarios.
- El hidrógeno actúa siempre con su única valencia, que es 1.
- El elemento que se combina con el hidrógeno, lo hace con la menor de sus valencias, exceptuando el nitrógeno (valencia 3), el carbono (valencia 4), el fósforo (valencia 3) y algunos metales de transición que pueden actuar con más de una valencia.

Nomenclatura de composición con prefijos multiplicadores para los compuestos binarios del hidrógeno.

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

Los prefijos multiplicadores son:

Se nombra primero al elemento que esté más a la derecha de la fórmula acabado de la terminación -uro, seguido del nombre del otro elemento. Los subíndices se nombran como prefijos.

El prefijo mono- sólo se usará en hidruros metálicos si los subíndices son 1 y el metal posee varias valencias.

Ejemplos:	HF	Fluoruro de hidrógeno
	H ₂ Se	Seleniuro de dihidrógeno, seleniuro de hidrógeno*
	H ₂ S	Sulfuro de dihidrógeno, sulfuro de hidrógeno*
	NH ₃	Trihidruro de nitrógeno
	CH ₄	Tetrahidruro de carbono
	LiH	Hidruro de litio
	CuH	Monohidruro decobre
	CuH ₂	Dihidruro de cobre

*Se admiten esos nombres porque son los únicos compuestos binarios que forman el S y el Se con el hidrógeno.

Nomenclatura de composición expresando el número de oxidación con números romanos para los compuestos binarios del hidrógeno.

Se emplea para los hidruros metálicos solamente.

Se nombra primero al elemento que esté más a la derecha de la fórmula acabado de la terminación -uro, seguido del nombre del metal. Si el metal puede actuar con más de una valencia se indicará esta entre paréntesis y con números romanos (sin dejar espacio), en caso contrario no se indica nada.

Ejemplos:	LiH	Hidruro de litio
	CuH	Hidruro de cobre(I)
	CuH ₂	Hidruro de cobre(II)

Nombres aceptados para los llamados hidruros progenitores y que sirven de base para otro tipo de nomenclatura, la llamada nomenclatura de sustitución.

Nombres de los hidruros progenitores									
BH ₃	Borano	CH ₄	Metano	NH ₃	Azano	H ₂ O	Oxidano	HF	Fluorano
AlH ₃	Alumano	SiH ₄	Silano	PH ₃	Fosfano	H ₂ S	Sulfano	HCl	Clorano
GaH ₃	Galano	GeH ₄	Germano	AsH ₃	Arsano	H ₂ Se	Secano	HBr	Bromano
InH ₃	Indigano	SnH ₄	Estannano	SbH ₃	Estibano	H ₂ Te	Telano	HI	Yodano
TlH ₃	Talano	PbH ₄	Plumbano	BiH ₃	Bismutano	H ₂ Po	Polano	HAt	Astatano

Para NH₃ y H₂O se siguen admitiendo sus nombres tradicionales **amoniaco** y **agua** respectivamente.

2.2 Combinaciones binarias del oxígeno.

2.2.1. Óxidos.

Son compuestos que están formados por oxígeno y cualquier otro elemento. Debido a la gran reactividad del oxígeno, éste reacciona con la mayoría de los elementos químicos y se conocen óxidos de casi todos los elementos.

Formulación.

- Se siguen las reglas de los compuestos binarios.
- En los óxidos el oxígeno actúa siempre con valencia 2.

Nomenclatura de composición con prefijos multiplicadores.

Se nombra primero la palabra óxido seguido del nombre del elemento. Los subíndices se nombran como prefijos. El prefijo mono- sólo es necesario cuando los dos subíndices sean 1 y el otro elemento posea más de una valencia.

Ejemplos: Na_2O Óxido de disodio
 CuO Monóxido de cobre
 Cu_2O Óxido de dicobre
 SO_3 Trióxido de azufre

Cuando el oxígeno se combina con algún halógeno su fórmula empieza por O y se nombra como un halogenuro de oxígeno.

Ejemplos: O_3Cl_2 Dicloruro de trioxígeno
 O_5I_2 Diyoduro de pentaóxígeno
 OF_2 Difluoruro de oxígeno

Nomenclatura de composición expresando el número de oxidación con números romanos.

Se nombra primero la palabra óxido seguido del nombre del elemento. Si el elemento posee más de una valencia se indica ésta entre paréntesis y con números romanos después del nombre del elemento.

Ejemplos: Na_2O Óxido de sodio
 CuO Óxido de cobre(II)
 Cu_2O Óxido de cobre(I)

2.2.2 Peróxidos

Son las combinaciones binarias del grupo peróxido (O_2) con algunos metales y el hidrógeno.

Formulación

- El grupo peróxido actúa con valencia 2.
- El subíndice 2 del grupo peróxido no se simplifica nunca.
- Se aplican las reglas de formulación de los compuestos binarios.
- Sólo existen peróxidos de elementos metálicos de valencia 1 o 2 y del hidrógeno.

Nomenclatura de composición con prefijos multiplicadores.

Se nombra primero la palabra **óxido** seguido del nombre del elemento que se combine con él. Los subíndices se nombran como prefijos.

Ejemplos: Dióxido de dicobre Cu_2O_2 Dióxido de dihidrógeno H_2O_2
 Dióxido de cobre CuO_2

Nomenclatura de composición expresando el número de oxidación con números romanos.

Se nombra primero la palabra peróxido seguido del nombre del elemento que se combine con él. Si éste posee doble valencia se indica la valencia de éste entre paréntesis y con números romanos.

Ejemplos: Peróxido de sodio	Na_2O_2	Peróxido de hidrógeno	H_2O_2
Peróxido de calcio	Ca O_2		
Peróxido de cobre(I)	Cu_2O_2		
Peróxido de cobre(II)	CuO_2		

2.3 Sales binarias

Son combinaciones binarias entre un metal y un no metal o bien entre dos no metales.

Formulación

- El elemento que esté más a la derecha de la fórmula actúa normalmente con la menor de sus valencias, excepto el nitrógeno (valencia 3), el carbono (valencia 4) y el fósforo (valencia 3).
- Se siguen las reglas de formulación de los compuestos binarios.

Nomenclatura de composición con prefijos multiplicadores.

Se nombra primero al elemento que esté más a la derecha de la fórmula acabado en la terminación -uro, seguido del nombre del otro elemento. Los subíndices se nombran como prefijos. El prefijo mono- sólo es necesario cuando los dos subíndices son 1 y el otro elemento posea más de una valencia.

Ejemplos: Monosulfuro de plomo	PbS
Tetrabromuro de estaño	SnBr_4
Cloruro de sodio	NaCl
Disulfuro de carbono	CS_2

Nomenclatura de composición expresando el número de oxidación con números romanos.

Se nombra primero al elemento que esté más a la derecha de la fórmula acabado en la terminación -uro, seguido del nombre del otro elemento. Si éste posee más de una valencia se indicará ésta entre paréntesis y con números romanos.

Ejemplos: Sulfuro de plomo(II)	PbS
Bromuro de estaño(IV)	SnBr_4
Cloruro de sodio	NaCl

3 Compuestos ternarios

Son combinaciones de tres elementos diferentes.

3.1 Hidróxidos.

Son combinaciones ternarias de hidrógeno, oxígeno y un metal. Más exactamente, es la combinación de un metal con el grupo hidróxido (OH).

Formulación.

- El oxígeno y el hidrógeno se considerarán conjuntamente como un grupo, de tal manera que se aplican las reglas de formulación de los compuestos binarios con el metal y el grupo OH. Es decir, se pone primero el símbolo del metal y después el grupo OH; la valencia del metal se pone como subíndice del grupo OH y la valencia del grupo OH se pone como subíndice del metal.
- El grupo OH actúa siempre con valencia 1.
- El grupo OH sólo se pone entre paréntesis cuando su subíndice es superior a 1.

Nomenclatura de composición con prefijos multiplicadores.

Se nombra primero la palabra hidróxido, seguido del nombre del metal. Los subíndices se nombran como prefijos. El prefijo mono- sólo es necesario cuando el subíndice del grupo OH sea 1 y el metal posea más de una valencia.

Ejemplos: Hidróxido de sodio	NaOH
Dihidróxido de níquel	Ni(OH) ₂
Trihidróxido de hierro	Fe(OH) ₃

Nomenclatura de composición expresando el número de oxidación con números romanos.

Se nombra primero la palabra hidróxido, seguido del nombre del metal. Si éste posee más de una valencia se indicará ésta entre paréntesis y con números romanos.

Ejemplos: Hidróxido de sodio	NaOH
Hidróxido de níquel(II)	Ni(OH) ₂
Hidróxido de hierro(III)	Fe(OH) ₃

3.2 Ácidos oxoácidos.

Son combinaciones ternarias de hidrógeno, oxígeno y otro elemento, que generalmente es un no metal, aunque también puede ser un metal de transición actuando con una de sus valencias más altas. A este otro elemento se le llama elemento principal del ácido.

Formulación.

Para formular este tipo de compuestos vamos a seguir un procedimiento paso a paso, para ello vamos a ir formulando como ejemplo el ácido sulfúrico.

1º paso: Ponemos el símbolo del elemento principal y le ponemos como superíndice la valencia con la que actúa.

Ejemplo: En el ácido sulfúrico el elemento principal es el S, y éste actúa con valencia 6.



2º paso: A la derecha ponemos el símbolo del oxígeno, el subíndice del oxígeno será el menor número que multiplicado por la valencia del oxígeno (2), supere el superíndice

del elemento principal. El resultado de esa multiplicación se pone como superíndice del oxígeno.

Ejemplo: El superíndice del azufre es 6, por tanto, tengo que buscar el menor número que multiplicado por 2 supere al 6.

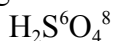
$2 \cdot 3 = 6$ No me vale, ya que no supera.

$2 \cdot 4 = 8$ Este sí me vale, el 4 es el menor número que multiplicado por 2 supera al 6.



3º paso: A la izquierda ponemos el símbolo del hidrógeno, el subíndice del hidrógeno será la siguiente resta: superíndice del oxígeno - superíndice del elemento principal.

Ejemplo: El superíndice del oxígeno es 8 y el superíndice del elemento principal es 6, por tanto, el subíndice del hidrógeno será, $8 - 6 = 2$.



4º paso: Se eliminan los superíndices.

Ejemplo: Eliminamos el 6 y el 8.



En el caso de los oxoácidos del V, Cr, Mo, W, Mn, Tc y Re las valencias con las que actúan son las siguientes: V: 5 Cr, Mo y W : 6 Mn, Tc y Re: 6 y 7

Nomenclatura tradicional aceptada por la IUPAC.

Se nombra primero la palabra ácido seguido del nombre del elemento principal, al cual se le añadirá un sufijo y posiblemente también un prefijo, dependiendo de la valencia con que actúa. Esto dependerá del número de valencias posibles que tenga el elemento principal.

- Si el elemento principal posee cuatro valencias:

Ejemplo: cloro (1,3,5,7)

a) Se añade el prefijo hipo- y el sufijo -oso para la menor valencia.

Ejemplo: Ácido hipocloroso HClO (valencia del Cl: 1)

b) Se añade el sufijo -oso para la siguiente valencia.

Ejemplo: Ácido cloroso HClO_2 (valencia del Cl: 3)

c) Se añade el sufijo -ico para la siguiente valencia.

Ejemplo: Ácido clórico HClO_3 (valencia del Cl: 5)

d) Se añade el prefijo per- y el sufijo -ico para la mayor valencia.

Ejemplo: Ácido perclórico HClO_4 (valencia del Cl: 7)

- Si el elemento principal posee tres valencias:

Ejemplo: azufre (2,4,6)

a) Se añade el prefijo hipo- y el sufijo -oso para la menor valencia.

Ejemplo: Ácido hiposulfuroso H_2SO_2 (valencia del S: 2)

b) Se añade el sufijo -oso para la siguiente valencia.

Ejemplo: Ácido sulfuroso H_2SO_3 (valencia del S: 4)

c) Se añade el sufijo -ico para la mayor valencia.

Ejemplo: Ácido sulfúrico H_2SO_4 (valencia del S: 6)

- Si el elemento principal posee dos valencias:

Ejemplo: arsénico (3,5)

a) Se añade el sufijo -oso para la menor valencia.

Ejemplo: Ácido arsenioso H_3AsO_3 (valencia del As: 3)

b) Se añade el sufijo -ico para la mayor valencia.

Ejemplo: Ácido arsénico H_3AsO_4 (valencia del As: 5)

- Si el elemento principal posee una valencia o sólo con una de sus valencias es capaz de formar oxoácido:

Ejemplo: silicio (4)

a) Se añade el sufijo -ico.

Ejemplo: Ácido silícico H_4SiO_4 (valencia del Si: 4)

Caso del Mn, Tc y Re:

a) Se añade el sufijo -ico para la siguiente valencia 6

Ejemplo: Ácido mangánico H_2MnO_4

e) Se añade el prefijo per- y el sufijo -ico para la valencia 7

Ejemplo: Ácido permangánico HMnO_4

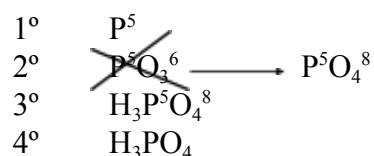
3.3 Otros oxoácidos.

Para algunos oxoácidos las reglas de formulación vistas hasta ahora no nos valen, necesitan alguna modificación. Para nombrarlos por nomenclatura tradicional se utilizarán los siguientes prefijos.

3.3.1 Oxoácidos Orto-.

Cuando formulamos un ácido de este tipo seguimos el procedimiento igual que para los oxoácidos normales, sólo que cuando averiguemos el subíndice del oxígeno lo aumentaremos en uno. Esto ocurre con todos los oxoácidos del fósforo, arsénico, silicio y boro, excepto para aquellos que sean nombrados anteponiéndole el prefijo meta-.

Ejemplo: Ácido fosfórico (valencia fósforo: 5)



El prefijo orto siempre se omite para los ácidos del **fósforo, arsénico, silicio y boro**, ya que son muy comunes.

Sólo se añade el prefijo orto- si se nombran a otros oxoácidos, como es el caso del ácido ortovanádico H_3VO_4 , y los ácidos ortoperyódico y ortotelúrico, en los que, además, para averiguar el subíndice del oxígeno se suman dos y no uno.

Ácido ortoperyódico	H_5IO_6
Ácido ortotelúrico	H_6TeO_6

3.3.2 El prefijo meta-.

Se usa para los ácidos del fósforo, arsénico, silicio y boro fundamentalmente, y sirve para indicar que en este caso no es orto, es decir, para formularlo no hay que añadir un oxígeno de más.

Ejemplo: Ácido metafosfórico

- 1º P^5
- 2º P^5O_3^6
- 3º HP^5O_3^6
- 4º HPO_3

3.3.3 El prefijo di-.

Cuando formulemos un ácido con este prefijo se sigue el procedimiento normal, sólo que el subíndice del elemento principal no es 1, sino 2, por tanto el superíndice del elemento principal será la valencia de éste multiplicada por 2.

Ejemplo: Ácido disulfúrico

- 1º $\text{S}^6 \text{ — } \text{S}_2^{12}$
- 2º $\text{S}_2^{12}\text{O}_7^{14}$
- 3º $\text{H}_2\text{S}_2^{12}\text{O}_7^{14}$
- 4º $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$

3.4 Sales oxoácidas.

Son sales derivadas de los oxoácidos, por tanto, son también combinaciones ternarias, pero en vez de llevar hidrógeno lleva un elemento metálico.

Formulación.

El procedimiento utilizado para nombrar los oxoácidos sigue valiendo, al menos en parte, para estas sales.

Como ejemplo vamos a formular paso a paso el sulfato de calcio.

- Los dos primeros pasos son iguales:

Ejemplo: $\text{S}^6 \text{ — } \text{S}^6\text{O}_4^8$

- El siguiente paso será obtener la valencia del grupo formado por el elemento principal y el oxígeno, que será la siguiente resta: superíndice del oxígeno - superíndice del elemento principal. Se eliminan los superíndices.

Ejemplo: Para este caso la valencia del grupo sulfato (SO_4) será: $8 - 6 = 2$

El grupo sulfato que acabamos de obtener, y que tiene valencia 2, es en realidad un anión con dos cargas negativas y se representa así: $\text{SO}_4^{=}$.

- En el siguiente paso se pone el símbolo del metal a la izquierda, la valencia del metal se pone como subíndice del grupo formado por el elemento principal y el oxígeno, y la valencia del grupo se pone como subíndice del metal. Si ambos subíndices resultan simplificables se simplificarán. El grupo irá entre paréntesis si necesita un subíndice superior a 1.



Nomenclatura tradicional aceptada por la IUPAC.

Se nombra primero el grupo formado por el elemento principal y el oxígeno, es decir el anión. Este nombre está formado por el nombre del elemento principal con un sufijo y un posible prefijo dependiente de la valencia con que actúe el elemento principal.

- Los prefijos son los mismos y se utilizan igual que para los oxoácidos.
- Los sufijos sufren una transformación respecto a los oxoácidos:



Ejemplos: Del ácido **sulfuroso** el anión se llamará **sulfito**

Del ácido **sulfúrico** el anión se llamará **sulfato**

- Se siguen utilizando con el mismo significado los prefijos orto-, meta- y di.
- Después del nombre del anión se nombra al metal, si éste posee más de una valencia se indicará esta entre paréntesis y con números romanos.



4. Sales ácidas

Son compuestos cuaternarios, formados por cuatro elementos.

Formulación

Son sales que se pueden formular fácilmente a partir de su ácido, sustituyendo uno o más hidrógenos por un metal y dejando al menos un átomo de hidrógeno en la fórmula, por tanto, solo se pueden formar a partir de ácidos con más de un hidrógeno en su fórmula.

Por ejemplo, del ácido carbónico H_2CO_3 , si se sustituye un átomo de hidrógeno por un átomo metálico, por ejemplo el Na, quedaría NaHCO_3 . Como se puede observar el átomo metálico se pone en primer lugar en la fórmula. Si en lugar de ser un metal con valencia 1 se sustituye uno con valencia 2 como el Ca, resultará $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Si se sustituye 1 átomo de hidrógeno el anión que queda tendrá valencia 1, si son dos la valencia del anión es 2.

Ejemplos:



Nomenclatura tradicional aceptada por la IUPAC.

Se nombra primero el anión, su nombre empieza por hidrógeno, usando prefijo cuando tenga más de un hidrógeno seguido del nombre del anión si no tuviese hidrógeno y por último se nombra al metal.

Ejemplos:

NaHSO_3	Hidrogenosulfito de sodio
CaHPO_4	Hidrógenofosfato de calcio
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	Dihidrógenofosfato de calcio
NH_4HS	Hidrógenosulfuro de amonio

5. Iones

Los iones son especies químicas con cargas eléctricas, si tienen carga + se llaman cationes y si tienen cargas – se llaman aniones.

Ejemplos:

H^+	hidrógeno(1+), hidrón	NH_4^+	amonio, azanio
H_3O^+	oxidanio, oxonio (no hidronio)	Cr^{3+}	cromo(3+)
Cu^+	cobre(1+)	Cu^{2+}	cobre(2+)
I^-	yodo(1-), yoduro	Hg_2^{2+}	dimercurio(2+)
O_2^{2-}	dioxido(2-), peróxido	Cl^-	cloruro(1-), cloruro
S^{2-}	sulfuro(2-) o sulfuro	O^{2-}	óxido(2-), óxido
SO_4^{2-}	tetraoxidosulfato(2-), sulfato	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	heptaoxidodicromato(2-), dicromato
HS^-	hidrurosulfato(1-), sulfanuro	CO_3^{2-}	trioxidocarbonato(2-), carbonato
CN^-	cianuro	SCN^-	sulfocianuro
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	trioxidodisulfato(2-), tiosulfato	OH^-	hidróxido,